

Гільберг Т. Г., Засекіна Т. М.,
Стадніченко С. М., Лашевська Г. А.

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

Навчально-методичний посібник
для 11 класу
(експериментальний)

2 частина

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України № 863 від 03.08.2018 року «Про проведення експерименту всеукраїнського рівня «Розроблення і впровадження навчально-методичного забезпечення інтегрованого курсу «Природничі науки» для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти» на період із серпня 2018 року по жовтень 2022 року» передбачено розроблення навчально-методичного забезпечення, що буде проходити експериментальну перевірку.

Навчально-методичний посібник «ПРИРОДНИЧІ НАУКИ» (експериментальний) для 11 класу закладів загальної середньої освіти, відповідає проекту навчальної програми, що розроблений авторським колективом під керівництвом Т. М. Засекіної.

Зміст навчального матеріалу структуровано за модульним принципом. На початку вивчення кожної теми визначено очікувані результати, які мають бути досягнуті учнями, передбачено посилання на джерела, які містять матеріал для актуалізації раніше вивченого, а також на додаткові джерела, які сприяють засвоєнню навчального матеріалу. Стиль викладу навчального матеріалу має ознаки науково-популярного, інформаційного та проблемного, що забезпечує сприйняття його учнями відповідної вікової категорії, та враховує той факт, що зазначений курс призначено для учнів, які не планують складати зовнішнє незалежне оцінювання із природничих предметів. Завершується кожна тема практичною частиною, що дає змогу перевірити засвоєння теоретичного матеріалу, а також сприяє реалізації діяльнісного підходу для формування практичних умінь і навичок. Система завдань і запитань може бути використана для організації різних форм навчальної діяльності на уроці та в позаурочний час.

Автори й видавництво готові до співпраці.

Усі зауваження та побажання надсилайте на електронну скриньку:

prirod-nauk@ukr.net

ЗМІСТ

Е. 1. ВІД КОЛЕСА ДО НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Що таке техніка й технології?	6
Еволюція техніки.	7
Чи замінить техніка людину?	14
Як народжується винахід?	16

Е. 2. ЕНЕРГЕТИКА

У пошуках енергії	20
Як покорити енергію	25
Енергетика сьогодення і майбутнього	35

Е. 3. ЕЛЕКТРИКА (4+4 год)

Від бурштину до AC/DC	44
Постійний струм. Змінний струм	46
Електричний струм у різних середовищах	53
Електроприлади	56
Як економити електроенергію?	59
Як берегти себе й природу від електрики	61

Е. 4. МАТЕРІАЛИ

Трохи історії: від каменю до наноматеріалів	67
Найважливіші природні, штучні та синтетичні матеріали.	68

Е. 5. ПОБУТОВІ ТОВАРИ

З чим маємо справу вдома?	104
Що придбати в магазині побутової хімії?	106
Будьте свідомими споживачами	115

Е. 6. ВОГОНЬ. ПАЛИВО. ТЕПЛО

Як горить вогонь.	120
Яким буває паливо.	124
Тепло в будинку	135

Е. 7. ТРАНСПОРТ

Від колеса до космічного корабля Starship	144
Про автомобіль.	146
Подорожуємо містом.	155
Покоряємо водний й повітряний океани	159
Залізницею	173
Світова транспортна система	175
Туризм	177

Е. 8. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

«Розумне залізо»	184
У світі цифрових пристроїв	201
Майбутнє інформаційно-комунікаційних технологій	212

Е. 9 БІОТЕХНОЛОГІЇ

З чого починалась біотехнологія?	216
Традиційні й сучасні біотехнології	217
Де застосовується біотехнологія?	227
Біотехнології майбутнього	235

Е. 10. АГРОТЕХНОЛОГІЇ

Агробізнес	
Селекція — основа сільського господарства	
Які основні проблеми сучасного агробізнесу?	

Е. 11. СВІТОВЕ ГОСПОДАРСТВО

Світосистема	
Риси світового господарства	
Сектори економіки	
Людський капітал	

Е. 12. СТАЛИЙ РОЗВИТОК

Глобальні проблеми людства	
Зберегти мир, добробут й національну ідентичність	
Як подолати голод, сировинну й енергетичну проблеми?	
Глобальні проблеми вирішуються усім світом	
Наука: породження чи вирішення проблеми?	
Сталий розвиток — впевнене майбутнє	
Що я можу зробити для планети?	

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 1. ВІД КОЛЕСА ДО НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Нашу цивілізацію неможливо уявити без техніки. Ставлення людини до неї різне. Хтось користується технікою, не замислюючись, хто і як її створив. Працює, от і добре. Хтось насторожено ставиться до технічних новинок. До чого призведе надмірне використання їх? Хтось пише про техніку художні твори. Для когось вона стає об'єктом картини, скульптури. Але найтісніше пов'язані з технікою — інженери, винахідники й конструктори. Яким буде ваше ставлення до техніки?

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: поняття «техніка», «машина», «коефіцієнт корисної дії», «технократизм», «технофобія»; етапи розвитку техніки.

Наводити приклади: машин і механізмів з різними видами перетворення енергії; схожості й відмінності у творчості винахідника й митця.

Пояснювати: особливості техніки як виду діяльності; яку користь і шкоду приносить техніка людині.

Розуміти: суть техніки як компонента культури; роль науки в розвитку техніки й навпаки.

Характеризувати: чинники розвитку техніки; особливості її розвитку на кожному етапі; особливості ролі й місця людини на кожному з них.

Усвідомлювати значення набуття компетентності в галузі природничих наук, техніки й технологій для свого життя, майбутньої професійної діяльності.

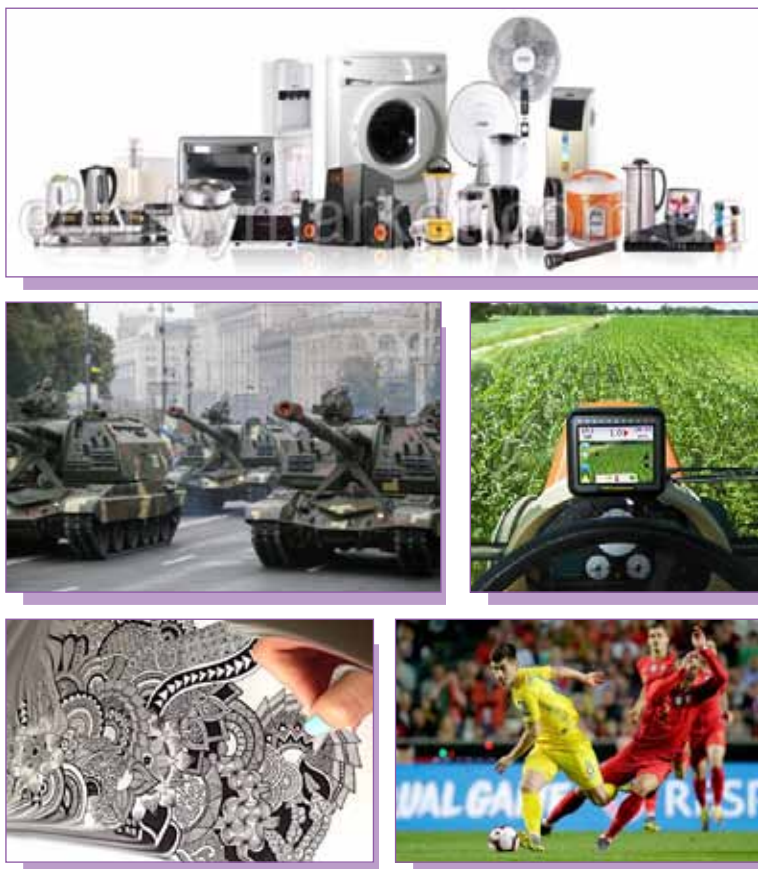
Уміти конструювати прилади (на вибір) власноруч.

Прогнозувати майбутнє техніки й технологій, потреби на ринку праці нових професій.

ЩО ТАКЕ ТЕХНІКА Й ТЕХНОЛОГІЇ?

Термін «техніка» походить від грецького слова «τέχνη» — мистецтво, майстерність. Грецькому терміну відповідає латинське «*arts*». Від Античності й до початку Нового часу розрізняли сім «*artes mechanical*» (механічні мистецтва) та сім «*artes liberalis*» (вільні мистецтва). Це різноманіття пов'язане з тим, що будь-який результат діяльності людини розглядали як витвір, компонент культури того часу.

Як відомо, культура й природа співвідносяться як штучне й природне. Як компонент культури техніка має певні загальнолюдські цінності й смисли. Як об'єкт техніку представлено машинами, механізмами, приладами, пристроями, знаряддями тієї чи іншої галузі. Побутова техніка, військова техніка, сільськогосподарська техніка... Цей перелік можна продовжувати й продовжувати (мал. 1.1). Як знання й процеси, накопичені людством за багатовікову історію, термін «техніка» вживають, якщо говорять про правила, навички й алгоритми виконання чогось. У цьому випадку техніка є способом діяльності, мірилом майстерності. Своєрідна техніка малюнка, неймовірна техніка вишивання бісером, індивідуальна техніка володіння м'ячем... (мал. 1.1).



Мал. 1.1. Техніка: вона така...

Сучасне розуміння терміна «техніка» дедалі більше набуває ознак особливого складника штучного середовища, який еволюціонує за власною логікою розвитку. І в широкому розумінні техніка — це компонент культури, продукт людської цивілізації, технічне знання, що впливає на розвиток суспільства.

Часто до поняття техніки й до об'єктів технічних наук додають термін «технологія» (від грец. *τεχνολογια* (*τέχνη* + *λογος*) — мистецтво + учення) — сукупність знань про методи забезпечення потреб людства за допомогою техніки (технічних засобів).

Техніка не виникає й не існує сама собою. Як творіння людини її включено у взаємозв'язок людина — природа — суспільство. Розвиток цивілізації залежить від розвитку техніки й навпаки. Характер сучасного розвитку цивілізації техногенний. Це означає, що техніка набуває домінуювальних ознак і перетворюється із засобу поліпшення життя людини на ціль її життя. Сучасному суспільству властивий *технократизм* — захоплення технікою і перебільшення її можливостей. Технократизм (від грец. *τέχνη* — мистецтво й *κράτος* — сила, влада, панування) — це: 1) концепція панування в сучасному суспільстві технічних фахівців на основі здійснюваної ними наукової або технічної експертизи проблем і рішень; 2) спосіб мислення, характерний для значної частини керівницької еліти, у рамках якого будь-яку проблему розглядають як проблему суто технологічну: у її розв'язуванні пріоритет надають формально-раціональному досягненню поставлених цілей. Такий спосіб мислення не враховує віддалених наслідків керівницьких рішень, їхнього впливу на людину, цінності культури й має антигуманний, руйнівний характер.

Інша крайність, притаманна сучасному суспільству, — *технофобія* — страх перед новітніми технологіями, перед технічним прогресом узагалі або неприязнь до складних технічних пристроїв.

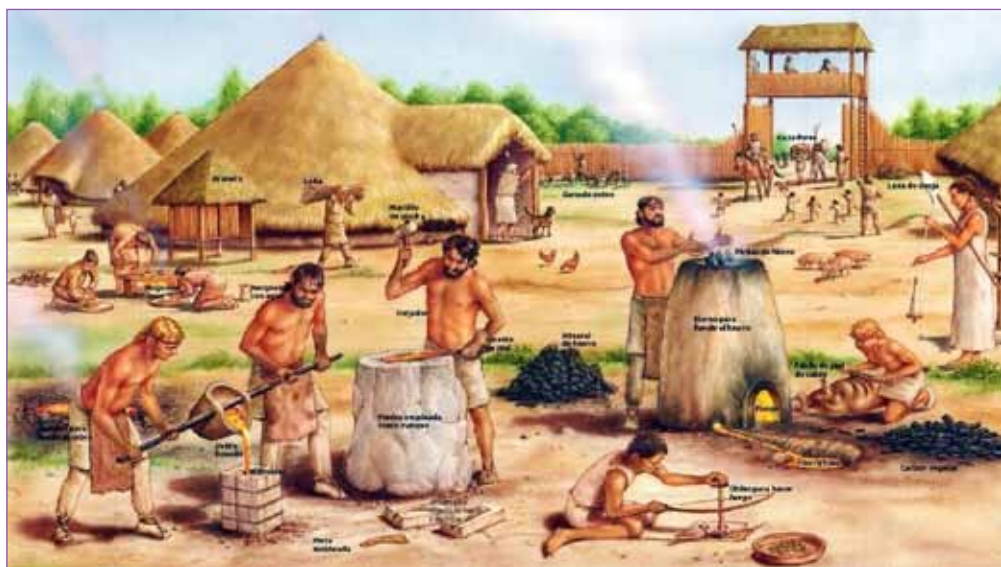
ЕВОЛЮЦІЯ ТЕХНІКИ

Історія людської цивілізації — це історія винаходів і відкриттів. Мільйони років знадобилося людству для того, щоб освоїти такі природні матеріали, як дерево, глина, камінь, мідь, бронза, залізо. Процес зародження техніки мав випадковий характер: перші знаряддя праці створювали не заплановано. І до їхнього створення долучалися всі представники первісних общин.

Докорінні зміни у способі виробництва відбулися в неоліті (новокам'яний вік (VII–IV тис. до н. е.)) й дістали назву «неолітичної революції». У цей період створено невластиві природі матеріали — кераміку й текстиль, що стали надбанням людства. Ручні знаряддя праці неоліту були першими засобами техніки. Їхнє виготовлення потребувало спеціальних умінь й умов, що сприяло виокремленню особливого типу діяльності — ремісництва. Ремісники поєднували в собі два роди діяльності. Творчого проектування — ідеї створення і матеріального втілення їх — готового виробу.

В історії розвитку техніки етап ручної праці тривав до середини XV ст., до появи перших машин. Але ручна праця не зникла... Ремісництво

в наш час набуло нової цінності й породило новий напрям — трендовий handmade¹ (мал. 1.2).



Мал. 1.2. Нова цінність ручної праці

В історичному розвитку суспільства виникла певна суперечність між можливостями виробництва, що ґрунтується на ручній праці, і постійно зростаючими потребами суспільства. Подолати її можна було лише за допомогою принципово нових знарядь праці. Такими стали машини й механізми. Машина — від грец. Μηχανή — пристрій, що складається із взаємопов'язаних функціональних частин (деталей, вузлів, пристроїв, механізмів тощо), що використовує енергію для виконання покладених на нього функцій. Збагнули? Машина використовує енергію. Не фізичну силу людини! Якими, на вашу думку, будуть подальші етапи розвитку техніки? Поки думаєте, розгляньте малюнок 1.3.

¹ Позначає всі предмети, зроблені власноруч, а також унікальні за своїм виглядом (у єдиному екземплярі).



Мал. 1.3. Техніка, що використовує різні види енергії:

а — метальна машина античності;

б — гончарний круг; в — вітряк;

г — вугільні шахти в Англії з пристроями на паровій тязі (близько 1790 р.);

д — перший паровий локомотив; е — перший електромобіль; є — еволюція ламп;

ж — ядерна електростанція; з — комп'ютерна техніка;

і — альтернативні джерела енергії



Пилотяг і холодильник, літак і підйомний кран, ткацький верстат і комбайн, велосипед й автомобіль — усе це приклади машин. Зверніть увагу, що попри відмінності в зовнішньому вигляді та призначенні, матеріалах, з яких їх виготовлено, вони мають спільну назву — «машини». Чому? По-перше, тому, що всі вони виконують потрібну людині роботу. По-друге, для її виконання усім машинам потрібна енергія. По-третє, спільними для всіх машин є три основні частини: робочий орган, двигун і механізм, що їх сполучає. Без однієї із цих частин машина не працюватиме.

Робочі органи машин можуть бути різними. У гелікоптера — пропелер, у екскаватора — ківш, у велосипеда — колеса. Назва робочого органа свідчить про те, що ця частина допомагає людині виконувати ту роботу, задля якої машину створено.

Призначення двигуна — перетворювати один вид енергії на інший. У двигунах таких машин, як автомобіль, мотоцикл, трактор, хімічна енергія палива перетворюється на теплову, а потім — на механічну. Двигуни пилотяга, пральної машини перетворюють електричну енергію, що надходить до них з електромережі, на механічну. Усі двигуни, зокрема й електродвигуни, під час роботи нагріваються. Це означає, що частина спожитої енергії перетворюється на теплову.

У велосипеда або ручної м'ясорубки двигуна немає. Чому ж їх також називають «машинами»? Тому що роль двигуна в них виконує людина, яка витрачає на виконання роботи свою енергію.

Робочий орган і двигун з'єднані між собою механізмом. У багатьох машин — це прості механізми (важіль, блок, ланцюг, пасок) або їхнє поєднання. Наприклад, механізм велосипеда є поєднанням таких простих механізмів, як важіль, вісь, зубчасте колесо (шестерня), ланцюг. Прості механізми — різні пристрої, які дають змогу виконувати роботу за умови прикладання до тіла порівняно невеликої сили та змінювати напрямок дії сили на зручніший для людини.

Будь-яка машина, будь-який пристрій характеризують коефіцієнтом корисної дії. Під час використання механізми витрачають завжди більше роботи (енергії), ніж потрібно. Наприклад, якщо потрібно підняти якийсь вантаж на певну висоту, то для цього достатньо було б подолати силу земного тяжіння. Під час застосування, наприклад, рухомого блока доводиться долати ще й силу тяжіння самого блока, а також силу тертя в ньому.

Будь-яка машина, будь-який пристрій з рухомими деталями мають долати тертя. Проходження електричного струму крізь провідник теж супроводжується втратами на нагрівання провідника. У теплових двигунах відбувається перетворення теплової енергії на механічну роботу й супроводжується втратами на нагрівання навколишнього середовища.

$$\text{Коефіцієнт корисної дії двигуна (механізму)} \quad \eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{зат}}}.$$





Протягом усієї історії людства науковці й винахідники намагалися створити такий пристрій, який невпинно рухає сам себе й, окрім того, здійснює ще якусь корисну роботу — вічний двигун (лат. *Perpetuum Mobile*), ККД якого 100 %. Доведено, що такого бути не може, тож вислів *Perpetuum Mobile* набув загального значення — «заняття безглуздою справою», «робота над нерозв'язним завданням». Проте пошуки, пов'язані з відкриттям вічного двигуна не були даремними. Інколи вони просто спонукали до творчості, інколи ставали захопленням усього життя або його частини, а інколи — реальним підґрунтям і передумовою справжнього наукового відкриття.

Які перетворення енергії здійснюють технічні засоби, зображені на малюнку 1.3?

Поява машинного виробництва в період переходу від епохи Відродження до епохи Нового часу знаменує собою початок другого історичного етапу в розвитку техніки. Його особливістю є те, що розвиток техніки взаємопов'язаний з розвитком наук. У зв'язку із цим кінець XVIII — початок XIX ст. називають *першою промисловою революцією*. Її ключові технічні досягнення — створення парової машини й універсальних прядильних верстатів.

Друга промислова революція (її ще називають «технологічною революцією»), що припала на кінець XIX ст., зумовила перехід до масового виробництва через використання електродвигуна й конвеєра. Ключові технічні досягнення:

- створення машин нового класу, зокрема автомобілів, суден (завдяки переходу від використання вугілля як головного енергоносія до нафти);
- широке впровадження електрики, способів її генерування і використання електричних машин;
- розвиток радіотехніки й радіоелектроніки;
- виникнення і розвиток авіації;
- розвиток хімічної промисловості, металургії;
- створення конвеєрного виробництва.

Третя промислова революція від середини XX ст. спричинила перехід до автоматизованого виробництва через використання комп'ютерів й інформаційних технологій. Її визначають як перехід до постіндустріально-

го суспільства, коли сфера послуг переважає над сферою виробництва, а в економіці переважає інноваційний сектор і сфера знань. Ключовими технічними досягненнями є вихід у космос, освоєння атомної енергії і, безперечно, повсюдне використання інформаційних технологій.

Ми з вами ввійшли в епоху *четвертої революції*, яку називають *індустріальна революція 4.0*. Четверту індустріальну революцію забезпечують впровадження біо- й нанотехнологій, робототехніки, штучного інтелекту, 3D-друку, комп'ютерних симуляцій, віртуальних речей, хмарних технологій, *big data*¹, віртуальної й доповненої реальностей, блокчейну² і безлічі інших технологій.

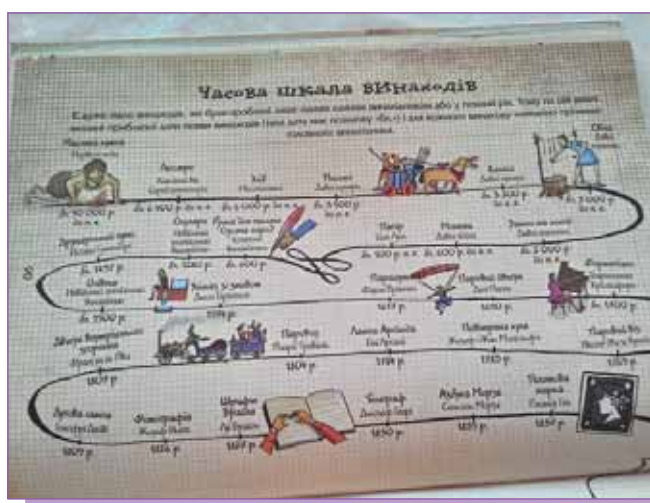
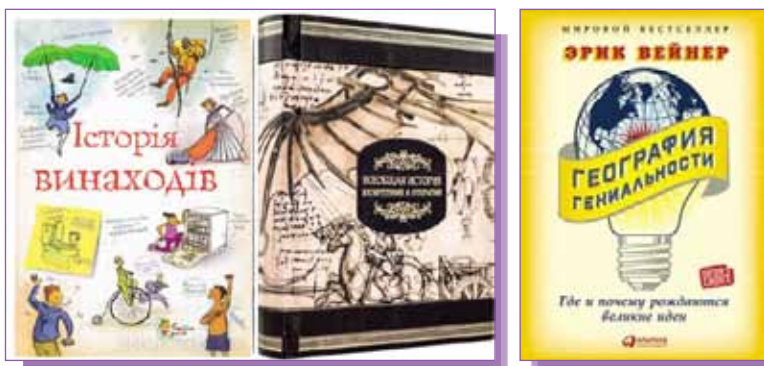
Стверджують, що історія винаходів почалася з колеса. Воно стало основою гончарного круга, водяних млинів, ткацьких верстатів і транспортних засобів. «Винахід колеса якісно змінив наше уявлення про життя. Ми відчули себе творцями і перестали сприймати природу як основу всього. Ми намагалися протистояти їй, боротися з її проявами, змінюючи навколишній світ так, щоб він служив нам. На сьогодні можна сказати, що ми багато в чому досягли успіху. Ми перемогли.» — так висловив своє ставлення до ролі колеса в житті людини професор Джорджтаунського університету Деніел Робінсон³. Сьогодні технологічні знання людини дають змогу змінювати не лише макро-, а й мікросвіт. Нанотехнології (НТ) (грецьке слово «*nanos*» означає «карлик») — як сукупність методів маніпулювання речовиною на атомному або молекулярному рівні дають змогу, приміром, забезпечити людині фізичне безсмертя, завдяки тому, що нанороботи, імплантовані в тіло людини, зможуть нескінченно регенерувати клітини, що відмирають. Або приміром, у сільському господарстві — можливо виробляти молоко безпосередньо з трави, минаючи проміжну ланку — корову. Нанотехнології здатні також стабілізувати екологію планети. Нові види промисловості функціонуватимуть без відходів, що отруюють планету, а нанороботи зможуть компенсувати наслідки попередніх забруднень.

Яким є шлях від колеса до нанотехнологій? Дослідити історію винаходів можна в різний спосіб. Захопиви історії появи в цьому світі нових речей і винаходів, імена відомих і маловідомих винахідників, великі відкриття й першовідкривачі — усе це можна знайти в книжках — як у дитячих енциклопедіях, так і в дорогих подарункових виданнях. Можна здійснити уявну подорож країнами й століттями, щоби з'ясувати, у яких місцях і в які епохи розквітав творчий геній, побудувати хронологію відкриттів, дослідити їхню географію.

¹ Набори інформації (як структурованої, так і неструктурованої) таких великих розмірів, що традиційні способи та підходи (здебільшого засновані на рішеннях класу бізнесової аналітики та системах керування базами даних) не можуть бути застосовані до них. Альтернативне визначення — феноменальне пришвидшення нагромадження даних і їхнє ускладнення.

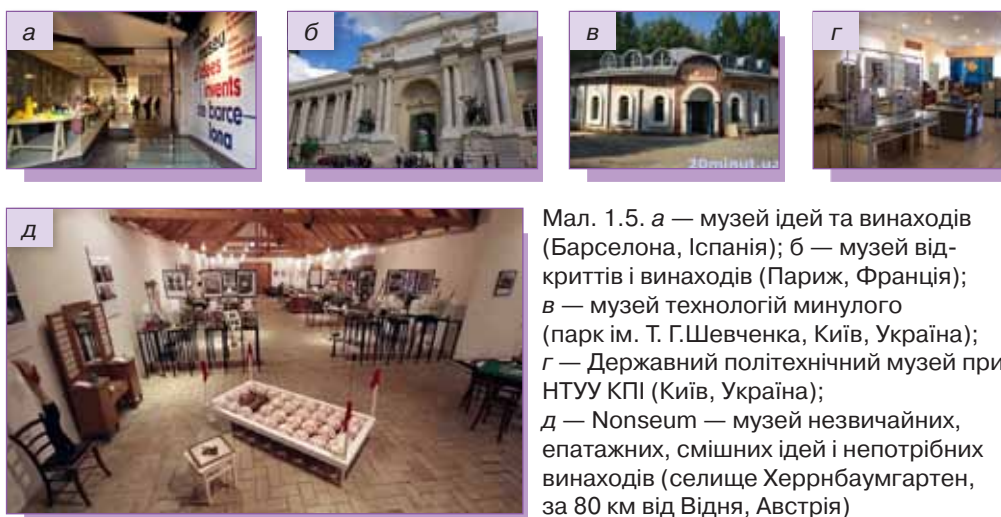
² Ланцюжок блоків транзакцій (англ. *Blockchain, Block chain* від *block* — блок, *chain* — ланцюг) — розподілена база даних, що зберігає впорядкований ланцюжок записів (так званих блоків), що постійно довшає.

³ Daniel Robinson (1937–2018, США) — філософ. У 2011 році отримав премію Американської психологічної асоціації за значний внесок у філософські основи психології.



Мал. 1.4. Досліджуємо історію техніки за книжками

А можна дослідити історію техніки, відвідавши музеї (мал. 1.5).



Мал. 1.5. а — музей ідей та винаходів (Барселона, Іспанія); б — музей відкриттів і винаходів (Париж, Франція); в — музей технологій минулого (парк ім. Т. Г. Шевченка, Київ, Україна); г — Державний політехнічний музей при НТУУ КПІ (Київ, Україна); д — Nonseum — музей незвичайних, епатажних, смішних ідей і непотрібних винаходів (селище Херрнбаумгартен, за 80 км від Відня, Австрія)

Або відвідавши виставки сучасної техніки й технологій (мал. 1.6).



Мал. 1.6. Промислові виставки

ЧИ ЗАМІНИТЬ ТЕХНІКА ЛЮДИНУ?

Під час використання ручних знарядь праці переважна кількість технологічних функцій припадає на людину. Людина приводить у дію знаряддя праці, керує ними, координує свої дії, виконує розумові функції. Механізація виробничих процесів означає заміну ручної праці машинами, механізмами й іншою технікою. У механізованому виробництві більшу частину трудових операцій виконують машини й механізми, меншу — люди. Вищим ступенем механізації є автоматизація виробничих процесів, яка дає змогу здійснювати весь цикл робіт без особистої участі в ньому людини, лише під її контролем. Проте в процесі автоматизації ускладнюється взаємодія людини з технічними засобами. Контролювання операторами автоматичних пристроїв пов'язане з внутрішніми психічними процесами.

Безмежно розширює можливості людини впровадження електронної техніки, що дає змогу створювати машини для керування іншими машинами, а також роботів, які замінюють людину. Останнім часом ейфорія з приводу того, що роботи позбавлять людство рутинної праці й звільнять час для творчості, змінилася побоюваннями, чи не призведе поголовна роботизація всіх сфер життя до тотального безробіття (мал. 1.7).



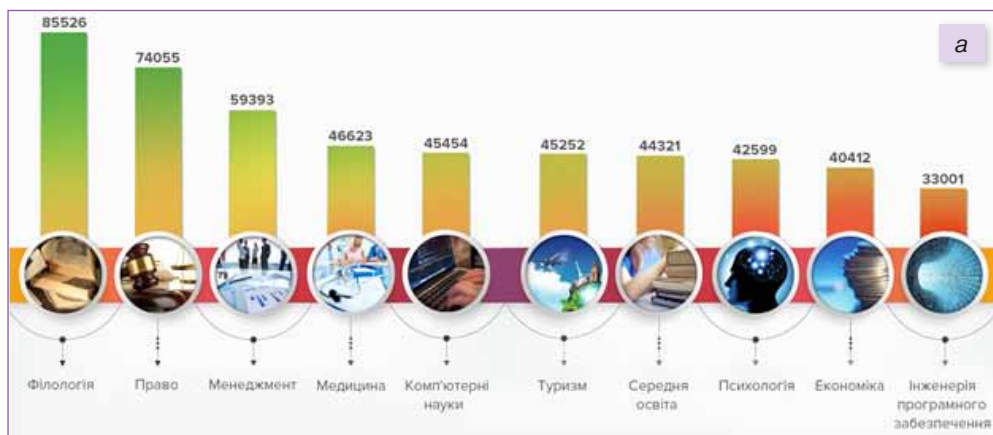
Мал. 1.7. Чи загрожують людству роботи?

Коли в 1954 році у США створили першого промислового робота-маніпулятора, учені не думали про те, що процес роботизації розвиватиметься настільки стрімко, що в 2017 році людиноподібний робот Софія отримає громадянство. Футурологи говорять про те, що технології призведуть до вимирання таких професій, як водій, продавець, працівник фабрик з виробництва одягу та взуття. Без роботи можуть залишитися не лише люди, що займаються фізичною працею. Штучний інтелект згодом витіснить бухгалтерів, фінансових аналітиків, промислових дизайнерів, архітекторів, журналістів і навіть юристів і суддів. Злишаться професії, де важко

передбачити перебіг подій: рятувальники, учителі, няні й інші фахівці, що працюють з дітьми, а також професії, де потрібно спілкуватися з людьми. Однак усе це перспектива далекого майбутнього (*ви теж так вважаєте?*).

До того ж дронами, 3D-принтерами й хитромудрими машинами все одно керуватимуть люди. Тому в майбутньому найбільшим буде попит на інноваційні й високотехнологічні професії. Світові експерти прогнозують настання наступної економічної революції, в основі якої — технології інтернету речей (*internet of things*), великих даних (*big data*), штучного інтелекту (*artificial intelligence*), робототехніки (*robotertechnik*) та доповненої реальності (*augmented reality*).

Україна наразі відстає від світових лідерів у виробництві й використанні високотехнологічної техніки. На 20 000 співробітників припадає один робот. Роботизовані комплекси є на великих заводах, що належать масштабним міжнародним компаніям: Henkel, Philip Morris, Procter & Gamble тощо. Не поспішають з вибором інженерних спеціальностей і сучасні випускники шкіл. Проте це сьогодні. Можливо, скульптура робота, що височить над узбережжям Аджалицького лиману в Одеській області спонукатиме до розвитку цієї сфери в Україні (мал. 1.8)?



Мал. 1.8. а — найпопулярніші спеціальності серед абітурієнтів;
 б — скульптура «Робот ТІС» Олександра Мілова;
 в — «Коли такі роботи працюватимуть на полях України?»

ЯК НАРОДЖУЄТЬСЯ ВИНАХІД?

Чи замислювалися ви, що за кожним, навіть найзвичайнішим предметом є винахідник, який завдяки своєму таланту, знанням і наполегливості зробив наше повсякденне життя набагато комфортнішим? Щорічно, третьої суботи вересня в Україні відзначають професійне свято — День винахідника й раціоналізатора, яке об'єднує людей різних професій і спеціальностей, але всі вони обов'язково наділені рідкісним даром творчості, відчуттям нового, умінням розширити межі звичного, вийти за рамки стереотипу.

На етапі зародження людства ідеї для винаходу надавала сама природа, і головним завданням було розроблення технічного засобу, що мав допомогти людині адаптуватися до середовища існування. Накопичений досвід сприяв зародженню науки, оскільки виникала необхідність його описування й подальшого дослідження. Саме тому першим розділом фізики як науки стала «механіка», яка з мистецтва створення машин перетворилася на самостійний напрям досліджень механічного руху та взаємодії тіл. Наука й техніка розвивалися самостійно й водночас доповнювали одна одну. Наприклад, винахід парової машини відбувався дослідним шляхом, тобто, фактично, без наукового підґрунтя. Практичне використання парових машин загостило проблему підвищення коефіцієнта їхньої корисної дії (ККД). Розв'язання цієї проблеми спонукало до досліджень у лабораторних умовах і сприяло розвитку молекулярно-кінетичної теорії і термодинаміки, відкриттю закону збереження й перетворення енергії. Відкриття в науці почали випереджати технічні відкриття. У другій половині XIX ст. темпи розвитку науки й техніки зрівнялися. Проте вже в XX ст. наука почала випереджати техніку. Сьогодні ми спостерігаємо випередження технікою науки.

Щодня ми користуємося величезною кількістю досягнень сучасної науки й техніки, утілених в електрочайнику, ліфті, телефоні, комп'ютері тощо. Ми не замислюємося над тим, як працюють різні прилади. Головне, що працюють — та й годі. Однак хтось же це придумав! Хто робить такі звичні для нас, але абсолютно незрозумілі диво-винаходи? **Це інженери.** Варто відзначити, що професія інженера-конструктора є однією з найбільш високооплачуваних на сучасному світовому ринку праці й запитуваною роботодавцями. Головні інструменти конструктора — його знання, досвід й інтелект. Будні конструктора — розроблення технологічних схем, розраховування й креслення вузлових елементів і деталей механізмів, підготовки технічних завдань для виробництва, авторське наглядання за виготовленням і випробуваннями. Окрім того, хороший інженер-конструктор має бути здатним до творчості, щоби не лише працювати над поставленими завданнями, а й самому визначати й розв'язувати їх. Останніми десятиліттями професію інженера доповнено новим напрямом — програмуванням. Це категорія спеціалістів, які розробляють алгоритми та програми для технологій. Водночас професія інженера надзвичайно творча. До того ж вона потребує вміння привести творчість у доволі чіт-

ку систему. Програміст має бути витривалим і терплячим, уміти швидко адаптуватися й до того ж креативно мислити.

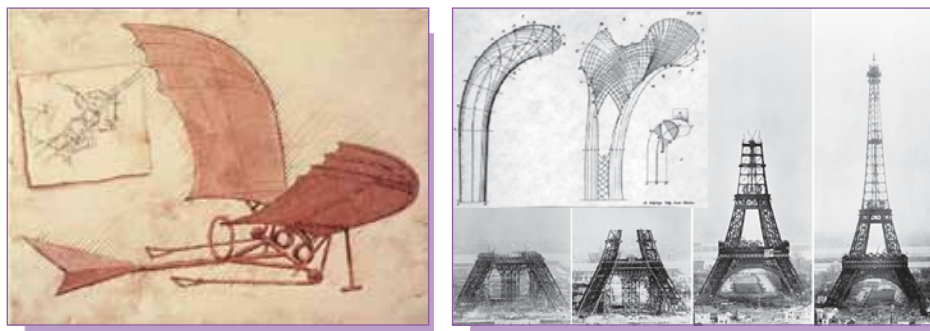
Візьміть до уваги, що ця робота потребує вміння працювати в команді. Усе частіше ми чуємо про винаходи, авторами яких є представники колективів — тих чи інших наукових установ, компаній (мал. 1.9).



Мал. 1.9. а — Кеті Бауман (нар. 1989 р., Вест-Лафаєнт, США) — програміст, яка показала чорну діру; б — Чак Халл (нар. 1939 р., Кліфтон, США) — винахідник 3D-друку; в — Стівен Джобс (1955–2011, Сан-Франциско, США) — американський підприємець, винахідник і промисловий дизайнер; г — інженери компанії Tesla Inc удосконалюють електромобіль

Створювати техніку людина навчалася в природі. Засновником застосування знань про живу природу для розв’язування інженерних завдань є Леонардо да Вінчі, який намагався побудувати літальний апарат з крилами, як у птахів.

Сьогодні використання біологічних методів і структур для розроблення інженерних рішень і технологічних методів — предмет біоніки, біоміметики або біомімікрії (мал. 1.10).



Мал. 1.10. Біоніка в дії

Взаємодія людини, природи й техніки сьогодні набула нових ознак. Протягом багатьох років техніка звільняла людину від повсякденних побутових клопотів, допомагала здобути незалежність від природи. Проте, звільнившись від «кайданів природи», людина отримала «кайдани техносфери». За розкіш і комфорт техногенного світу людина потерпає від хвороб цивілізації і духовної деградації.



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Термін «техніка» уживають у різних значеннях. *Поясніть*, що означають вислови «риболовна техніка», «техніка риболовлі», «техніка сортування», «техніка гри на флейті». *Наведіть* власні приклади різного тлумачення терміна «техніка».
2. *Доведіть*, що сучасна цивілізація техногенна.
3. *Поясніть*: а) що спільного і відмінного між поняттями «техніка» і «технології», «механізм» і «машина», «механізація», «автоматизація» і «роботизація»; б) вислів «техніка стає продовженням людського мозку»; в) для чого в техніці застосовують умовні графічні позначення; г) чому вироби, виготовлені вручну, ціняться більше, ніж зроблені за допомогою техніки; д) яким, на вашу думку, є майбутнє техногенної цивілізації.
4. *Назвіть* етапи еволюції техніки та *схарактеризуйте* їхні часові періоди. Чим пояснюють їхнє пришвидшення?



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Проектування і конструювання саморобного пристрою/виробу

Запропонуйте конструкторське рішення вибраної вами проблеми. Виготовте власноруч діючу модель або виріб. Ви можете скористатися добіркою YouTube-каналів з ідеями цікавих дослідів, винаходів й експериментів, які можна відтворити власноруч.

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Найважливіші технічні винаходи від давніх часів до сучасності.
- Чи може сучасна людина обійтися без техніки?
- Яку користь приносить техніка людству. Техніка: насущне або надмірне.
- Технофобія.
- Взаємодія людини й техніки в художніх творах.
- Найвідоміші винахідники.
- Технічні професії. Професії майбутнього.



Е. 2. ЕНЕРГЕТИКА

Історія енергетики від часів, коли людина оволоділа вогнем, енергією річок, вітру, і дотепер відображає постійний пошук, великі відкриття, накопичення й передавання від покоління до покоління знань, найважливіших досягнень у цій царині. Чи зможе людство опанувати нові джерела енергії, чи повернемося до першоджерел: енергії вогню, вітру й води?

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: види та джерела енергії; способи перетворення енергії в різних процесах; поняття енергоефективності й енергозбереження та енергетики.

Наводити приклади: традиційних й альтернативних джерел; типів електростанцій.

Пояснювати: причини домінування певних форм споживання енергії в різні часи; принципи дії простих механізмів і теплових машин; роль різних наук у розвитку енергетики.

Порівнювати принципи роботи різних електростанцій.

Застосовувати фізичні закони для пояснення перетворення енергії в механічних і теплових процесах.

Характеризувати: можливості та обмеження альтернативної енергетики; екологічні наслідки, зумовлені розвитком енергетичної галузі.

Усвідомлювати: значення енергозбереження та роль альтернативних джерел енергії; причиново-наслідкові зв'язки між наявністю й доступністю джерел енергії та характером економіки певних країн світу.

Прогнозувати основні напрями розвитку енергетики.

У ПОШУКАХ ЕНЕРГІЇ

Енергія відіграє особливу роль у житті людства. Адже це:

а) енергія харчування, що дає тепло для підтримки температури тіла, енергію для його руху, для здійснення розумової та фізичної праці;

б) теплова енергія для обігрівання будинків і приготування їжі, що дає змогу жити в різних кліматичних умовах й урізноманітнити харчовий раціон людини;

в) енергія для забезпечення функціонування всіх сфер промисловості, виробництва й побуту, що вможливорює стійкий розвиток економіки й суспільства.

Представникам тваринного світу, щоб жити, достатньо здобувати енергію для харчування. І лише розвиток людської цивілізації, її технічні досягнення пов'язані з пошуком різних джерел енергії, комплексним використанням, перетворенням, передаванням і розподіленням її. Однак оволодіння енергією відбувалося повільно (мал. 2.1). Тож на самому початку її еволюційного розвитку людині була доступною тільки енергія харчів, що забезпечувала роботу м'язів тіла.



Мал. 2.1. Визначте на шкалі часу епохи енергії:
а) вогню; б) води й вітру; в) пари; г) електрики; ґ) атома

Пізніше людина навчилася отримувати й використовувати енергію вогню. Опанувавши вогонь і продовживши пошук нових джерел енергії в навколишньому світі, людина почала використовувати енергію руху води й вітру. Виникли перші водяні й вітряні млини, водяні колеса, парусні судна. Використання енергії води й вітру сьогодні вийшло на новий виток, який, можливо, стане новим етапом еволюційного розвитку людського суспільства.

У XVIII столітті людина опанувала теплову енергію. Паровий двигун Джеймса Ватта (1736–1819, Велика Британія) витіснив географічно залежні водяні установки. Підприємці зрозуміли, що паровий двигун може забезпечувати потреби в енергії кількох заводів. З відкриттям можливості використання нафти як палива паровий двигун став свого роду зв'язком між викопними енергетичними ресурсами та індустріалізацією. Людина набула більшої незалежності від природи. Проте використання теплових

енергетичних установок породило низку проблем, які сьогодні набули глобального значення. Ідеться про видобування й перерозподілення паливно-енергетичних ресурсів, забруднення навколишнього середовища, ефективність використання й перетворення енергії.

У XIX столітті виявлено можливість використання електромагнітної взаємодії. Винайдено електродвигун, електрогенератор. Електроенергія стала основним джерелом промислових і побутових приладів і пристроїв, без яких неможливо уявити сучасний світ. До кінця XIX століття обмежене й залежне пряме підключення мануфактурних машин до вітряків, водяних і парових двигунів через приводні вали й ремені поступилося місцем електричному приводу. Він отримує енергію, що надходить дротами, протягнутим від віддалених гідроелектростанцій і паротурбінних установок. Форма й характер заводів у XX столітті змінилася кардинально, оскільки машини з електроприводом можна було встановити де завгодно.

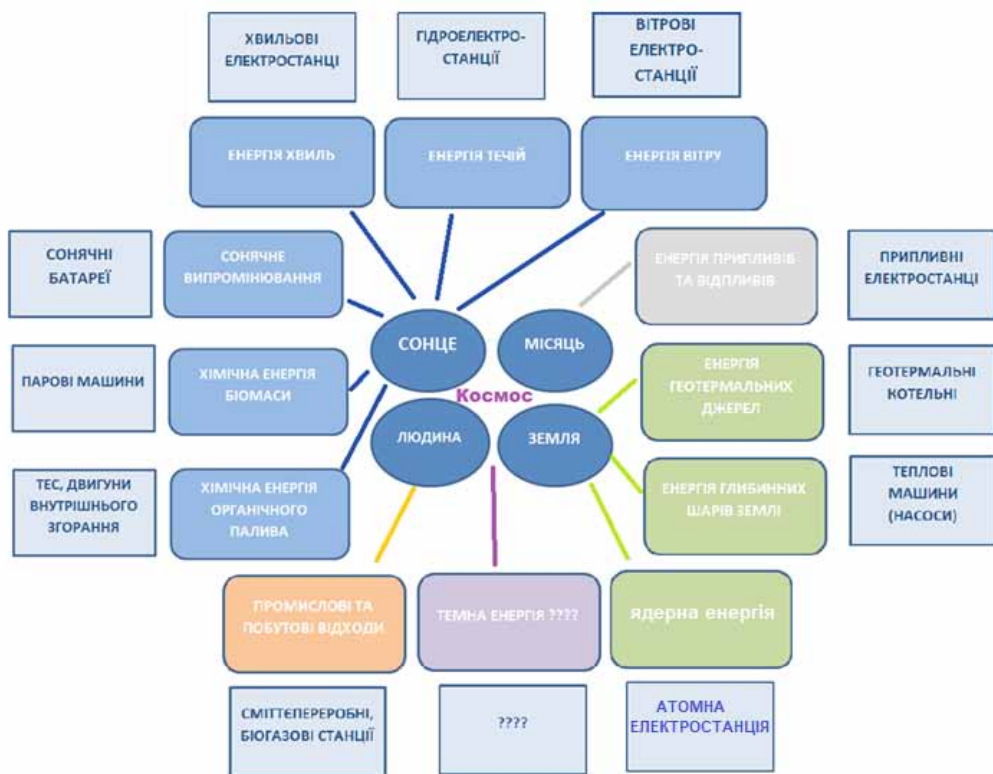
Та не забуваймо, що електроенергія є похідною від первинних джерел енергії. Її виробляють на електростанціях за рахунок використання енергії, «схованої» в різних природних ресурсах (гідроелектростанції використовують енергію води, теплові електростанції — енергію палива, геоліостанції — сонячну енергію). У 40-х роках XX століття Енріко Фермі (1901–1954, Італія, США) й інші «фізики-ядерники» в Європі й Америці зрозуміли, що розщеплення нейтроном атома Урану приводить до самовідтворювальної ланцюгової реакції розщеплення атомів, що дає змогу вивільнити величезну енергію. Це відкриття збіглося в часі з Другою світовою війною, що зумовило не лише його «мирне» застосування на атомних електростанціях, а й військове — у ядерній зброї.

Навколишній світ наповнений джерелами енергії різних видів. І, здавалося б, людство може безтурботно й комфортно жити у своєму техногенному світі. Проте це лише на перший погляд. Деякі з джерел енергії стрімко вичерпуються, деякі — ще в повній мірі дотепер не використовують. Пошук джерел енергії триває й триватиме завжди, поки є людина. Чи опиниться людство на межі енергетичної кризи? Як повноцінно використати енергію Сонця, взаємодії Землі й Місяця, термоядерного синтезу, тепла Землі. І чим є темна енергія Всесвіту? Спробуймо з'ясувати, де ще «ховається» енергія й чи можна її використати.

Якщо уважніше придивимося й поміркуємо, то побачимо, що першоджерелом багатьох видів енергії є Сонце (мал. 2.2). Воно — постійне джерело електромагнітного випромінювання, яке напряму використовують у геоліоенергетиці. Результатом побічної діяльності Сонця є відповідні ефекти в атмосфері, гідросфері та геосфері у вигляді вітру, течій, хвиль тощо. Енергія біомаси є сонячною енергією, яка зв'язана під час фотосинтезу; енергія горючих копалин (нафти, вугілля, природного газу тощо) є викопною сонячною енергією, зв'язаною внаслідок фотосинтезу в минулі геологічні епохи.

Іншими першоджерелами є Земля, Місяць, людина. Унаслідок гравітаційної взаємодії Землі й Місяця виникають припливи й відпливи, енергію яких використовують у припливних електростанціях. Геотермальну

енергію Землі застосовують у теплових насосах, геотермальних котельнях. Поклади урану є джерелом ядерної енергії. Енергія людини — це її фізична праця. Унаслідок діяльності людини утворюється величезна кількість сміття й відходів, що можуть бути джерелами енергії.



Мал. 2.2. Первинні джерела енергії

Сучасна енергетика переважно базується на *невідновлюваних* джерелах енергії — різних видах мінерального палива: нафті, природному газі, вугіллі, горючих сланцях, торфі, а також радіоактивних (переважно уранових) рудах. Їх використовують у сучасному світовому господарстві як паливно-енергетичну сировину, і тому нерідко називають *традиційними* енергоресурсами, тобто джерелами енергії для традиційної енергетики (теплоенергетики, гідроенергетики, ядерної енергетики). Через обмеженість запасів традиційні енергоресурси є *вичерпними* й не можуть гарантувати стійкого розвитку світової енергетики на тривалу перспективу, а їхнє використання — один з головних чинників, який призводить до погіршення стану навколишнього середовища та його кризового стану. Тому йде пошук нових — *нетрадиційних, альтернативних* джерел енергії.

До нетрадиційних (альтернативних) належать *відновлювані* джерела енергії (випромінювання Сонця, енергія вітру, біомаси, течії й хвилі морів й океанів, річок, теплота Землі). Ці джерела існують постійно або

періодично в навколишньому середовищі й практично *невичерпні*. Усі відновлювані джерела енергії поділяють на дві групи, що використовують пряму енергію сонячного випромінювання та її вторинні прояви (побічна сонячна енергія), а також енергію взаємодії Сонця, Місяця й Землі. За останні роки вдосконалено технології використання відновлюваних джерел енергії. Сонячні батареї та вітряки з альтернативних уже стали майже традиційними. Відновлювані енергоресурси постійно відновлюються за рахунок природного надходження за терміни, співвимірні з термінами їхнього експлуатування. Традиційні енергоресурси теж здатні до відновлення, але терміни їхнього відновлення вимірюють у масштабах геологічного часу. Серед невідновлювальних джерел енергії також шукають нові — нетрадиційні, які гіпотетично могли б замінити традиційні (мал. 2.3).



Мал. 2.3. Класифікація джерел енергії

Незалежно від того, де люди знаходили енергію для підтримки свого суспільства й культури, зрозуміло, що людське життя завжди у владі вікової потреби в енергії. У світі останніми десятиріччями невпинно підвищувалося використання енергоносіїв. На скільки вистачить їхніх запасів? За оцінками фахівців, світові ресурси вугілля становлять 15 трильйонів тонн, а за неофіційними даними — 30 трильйонів тонн, нафти — 300 мільярдів тонн, газу — 220 трильйонів кубометрів. Розвідані запаси вугілля становлять 1 685 мільярдів тонн, нафти — 137 мільярдів тонн, газу — 142 трильйони кубометрів. Найбільші запаси нафти нині зосереджені в країнах Середнього Сходу й Північної Африки (69,3 %). Серед цих країн лідирує Саудівська Аравія — понад 22 % світових запасів. На другому місці — країни Латинської Америки — 11,3 %, у Росії — 4,7 %, у США й Канади — по 3,5 %.

Цікава обставина: Північна півкуля значно багатша на викопне паливо, ніж Південна (там і досі не знайдено жодного великого нафтового родовища). Причиною є те, що в момент накопичення органіки в прадавніх болотах тропіки розташовувалися в Європі, Сибіру, США й Канаді. Їм і належить левова частка вугілля, нафти й газу.

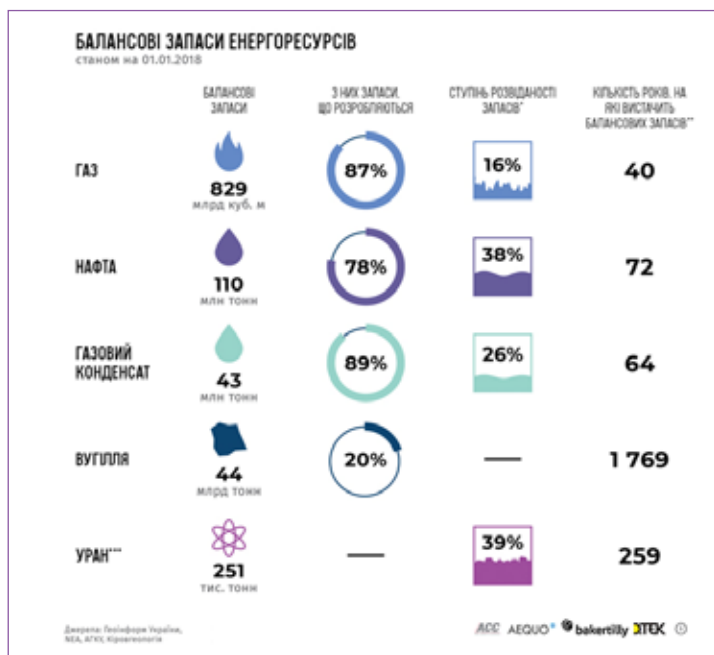
Щоб визначитися, на скільки вистачить запасів мінеральної сировини в тій або іншій країні або загалом у світі, потрібно враховувати темпи їхнього видобутку. Дехто вважає, що за нинішніх темпів видобутку запасів вугілля у світі вистачить приблизно на 270 років, нафти на — 35–40 років, газу — на 50 років.

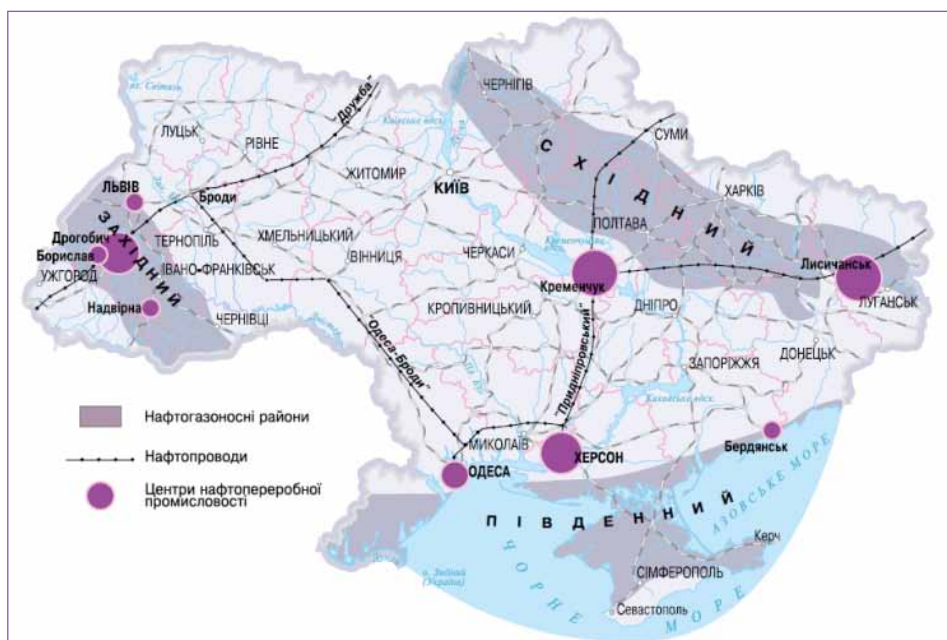
Проаналізувавши дані, наведені в таблиці 2.1, ви дістанете уявлення про структуру споживання первинної енергії в Україні, країнах ЄС-15, США та світі загалом (*зробіть це*).

Таблиця 2.1

Енергетичні ресурси	Частка (%) споживання первинної енергії			
	Світ	Україна	Країни ЄС-15	США
Природний газ	21	41	22	24
Нафта	35	19	41	38
Вугілля	23	19	16	23
Уран	7	17	15	8
Гідроресурси та інші відновлювальні джерела	14	4	6	7
Усього	100	100	100	100

За малюнком 2.4 проаналізуйте інформацію про забезпечення України енергоресурсами.





Мал. 2.4. Енергозабезпеченість України

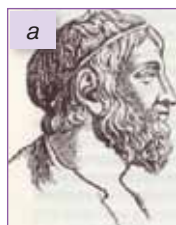
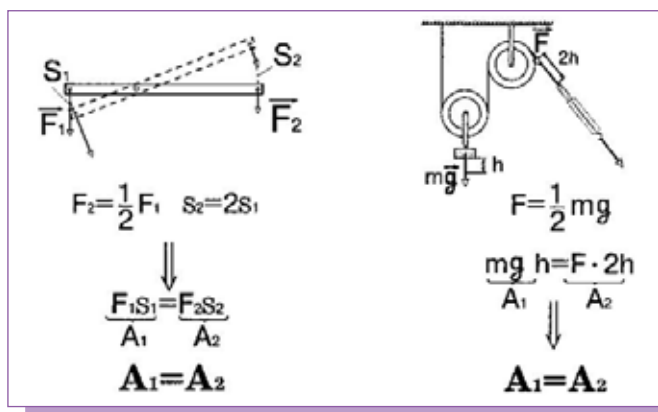
За останні два роки більш ніж 90 % новозбудованих генерувальних потужностей у Європі — це відновлювані джерела енергії, переважно об'єкти з вироблення вітрової та сонячної енергетики. Поряд із цим, нафта, вугілля та газ ще й досі переважають у секторах транспорту, опалення та охолодження. В Україні лише 1 % електроенергії виробляють за допомогою поновлюваних джерел енергії.

ЯК ПІДКОРИТИ ЕНЕРГІЮ

Дію будь-яких механізмів можна пояснити *законом збереження енергії*. Механічні пристрої виникли раніше за науку. Саме конструювання механізмів було основою формування першої науки — механіки, яка згодом стала першою класичною теорією у фізиці. Дія простих механізмів відома вам з повсякденного життя та уроків фізики (*пригадайте принцип їхньої дії*). Використання простих механізмів дає змогу одержати вигреш у силі, неодмінно супроводжуваний програшем у переміщенні. Можна, навпаки, одержати вигреш у переміщенні, але тоді неодмінно програти в силі. Цю закономірність Архімед (287 до н. е. – 212 до н. е., Давня Греція) назвав «золотим правилом» механіки». Найчіткіше його сформулював Галілео Галілей, уточнивши, що воно справедливе, коли тертям можна знехтувати. Довгий час «золоте правило» механіки розглядали як «самостійний» закон природи. І тільки після відкриття закону збереження енергії з'ясували, що «золоте правило» механіки є одним з виявів закону збереження енергії: *під час використання будь-якого простого механізму не можна одержати вигреш у роботі*.

Важелі, блоки, коловороти, колеса довго були основними механізмами, що перетворювали енергію людини, води й вітру. Як саме шукали нові джерела енергії, нам достеменно не відомо. Найвідомішими є ескізи генія епохи Відродження Леонардо да Вінчі. Цілком можливо, що якби всі задумки Леонардо да Вінчі були втілені в реальність, то технологічний прогрес міг би початися значно раніше.

Прості механізми широко застосовують дотепер. Для чого ж вони потрібні, якщо не дають вигравшу в роботі? Їхнє головне призначення — передавання взаємодії від однієї частини до іншої (мал. 2.5).



Мал. 2.5. а) ілюстрація «золотого правила механіки» в застосуванні важеля та системи блоків; б) Архімед (287 до н. е.–212 до н. е., Греція) був автором багатьох практичних винаходів. Деякі з них добре відомі нам. Наприклад, його ідею гвинта використовують нині в помпах, шнеках і простих м'ясорубках;

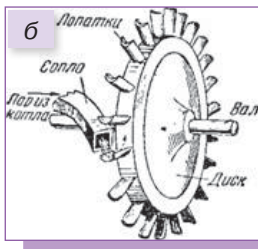
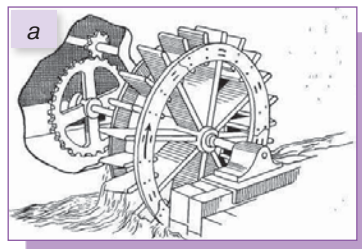
в) Леонардо да Вінчі (1452–1519, Італія) — видатний італійський художник, архітектор, науковець, дослідник, винахідник, анатоміст й інженер, що збагатив наскрізними дослідженнями майже всі сфери науки того часу й вважав свої замітки та малюнки заготовкою для створення гігантської енциклопедії людських знань

Протягом багатьох тисячоліть вірою й правдою служило людям водяне колесо, механізм якого багаторазово вдосконалювали. Що враховували перші винахідники-інженери? Якщо енергія пристрою змінюється, то робота на виході пристрою може бути як більшою, так і меншою, ніж на вході. Якщо енергія пристрою зменшується, то такий пристрій здійснює роботу над зовнішніми тілами, і робота на виході більша, ніж на вході. Такий механічний пристрій називають *двигуном*. Для роботи двигуна потрібне джерело енергії.

Епоха енергії води набула апогею в середньовіччі. Суттєво вдосконалено водяні двигуни: замість водяного колеса почали застосовувати гідравлічну турбіну (мал. 2.6). Зовні від водяного колеса гідравлічну турбіну відрізняє те, що вода проходить між її лопатями наскрізь, а з водяного колеса сходить у тій самій частині, у якій вона до нього надходить. При цьому в гідравлічній турбіні порівняно з водяним колесом є значні переваги, зокрема компактність, швидкохідність, високий к. к. д. та велика потужність.

Винаходження й поширення розподільного колінчастого вала дало змогу застосовувати енергію води для забезпечення зворотно-поступального руху механізмів (наприклад, роботи молота й дуття ковальських міхів), що зробило революцію в чорній металургії.

Тим часом, освоєння енергії вітру для руху вітрильних суден уможливило перетинання океанських просторів, відкривши європейцям Америку. Колоністи привезли із собою водяні млини, які поширилися від Латинської Америки до Канади.



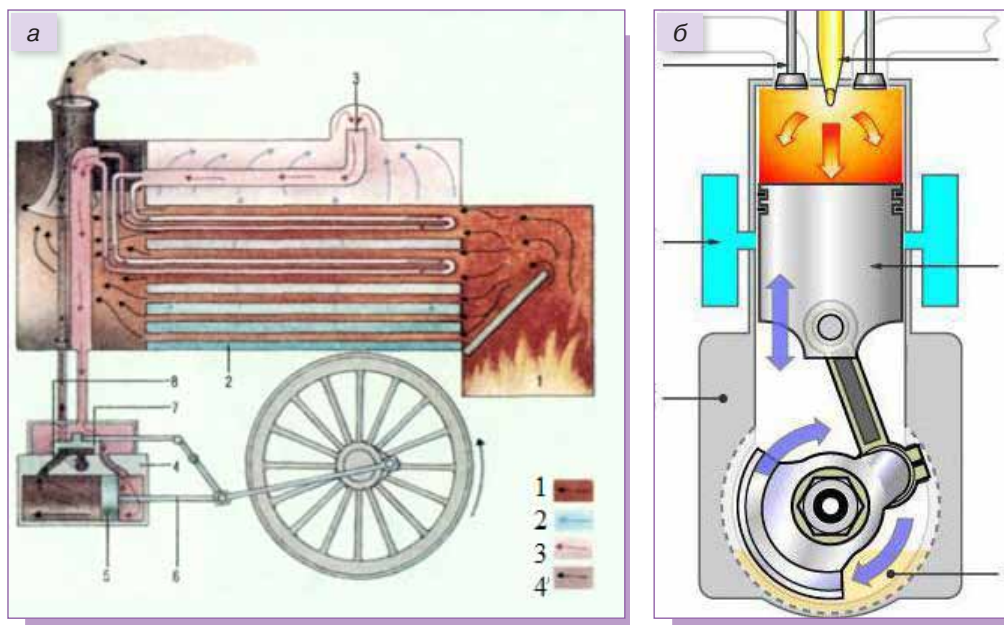
Мал. 2.6. а) водяне колесо; б) водяна турбіна; в) млин у с. Селезівці (Овруцький район, Житомирська область) на річці Болотниця (збудований уже в ХХІ столітті)

В Україні найбільше водяних млинів було (вони збереглися й донині) на Південному Бузі й Росі (та їхніх притоках) — повноводних річках, які протікають у межах Українського кристалічного щита. Це бурхливі водні потоки зі значними перепадами висот, відповідно місцевість тут зручна для будівництва млинів, а води вистачало.

Як ми вже зазначали, наступним важливим кроком у розвитку енергетичних установок було винайдення теплової машини. На лопаті колеса тиснула не вода, а гаряча пара. Через високу температуру й тиск вона могла тиснути на поршень, зумовлюючи його рух усередині циліндра. Тому всі теплові машини поділяють на турбінні й поршневі. У турбінних двигунах теплова енергія (пари або газу) спочатку перетворюється на кінетичну енергію струменю, для чого застосовують сопла. З них гарячий потік спрямовується на лопаті турбіни і, віддаючи їм свою енергію, розкручує вал турбіни. Той змушує рухатися інші механізми, наприклад, колеса й гвинти в транспортних засобах, або ротор електрогенератора, що виробляє електричну енергію. За таким принципом працюють теплові електростанції.

Відпрацьовану пару охолоджують, конденсують і знову використовують. Відпрацьований газ викидають у навколишнє середовище, а для подальшої роботи двигуна потрібно, аби згоріла нова порція палива для утворення «робочої» газової суміші.

У поршневих двигунах пара або газ розширюється всередині циліндра й штовхає поршень (мал. 2.7). Для того щоб такий пристрій працював, має бути продумано, що саме повертатиме поршень у початкове положення.



Мал. 2.7. Поршнєві двигуни:

- а) паровий (1 — тепло, 2 — вода, 3 — пара, 4 — відпрацьована пара);
б) внутрішнього згорання

Для того щоб працювала установка з паровим поршневим двигуном, вона має бути обладнана котлом, де спалюють паливо й нагрівається вода. Утворену водяну пару системою труб подають у циліндр, де вона штовхає поршень, сполучений з валом колеса. У двигунах внутрішнього згорання пальна суміш згоряє безпосередньо в циліндрі, і на поршень тиснуть гази, утворенні під час згорання. Відпрацьовані гази надходять у навколишнє середовище.

Робочий хід поршня — це його рух під дією пари чи газу, що розширюється. Холостий хід поршня в початкове положення здійснюється за рахунок кінетичної енергії масивного маховика або маятника, які внаслідок руху за інерцією повертають поршень у початкове положення.

Призначення двигуна — перетворювати один вид енергії на інший. У двигунах таких машин, як автомобіль, мотоцикл, трактор, хімічна енергія палива перетворюється на теплову, а потім — на механічну. Двигуни пилососа, пральної машини перетворюють електричну енергію, що надходить до них з електромережі, на механічну. У велосипеда або ручної м'ясорубки двигуна немає. Чому ж їх також називають машинами? Тому що роль двигуна в них відіграє людина, яка витрачає на виконання роботи свою енергію.

У всіх реальних механізмах частина механічної енергії витрачається на тертя між рухомими частинами. Це означає, що частина спожитої

енергії перетворюється на теплову. Сила тертя відіграє важливу роль у механічному русі. У деяких випадках вона заважає, і її потрібно зменшувати, у деяких, навпаки — збільшувати (*наведіть приклади*).

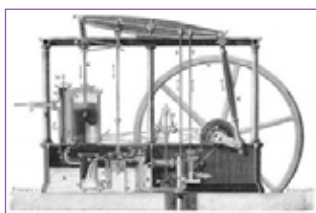
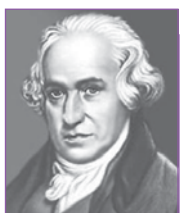
Перетворення енергії в теплових процесах (за умови, що перетворення відбуваються в замкненій системі без зовнішніх утрат енергії) підпорядковане співвідношенню, яке називають *першим законом термодинаміки*: кількість теплоти Q , передана системі, йде на збільшення внутрішньої енергії системи ΔU та виконання нею роботи A :

$$Q = \Delta U + A.$$

Саме цей принцип використав Джеймс Ватт, який у 1784 році створив першу парову машину. Принцип перетворення теплової енергії на механічну завдяки виконанню роботи покладено в основу дії всіх теплових машин. У 1824 році Саді Карно установив, що тепла машина конструктивно має складатися з *нагрівача* (джерела теплоти), *робочого тіла*, яке виконує роботу (наприклад, пара в парових двигунах або суміш повітря та пари бензину в двигунах внутрішнього згорання), й *охолоджувача* (яким часто є навколишнє повітря). У 1851 році англійський фізик Вільям Томсон (лорд Кельвін) сформулював закон, який відіграв вирішальну роль у створенні теплових машин. Цей закон є основою термодинаміки (теорії теплових процесів), його ще називають законом збереження енергії в теплових процесах, або *другим законом термодинаміки*: у природі неможливий процес, єдиним результатом якого є виконання механічної роботи лише за рахунок охолодження джерела теплової енергії без нагрівання навколишніх тіл.

Це означає, що неможливо створити так званий вічний двигун, тобто теплову машину, яка б діставала енергію у вигляді теплоти від одного тіла й повністю передавала її у формі роботи іншому тілу. Отже, для теплових машин (як і для механічних) є поняття корисної й затраченої енергії. І кожен теплову машину характеризують коефіцієнтом корисної дії (ККД), який визначає її спроможність перетворювати теплову енергію на механічну роботу.

Саді Карно також розробив цикл, вивчення якого відіграло вирішальну роль у розвитку теорії теплових машин. На основі цього циклу з'ясовано, від чого залежить коефіцієнт корисної дії теплових машин.



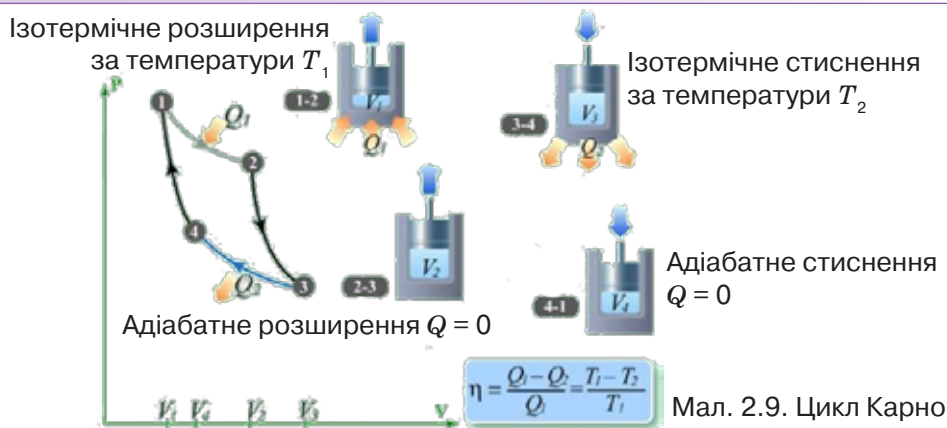
Мал. 2.8. Наука й техніка у взаємодії: Саді Карно (1796–1832). французький учений, який уперше визначив максимальний ККД теплової машини; Джеймс Ватт (1736–1819), англійський винахідник який отримав патент на пристрій, що давав можливість використовувати енергію пари в промисловості



С. Карно запровадив поняття циклічного (кругового) процесу. Спостерігаючи за роботою парової машини, він звернув увагу на те, що використовувана для переміщення циліндра пара потім потрапляє в середовище з меншою температурою, де знову перетворюється на воду (конденсат), причому цей конденсат більше не використовують. Карно обміркував питання про можливість використання відпрацьованого конденсату, тобто про можливість повернення конденсату в котел, де він знову нагріється, перетвориться на пару, яка завдяки своєму подальшому розширенню знову виконає роботу над поршнем. Тобто вода проходитьиме повний цикл — низку процесів, у результаті яких повернеться в початковий стан.

Другий важливий крок полягав у тому, що Карно встановив: подібний невинний циклічний процес є можливим лише за наявності двох нагрівачів — нагрівача з високою температурою T_1 і охолоджувача з нижчою температурою T_2 . Окрім нагрівача й охолоджувача, необхідне робоче тіло. Робоче тіло, забравши в нагрівача кількість теплоти Q_1 і виконавши роботу, для відновлення своїх початкових параметрів (забезпечення неперервності циклу) має віддати деяку кількість теплоти Q_2 охолоджувачу.

Початковим станом робочого тіла двигуна є стан точки 4 (мал. 2.9). На ділянці 4–1 цикл робоче тіло стискається адіабатично, тобто без утрат теплоти. У точці 1 до нього починають ізотермічно підводити теплоту від високотемпературного джерела, у результаті чого робоче тіло розширюється по лінії 1–2. На ділянці 2–3 розширення робочого тіла триває вже без підведення теплоти, тобто знов адіабатично. На ділянці 3–4 від робочого тіла за допомогою джерела низької температури відбирається теплота. У двигунах, що працюють по розімкненому циклу, коли теплоносій у кожному циклі роботи оновлюється (відпрацьовані гази викидаються), процес охолодження замінюється процесом оновлення теплоносія.



Основне завдання, яке поставив собі за мету Карно, полягало у визначенні параметрів, від яких залежить ККД теплової машини. При цьому він продемонстрував по-справжньому науково-теоретичний підхід, тому що намагався визначити ККД машини незалежно від «якогось механізму», «якогось певного агента», тобто пропонував розглянути ідеальну теплову машину. Особливістю цієї ідеальної машини було те, що всі зміни в ній мали бути оборотними.

Карно довів, що збільшити ККД можна внаслідок збільшення температури T_1 нагрівника або зменшення температури T_2 охолоджувача. ККД теплової машини міг би дорівнювати одиниці, якби була можливість використати охолоджувач із температурою $T_2 = 0$ К. Але абсолютний нуль температури — недосяжний.

Охолоджувачами для реальних теплових двигунів є переважно атмосферне повітря або вода за температури $T \approx 300 \text{ K}$. Тому основний спосіб підвищення ККД теплових двигунів — це підвищення температури нагрівника. Але її не можна підняти вище за температуру плавлення тих матеріалів, з яких виготовляють тепловий двигун. Наприклад, температура нагрівника сучасної парової турбіни наближається до 850 K і максимально можливе значення ККД становить майже 65 %.

Від часів винайдення першої теплової машини триває постійний пошук їх вдосконалення. Критеріями ефективності теплових машин є:

- економічність — отримання максимальної корисної роботи за найменших затрат палива. За цим критерієм ефективними є дизельні двигуни, палим яких є фракції прямої перегонки нафти;
- потужність. Максимальну потужність розвивають турбінні двигуни;
- потужність на одиницю маси. Цей критерій стосується нестационарних теплових двигунів. Перевагу мають бензинові двигуни;
- універсальність палива. З огляду на вичерпність запасів нафти, цей критерій буде визначальним у конструюванні нових двигунів;
- зношуваність механізмів. У поршневих двигунах це відбувається швидше, ніж у турбінних.

Одна з основних технологічних проблем у використанні енергії — це її передавання. Цю проблему вдалося вирішити за рахунок електричної енергії. Електричну енергію виробляють на електричних станціях (мал. 2.10). Під дією пари (на теплових та атомних електростанціях) або води, що падає з висоти (на гідроелектростанціях), турбіна починає швидко обертати ротор електрогенератора. Унаслідок цього магнітне поле, що пронизує обмотку статора, змінюється, і завдяки електромагнітній індукції в обмотці виникає змінний електричний струм. Зазнавши низки перетворень, цей струм надходить до споживача електричної енергії (докладніше про утворення електричного струму та його перетворення буде в наступному розділі). Передавання електроенергії металевими дротами, розвиток електрогенераторів і електродвигунів зрештою зробили революцію в транспортуванні енергії.

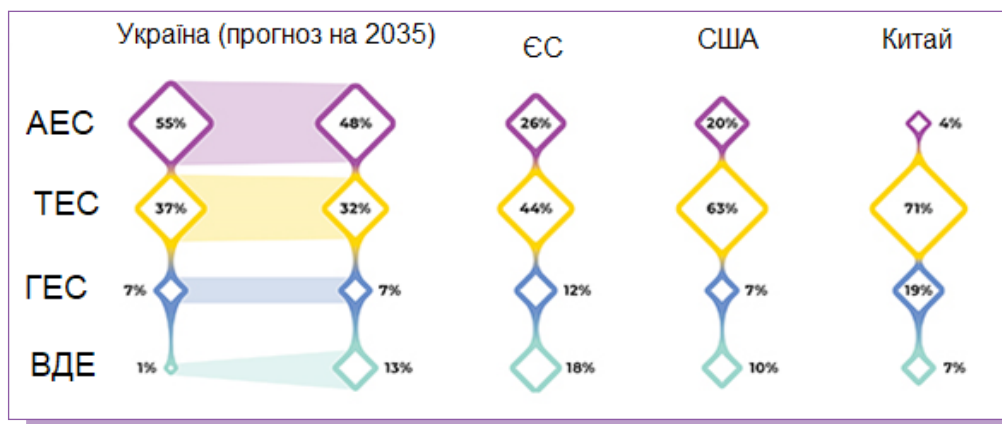
Залежно від виду первісної енергії, електростанції поділяються на:

- класичні теплові (ТЕС);
- атомні теплові (АЕС);
- гідроелектростанції (ГЕС), гідроакумулявальні електростанції (ГАЕС), припливні;
- сонячні;
- вітрові.



Мал. 2.10. 1. «Електра» — алегорична постать Електрики на кутовий вежі будівлі теплоелектростанції (тепер — Музей енергетики та техніки Литви у Вільнюсі). 2. Пам'ятна монета НБУ «70-річчя Дніпровської ГЕС» 3. Композиція «Голуб, який тримає мирний атом у дзьобі» на фасаді адміністративного корпусу Чорнобильської АЕС. 4. Першу чорнобильську сонячну електростанцію змонтовано 2017 р. лише за 100 метрів від саркофага, який закриває руїни атомного реактора. 5. Ботівська ВЕС потужністю 200 МВт — найбільша вітроелектростанція в Україні

Поки що поширення не набули геотермальні електростанції, що використовують як первісну енергію тепло надр Землі, електростанції, які використовують різницю температури різних шарів морської води, енергію морських хвиль і припливів. У світі понад 60 % електроенергії виробляють класичні теплові електростанції, близько 17 % — атомні й близько 20 % — гідроелектростанції. На малюнку 2.11 показано розподіл виробництва електроенергії між різними видами електростанцій в Україні й деяких країнах і регіонах світу та прогноз змін у виробництві електрики в Україні на 2035 рік.



Мал. 2.11. Структура виробництва електроенергії в Україні та деяких країнах і регіонах світу (ВДЕ — відновлювальні джерела енергії)

Принципову схему теплової (класичної та атомної) електростанції наведено на малюнку 2.12. Теплообмінник отримує енергію, що виділяється в результаті згорання палива (теплова електростанція) або розпаду ядер Урану (атомна електростанція) й через теплоносій передає її на турбіну. Також у будь-якій електростанції передбачено систему охолодження відпрацьованого теплоносія, аби довести його температуру до необхідного для повторного циклу значення. Якщо поблизу від електростанції є населений пункт, то тепло відпрацьованого теплоносія використовують для нагрівання води для опалення будинків або гарячого водопостачання, а якщо ні, то зайве тепло відпрацьованого теплоносія просто скидають в атмосферу в градирнях (широких конусоподібних трубах).

У результаті спалювання кам'яного вугілля масою 1 кг можна отримати електроенергію кількістю 8 кВт-год, а внаслідок витрати ядерного палива такої самої маси виробляють електроенергію обсягом 23 млн кВт-год.

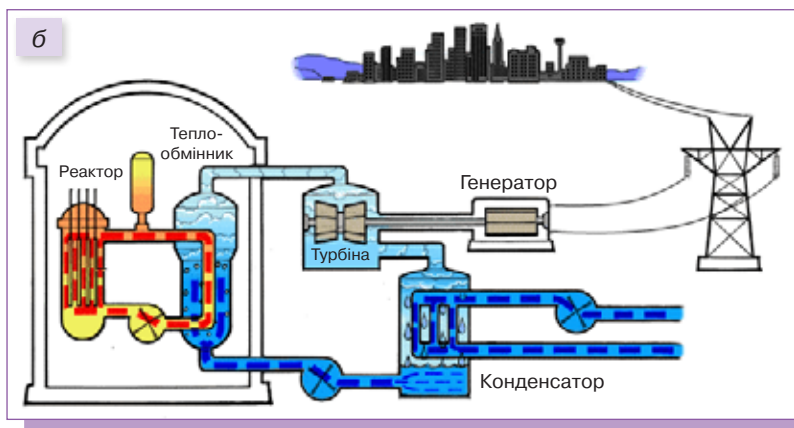
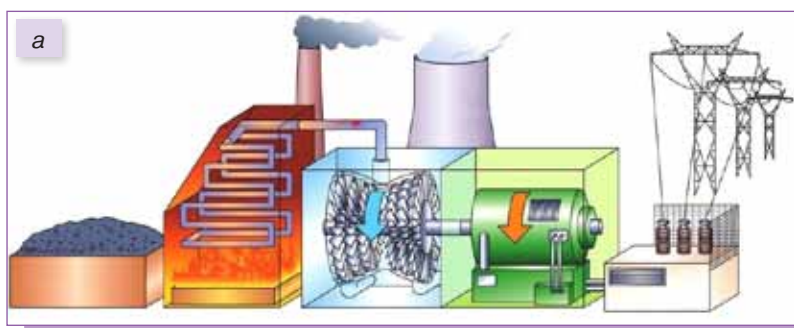
Першу теплову електростанцію побудував 1882 року в Нью-Йорку знаменитий винахідник Томас Едісон (1847–1931, США).

Першу у світі атомну електростанцію побудовано в 1954 році в місті Обнінську Калузької області (СРСР).

У 1878 році запрацювала перша у світі ГЕС, розроблена винахідником Вільямом Джорджем Армстронгом (1810–1890, Велика Британія) в Нортумберленд, Англія. Це був агрегат, призначений для живлення однієї-єдиної дугової лампи в його картинній галереї. Гідроелектростанція біля Ніагарського водоспаду в США почала виробляти електрику в 1881 році. Перша гідроелектростанція Едісона запрацювала 1882 року, в м. Аплтон, штат Вісконсін, США. До 1889 року в США їх було 200.

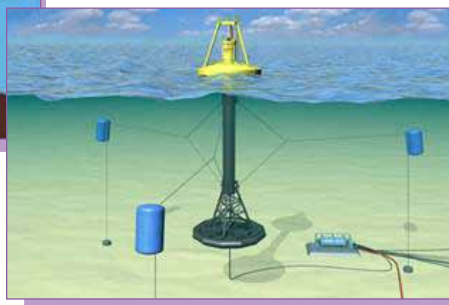
Першу гідроелектростанцію в Україні (УРСР) запущено 7 листопада 1929 року на річці Гірський Тікич у Буцькому каньйоні (Черкаська обл.); вона пропрацювала до 1991 року.

На сьогодні в Україні діють сотні мікро- і міні- та малих ГЕС і сім великих ГЕС.



Мал. 2.12. Схеми електростанцій: а) теплової; б) атомної

Енергію води (припливів, течій, хвиль) використовують і для інших видів електростанцій (мал. 2.13).

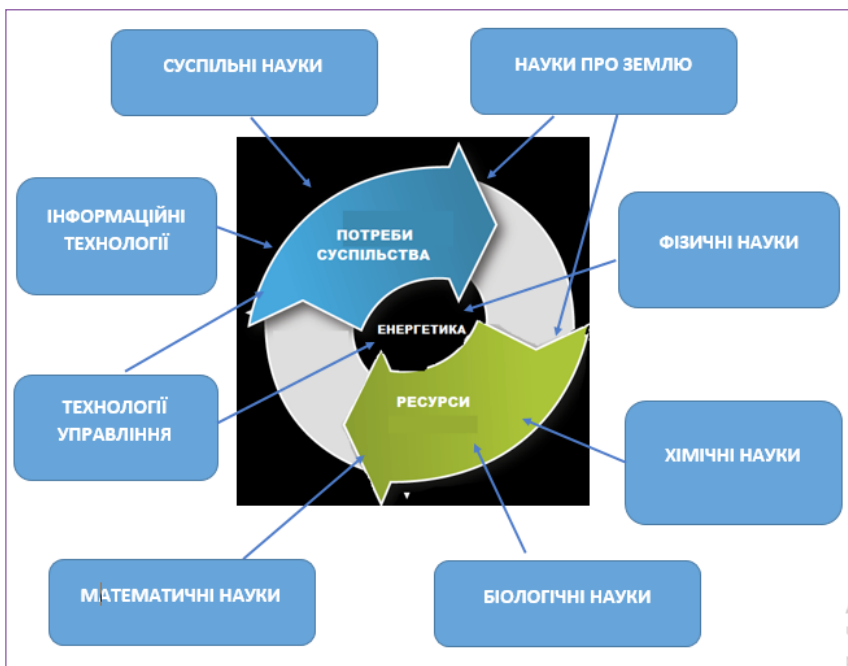


Мал. 2.13. Використовуємо енергію води

ЕНЕРГЕТИКА СЬОГОДЕННЯ Й МАЙБУТНЬОГО

Ті джерела енергії, що донедавна називали альтернативними, на сьогодні дедалі більше переходять до розряду буденних. Сонячні батареї, вітряки трапляються як у промислових масштабах, так і в побутовому секторі. Але пошук нових джерел енергії й удосконалення технологій використання традиційних зараз набуває особливого значення. *Які проблеми під час цього виникають? Де шукати нові джерела? Яке майбутнє чекає на енергетику?*

Щоб розібратися в цих питаннях, варто взяти до уваги, що енергетика — це сукупність галузей господарства, які вивчають і використовують енергетичні ресурси з метою вироблення, перетворення, передавання й розподіляння енергії. Глобалізація економіки й суспільства зумовлює необхідність вивчення можливостей інноваційних напрямів розвитку енергетики, забезпечене багатьма науками (мал. 2.14).

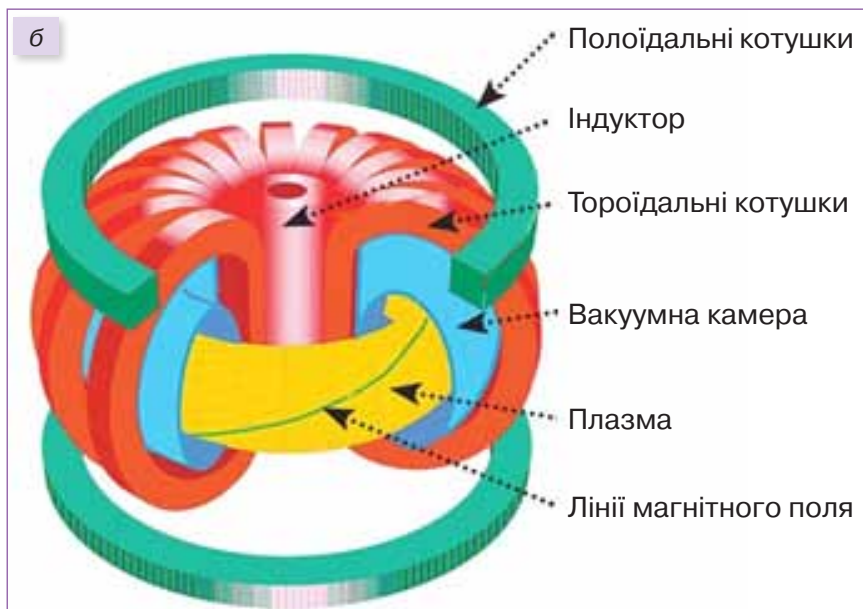
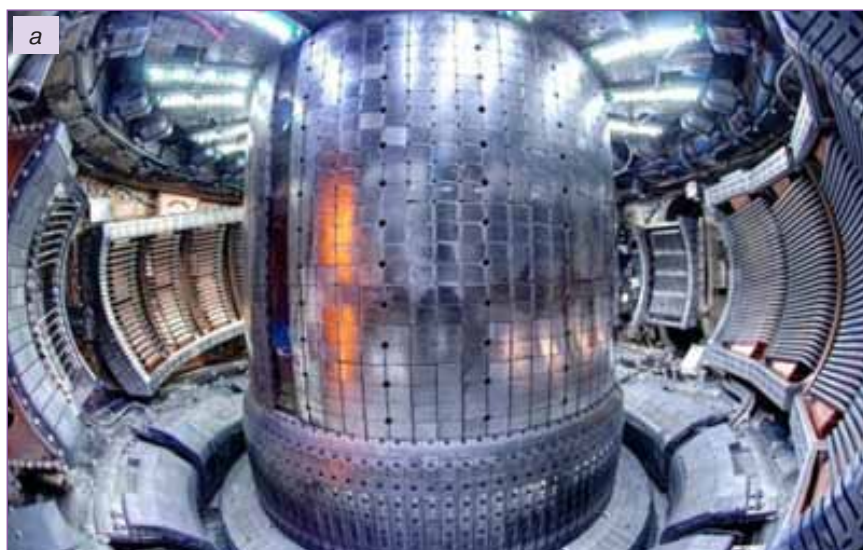


Мал. 2.14. Що забезпечує інноваційний розвиток енергетики

Сучасна енергетика розвивається на базі фундаментальних напрацювань фізики, хімії, біології тощо. З галузі фізики це:

- фотоеlementи третього покоління з к. к. д. до 40–60 %, які забезпечать широке використання сонячної енергії;
- суперконденсатори великого об'єму й надпровідники, використання яких веде до революції в накопиченні й передаванні електроенергії, масової електрифікації транспорту;
- дослідно-промислове освоєння термоядерної енергії, що дає надію усунути проблему обмеженості енергоресурсів.

Найбільші досягнення сьогодні — у розробці фотоелементів. Найтривалішими й найскладнішими донині залишаються спроби підкорити термоядерний синтез. Річ у тім, що під час реакції синтезу утворюється настільки гаряча й нестійка речовина, що її практично неможливо втримати в реакторі. Це, однак, не є перешкодою для виділення мільярдів доларів для дослідження технологій і розв'язування цих проблем (мал. 2.15). І якщо будуть подолані ці труднощі, то термоядерний синтез забезпечить світ практично невичерпною енергією.



Мал. 2.15. а — компанія Lockheed створює компактний термоядерний реактор;
б — схема термоядерного реактора

На досягненнях хімії й наук про матеріали розробляють технології добування рідкого палива з газу, вугілля, сланців і, особливо, з біомаси, а також методи й засоби прямого перетворення хімічної енергії на електричну. За останні десятиліття виробництво біопалива виросло більш ніж на 500 %, оскільки етанол і біодизель рослинного походження стали основними добавками до автомобільного палива. Насправді, коли конструктор автомобілів Генрі Форд (1863–1947, США) започатковував свій бізнес, він розраховував, що автомобілі працюватимуть на етанолі. Однак повсюдне відкриття родовищ нафти зробило саме її найдешевшим джерелом енергії. Сьогодні біопаливо відвоює свої позиції. Єдиним недоліком є те, що біопаливо витісняє землі для вирощування харчових культур, що підвищує ціни на них і спричиняє багато проблем у світі.

Перспективними біопаливом є водорості, які можуть замінити нафту раз і назавжди. Гарантією цього є природна маслянистість водоростей. А залишки рослин можна перетворити на біогаз або добрива.

Перспективним паливом майбутнього вважають водень. Його перетворення з виділенням теплової й електричної енергії в теплових машинах дає змогу досягти вищих температур парогазових сумішей, ніж для чистого природного газу, і тим самим істотно підвищити к. к. д. вироблення енергії із цих сумішей. Воднева енергетика сьогодні — важливий складник «зеленої» економіки, спрямованої на скорочення викидів оксидів Карбону в атмосферу.

Використання електроенергії, як відомо, почалося з гальванічних елементів, зараз потужність хімічних акумуляторів перевищує потужність усіх електростанцій Землі, а попереду — розвиток паливних елементів для транспорту й розподіленої енергетики. Досягнення біології та хімії дають наукову основу для добування високоякісного рідкого й газового пального з різних видів біомаси.

Зрозуміло, що матеріалізувати фізичні явища й хімічні процеси неможливо без досягнень матеріалознавства та машинобудування.

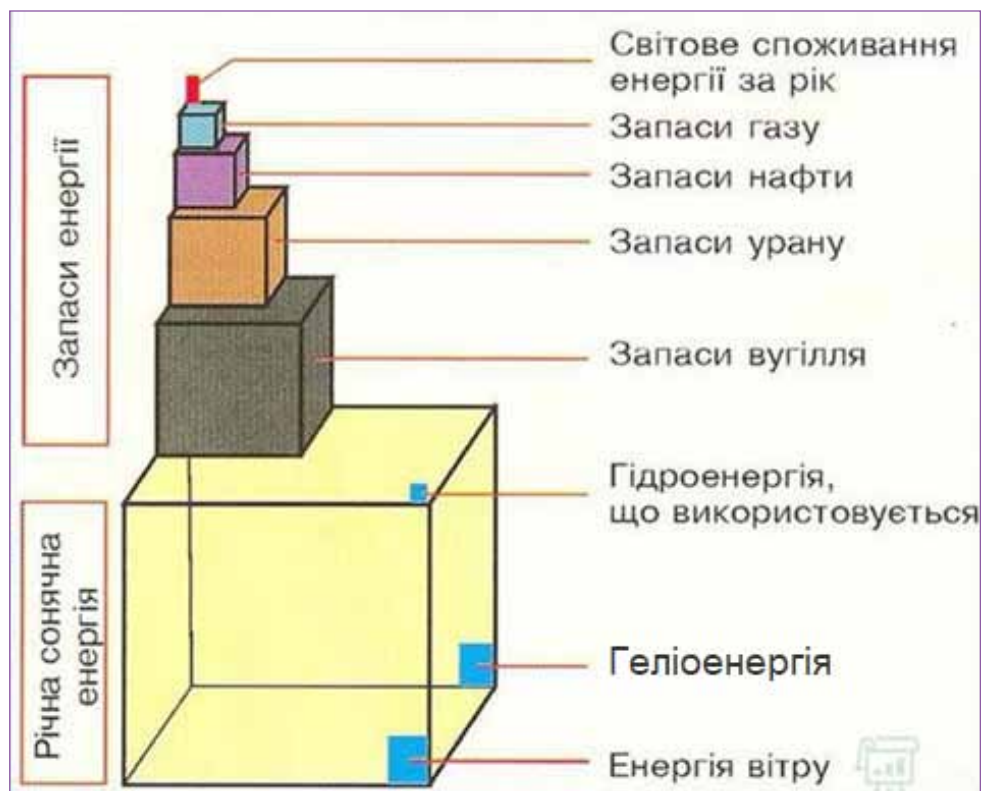
Науки про Землю розробляють нові геологічні методи розвідки й освоєння родовищ вуглеводнів на суші та шельфі (включно з підлідним видобутком). Хороші перспективи є у використанні геотермальної енергії. Особливу проблему становить створення методів промислового освоєння газогідратів, ресурси яких у зонах вічної мерзлоти й на морському глибоководді на порядок більші за ресурси природного газу.

Дуже важливо, щоб науки про Землю в частині кліматології й екосфери визначилися з реальністю загрози клімату від емісії парникових газів і за необхідності виробили ефективні протидії, включно з науковими основами й методами геоінженерії. В іншому випадку збереження клімату внаслідок зниження емісії парникових газів майже подвоїть капіталовкладення в енергетику.

Від суспільних наук хотілося б отримати економічно та соціально обґрунтовані концепції, що замінять споживчу парадигму розвитку суспільства. Це дало б змогу уповільнити агресивне ресурсо- й енергоспоживання, інтенсивне забруднення навколишнього середовища.

Досягнення математики, інформаційних технологій і процесів керування забезпечують критерії економічної ефективності й екологічної прийнятності.

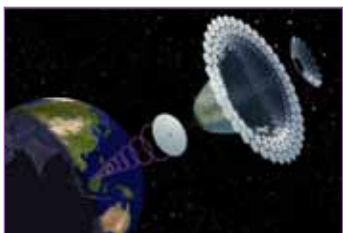
І найбільшим безкоштовним джерелом енергії залишається Сонце. За даними фахівців, усього за один тиждень на земну поверхню від Сонця надходить така кількість енергії, яка перевершує енергію світових запасів усіх видів палива (мал. 2.16).



Мал. 2.16. Порівняльна діаграма світового споживання енергії за рік із запасами енергетичних ресурсів, річною енергією Сонця та відновлювальною енергетики

І хоча енергію Сонця люди використовують споконвіку, геліоенергетика — відносно новий вид енергетики (порівняно з гідро- й вітроенергетикою). Ідеться про пряме перетворення сонячного випромінювання на електричну або теплову енергію.

Одним зі способів використання цієї енергії є створення гігантських сонячних ферм у космосі. Одна з причин, чому цей проєкт перебуває на стадії ідеї, — це його величезна вартість. Проте він може стати реальністю не в настільки віддалений час унаслідок розвитку геліотехнологій і зменшення вартості доправлення обладнання в космос.



Мал. 2.17. Перспективи геліоенергетики

На Землі в геліоенергетики є істотне обмеження: адже немає сонця — немає енергії. Та обладнання весь час удосконалюють, тож сучасні геліопанелі здатні вловлювати навіть розсіяне сонячне випромінювання й перетворювати його на енергію потрібного виду. Також використовують акумулятори, які заряджаються в сонячні дні, а витрачають цю енергію в нічний час і за похмурої погоди. Окрім того, сонячні панелі часто поєднують з іншими видами генераторів, щоб компенсувати простій у дощові, снігові або туманні дні.

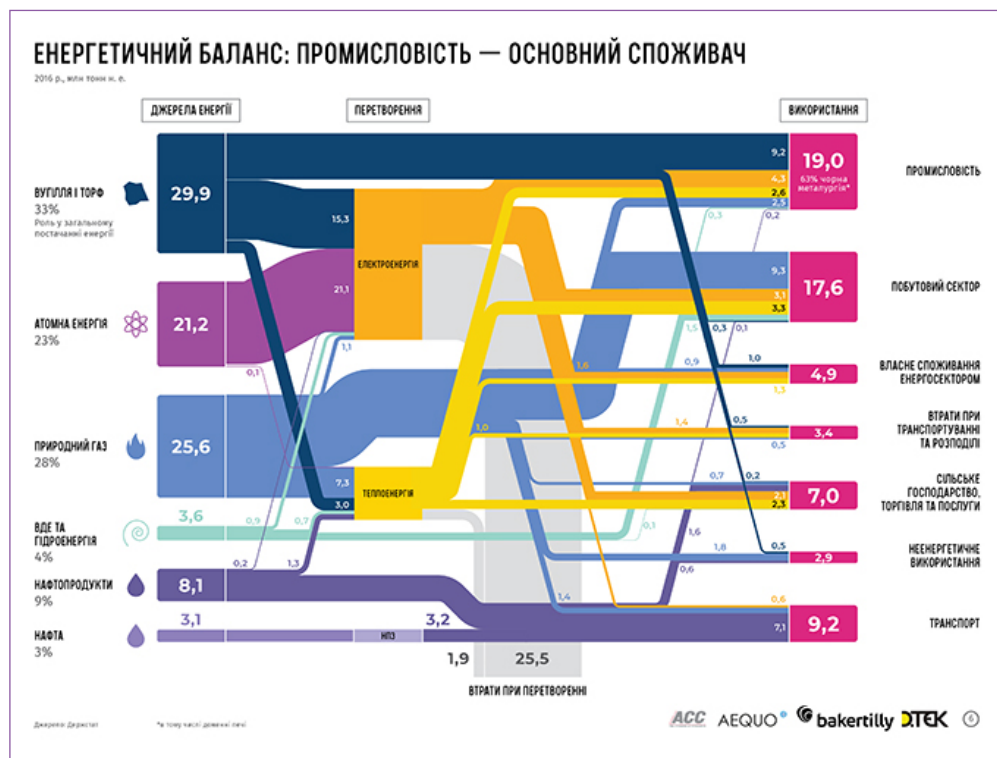
З кожним днем виробництво й установа сонячних батарей дешевшає, що сприяє масовому їхньому поширенню. Окрім розглянутих геліопанелей, для перетворення енергії сонячного випромінювання використовують тонкоплівкові панелі — як прозоре скло. Коли ця технологія подешевшає, то освітлене сонцем вікно можна перетворити на мініатюрну сонячну станцію. Тонкоплівкову панель можна буде розмістити навіть на корпусі ноутбука або на дамській сумочці.

Ми не згадали про ще одне перспективне джерело енергії — сміття й відходи (мал. 2.18).



Мал. 2.18. Чи врятує сміття від енергетичної кризи?

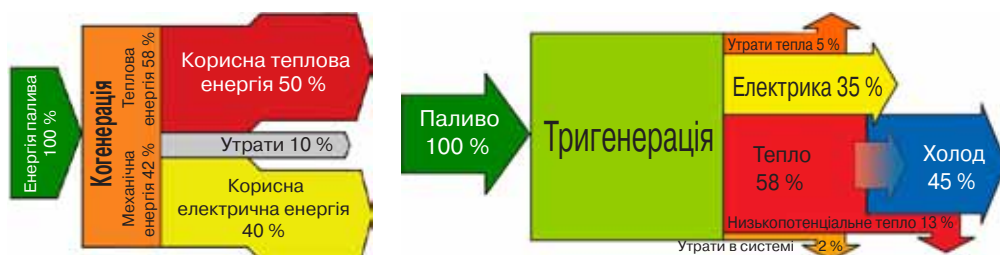
Як відомо, основним споживачем енергоресурсів є промисловість, а ось друге місце посідає побутовий сектор (мал. 2.19)! Тобто ми з вами.



Мал. 2.19. Споживачі енергоресурсів

Чим ми можемо сприяти розв’язуванню проблем енергетики? Це — енергозбереження, забезпечене навиками й поведінкою людини, удосконаленням енергетичних установок й застосуванням енергозберігальних матеріалів і конструкцій.

Перспективним у цьому напрямі є комбіноване виробництво тепла й електроенергії (когенерація), а якщо ще й холоду — тригенерація.



Мал. 2.18.

Які проблеми супроводжують енергетику? Передусім, це екстенсивне й нераціональне споживання водних ресурсів для традиційної енергетики (ТЕС, великі ГЕС, АЕС). Інші проблеми, пов’язані з негативним впливом

енергетики на стан навколишнього середовища такі. Викиди від роботи цієї галузі становлять 30 % усіх твердих частинок, що надходять в атмосферу внаслідок господарської діяльності людини. За цим показником електростанції зрівнялися з підприємствами металургії й випереджають інші галузі промисловості. Викиди ТЕС, що містять оксиди Сульфуру, є чи не головним джерелом кислотних дощів в Україні. Рослини та океан вже не встигають поглинути всю кількість вуглекислого газу, який утворюється внаслідок спалювання органічного палива. Це призводить до поступового збільшення його концентрації в атмосфері й посилення парникового ефекту, що стає однією з причин глобального потепління.

Негативного екологічного впливу завдає велика гідроенергетика. Будівництва гідровузлів призводить до затоплення великих площ. Водосховища підвищують рівень навколишніх ґрунтових вод, стають причиною інтенсивного руйнування крутих берегів. Розвиток ядерної енергетики завжди супроводжувався ризиками щодо можливості аварій на ядерних реакторах і радіоактивних викидів.

Які заходи дали б змогу мінімізувати негативні тенденції у сфері енергетики? Передусім, це:

- економне використання енергії (за нинішнього рівня техніки можна зменшити сумарне споживання енергії на 35–40 %);
- зменшення шкідливих викидів в атмосферу завдяки новим технологіям очищення відпрацьованих газів;
- зміна структури паливно-енергетичного балансу через розвиток альтернативної енергетики.

Можливо, ви запропонуєте ще якісь заходи? *Зробіть це!*



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Класифікуйте джерела енергії.
2. Наведіть приклади відновлювальних джерел енергії.
3. Поясніть: а) чому саме вугілля довгий час залишалося основним енергоджерелом у промисловості й на транспорті; б) як утворюється нафта в природі; в) що спричинило збільшення споживання нафти; г) чому природний газ вважають екологічно найчистішим з-поміж невідновлюваних джерел енергії; д) як відбувається перетворення енергії в механічних і теплових процесах; е) у чому полягає закон збереження й перетворення енергії в механічних і теплових процесах; є) технологічні схеми виробництва енергії на ТЕС, АЕС та ГЕС; ж) за якими ознаками енергоресурси поділяють на традиційні й альтернативні.
4. Опишіть: а) запаси й динаміку споживання енергоресурсів у світі; б) споживання енергії Сонця людьми.
5. Оцініть переваги та недоліки традиційних й альтернативних джерел енергії.
6. Назвіть фізичний закон, що є визначальним для пояснення принципу роботи: а) простого механізму; б) теплової машини.
7. Схарактеризуйте: а) сучасні тенденції та регіональні відмінності розвитку енергетики в Україні; б) перспективи подальшої експлуатації в Україні АЕС, ГЕС, ВДЕ.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Порівняльна характеристика структури енергетики України та однієї з країн Європи (за вибором).

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Проблеми енергозабезпечення: національні та локальні.
- Отримання електроенергії з альтернативних джерел.
- Альтернативні джерела енергії в моїй місцевості.
- Ресурсозабезпеченість: порівняння України і світу.
- Транснаціональні проекти в галузі енергетики.
- Енергетична безпека.



Е. 3. ЕЛЕКТРИКА

Сучасна людина оточена технікою зусібич: телевізор, холодильник, СВЧ-піч, фен, комп'ютер, кондиціонер, обігрівач і багато інших. Без них важко обійтися, адже вони роблять наше життя таким комфортним. Що варто знати про них? Які принципи їхньої роботи та правила безпечного використання? Як правильно вибирати й утилізувати прилади? Яке майбутнє чекає людину з удосконаленням електротехніки?

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: властивості постійного й змінного струмів; способи виробництва електричного струму; принципи роботи електродвигунів, електрогенераторів і трансформаторів.

Наводити приклади: використання постійного і змінного струмів; практичного використання дій електричного струму й поширення електричного струму в різних середовищах.

Пояснювати: фізичні та хімічні принципи роботи побутових електроприладів, вплив електроприладів на довкілля.

Порівнювати: постійний і змінний струми, енергоефективність приладів.

Проводити аналіз інформації з маркування електроприладів.

Прогнозувати основні напрями розвитку енергозберігальних технологій, утилізації електроприладів.

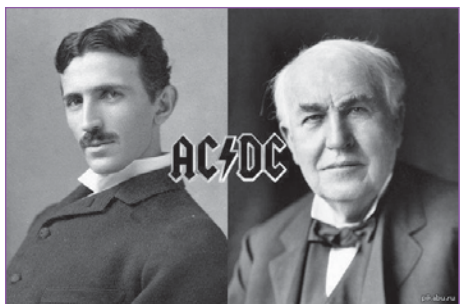
Аргументувати необхідність використання у побуті енергозберігальних технологій.

Уміти: користуватися приладами обліку електроенергії; здійснювати розрахунки енергоспоживання.

Дотримуватися правил використання побутових електричних приладів і пристроїв, їхнього утилізування

ВІД БУРШТИНУ ДО AC/DC

Що поєднує бурштин (природну скам'янілу викопну смолу хвойних дерев) і назву австралійської рок-групи **AC/DC**, запитаєте ви. Відповідаємо. Давні греки називали камінь бурштин «електроном» (давньогрец. ἤλεκτρον), що означає «те, що притягує, приваблює», — через його властивість притягувати легкі тіла — пушинки, нитки, волосся. Саме відкриття в VI столітті до нашої ери цієї властивості бурштину вважають початком дослідження електромагнітних явищ. Однак наукові відкриття і технічні винаходи, які відкрили шлях до практичного використання електромагнітних явищ для потреб людини, відбулися набагато пізніше — на межі XVIII і XIX століть (мал. 3.1).



Мал. 3.1. Два століття досліджень електрики:
і електричні вогні нашої планети видно з космосу

У 1789–1792 роках італійські вчені Луїджі Гальвані (1737–1798) й Алессандро Вольта (1745–1827) відкрили контактні електричні явища та винайшли джерела постійного струму — гальванічні елементи, «вольтів стовп».

У 1801 році англійські вчені Томас Карлейль (1768–1840) і Вільям Нікольсон (1753–1815) під час використання «вольтова стовпа» виявили, що постійний струм, який проходить крізь воду, розкладає її на кисень і водень.

У 1820 році данський фізик Ганс-Крістіан Ерстед (1777–1851) на дослідах установив, що навколо провідника зі струмом утворюється магнітне поле.

У 1831 році англійський фізик Майкл Фарадей (1791–1867) відкрив електромагнітну індукцію — явище утворення електричного струму магнітним полем.

У 1864 році англійський вчений Джеймс Клерк Максвелл (1831–1879) сформулював основні закони електромагнетизму.

У 1867 році німецький інженер Вернер фон Сіменс (1816–1892) створив досконалу конструкцію *генератора постійного струму*.

У 1879 році американський винахідник Томас Едісон сконструював електролампочку. У Європі використовували лампочки, винайдені Павлом Миколайовичем Яблочковим (1847–1894, Росія) та Олександром Миколайовичем Лодигіним (1847–1923, Росія).

У 1881 році Люсьєн Гаулард (1850–1888, Франція) і Джон Гіббс (1834–1912, Велика Британія) запатентували в Англії систему передавання змінного струму й продемонстрували конструкцію трансформатора.

У 1885 році сербський інженер Нікола Тесла (1856–1943) винайшов багатофазну систему змінного струму, а в 1888 році російський електротехнік Михайло Доливо-Добровольський (1861–1919) побудував *електродвигун трифазного змінного струму*.

У 1897 році англійський фізик Джозеф Томсон (1856–1940) експериментально відкрив електрон.

Зверніть увагу! Майже 100 років учені досліджували природу електричного струму й електромагнітних явищ в цілому без доказових даних про носія електричного заряду! Цим можна пояснити те, що деякі фізичні величини, що описують електромагнітні явища, названо не зовсім вдало, наприклад, терміни «сила струму», «електрорушійна сила» не мають нічого спільного з поняттям «сили».

Про «війну престолів» ви, напевне, чули. А чи чули про «війну струмів?». Так образно називали боротьбу за домінування на ринку власних запатентованих енергетичних систем між основними енергетичними компаніями США. Це було суперництво двох великих винахідників: Ніколи Тесли (змінний струм) і Томаса Едісона (постійний струм). Змінний струм/постійний струм англійською мовою — «alternating current/direct current» (скорочено АС/DC). Цю аббревіатуру й використала як назву популярна рок-група.

У квітні 1921 року створено Комісію з електрифікації України відповідно до загальнодержавного плану, розробленого в тодішній РСФСР. За

цим планом в Україні передбачено будівництво дев'яти електростанцій. Електрифікацію розуміли як технічну реконструкцію економіки на найновітнішій електроенергетичній основі.

Особливо інтенсивне розширення світової енергосистеми відбулося після Другої світової війни й пов'язане з розвитком енергоємної важкої промисловості. Електричні мережі було об'єднано в єдині національні енергетичні системи.

ПОСТІЙНИЙ СТРУМ. ЗМІННИЙ СТРУМ

Як відомо, рух і взаємодія електрично заряджених частинок можлива внаслідок дії електричного поля. Справді, під дією електричного поля рух заряджених частинок, які можуть вільно переміщуватися в середовищі, набуває впорядкованого (напрявленого) характеру, що й означатиме виникнення в цьому середовищі *електричного струму*. Тобто електричний струм можливий, якщо в речовині є електрично заряджені частинки, які можуть переміщуватися (такі частинки ще називають носіями струму). Пригадаймо: у металах це — вільні електрони, у рідинах — йони, у газах — електрони і йони, у напівпровідниках — електрони та дірки.

Що змушує заряджені частинки рухатись у певному напрямку? Дія електричного поля виникає, якщо в ньому є точки з різними потенціалами. Рухомі носії зарядів у провіднику переміщуються під його дією, поки не вирівняються потенціали всіх точок провідника. Проте якщо у двох точках провідника в якийсь спосіб штучно підтримувати різні потенціали, то це поле забезпечуватиме безперервний рух зарядів.

Залежно від способу, що зумовлює появу струму, і властивостей самого струму його поділяють на *постійний* і *змінний*.

Історично першим досліджено постійний струм. У джерелах струму (батареях, акумуляторах) постійно відбувається розділення позитивних і негативних зарядів, які зосереджуються на його полюсах, унаслідок чого виникає електричне поле. Якщо під'єднати до полюсів джерела провідник, то, за рахунок різниці потенціалів, вільні електрони, не припиняючи хаотичного руху, під дією електричних (кулонівських) сил $F_{\text{кл}}$ почнуть рухатися напрямлено — від кінця провідника з нижчим потенціалом ϕ_2 до кінця з вищим потенціалом ϕ_1 , тобто від негативного полюса джерела струму до позитивного (мал. 3.2). Але перемістити електричні заряди між полюсами всередині джерела сили електричного поля не можуть, оскільки діють на них у протилежний бік. Тому всередині джерела крім електричних сил $F_{\text{кл}}$ діють ще й сторонні сили $F_{\text{ст}}$. Кількісною фізичною величиною, що характеризує «сторонні сили, які зумовлюють виникнення струму», є *електрорушійна сила*.

Природа сторонніх сил може бути різною: у хімічних елементах — це дія хімічних реакцій, у фотоелементах — дія сонячного випромінювання, в електрогенераторах — зміна магнітного потоку (*докладніше дізнатися про хімічні джерела струму ви зможете, виконавши практичну роботу*).

Розгляньмо породження електричного струму магнітним полем. Завдяки досліді Ерстеда відомо, що електричний струм у провіднику ство-

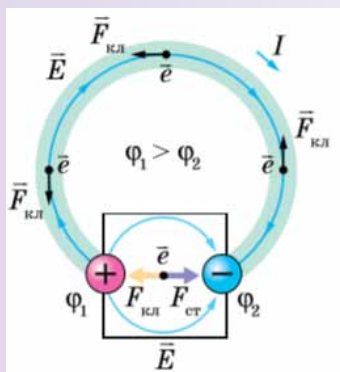


Електрорушійна сила (е. р. с) — фізична величина, що характеризує енергію сторонніх сил джерела струму. Її вимірюють роботою сторонніх сил, виконаною для переміщення одиничного позитивного електричного заряду.

Одиниця електрорушійної сили — вольт, $1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = 1 \text{ В}$.

Основними умовами існування електричного струму є:

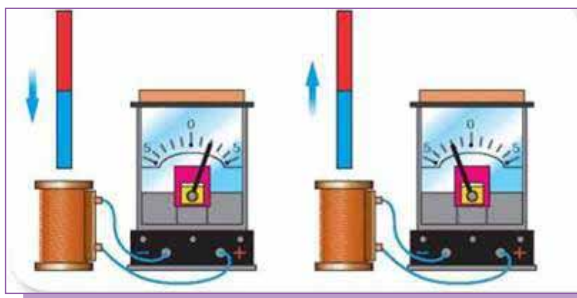
- наявність вільних заряджених частинок;
- наявність джерела струму, що створює електричне поле, дія якого зумовлює напрямлений рух вільних заряджених частинок;
- замкненість електричного кола, що забезпечує циркулювання вільних заряджених частинок



Мал. 3.2. Рух носіїв заряду в електричному колі

рює магнітне поле. Однак зворотного явища не спостерігали. Постійне магнітне поле не створює електричного струму. Майкл Фарадей провів безліч дослідів і встановив, що струм може виникати лише за певних умов. Потрібно, аби провідник був замкненим (наприклад, рамка чи котушка). І щоб магнітне поле, яке пронизує рамку, змінювалося, наприклад, під час руху магніту (мал. 3.3) або обертання рамки в магнітному полі (мал. 3.4).

Найпростіший дослід, що демонструє генерування струму, ви можете виконати самостійно. Для цього потрібно взяти магніт, гальванометр, котушку та з'єднувальні провідники (мал. 3.3).



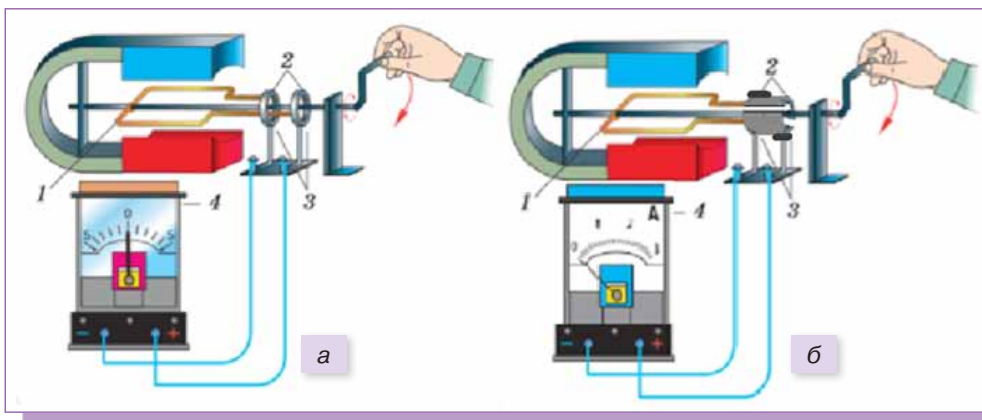
Мал. 3.3. Відтворення досліду Фарадея з використанням шкільного обладнання

Періодично рухатимемо магніт угору й униз протягом декількох секунд. Ми побачимо, що стрілка гальванометра відхиляється від нульового положення то в той, то в інший бік. Це означає, що модуль сили струму в

котушці й напрямком цього струму періодично змінюються. Електричний струм, який періодично змінюється із часом за модулем і напрямком, називають *змінним струмом*.

В освітлювальній мережі будинків та багатьох галузях промисловості використовують саме змінний струм, що виробляють за допомогою генераторів. Принцип дії генератора ґрунтується на процесах, які відбуваються під час обертання рамки в магнітному полі (такий самий ефект спостерігають і під час обертання магнітів навколо рамки).

Розгляньмо малюнок 3.4, що ілюструє принцип роботи генератора. Кінці рамки, яка складається з кількох витків дроту (1), прикріплено до кілець (2), які обертаються разом з нею. До кілець щільно прилягають щітки (3), що виконують функцію контактів. Обертатимемо рамку в магнітному полі. Під час обертання рамки кількість магнітних ліній, які її пронизують, то збільшуватиметься, то зменшуватиметься. Отже, магнітне поле, що пронизує рамку, постійно змінюється. Тому в рамці виникатиме (індукуватиметься) електричний струм (тому його ще називають індукційним). Оскільки кожний кінець рамки з'єднано з окремим кільцем, то в ті моменти, коли половина рамки проходить біля одного з полюсів магніту (наприклад, північного), у ній виникає індукційний струм, який протікає до внутрішнього контактного кільця. А коли біля північного полюса проходить інша половина рамки, індукційний струм протікає до зовнішнього контактного кільця. Щоразу, коли рамка змінює свою орієнтацію відносно полюсів магніту, індукційний струм також змінює свій напрямок на протилежний. Про це може свідчити коливання стрілки гальванометра (4). Увесь час, поки обертатимемо рамку (а цю роль можуть відігравати різні джерела механічної енергії), у рамці виникатиме змінний електричний струм.

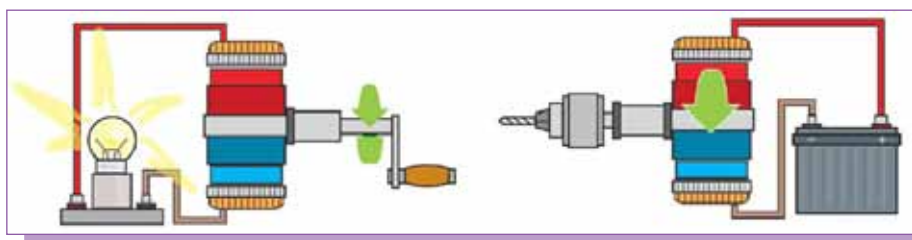


Мал. 3.4. Схема дії генератора: а — змінного струму; б — постійного струму

У такий самий спосіб можна генерувати й постійний струм (мал. 3.4, б). Уся хитрість, завдяки якій виникає струм, що не змінює напрямку, полягає в тому, аби встигати перемикаючи точки приєднання навантаження з тією самою швидкістю, з якою обертається рамка. Здійснити це завдан-

ня можна, якщо кінці рамки приєднати до двох пластин (півкілець), закріплених на валу й ізольованих одна від одної. До півкілець також дотикаються щітки, які залишаються нерухомими. Під час обертання рамки кожна щітка постійно контактує зі своєю половиною рамки. У результаті полярність щіток під час роботи генератора залишається незмінною незалежно від положення витка в магнітному полі. Тому й напрямок струму в зовнішньому колі — незмінний.

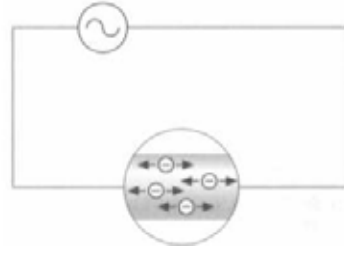
Генератор постійного струму можна перетворити на електродвигун (мал. 3.5), якщо подавати електричний струм від джерела до щіток. У цьому разі обертання рамки можна використати для обертання інших деталей, наприклад, свердла в електродрилі. Електродвигуни постійного струму є в багатьох електроінструментах, що працюють від батарейок або акумуляторів, в електротранспорті тощо.

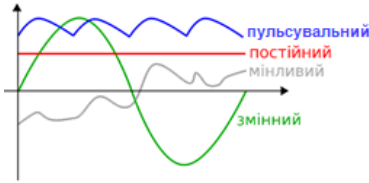


Мал. 3.5. То генератор, то двигун

Узагальнену інформацію про струми наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

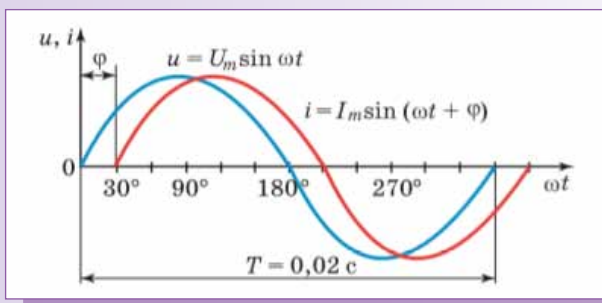
Ознака порівняння	Електричний струм	
	Постійний	Змінний
Визначення	Із плином часу за величиною та напрямком	
	не змінюється	змінюється
Напрямок руху електронів	 Є різновидом односпрямованого струму. Через кожний поперечний переріз провідника за одиницю часу протікає однакова кількість електрики (електричних зарядів). За традицією (і звичкою) вважають, що напрямок	 Є періодично двонаправленим струмом. Переважно змінним струмом називають синусоїдальний струм, напрямок і величина напруги якого (відповідно й сила струму) змінюються за синусоїдальним законом із частотою у 50 Гц (50 разів за секунду змінюється полярність між дротами).

	електричного струму — від позитивного до негативного полюса (до того, як з'ясували, що носієм струму є електрон). Насправді все відбувається навпаки	
Джерела	Гальванічні елементи, акумулятори, фотоелементи, термоелементи, генератори постійного струму	Генератори змінного струму
Перетворення	Постійний струм можна перетворити на змінний за допомогою <i>інвертора</i>	Змінний струм перетворюють на постійний за допомогою <i>випрямлячів</i>
Переваги	Легко акумулювати або генерувати в портативних хімічних джерелах	Напругу й силу струму можна в дуже широких межах перетворювати (трансформувати) майже без утрат енергії
Для живлення		
Використання	переважної більшості електронних схем, в автомобілях, тролейбусах, електровозах, у підймальних кранах деяких типів, у ручному переносному інструменті на акумуляторах	промислового й побутового сектору, а також на залізниці



Основними величинами, що характеризують проходження електричного струму в електричному колі є: сила струму I , електрична напруга U , електричний опір R , потужність P , робота A , електрорушійна сила $\mathcal{E}$. Цими ж величинами характеризують і змінний струм. Проте ці величини (окрім опору) періодично змінюються. У зв'язку із цим, щоб схарактеризувати змінний струм, вводять поняття *ефективних (або діючих) значень*. Це — сила такого постійного струму, який за один період змінного струму виділяє стільки ж тепла, скільки останній виділяє за той самий час: $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$. Так само визначають й ефективне значення напруги та ЕРС

змінного струму: $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$; $\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{2}}$.



Для електричних кіл постійного струму встановлено закономірність між силою струму й напругою.

Закон Ома для ділянки електричного кола встановлює залежність сили струму від різниці потенціалів (електричної напруги) між двома фіксованими точками електричного кола:

$$I = \frac{U}{R}.$$

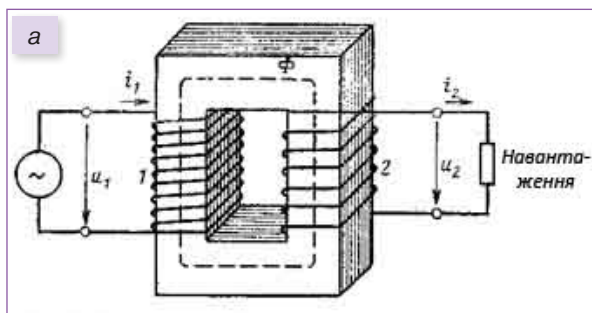
Закон Ома для повного кола (кола, що містить джерело струму й навантаження) установлює залежність сили струму від електрорушійної сили джерела:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

де $\mathcal{E}$ — електрорушійна сила; r — внутрішній опір джерела струму.

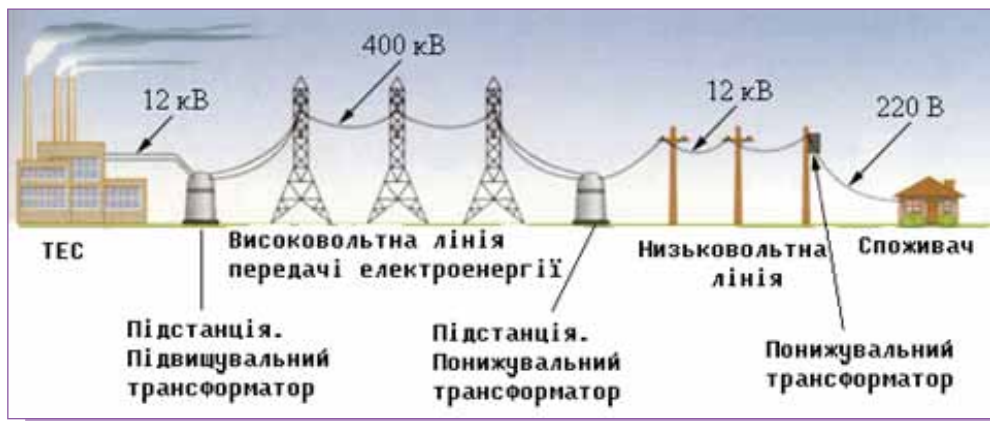
У колах змінного струму є два принципово різні види навантажень — активні й реактивні. І **закон Ома** записують з урахуванням опору, що чинять змінному струму ці навантаження.

У попередньому розділі ми згадували, що електричну енергію виробляють генератори на електростанціях. Якщо не вдаватися до жодних заходів, то передавання електроенергії було би пов'язане зі значними втратами, адже електричний струм нагріває дроти лінії електропередачі. За великої довжини лінії передавання енергії взагалі може бути економічно невигідним. Істотно зменшити опір цієї лінії практично дуже важко. Тому треба підвищувати напругу в ній. Причому, що довша лінія передавання, то вигідніше використовувати вищу напругу. Для зміни напруги й сили струму (інших параметрів) використовують спеціальні пристрої — *трансформатори* (мал. 3.6). Трансформатор (від лат. *transformo* — перетворюю) — електромагнітний пристрій, що перетворює змінний струм однієї напруги на змінний струм іншої напруги за незмінної частоти. Найпростіший трансформатор складається зі сталевого замкненого осердя (магнітопроводу) і двох обмоток. Осердя виготовлено з тонких пластин трансформаторної сталі, обмотки — з ізольованого проводу. До однієї з обмоток, з N_1 витками дроту, яку називають первинною, подають електричну енергію від джерела змінного струму. До другої обмотки з N_2 витками дроту (вторинної) підключають споживачів електричної енергії. Принцип дії трансформатора ґрунтується на явищі електромагнітної індукції. Під час протікання в первинній обмотці змінного струму в магнітопроводі виникає змінне магнітне поле, під дією якого у вторинній обмотці трансформатора збуджується електричний струм. Величина напруги на кінцях вторинної обмотки трансформатора залежить від кількості витків первинної та вторинної обмоток. Якщо кількість витків у первинній обмотці більша, ніж у вторинній, то трансформатор знижує напругу ($U_1 > U_2$). І навпаки: якщо кількість витків у первинній обмотці менша, ніж у вторинній, то трансформатор підвищує напругу ($U_1 < U_2$). Добравши співвідношення між кількістю витків у первинній і вторинній обмотках, можна підвищити або знизити напругу в потрібну кількість разів.



Мал. 3.6. Трансформатор: а — схема; б — зовнішній вигляд

Тому біля великих електростанцій є підстанції з підвищувальними трансформаторами. Використання електроенергії на промислових підприємствах й у побуті потребує значного зниження напруги, чого досягають за допомогою знижувальних трансформаторів. Після всіх перетворень споживачам подають напругу до 220 В (мал. 3.7).



Мал. 3.7. Передавання струму на великі відстані

Як бачимо, у змінного струму є очевидні переваги. Електричну напругу можна легко регулювати за допомогою трансформаторів для передавання на великі відстані. Проте в наш час відбувається зростання поновлюваних джерел енергії, а це означає, що мережа стає децентралізованішою та локальнішою (мал. 3.8). Тому використовуються складні мережі, засновані на передаванні постійного струму високої напруги (також відомі як HVDC — високовольтна мережа передавання постійного струму). Лінії HVDC коштують приблизно вдвічі дорожче, ніж звичайні системи змінного струму, але ці інвестиції виправдовують себе. Лінії передавання HVDC тепер надзвичайно надійні. Використання високопродуктивної електроніки дало змогу успішно трансформувати енергію, що вможливило підвищення постійної напруги до 800 000 В без трансформатора. У будинках і на заводах електроенергію розподіляють через низьковольтні мережі, через однофазні чи трифазні штепсельні розетки. Зростання кількості елек-

тричних приладів зумовлює потребу в постійному струмі. Комп'ютери, світлодіодні лампи та інші електронні пристрої працюють на постійному струмі й раніше потребували випрямних пристроїв для перетворення змінного струму на постійний. Сучасні електромобілі також працюють на постійному струмі. То ж ми з вами стаємо свідками «війни струмів 2.0».



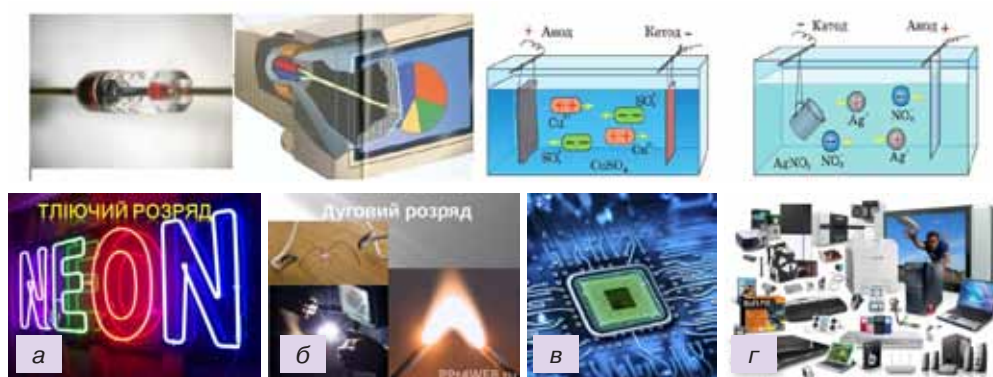
ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

На уроках фізики й хімії ви вже досліджували особливості проходження електричного струму в різних середовищах, зокрема в металах, рідинах і газах, де носіями струму можуть бути вільні електрони, позитивні й негативні йони. Пригадати ці особливості ви зможете, проаналізувавши дані, наведені в таблиці 3.2 (зробіть це).

Таблиця 3.2

Назва середовища	Процес утворення носіїв струму	Носії струму	Протікання струму
Метал	Є вільні електрони	Вільні електрони	В електричному полі вільні електрони починають рухатися напрямлено без припинення хаотичного руху
Рідина	Електролітична дисоціація — розщеплення речовини на йони у водному розчині або розплаві	Позитивні й негативні йони	
Газ	Йонізація — утворення позитивних і негативних йонів та вільних електронів з молекул (атомів) газу	Позитивні й негативні йони та електрони	Електричний або газовий розряд
Напівпровідники	Власна й домішкова провідність. За підвищення температури, за яскравого освітлення або внесення домішок руйнуються ковалентні зв'язки й утворюються вільні електрони та дірки	Електрони та дірки	Провідність напівпровідників зумовлена рухом вільних електронів (електронна провідність) і рухом дірок (діркова провідність)
Вакуум	Емісія — випускання електронів речовинами внаслідок зовнішніх впливів (нагрівання, освітлення, бомбардування тощо)	Електрони	

Схарактеризувати застосування проходження постійного й змінного струмів крізь різні середовища ви зможете, проаналізувавши малюнок 3.9 та підписи до нього (*зробіть це*).



Мал. 3.9. Практичне використання проходження струму:

- а) у вакуумі (вакуумний діод, електронно-променева трубка кінескопа);
 б) в електролітах (рафінування міді, посрібнення); в) у газах (газорозрядні рекламні трубки, зварювання); г) у напівпровідниках (комп'ютерні плати)

SALt (**S**ustainable **A**lternative **L**ighting) — лампа, яка може горіти протягом 8 годин на склянці води та двох чайних ложках солі. Волонтерка Грінпіс і за сумісництвом інженерка університету De La Salle Айса Міжено (Aisa Mijeno) прийшла до ідеї створення «соляного світильника» під час перебування в місцевих філіппінських племенах. Це світлодіодна лампа, джерелом енергії для якої є гальванічний елемент. За словами винахідниці, готовий продукт — сольова батарея — не тільки забезпечить світлом будинки без центральної електромережі, а й дасть змогу заряджати мобільні пристрої (смартфони, планшети) через USB-порт, убудований у бічну частину лампи.



Значення електричного струму в природі вам уже відоме. Це й біоструми, нервові імпульси, блискавка, вогні святого Ельма тощо (мал. 3.10).

Біоструми — це рух йонів й електронів, що відіграє істотну роль у всіх життєвих процесах. Створюваний при цьому біопотенціал існує як на внутрішньоклітинному рівні, так і в частинах тіла й органах. Передавання нервових імпульсів відбувається за допомогою електрохімічних сигналів. Деякі тварини (електричні скати, електричний вугор) здатні накопичувати потенціал у кілька сотень вольт і використовують це для самозахисту й пошуку здобичі.

Блискавка є природним іскровим газовим розрядом. Природний коронний газовий розряд (вогні святого Ельма) спостерігають за атмосферного тиску в дуже неоднорідних електричних полях, наприклад, під час грози навколо лопатей гвинтокрила.



Мал. 3.10. Електрика в природі

ЕЛЕКТРОПРИЛАДИ

Тривалий час магнітні й електричні взаємодії вважали явищами, що не пов'язані між собою. І лише в 1820 році Ганс Крістіан Ерстед виявив дію електричного струму на магнітну стрілку, а в 1831 році Майкл Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції.

Ця взаємодія лягла в основу *електротехніки*, що вможливило побудову електродвигунів і генераторів електричного струму.

Найпліднішою спробою пояснення властивостей та походження електричних і магнітних полів на спільному підґрунті виявилися теоретичні дослідження Джеймса Максвелла, який у 1864 році передбачив існування електромагнітних хвиль. Через 10 років після смерті Максвелла фізик Генріх Рудольф Герц (1857–1894, Німеччина) підтвердив на дослідах усі висновки теорії Максвелла.

Відкриття електромагнітних хвиль, а також застосування напівпровідників стали відправною точкою розвитку *радіотехніки* й *електроніки*, що згодом привело до створення комп'ютерної техніки та засобів комунікування.

Основні фундаментальні віхи на шляху розвитку радіотехніки (мал. 3.11): телеграф (1753), телефон (1870), радіо (1895), бездротовий телеграф (1922), телебачення (1930), інтернет (1969), мобільний телефон (1973), 5G-модем для смартфонів (2018).



1948 1974	1975 1999	2000 2005	2006 2009	2010 2012
				



Мал. 3.11. Так відбувався розвиток радіоприймачів, плеєрів, телевізорів, пультів ДУ й телефонів

Як відомо, проходження електричного струму супроводжують теплова, світлова, хімічна й магнітна дії. Ці дії електричного струму використовують в електроприладах, зокрема й побутових (мал. 3.12).



Мал. 3.12. Дії електричного струму, використовувані в побутових електроприладах

За якими діями згруповано прилади, зображені на малюнку 3.12?

Теплову дію струму пояснюють тим, що сила електричного поля розганяє заряджені частинки, збільшуючи їхню кінетичну енергію, що приводить до нагрівання. Для деяких речовин таке нагрівання може зумовити

й світлову дію. Наприклад, в електричних лампах розжарювання, де розжарена вольфрамова нитка яскраво світить (мал. 3.13, а).

Перевагою лампи розжарювання є випромінювання постійного (не мерехтливого) світіння. Проте в них є низка суттєвих недоліків, серед яких — велике енергоспоживання, відносно короткий термін роботи та мала ефективність. Наприклад, частка спожитої електричної енергії, що перетворюється на світло, становить лише 5 %, а решта 95 % — перетворюється в теплоту. Від 1981 року почали використовувати газорозрядні лампи (мал. 3.13, б). У них електричний струм проходить не металевим провідником, а крізь суміш газів, які внаслідок цього випромінюють світло. Газорозрядну лампу названо енергозберігальною тому, що, споживаючи потужність 20 Вт, вона дає такий самий світловий потік, як лампа розжарювання, що споживає 100 Вт. Термін роботи сучасних енергозберігальних ламп становить близько 10 000 год, і 70 % спожитої ними електричної енергії перетворюється на світло. Проте й на зміну газорозрядним лампам приходять нові — LED лампи (мал. 3.13, в). LED лампа (від англ. *light-emitting diode* — діод, що випромінює світло) — це напівпровідниковий пристрій. Коли електричний струм проходить через нього, він випромінює світло. Такі пристрої ще називають світлодіодними лампами. Їхніми перевагами є те, що близько 90 % спожитої електричної енергії перетворюється на світлову. Виготовляють лампи, які випромінюють світло певного кольору. Колір світла, випромінюваного світлодіодом, залежить від хімічного складу напівпровідника, що використаний у ньому. Світлодіоди застосовують в індикаційній техніці, в інформаційних табло, світлофорах, ліхтариках, електричних гірляндах тощо.



Мал. 3.13. Електричні лампи: розжарювання, газорозрядні, світлодіодна

Теплову дію струму використовують у різних електронагрівальних приладах — технічних засобах, призначених для перетворення електричної енергії на теплову. Наразі в побуті широко використовують електричні нагрівні прилади: праски, плити, чайники, каміни, рефлектори тощо.

Мікрохвильова піч також є популярним нагрівним побутовим електроприладом, проте на відміну від електричних варильних панелей і духових

шаф нагрівального елемента в ній немає. Без зайвого деталізування суті фізичних процесів, які відбуваються, принцип дії мікрохвильової печі можна пояснити так. Нагрівання їжі відбувається завдяки дії електромагнітних хвиль на молекули води, що містяться в продуктах. Молекули води починають обертатися, виникає «міжмолекулярне тертя», у результаті чого виділяється теплота.

На магнітній дії, що спричинює обертання рамки, якою проходить електричний струм, ґрунтується функціонування різноманітних електричних двигунів. Електричний двигун перетворює електричну енергію на механічну роботу. Обертотий рух передається на виконавчий орган інструментів і побутових електроприладів. В електрифікованих машинах є три основні частини: електричний двигун, передавальний механізм та виконавчий орган.

ЯК ЕКОНОМИТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ?

Кожний електроприлад споживає певну кількість електроенергії (мал. 3.14). Постійне зростання тарифів на електроенергію в Україні спонукає до використання різних способів економії електроенергії. Один з найефективніших способів скорочення споживання електрики — це енергозберігальні прилади, які вирізняються дуже високою енергоефективністю.



Мал. 3.14. Який прилад споживає найбільше електроенергії?

За ступенем споживання електроенергії електроприлади поділяють на сім класів енергоефективності — від А (найенергоефективніші) до G (найвищий рівень споживання). Утім, останнім часом, за рахунок вдосконалення конструкції електроприладів, створено побутову техніку, у якій клас енергоефективності дуже високий — А+, А++ і навіть А+++.

Куди дивитися на упаковці?



Мал. 3.15. Траплялося таке маркування на приладах?

Замінивши лише одну лампу розжарювання на енергозберігальну, можна заощадити близько 500 гривень на рік. Заміна всіх ламп дасть змогу істотно зменшити витрати на електроенергію. Окрім того, термін служби енергозберігальних і світлодіодних ламп набагато більший, ніж у звичайних, тож замінювати їх доведеться рідше.

Загальне правило, якого варто дотримуватися, коли вибираєте енергозберігальні прилади для домівки, — що новіша модель, то економічнішою вона буде порівняно з випущеними раніше аналогами.

Ліпші енергозберігальні прилади оснащено інверторними двигунами. Основна перевага таких двигунів — широкий діапазон регулювання швидкості двигуна й точне дотримання її. Такі двигуни доречні там, де робота приладу передбачає часті вмикання й вимикання їх. Це — холодильники, кондиціонери, пральні машини та інші прилади які раніше працювали на асинхронних двигунах.

Окрім того, під час купівлі холодильника чи пральної машини зважайте й на таке. За конструкцією найекономічнішими є холодильники з верхнім розташуванням морозильної камери, найменш енергоефективні — типу «side by side», у них під час відкривання морозильної або охолоджувальної камери відбувається дуже великий повітрообмін із припливом теплого повітря. Зменшить енергоспоживання й правильне розташування холодильника — далеко від нагрівальних приладів, у місці, куди не потрапляють прямі сонячні промені.

Для пральних машин корисними є функції скороченого прання для не дуже забруднених речей, адже це скорочує робочий цикл у 2–3 рази. Окрім того, важливо правильно завантажувати пральну машину, рекомендований обсяг — близько 80 % від максимально допустимої маси завантаження.

Під час вибору телевізора зважайте, що за рівнем споживання найекономічнішими є телевізори з LCD-екранами, «найненажерливіші» — моделі з плазмовим екраном.

Найвищою енергоефективністю вирізняються електричні плити з індуктивними нагрівачами.

І ще поради щодо скорочення споживання електроенергії — повністю вмикайте побутові електроприлади, а не переводьте їх у режим очікування:

- колонки до комп'ютера, що залишилися ввімкненими, за рік споживають близько 15 кВт електроенергії;
- таймери в мікрохвильовці або в духовці, а також телевізор у режимі очікування — це ще по 25 кВт марно спожитої електрики;
- ноутбук у «режимі сну» за рік додасть на лічильнику близько 40 кВт.

Ще один спосіб економії — це встановлення двотарифного лічильника. Адже вдень він обліковує енергію, за яку ви сплачує за звичайним тарифом, а вночі від 23-ї до 7-ї години на спожиту енергію ви отримуєте 50 % знижку від повного тарифу.

ЯК БЕРЕГТИ СЕБЕ Й ПРИРОДУ ВІД ЕЛЕКТРИКИ?

Учені всього світу багато років працюють над визначенням, як саме впливають на людину електромагнітні випромінювання побутових приладів. Проведені дослідження показують, що навіть слабкі електромагнітні випромінювання, потужність яких вимірюють сотими й тисячними частками ватів, є не менш небезпечними, ніж випромінювання великої потужності. Отже, ми з вами живемо на пороховій бочці, бо щодня порушуємо біоенергетичну рівновагу організму. Як мінімізувати шкідливий вплив? Ось кілька простих, але ефективних порад:

- не купуйте й не використовуйте без потреби потужні електроприлади. Що менша потужність цих пристроїв, то слабше їхнє випромінювання;
- не вмикайте одночасно кілька потужних електроприладів, наприклад, пральну машину, мікрохвильову піч і пилосос;
- за можливості не використовуйте для підключення потужних електроприладів подовжувачі та стежте, щоб їхні дроти не утворювали кільця та петлі.

Електроприлади складаються з безлічі компонентів з різних матеріалів. Утилізування таких відходів — справжнє мистецтво. І от неможливе стає можливим: нині майже все використовують повторно (мал. 3.16).

Комп'ютери, пилотяги, електричні обігрівачі, тостери та холодильники — щодня мільйони електричних приладів у всьому світі опиняються на смітнику. У Європі всі електроприлади піддають вторинній переробці, а витрати покривають виробники нових електричних приладів. Купивши новий пристрій, людина одночасно платить за утилізування старого.



Мал. 3.16. Відпрацював електроприлад. І що далі?

Окрім того, компанії, що спеціалізуються на переробці відходів, фінансують свою діяльність і за рахунок вторинного використання перероблених відходів, хоча це й потребує додаткових зусиль.

Конденсатори, різні типи батарейок, мідний дріт — усе сортують окремо. Електронні плати після сортування передають для подальшого перероблення іншим фірмам, що спеціалізуються на цьому. Близько третини матеріалів відбирають безпосередньо під час попереднього оброблення.

Металеві та пластикові відходи проходять через різні сортувальні установки: зокрема через ротаційне сито та магнітні сепаратори, що розділяють пластмасу й метал.

В Україні ще немає розвинутої мережі сміттєпереробних компаній. І до того ж є проблеми з правильним утилізуванням шкідливих відходів, наприклад батарейок.

Найвідоміші й найпоширеніші «пальчикові» батарейки містять багато Мангану й Цинку, трохи менше — інших важких металів та інших шкідливих хімічних елементів. Викинуті вами на сміття, через деякий час вони потрапляють на сміттєзвалище побутових відходів. Там унаслідок різних хімічних реакцій, зокрема й корозії, шкідливі хімічні сполуки з батарейок потрапляють безпосередньо в навколишнє середовище: забруднюють водою, ґрунт і в результаті опиняються в нашому організмі (мал. 3.17).

Не менш шкідливими є думки: «Якщо я викину лише одну батарейку на смітник, то нічого не станеться». А тепер уявімо, що кожна людина подумає й зробить так само, як і ви... Свідомість складається не тільки з обізнаності про глобальні природні проблеми людства. Насамперед вона означає систематичне виконання простих і правильних дій, які здаються такими мізерними за своєю важливістю. Однак саме такі дії в сумі можуть дати справді глобальний за масштабами результат!

То ж дізнайтеся через соцмережі чи інші інтернет-ресурси про розташування контейнерів для збирання відпрацьованих акумуляторів і батарейок. Можливо, якесь із таких місць є біля вашого дому, не лінуйтеся й викидайте відходи туди! Коли ви встановлюєте у прилад нові батарейки, напишіть фломастером на їхньому корпусі дату установки — так ви з часом зрозумієте, які з них працюють довше, якій фірмі надати перевагу. Знову ж таки, ви купуватимете й викидатимете менше батарейок.



ЗДАЙ

ЗБЕРЕЖИ

РОЗКАЖИ



ШКОДА БАТАРЕЙОК для людини

Свинець

спричиняє захворювання
головного мозку, нервової
системи

Свинець
Pb
82

Кадмій

закладається в печінці,
костях і кістках. Викликає
рак.

Кадмій
Cd
48



Ртуть
Hg
80

Ртуть

Викликає розлади нервової
системи, погіршення слуху,
зору, порушення
опорно-рухового апарату,
захворювання дихальної
системи



1 батарейка
заражає
20 м² землі



або
400л
ВОДИ



менше
0,25 %

всіх відходів
складають
батарейки

на їх долю
випадає



близько
50%

всіх токсичних
металів у смітті

ШЛЯХИ



Мал. 3.17. Утилізуйте свідомо!



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Наведіть приклади джерел електричного струму.
2. Поясніть: а) чи можна вважати тепловий рух електронів у провіднику електричним струмом; б) які величини характеризують електричний струм; в) які умови потрібні для існування електричного струму в провідниках; г) яку функцію в електричному колі виконують джерела струму; д) які види енергії в джерелах струму перетворюються на електричну енергію; е) відмінності між постійним і змінним струмом; є) чи є блискавка електричним струмом; ж) які частинки можуть бути носіями електричного струму; з) рух яких частинок створює електричний струм у металах, рідинах, газах, напівпровідниках.
3. Обґрунтуйте, на підставі чого можна робити висновок про наявність струму в провіднику.
4. Схарактеризуйте дію магнітного поля на рамку зі струмом.
5. Поясніть: а) у чому полягає закон електромагнітної індукції; б) які переваги змінного електричного струму порівняно з постійним; в) на якому принципі заснована робота генераторів і двигунів змінного струму; г) які дії електричного струму використовують в електроприладах.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Складання гальванічного елемента й випробування його дії

Найпростіший гальванічний елемент ви можете виготовити в домашніх умовах. Для цього вам будуть потрібні лимон, мідний дріт і залізний цвях. Виготовте джерело струму та переконайтеся, що воно працює, з'єднавши його провідниками з гальванометром (мал. 3.18, а). Як ще, на вашу думку, овочі та фрукти можна використовувати для цього? Чи можна в такий спосіб отримати джерело, від якого можна було б зарядити мобільний телефон?

Складання та випробування електродвигуна / генератора постійного / змінного струму

Використавши розбірну модель (мал. 3.18, б), вивчіть будову й принципи дії генератора та електродвигуна постійного і змінного струму. Вивчіть залежність магнітної індукції від сили струму, рух обмотки зі струмом у магнітному полі.



Мал. 3.18.

Розрахунок енергоспоживання сім'ї, школи

Заповніть таблицю. Для зручності розрахунків можете скористатися сервісом Excel.

№	Назва електро-приладу	Кількість	Потужність, Вт	Середній час роботи за добу	Енерговитрата за добу, Вт	Тариф, грн/Вт	Сума, грн

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Тесла й Едісон: два підходи до пошуку розв'язання проблеми.
- Порівняння енергоспоживання приладів різних поколінь.
- Вивчення добових коливань напруги в мережах електропостачання.
- Аналіз ефективності використання електроенергії вдома та пошук способів поліпшення енергоефективності.

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 4. МАТЕРІАЛИ

«Як це може бути, що ми ніколи не говоримо про матеріал, який робить для нас так багато? Він близький нам, як ніхто — ми кладемо його в рот, позбавляємося за його допомогою від зайвого волосся, їзимо в ньому. Він наш найвірніший друг, і все ж ми не знаємо, що це за штука...». Професор Лондонського університету Марк Медовник¹ досить вдало відповів на ці запитання в науково-популярному бестселері «Із чого це зроблено? Дивовижні матеріали, з яких побудована сучасна цивілізація», що вийшов друком 2013 р. Спробуймо й ми відповісти на них.

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати склад і властивості основних ресурсів та матеріалів.

Наводити приклади: найважливіших природних, штучних та синтетичних матеріалів; застосування їх у різних галузях.

Розрізняти найважливіші природні та синтетичні речовини й матеріали.

Порівнювати природні й синтетичні матеріали, метали та сплави.

Аналізувати маркування будівельних матеріалів і речей повсякденного вжитку.

Установлювати причиново-наслідкові зв'язки між складом, будовою, властивостями, застосуванням і впливом на довкілля природних та синтетичних матеріалів.

Прогнозувати основні напрями розвитку технологій.

Оцінювати біологічну та екологічну безпеку використання натуральних і штучних матеріалів, *приймати* обґрунтовані рішення щодо їхнього використання.

Дотримуватися правил утилізації різних матеріалів, безпечної поведінки та життєдіяльності

ТРОХИ ІСТОРІЇ: ВІД КАМЕНЮ ДО НАНОМАТЕРІАЛІВ

В історії людства для полегшення класифікації археологічних знахідок виокремлюють три «добы»: кам'яну, бронзову й залізну. Ці назви пов'язані з видом матеріалу, найбільше використовуваного людиною. Першими матеріалами були: *каміння* для виготовлення найпростіших знарядь праці та зброї (понад 300 тис. років тому), *глина* для виробництва посуду (близько 30 тис. років тому). Приблизно у V тис. до н. е. навчилися виплавляти *мідь* з малахіту й азуриту, а в IV тис. до н. е. — видувати скло. У III тисячолітті до н. е. стали добавляти до міді олово, алюміній, цинк тощо й отримали перший металевий сплав — *бронзу*.

У IX–VII ст. до н. е. винайдено спосіб виробництва *сталі* (сплав заліза з вуглецем з додаванням домішок), приблизно у III ст. до н. е. розроблено технологію розливання сталі у виливниці, що поклало початок сучасної *металургії*.

У *заліза* вища температура плавлення, ніж у бронзи, його ливарні якості гірші. Крім того, залізо поступається бронзі за твердістю й корозійною стійкістю. Проте перехід від бронзи до заліза був пов'язаний з тим, що масове виготовлення бронзових знарядь швидко призвело до виснаження родовищ олова. Залізні руди трапляються в природі набагато частіше за мідні й олов'яні.

Упродовж тисячоліть людство використовувало лише природні матеріали, розвивало металургію, виробництво порцеляни, текстилю, природних барвників, природних клеїв, кришталю тощо. Природа багата й спроможна забезпечити людину всім необхідним. Проте в людини виникають бажання, які природа задовольнити не в змозі. Наприклад, ми хочемо вбиратися в теплий, водонепроникний і водночас легкий одяг, який, на додачу, ще й стійкий до зминання. Маємо потребу в ефективних звуко- й електроізоляційних та інших матеріалах — прозорих і пофарбованих, міцних і крихких, жорстких і пластичних, стійких до руйнування й біорозкладаних тощо. Люди навчилися виготовляти різні матеріали, причому деякі з них випадково, деякі — унаслідок удосконалення технологій. Для досягнення сучасного стану виробництва матеріалів потрібні були наукові відкриття в різних галузях.

Хоча вивчати корисні властивості матеріалів люди почали здавна, та матеріалознавство як науку сформовано в середині XX ст., після завершення формування базису фізики, хімії та механіки (мал. 4.1). Важливий прорив у становленні наукових основ створення й використання матеріалів став можливим завдяки відкриттю періодичного закону Дмитром Івановичем Менделєєвим (1871) і створенню Нільсом Бором квантової теорії атома (1913).

Сьогодні матеріалознавство — це меганаука, яка вивчає властивості матеріалів, створює нові матеріали, розробляє підходи до раціонального вибору їх для певних умов роботи. Також упроваджує технологічні методи оброблення та зміцнення, які б привели в результаті до здешевлення виробів, зниження матеріаломісткості з одночасним збільшенням терміну експлуатування. Тобто більшою мірою задовольняли б потреби людини.



Мал. 4.1. Від каменю до наноматеріалів

Основоположною рисою сучасного матеріалознавства є його міждисциплінарність, оскільки завдання, що стоять перед цією наукою, не можуть бути розв'язані в рамках однієї наукової дисципліни. Адже досягнення в царині матеріалознавства значною мірою зумовлюють розвиток енергетики, електроніки, інформаційних і нанотехнологій, хімічної, аерокосмічної та інших галузей промисловості, транспорту, медицини й охорони здоров'я.

1. Як можна було б назвати нашу добу з огляду на матеріали, що людина використовує сьогодні? 2. Яка речовина у світі є найдорожчою? Дізнайтеся про це, використавши додаткові джерела інформації.

НАЙВАЖЛИВІШІ ПРИРОДНІ, ШТУЧНІ ТА СИНТЕТИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Ми вже зауважували, що з давніх-давен людина виготовляє різноманітні предмети (фізичні тіла) з різних *матеріалів*. Деревина, мармур, глина, граніт, шкіра та багато інших — матеріали *природного* походження (мал. 4.2).



Мал. 4.2. 1. Композиція «Синь і Вир»¹ — один з найбільших *дерев'яних* пам'ятників у світі. 2. Пам'ятник княгині Ользі, святому апостолу Андрію Первозваному та просвітителю Кирилу й Мефодію на Михайлівській площі в Києві. Фігури композиції виготовлено з *мармуру*². 3. Найвищий у світі пам'ятник вівчарю на території етнографічного комплексу «Фрумушика-Нова» (Одещина) виготовлено з *граніту*

¹ Скульптор Іван Бровді.

² Автори: Іван Кавалерідзе, Петро Сниткін та Валеріан Риков. Автори реконструкції — Віталій Сівко, Микола Білик і Віталій Шишов.

Кварц — чи не найпоширеніший мінерал на нашій планеті. Його використовують у виробництві напівпровідників, елементів світлових діодів, рідкокристалічних панелей, волоконної оптики тощо (мал. 4.3).



Мал. 4.3. 1. Природний кристал кварцу. 2. Вирощений у штучних умовах монокристал кварцу високого ступеня чистоти. 3. Волоконна оптика — одна з найсучасніших і високотехнологічних галузей промисловості

Чавун, бронза, цемент, скло, папір, поліетилен тощо — матеріали, створені людиною (мал. 4.4).



Мал. 4.4. Штучні матеріали. 1. 120-метрова *бронзова* статуя Будди — найвища на Тайвані. 2. Найдовший у світі *скляний* міст «Прогулянка в небесах»¹ на півдні Китаю. 3. Найбільший з використаних для орігамі *паперовий* квадрат зі стороною 33 м. З нього 1995 року в Японії склали журавлика розміром 35,6 м з розмахом крил 16 м. 4. Гігантська скульптура² кита з переробленого *пластику* в США, занесена до Книги рекордів Гіннеса

¹ Автор проекту Хаїм Дотан.

² Скульптори Джоел Дін і Юстина Сальникова.

Їх поділяють на *штучні* та *синтетичні*. Штучні матеріали виготовляють фізичним чи хімічним обробленням природної сировини, синтетичні є продуктом хімічного синтезу.

Класифікуйте матеріали, про які йдеться далі, за походженням. Папір — матеріал, який виготовляють з деревини. Її подрібнюють і хімічно обробляють, щоби добути целюлозу. Під час виробництва в суміш целюлози з водою добавляють наповнювачі, барвники, клейкі речовини тощо. *Поліетилен* добувають у промисловості каталітичним синтезом з етену. *Сніг і лід* (мал. 4.5) — це також матеріали.



Мал. 4.5. 1. Іглу — традиційне житло ескімосів, побудоване з брил спресованого снігу. 2. З льоду митці виготовляють скульптури та побутові предмети: а) конкурс льодових скульптур у Львові (2019); б) один з номерів льодяного готелю в Швеції

Проте підходи до класифікації матеріалів значно різноманітніші, особливо з огляду на те, що багато які з них є багатокомпонентними. Зокрема, матеріали можна класифікувати за агрегатним станом (*зробіть це*). Або розподілити на дві великі групи: *аморфні* та *кристалічні* матеріали, що утворюють кристалічні ґратки (*наведіть приклади*). Також можна виокремити матеріали *неорганічні*, *органічні* та *гібридні*, або поділити їх на *металеві* й *неметалеві*. Наприклад, мармур — матеріал природного походження, кристалічний, неорганічний, неметалевий. Фенолформальдегідна смола — синтетичний, аморфний, органічний, неметалевий матеріал, а бронза (сплав міді, олова та цинку) — штучний, кристалічний, неорганічний, металевий.

Класифікуйте матеріали, про які йдеться далі, за різними ознаками: бджолиний віск, сталь, деревина, свиняча шкіра, алмаз. Поясніть, за якою ознакою один із цих матеріалів можна віднести до двох протилежних класів.

В Інституті хімії поверхні ім. О. О. Чуйка Національної академії наук України розробляють наукові засади спрямованого синтезу гібридних орґано-неорґанічних матеріалів, які становлять значний практичний інтерес. Йдеться про селективне вилучення йонів токсичних, благородних, рідкісноземельних та радіоактивних металічних елементів; вибіркове поглинання з пари та газів молекул органічного походження, контроль якості харчових продуктів, питної води, медичну діагностику, каталіз тощо.

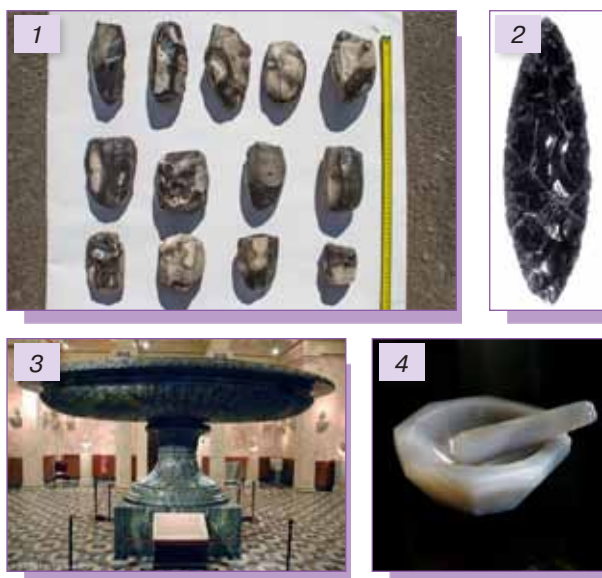
Висловіть припущення щодо того, які матеріали називають гібридними. Перевірте його, використавши додаткові джерела інформації.

Будівельні та конструкційні матеріали. Без них у нашому житті не було би будівель, мостів, доріг, транспортних засобів, інших технічних виробів і конструкцій, що витримують експлуатаційне навантаження (мал. 4.6). Розгляньмо деякі з них докладніше.



Мал. 4.6. Будівельні й конструкційні матеріали

Силікатні матеріали люди почали використовувати з давніх-давен і використовують дотепер. З кременя (SiO_2) наші пращури виготовляли знаряддя праці (800–600 тис. років до н. е.). Згодом почали використовувати яшми, гірський кришталь, агати, обсидіан (вулканічне силікатне скло) та нефрит (мал. 4.7).



Мал. 4.7. Усюдисущий силіцій(IV) оксид. 1. Кременеві знаряддя праці (2016 р, с. Межиріч Острозького р-ну Рівненської обл., пізній етап трипільської культури, бл. 3600–3500 р. до н. е.). 2. Ацтекський ритуальний обсидіановий ніж (XIII–XVI ст. Метрополітен-музей мистецтв, США). 3. Велика коливанська ваза з яшми — найбільша ваза у світі (XIX ст., Санкт-Петербург, Державний Ермітаж). 4. Ручна агатова ступка з товкачиком є в кожній сучасній хімічній лабораторії

Софія Київська — це образ Небесного Єрусалиму (Царства Небесного), як він описаний в Апокаліпсисі: у ній 12 стовпів, 12 арок-врат, посередині над княжим портретом у парапет хор було вмонтовано великий камінь зеленого кольору — яшму — світило Небесного Єрусалиму.

*Кремнезем й алюмосилікати*¹ — сировина, на основі якої виробляють силікатні матеріали, — дуже поширені в природі. У земній корі вміст кремнезему перевищує 12 %, а частка алюмосилікатів становить близько 75 %. Висока механічна міцність, вогне- та хімічна стійкість, властиві силікатним матеріалам, зумовлені їхньою полімерною будовою та великою часткою ковалентних зв'язків у них. Розгляньмо деякі із цих матеріалів докладніше.

Скло — один з найзатребуваніших матеріалів у сучасних архітектурі, дизайні, мистецтві тощо. Його значення неможливо переоцінити. Склад звичайного віконного скла спрощено відображає формула $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$. Щоб надати склу спеціальних властивостей, до його складу вводять інші компоненти. Наприклад, скло, у якому замість Натрію міститься Калій, вирізняється тугоплавкістю. Кришталеве скло містить значну кількість Плюмбуму (або Барію) та Калію. Воно добре відбиває й заломлює світло, блищить, тому його використовують в оптиці та для виготовлення посуду й декоративних виробів (мал. 4.8).



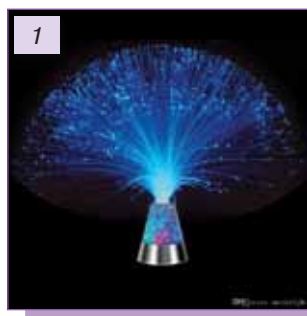
Мал. 4.8. 1. Кристали Swarovski — це оброблені та огранені кристали з надпрозорого кришталевого скла, які імітують діаманти. Їх широко застосовують як декоративні елементи. 2. Кришталеві вироби з експозиції музею скла Мозер у Карлових Варах (Чехія)

Боросилікатне скло термічно й хімічно дуже стійке, з нього виготовляють лабораторний посуд. Рубінове скло містить розпорошені частинки золота. Жовтого кольору склу надає хром(VI) оксид, блакитного — купрум(II) оксид, зеленого — оксиди Феруму(II) та Феруму(III), оливково-коричневого — оксиди Ванадію(III) та Ванадію(V), фіолетового й бузкового — нікель(II) оксид і манган(III) оксид. Залежно від умісту кобальт(II) оксиду скло набуває відтінків від блакитного до синьо-фіолетового.

¹ Комплексні аніони алюмосилікатів містять Силіцій та Алюміній: $[\text{AlSiO}_4]^-$, $[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]^-$, $[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]^{2-}$. Катіони: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , іноді Ba^{2+} та Li^+ .

Складіть хімічні формули оксидів, якими забарвлюють скло.

Зі скла — давнього й одвічно молодого матеріалу — виробляють *скловолокна та склотканину, піноскло* тощо. Без них важко уявити поступ у створенні новітніх матеріалів і технологій, зокрема в будівництві (мал. 4.9).



Мал. 4.9. 1. Сяклі оптичні волокна виготовляють із кварцового скла. 2. Склотканина — універсальний армувальний, фільтраційний, ізоляційний і будівельний матеріал. 3. Піноскло — легкий пористий формований матеріал, що утворюється внаслідок тверднення спіненої скломаси, має високі ізоляційні властивості

Головною родзинкою станції Київського метрополітену «Поштова площа» (1976) є вітраж «Дніпро» з різнобарвного литого скла, який створила художниця Ірина Левитська¹ (мал. 4.10.1). Українка Катерина Шелигіна з Одеси виготовляє з обточених морем уламків скла не тільки аксесуари, а й складні вітражі Тіффані (мал. 4.10.2).



Мал. 4.10. 1. Вітраж «Дніпро». 2. Стріт-арт із «морського» скла

Кераміка — це й порцеляна (фарфор), і фаянс, і майоліка та чимало інших матеріалів і виробів з них. *Порцеляна* — вид кераміки, непроникний для води й газів. У тонкому шарі просвічується. *Фаянс* — керамічний ма-

¹ Левитська Ірина Георгіївна (1927–2012) — малярка, графік, монументалістка, лауреатка Міжнародної премії ім. С. Гулака-Артемівського (1999), членкиня Національної спілки художників України (1963).

теріал, подібний до порцеляни. Він має пористий (проникний для рідин) черепок, укритий тонкою склоподібною плівкою — *поливою*. *Майоліка* — різновид кераміки, яку виготовляють з випаленої глини з використанням розписної поливи. Цегла, керамічні труби, облицювальна плитка — усе це керамічні вироби. Їх одержують спіканням до каменеподібного стану природних глин та їхніх сумішей з різноманітними мінеральними добавками (мал. 4.11).



Мал. 4.11. 1. Іванна Козак-Ділета в Косові продовжує традиції відомих майстрів і майстринь гуцульської кераміки. 2. Однією з візитівок Перечинщини (Закарпаття) стали оригінальні керамічні вироби Тетяни Майор та вихованців і вихованок її гуртка.

3. Оксана Грудзинська¹ на тлі створеного нею в центральній залі підземного вестибюлю станції Київського метрополітену «Хрещатик» (1960) декоративного майолікового панно

Цемент належить до мінеральних зв'язувальних речовин — порошкоподібних матеріалів, унаслідок змішування яких з водою утворюється пластична маса. Її зручно вкладати, із часом вона твердне й перетворюється на камінь. Головні складники цементу — силікати й алюмінати Кальцію, які утворюються внаслідок високотемпературного оброблення частково або повністю розплавлених сировинних матеріалів. На основі цементу виготовляють *бетон* (мал. 4.12), *залізобетон*, *пінобетон*, різноманітні зв'язувальні суміші, без яких неможливо уявити сучасну будівельну індустрію.



Мал. 4.12. Будинок з химерами — офіційна резиденція Президента України для проведення протокольних заходів

¹ Грудзинська Оксана Аркадіївна (нар. 1923) — майстриня художньої кераміки, заслужена художниця УРСР (1990), членкиня Національної спілки художників України (1956).

Видатний архітектор Владислав Владиславович Городецький збудував у Києві на Куренівці цементний завод «Фор», який із синьої глини з берегу Глибочиці щороку виробляв 640 тис. пудів цементу. За його проектом у 1902–1903 роках було зведено будинок з химерами, у будівництві якого вперше використано бетон як конструкційний та оздоблювальний матеріал. Італійський скульптор Еліо Саля прикрасив будівлю бетонними наядами, дельфінами, слонами, носорогами, жабами, ящірками та іншими істотами.

Залізобетон — штучний будівельний матеріал, у якому поєднані воедино сталева арматура та бетон. Бетон надає конструкціям жорсткості й захищає арматуру від корозії. *Пінобетон* — комірчастий пористий легкий бетон. Його одержують з піномаси, яку виготовляють зі спіненого цементного тіста (мал. 4.13).



Мал. 4.13. 1. Залізобетон — композиційний будівельний матеріал, який одержують у результаті монолітного сполучення бетону та сталевих арматур.

2. Пінобетон — бетон з пористою структурою, що утворюється в результаті затвердіння розчину, який складається із цементу, піску, води й піноутворювача

Вогнетриви — матеріали, вогнетривкість яких не менше 1580 °С. Їх використовують в агрегатах і пристроях для захисту від впливу теплової енергії та газуватих, рідких, твердих агресивних реагентів, зокрема — у чорній металургії, на виробництві сталерозливного приладдя, у машинобудуванні, хімічній і нафтохімічній, цементній промисловості тощо. Поміж вогнетривів також чимало силікатних матеріалів — кремнеземисті, алюмосилікатні, магнезисилікатні, карбідосиліциєві (мал. 4.14).



Мал. 4.14. Вогнетриви

Силікатні фарби для зовнішніх і внутрішніх робіт — це комбінація з розчину калій силікату як сполучного матеріалу й неорганічних кольорових пігментів, що забезпечує максимальну стійкість і довговічність. Їхніми перевагами є паро- та повітряпроникність, світлостійкість, негорючість, екологічність й економічність тощо (мал. 4.15).



Мал. 4.15. Пам'ятник Магдебурзькому праву в Києві до (1) та після (2) реставрування 2013 року із застосуванням силікатних матеріалів, зокрема силікатних фарб

Органосилікатні матеріали — група синтетичних матеріалів для створення термостійких захисних і декоративних покриттів (фарб). Це суспензії подрібнених силікатів й оксидів металічних елементів у розчинах, що містять органічні та елементоорганічні полімери. Їм властиві висока хімічна, світло-, вогне- та біологічна стійкість, гідрофобність тощо. Тому органосилікатні матеріали використовують як антикорозійне покриття для металевих і бетонних поверхонь. Вони здатні забезпечити електро- та теплоізоляційний захист конструкцій і виробів. Відносно високу ціну органосилікатних композицій компенсує тривалий безремонтний термін експлуатування та висока якість антикорозійного захисту.

Метали. Сплави. Найважливіші фізичні властивості, притаманні більшості металів — *металічний блиск у компактному стані, ковкість, високі тепло- й електропровідність* вам добре відомі з уже вивчених курсів хімії, фізики та повсякденного життя (*наведіть приклади*). Загальні властивості металів зумовлені особливостями будови кристалічних ґраток і металічним зв'язком.

Чисті метали широко застосовують у важливих напрямках нової техніки та суспільного господарства: атомній енергетиці, мікроелектроніці, космічній техніці, медицині, а також у фундаментальних наукових дослідженнях.

3D-друк металами порівняно з традиційними технологіями споживає менше енергії та скорочує кількість відходів до мінімуму. Крім того, готовий 3D-друкований виріб може бути до 60 % легшим порівняно з фрезерованою або литою деталлю. Також перевагою є те, що можна легко створювати фігури зі складною геометрією. Тож цю технологію застосовують у таких галузях, як авіація та космонавтика. Не менш актуальним є застосування 3D-друку металами для потреб медицини, зокрема протезування.

Однак застосування чистих металів у промисловості обмежене економічною вигідністю. Тому в техніці найчастіше використовують *сплави*. Тож розгляньмо їх докладніше. Сплав — це система, яка складається принаймні з двох компонентів, з яких хоча б один є металом. Компонентами сплавів можуть бути метали, неметали, складні речовини. Наприклад, нейзильбер — сплав міді з нікелем і цинком (мал. 4.16). Він стійкий до корозії, міцний.



Мал. 4.16. Пам'ятні монети Національного банку України. 1. Тетяна Нилівна Яблонська — народна художниця України, лауреатка Національної премії України імені Тараса Шевченка та багатьох інших відзнак, її ім'я стало своєрідним символом українського образотворчого мистецтва. 2. Ольга Матвіївна Авілова — видатна лікарка, педагогиня, заслужена лікарка України, одна з поміж засновників і засновниць торакальної¹ хірургії в Україні

Сплав свинцю з арсеном використовують для виготовлення шроту. Арсен зміцнює свинець і полегшує одержання шротинок сферичної форми.

Сплави виявляють властивості металів (*спрогнозуйте їх*). Однак властивості сплавів відрізняються від властивостей їхніх компонентів. Сплав золота зі сріблом досить твердий, натомість самі ці метали порівняно м'які. Залежність властивостей сплавів від їхнього складу вперше встановив Микола Семенов Курнаков (1860–1941, Росія).

¹ Хірургія, операції в якій виконують на органах грудної клітки (на легенях, серці тощо).

Сплави — найголовніші конструкційні матеріали. Їхні різноманітні властивості — жаростійкість, корозійна стійкість, міцність, твердість тощо — зумовлюють широке застосування в техніці. Сплавам на основі магнію притаманні легкість, міцність, стійкість до корозії. Тому їх використовують в автомобілебудуванні, для виготовлення штампованих виробів складної форми, деталей зварних конструкцій.

Мідні сплави міцні, мають високу електропровідність, корозійну стійкість, пластичність. З них виготовляють труби, теплотехнічну апаратуру, підшипники, шестерні, втулки, пружини, деталі приладів точної механіки, термопари, фасонні деталі, декоративно-прикладні вироби й скульптури. Бронза (мал. 4.17) і латунь — мідні сплави, які також широко використовують у різноманітних галузях промисловості, сільському господарстві, побуті.



Мал. 4.17. Бронза й чавун — художні матеріали.

1. Оранта Україна. Триумфальний монумент споруджено 2001 року на честь десятиріччя незалежності України. Скульптуру вилито з бронзи, орнаменти на одязі та стрічці вінка вкрито золотом. 2. Пам'ятник мамонтові — чотиригранна чавунна стела, установлена на невеликому кам'яному постаменті в селі Кулішівка Недригайлівського району Сумської області. Перший і тривалий час єдиний у світі пам'ятник мамонтові

Титанові сплави є конструкційними матеріалами в авіації, ракетобудуванні. Їх застосовують для виготовлення хімічної апаратури, а також у медицині.

Застосування металів і сплавів для виготовлення імплантованих в організм матеріалів має давню традицію. Ще 2 500 року до н. е. у Фінікії для лікування зубів використовували металеві конструкції. У Стародавньому Римі були поширені штучні металеві зуби, а металевий дріт застосовували для фіксування кісткових відламків. Аж до кінця VIII століття переважно використовували чисті метали: золото, срібло, мідь. У IX столітті у зв'язку з удосконаленням технології виплавляння металів і сплавів поширення набули імплантати з високоякісних сплавів.

Сплави на основі титану й нікелю виявляють ефекти пам'яті форми й наделастичності, вони істотно відрізняються від звичайних металів і сплавів. Конструкції, виготовлені з них, здатні змінювати свою форму внаслідок зміни температури, тому їх застосовують у різних галузях медицини.

Сталі й чавуни є чи не найважливішими сплавами сучасної техніки. Обсяги виробництва цих залізвуглецевих сплавів перевищують виробництво всіх інших металів разом узятих більш ніж у десять разів. Чавуном називають сплав заліза з вуглецем із масовою часткою Карбону більш ніж 1,7 %. Найчастіше чавун містить від 2,6 % до 3,6 % Карбону. Крім Карбону, у чавуні є Силіцій, Манган, Сульфур, Фосфор та інші елементи. Чавун — твердий і крихкий матеріал. Його найширше застосовують у машинобудуванні для виготовлення різноманітних деталей. Також цей сплав — високохудожній матеріал. На відміну від чавуну сталь ковка. Неіржавна сталь — сплав заліза з хромом — стійка проти корозії через те, що на її поверхні є захисний шар хром(III) оксиду.

Застосування металів і сплавів широке й різноманітне, бо зумовлене різноманітністю їхніх властивостей. Висновків щодо цього ви зможете дійти самостійно, скориставшись додатковими джерелами інформації (*зробіть це*).

Проте застосування металів і сплавів певною мірою обмежене тим, що вони зазнають корозії — самоплинного руйнування внаслідок хімічної, електрохімічної або фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем (мал. 4.18).



Мал. 4.18. 1. Іржа їсть залізо: кладовище кораблів у Бангладеш.
2. Корозія срібного сплаву

Для запобігання корозії вироби з металів і сплавів змащують, фарбують, лакують, емалюють, лудять (укривають шаром олова), оцинковують, золотять, полірують тощо. Обробляють окисниками, щоб на поверхні утворився захисний шар оксиду тощо (мал. 4.19). Використовують інгібітори — речовини, що уповільнюють корозію, та протектори — змінні деталі з активніших металів, які руйнуються насамперед (мал. 4.19).



Мал. 4.19. Способи запобігання корозії. 1. Емалювання. 2. Фарбування.
3. Гумування. 4. Золотіння. 5. Нікелювання.
6. У бойлері магнісвий анод приймає удар корозії на себе

Полімери та їхнє використання. Чи помічали ви, що живете у світі гігантських молекул? Адже у складі організмів є полімери, навколо — безліч яскравих і корисних предметів, виготовлених з матеріалів на основі полімерів — природних, штучних, синтетичних (мал. 4.20). Завдяки своїм унікальним властивостям високомолекулярні сполуки успішно замінюють у різних сферах життєдіяльності природні матеріали — деревину, метал, камінь тощо.

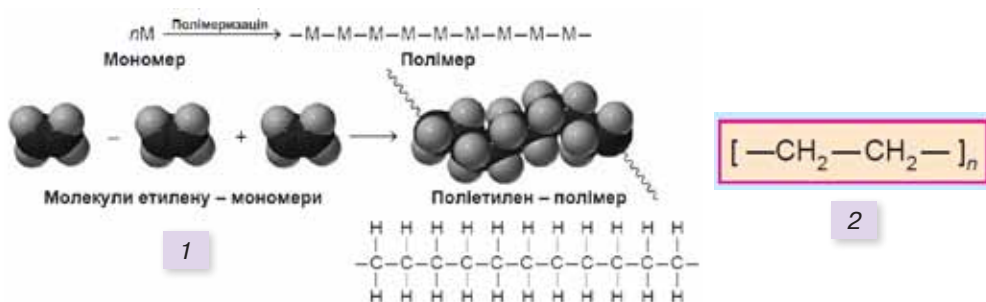


Мал. 4.20. Полімери: усередині й навколо.

Природні високомолекулярні сполуки становлять основу життя на Землі. Штучні полімери добувають із природних різними способами хімічної модифікації для надання їм необхідних властивостей. Синтетичні високомолекулярні добувають за допомогою реакцій полімеризації або поліконденсації

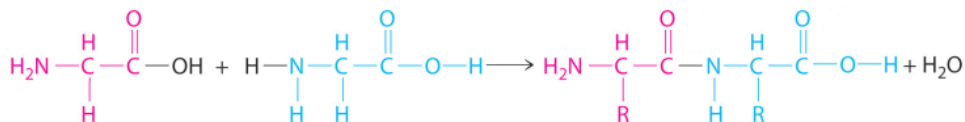
Проаналізуйте малюнок 4.20. Зробіть висновок, які з полімерів можуть бути і природними, і синтетичними. Про що це свідчить?

Полімери — високомолекулярні сполуки, молекули яких (макромолекули) складаються з великої кількості однакових угруповань, з'єднаних хімічними зв'язками. Це, наприклад, поліетилен — чи не найвідоміша й найпоширеніша полімерна сполука, яку добувають полімеризацією етену (мал. 4.21).



Мал. 4.21. 1. Полімеризація етену. Показано лише фрагмент полімерного ланцюга, бо реальні розміри макромолекули не дають змоги зобразити її модель повністю. 2. Ступінь полімеризації n — кількість елементарних структурних ланок у полімерному ланцюзі

Поліконденсація — інший спосіб добування високомолекулярних сполук. Утворення поліпептидного ланцюга внаслідок реакцій між амінокислотами — приклад поліконденсації:



Зверніть увагу: поліконденсація можлива, якщо кожний мономер є *біфункціональним*, тобто містить дві характеристичні групи, що обидві можуть реагувати з характеристичними групами іншого мономера. Крім полімеру продуктом поліконденсації є низькомолекулярна сполука, зазвичай — вода, амоніак, гідроген хлорид тощо.

Чи правильні твердження, що: а) продуктами поліконденсації є лише природні полімери; б) усі високомолекулярні продукти органічного синтезу добувають полімеризацією?

Пластмаси — що означає ця назва? Ідеться про пластичні маси — матеріали, виготовлені на основі полімерів і здатні внаслідок нагрівання й впливу тиску набувати певної форми та зберігати її після охолодження або тверднення. Компоненти-*пластифікатори* надають полімерним матеріалам еластичності й (або) пластичності під час перероблення та експлуатування. Уведення до складу полімерних композицій *наповнювачів* поліпшує експлуатаційні властивості, полегшує перероблення, а також істотно здешевлює матеріал. *Стабілізатори*, сажа зокрема, уповільнюють старіння пластмас, *барвники*, наприклад вохра, надають їм декоративного вигляду, каталізатори — пришвидшують твердіння, *антипірени* — зменшують горючість, *антистатиками* — перешкоджають виникненню й накопиченню статичного електричного заряду, *пороутворювачі*, які розпадаються під час нагрівання з виділенням газів, забезпечують утворення пористої структури.

Багатьом полімерам і пластмасам властива *термопластичність* — здатність багаторазово розм'якшуватися й тверднути внаслідок нагрівання й подальшого охолодження. **Зверніть увагу:** під час нагрівання й охолодження термопластичні полімери не зазнають хімічних змін! Більшість із них добре розчиняються в органічних розчинниках. Це зумовлено лінійною будовою молекул, слабкими зв'язками між ними, нездатністю до утворення сітчастих (зшитих) макромолекул. З розплавів термопластичних полімерів формують найрізноманітніші вироби.

Поліетилен — чи не найвідоміша з-поміж пластмас — має високі діелектричні властивості, стійкий до агресивних середовищ — кислот, лугів, розчинів солей та органічних розчинників. Тому його застосовують як електроізоляційну оболонку кабелів, захисний матеріал в агресивних середовищах. Це зручний пакувальний плівковий матеріал. Також з поліетилену виготовляють посуд, одноразовий зокрема (мал. 4.22). Недо-

ліками поліетилену є низька теплопровідність, недостатня стійкість до УФ-випромінювання, схильність до деформування внаслідок тривалої дії статичних навантажень.



Мал. 4.22. Вироби з поліетилену. І це ще не все...

Поліпропілен — карболанцюговий лінійний полімер, багато в чому подібний до поліетилену. Це досить твердий матеріал, у тонких шарах прозорий, у товстих — молочно-білий. Він стійкий до дії кислот, лугів, розчинів солей, інших агресивних середовищ. Вироби з поліпропілену вирізняються стійкістю до стирання і твердістю поверхні, витримують нагрівання до температури $\approx 100^\circ\text{C}$. Тому цю пластмасу використовують для виробництва пакувальної плівки, сантехнічних труб, побутового й хімічного посуду, іншого обладнання (мал. 4.23). Невисока морозостійкість (до -30°C) і зависока чутливість до світла й кисню — недоліки, які дещо обмежують застосування поліпропілену.



Мал. 4.23. Вироби з поліпропілену

Полівінілхлорид (ПВХ) — речовина білого кольору, хімічно стійка до дії лугів, рідких нафтопродуктів, багатьох кислот і розчинників, не горить на повітрі, діелектрик. Проте його морозо- і термостійкість невеликі, з полівінілхлориду виготовляють лінолеум, віконні профілі, кромки меблів, упаковку побутової техніки, шкірозамінники, плівки для натяжних стель, сайдинг, труби, ізоляції дротів і кабелів, обгортки, пляшки для побутової хімії і ще багато інших корисних предметів (мал. 4.24).



Мал. 4.24. Полівінілхлорид і вироби з нього: 1 — каналізаційна труба; 2 — цим віконним профілям властива відмінна звукоізоляція, легкість у використанні, високий ступінь збереження тепла; 3 — ласта — елемент спорядження для дайвінгу й підводного мисливства; 4 — плитка — елемент декору інтер'єру; 5 — парасолька — надійний захист від негоди; 6 — у таких чоботах — море по коліна

ПАТ «Броварський завод пластмас» уперше в Україні почав виробляти не-пластифіковані полівінілхлоридні (НПВХ) труби квадратного перерізу для поїння тварин. Він є єдиним виробником в Україні НПВХ труб і фасонних частин для систем пневмопошти.

Основною проблемою, пов'язаною з використанням ПВХ, є складність його утилізування. Адже внаслідок спалювання цього пластику утворюються високотоксичні хлорорганічні сполуки. Із часом матеріал самостійно починає виділяти їх у довкілля. Сучасні технології, спрямовані на подолання вади, поки що недостатньо ефективні.

Полістирен (полістирол) — тверда, пружна, безбарвна, прозора, гнучка, негігроскопічна речовина. З пластмас на його основі виготовляють електроізоляцію, предмети щоденного вжитку (посуд, фігурки, дитячі іграшки тощо), лінзи, різнокольорову облицювальну плитку та теплоізоляцію для будинків (мал. 4.25).



Мал. 4.25. Вироби з полістирену: надійно, комфортно, ергономічно.
1. Одноразовий посуд. 2. Для будівництва дуже теплих будинків використовують термоблоки з пінополістирену. 3. Зручне крісло, наповнювач — кульки зі спіненого полістирену. 4. Декоративні вироби з полістирену

Зверніть увагу: пінополістирен — один з видів *пінопласту*. Його добувають пресуванням полістирену з твердим газоутворювачем за нагрівання. Газуваті продукти термічного розкладання газоутворювача розчиняються в полімері. Після цього заготовку виймають із прес-форми й нагрівають до 100–105 °С. Розчинені в полімері гази розширюють заповнення — утворюється пінополістирол.

Недоліки полістирену полягають у низьких теплостійкості й ударній міцності, схильності до старіння тощо.

Тефлон (його ще називають фторопластом) — пластмаса на основі політетрафлуороетену. Це біла, у тонкому шарі прозора речовина, зовні подібна до парафіну або поліетилену. Має високі тепло- й морозостійкість, не втрачає гнучкості й еластичності в широкому інтервалі температур, не змочується ні водою, ні жирами, ні більшістю органічних розчинників. За своєю хімічною стійкістю перевершує всі відомі синтетичні матеріали й благородні метали. Тефлон використовують у хімічній, електротехнічній і харчовій промисловості, у побуті, у медицині, у військовій та аерокосмічній техніці.

За малюнком 4.26 ви пересвідчитесь, що вироби з тефлону або з тефлоновим покриттям широко використовують у повсякденному житті (*наведіть ще кілька прикладів*).



Мал. 4.26. Тефлон у нашому житті

Політетрафлуороетен синтезовано 1938 року. Уперше ТЕФЛОН® (розробка корпорації DuPont) у середині 50-х років минулого століття нанесено на хлібопекарські форми. Через 10 років потому його почали використовувати як антипригарне покриття на кухонному посуді.

Однак, під час використання посуду з тефлоновим покриттям, потрібно пам'ятати, що його легко ушкодити тертям абразивами. За температури понад 200 °С політетрафлуороетен розкладається з утворенням токсичних продуктів. Тож ніколи не використовуйте для приготування їжі посуд з пошкодженим тефлоновим покриттям!

Поліаміди — високомолекулярні сполуки, що містять повторювані амідні (пептидні) групи ---N---C(=O)--- в основному ланцюзі макро-

молекули (мал. 4.27). Поліаміди здатні витримувати циклічні навантаження. Вони зберігають свої характеристики в широкому діапазоні температур, витримують стерилізування паром до 140 °С. Залишаються еластичними за низьких температур. Недоліками поліамідів є висока гігроскопічність і низька світлостійкість. Ці матеріали застосовують для виробництва клеїв, плівок різних призначень (пакувальний матеріал, кіноплівка, шкірозамінники тощо). Поліаміди — замітники кісток, шкіри в медицині, захисні антикорозійні покриття для металів, бетону.



Мал. 4.27. 1. Прозорі плівки, які отримують з розплавів або розчинів поліамідів.

Зносостійкі, міцні на злам, стійкі до лугів, розчинників, олів.

Застосовують для пакування харчових продуктів (жирів зокрема), як оболонки для ковбас, електроізоляційний матеріал тощо.

2. Поліамід (капрон) — хірургічний шовний матеріал

Каучуки й гума. *Каучуки* — полімерні матеріали різноманітного складу й призначення. Ці високомолекулярні сполуки в певному температурному інтервалі виявляють *високоеластичні* властивості, тобто здатність до великих зворотних деформацій. Каучуки — пружні матеріали, які можна розтягнути до розмірів, що набагато перевищують їхню початкову довжину. Однак після зняття навантаження вони набувають початкових розмірів. Цю властивість широко використовують у найрізноманітніших галузях суспільного господарства. Наприклад, фундаменти багатоповерхових будівель, зведених у Японії, оснащено буферами з *еластомерів*, що захищають від підземних поштовхів.

Натуральний каучук добувають з *латексу*, молочного соку каучукowego дерева гевеї (які це рослини-каучуконоси вам відомі?). Латекс міститься в мережі дрібних судин під корою. Коли її видаляють, починає сочитися біла рідина (мал. 4.28).

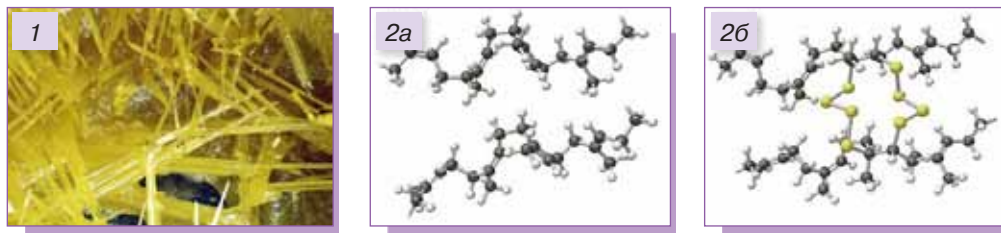


Мал. 4. 28. 1. Добування латексу з природної сировини

Унаслідок нагрівання латексу дрібні частинки каучуку в ньому злипаються й випадають в осад. Після його промивання й коптиння над багаттям індіанці Південної Америки (у яких ще країнах поширені рослини-каучуконоси?) з давніх-давен отримували шматки каучуку. З них вони виготовляли посудини для води, непромокальні тканини, взуття та навіть яскраво розфарбовані кульки — дитячі іграшки.

Зі «світової комори» (пояснить, чому саме так називають Південну Америку) натуральний каучук потрапив до країн Європи. Однак виявилось, що під дією кисню цей матеріал швидко «старіє», утрачає пружність. До того ж він є еластичним лише в досить вузькому температурному інтервалі. Тобто холодної пори вироби з натурального каучуку тверднуть і розтріскуються, за підвищеної температури — розм'якшуються й перетворюються на липку смердючу масу. Однак з винайденням *гуми* цю проблему було розв'язано.

Гума — продукт *вулканізації* каучуку. Під час нагрівання із сіркою макромолекули каучуку сполучаються одна з одною «містками» з атомів Сульфуру. Унаслідок вулканізації утворюється суцільна тримірна просторова сітка (мал. 4.29).



Мал. 4.29. 1. Сірка. 2. Гума (б) — продукт вулканізації каучуку (а).

Така структура зумовлює більшу міцність гуми порівняно з ним.

До того ж гумові вироби зберігають еластичність у ширшому інтервалі температур

За малого ступеня зшивання (масова частка Сульфуру до 5 %) утворюється м'який еластичний і легко деформований матеріал з невеликою твердістю й міцністю, однак високою (до 500 %) здатністю до подовження. Це — м'яка гума. У гумі з високою твердістю й малою здатністю деформуватися вміст Сульфуру сягає 20 %. Відносне подовження такого матеріалу не перевищує 10 %. Масова частка Сульфуру в ебоніті становить від 30 % до 50 %, його відносне подовження не перевищує 3 %.

Донині гума є цінним матеріалом для виготовлення автомобільних покришок, різноманітних приводних ременів, транспортних стрічок і рукавів, амортизаторів, ущільнювальних прокладок, гнучкої ізоляції та багато чого іншого. Без гуми неможливо уявити функціонування суспільного господарства й повсякдення пересічної людини.

Зауважимо, що наразі гуму виготовляють здебільшого на основі *синтетичних каучуків*. Синтетичні каучуки мають низку переваг. Наприклад, рукавички з натурального латексу спричиняють алергію в багатьох людей, які регулярно використовують їх у професійній діяльності. Алергічна реакція зазвичай зумовлена протеїнами, що є в матеріалі природного походження. Ризик виникнення алергії стає мінімальним, якщо використовувати рукавички із синтетичного каучуку.

Більше про застосування каучуків і гуми ви зможете дізнатися, проаналізувавши додаткові джерела інформації (*зробіть це*).

Волокна — матеріали, що складаються з непрядених ниток або довгих тонких відрізків нитки. Це гнучкі утворення з дуже малим (порівняно з довжиною) поперечним перерізом. *Синтетичні волокна* виробляють з полімерів переважно прядінням з розплаву. За цією технологією добувають волокна з поліаміду (капрон, нейлон), поліестерів, поліетилену, поліпропілену тощо (мал. 4.30).



Мал. 4.30. Вироби із синтетичних волокон. 1. Капрон. 2. Поліестер.
3. Полівінілхлорид. 4. Поліпропілен

Кевлар (англ. *Kevlar®*) — торгова назва арамідів (мал. 4.31), синтетичного волокна, у 10 разів міцнішого за сталь. Уперше кевлар отримано групою Стефані Кволек у 1964 році в американській компанії DuPont, технологія виробництва розроблена цією самою компанією в 1965 році, у 1970-х розпочато його комерційне застосування.



Мал. 4.31. 1. Кевлар і вироби з нього. 2. Стефані Луїза Кволек (1923–2014) — американська хімікня польського походження, винахідниця кевлару. Здобула безліч нагород за роботи в галузі хімії полімерів. За 40 років роботи вченою-дослідницею одержала близько 30 патентів. У 1995 році стала четвертою жінкою, прийнятою в Національний зал слави винахідників. У 1996 році її нагороджено Національною медаллю США за технології, а 2003 — прийнято до Національної зали слави жінок США. У 1980 році одержала нагороду від Американського хімічного товариства за «Творчий винахід», а в 1997 від нього ж — медаль Перкіна. Після виходу на пенсію пані Кволек навчала хімії старшокласників і заохочувала молодих жінок до занять наукою.

Проаналізуйте будову молекул кевлару (мал. 4.31). У який спосіб, на вашу думку, його добувають, полімеризацією чи поліконденсацією? Який зв'язок сполучає структурні ланки цього полімеру?

Волокна майбутнього. Про минуле й сьогодення кевлару ви вже знаєте. Однак наука та технології безупинно рухаються вперед. Наприклад, у 2015 році в Техаському університеті в Далласі (США) розроблено новий полімерний наноматеріал, який можна розтягнути в сім разів і він залишатиметься при цьому міцнішим за кевлар.

Неабиякого значення набуло *полілактидне* волокно, одержуване

біохімічним синтезом. Полілактид (PLA) $\left[\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}} \right]_n$ — перспективний

біорозкладаний полімер для виробництва волокон, плівок і пластиків. Сировина для його синтезу — молочна кислота — досить поширена речо-

A row of seven spools of monofilament fishing line, each a different color: black, white, red, green, pink, orange, and white. The spools are arranged horizontally, showing the thickness and texture of the line.



Поясніть, чому термін експлуатації виробів з полілактиду обмежений.

Нею та літерною аббревіатурою під трикутником позначають тип пластику: PETE (PET або ПЕТ) — поліетилентерфталат, HDPE або ПВТ — поліетилен високого тиску, PVC або ПВХ — полівінілхлорид, LDPE або ПНД — поліетилен низького тиску, PP або ПП — поліпропілен, PS або ПС — полістирол, OTHER, або ІНШЕ (не можна рециклізувати). Таке інформування про тип матеріалу і можливості його перероблення спрощує сортування перед відправкою пластмаси на переробку і вторинне використання. **Зверніть увагу:** для зберігання харчових продуктів придатні лише пластмасові вироби, марковані .

Синтетичні полімерні матеріали стали невідокремною частиною нашого життя (*наведіть приклади, щоб підтвердити або спростувати це твердження*). Що ми знаємо про них? Як використовуємо? Куди діваємо після використання? Які наслідки цього? Численні сайти рясніють стверджувальними та питальними заголовками: «Пластик і пластмаса: шкідливі та небезпечні», «Чим небезпечні для здоров'я продукти горіння пластмаси», «Пластмаса шкідлива для здоров'я людини?», «Пластмаса: сортируй правильно!», «Пластик — користь чи шкода?», «Пластик і його вплив на здоров'я сучасних споживачів», «Переробка пластику: не тільки прибуток, але і користь», «Скільки пластику вироблено за останні пів століття: дані, які шокують», «Пластик для 3D-принтера від виробника: купи вигідно», «Чи шкідливі випари від друку на 3D-принтері?», «Помста природи: уся морська сіль у світі забруднена пластиком» тощо. Та чи не забагато уваги приділено пластику?

Забруднення довкілля пластиком непотребом украй небезпечне, ви самостійно зможете описати цю глобальну проблему з огляду на щоденний досвід (*зробіть це*).

Ви вже достатньо обізнані, щоб зрозуміти самим і донести до інших думку американського професора Рольфа Хальдена: «Ми перебуваємо в критичній точці... Якщо ми розумні, то почнемо пошук альтернативних матеріалів, щоб уникнути важкої помилки: користуватися річчю хвилину й залишити її на Землі на 10 000 років».

Розв'язання проблеми пластикових відходів залежить від кожного з нас. Візьмемо за правило сортувати вдома сміття, щоб не шкодити собі та довкіллю (мал. 4.33).



Україна без сміття



Мал. 4.33. «Сортуй заради майбутнього!».

Громадський екологічний проект «Україна без сміття», започаткований Вікторією Норенко та Євгенією Аратовською, спрямовано на сортування й повне перероблення відходів. Його мета — поліпшити стан навколишнього середовища через залучення громад до сортування сміття

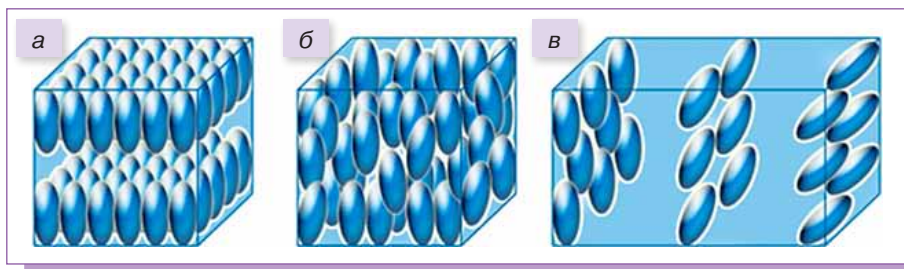
Також під час купівлі товарів кожному потрібно усвідомити, наскільки важливо для збереження довкілля:

- надавати перевагу продуктам багаторазового використання;
- уникати непотрібної упаковки — купувати товари в легкому пакуванні та товари, що продають великих пакунках;
- надавати перевагу пакуванню, яке можна повторно переробляти й використовувати й виготовленому з удруге перероблених і / або екологічно чистих матеріалів.

Спалювання пластикових відходів, полімерних матеріалів, гуми становить особливу небезпеку для навколишнього середовища і здоров'я людей. Адже в продуктах згоряння міститься не менше 75 високотоксичних і канцерогенних речовин, зокрема карбон(II) оксид, гідроген ціанід, гідроген хлорид, акролеїн (його різкий їдкий запах ви відчуваєте, коли пригорає олія на пательні), оксиди Нітрогену, низка аліфатичних і ароматичних вуглеводнів тощо. Навіть нагрівання багатьох пластмас також призводить до виділення небезпечних речовин.

Пам'ятаймо, проблема утилізування синтетичних полімерів і матеріалів на їхній основі розв'язна. Долучаймося до її вирішення, щоби розвиток людства став збалансованим.

Рідкі кристали. Наприкінці XIX століття вчені відкрили речовини, які в певному температурному інтервалі можуть перебувати в проміжному агрегатному стані, що є подібним як до твердого, так і до рідкого. Ці речовини називають *рідкими кристалами*, а проміжний стан, у якому вони перебувають, — рідкокристалічним. У таких речовин дальній порядок у розташуванні молекул спостерігають лише в одному напрямку, а в двох інших напрямках є тільки близький порядок. Тобто речовини мають ніби ниткоподібну структуру (мал. 4.34).



Мал. 4.34. Особливості розташування молекул рідкокристалічних тіл:

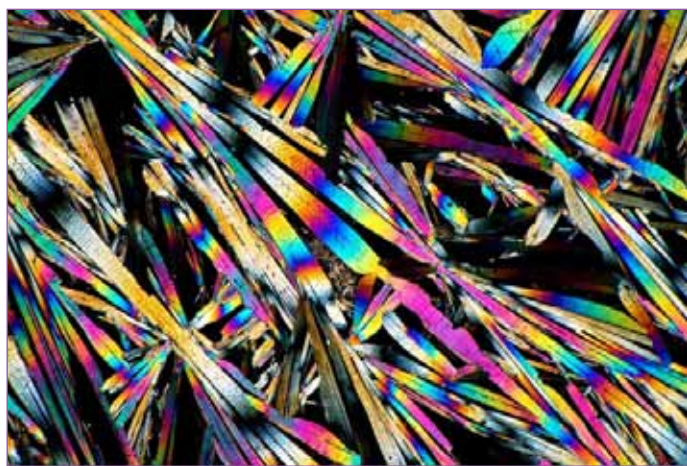
а — смектичний порядок;

б — нематичний порядок; в — холестеричний порядок

Хоча ці речовини плинні, подібно до звичайних рідин, їм властиві значні сили міжмолекулярної взаємодії, тому вони зберігають сталим свій об'єм. У рідких кристалів є анізотропія фізичних властивостей — так само, як і в твердих кристалів. Кожна рідкокристалічна речовина може існувати лише в певному інтервалі температур, оскільки значне підвищення температури спричиняє руйнування порядку в орієнтації молекул, і рідкий кристал перетворюється на звичайну рідину.

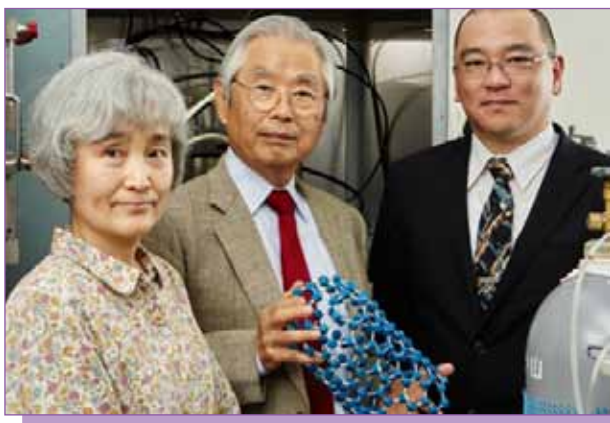
Використання рідких кристалів. Унаслідок поєднання властивостей твердих кристалів і рідин рідкокристалічним тілам властива висока чутливість до зовнішніх впливів (температури, тиску, електричного й магнітного полів). Тому їх використовують у різних електронних приладах і датчиках. Окрім того, оскільки під впливом електричного поля деякі рідкі кристали змінюють колір, їх широко застосовують у виготовленні дисплеїв електронних годинників, комп'ютерів, термометрів, плоских екранів телевізорів і багатьох інших сучасних електронних технічних та побутових приладів і пристроїв (мал. 4.35). Одним з напрямів, над якими працюють фахівці з рідких кристалів, є розроблення гнучких дисплеїв та електронних книжок, газет і журналів. У найближчому майбутньому товщина дисплея комп'ютера буде меншою від міліметра, і вони будуть абсолютно гнучкими, як папір! Тож нині науковці в усьому світі інтенсивно досліджують рідкі кристали як унікальні матеріали для сучасних електричних пристроїв.

Наразі відомо понад десять тисяч органічних сполук, які є рідкими кристалами, і вивчено понад 3 000 речовин, що утворюють рідкі кристали. До них належать речовини біологічного походження, наприклад, дезоксирибонуклеїнова кислота, що несе код спадкової інформації, речовина мозку тощо. Подальші дослідження цих речовин не тільки розширюють їхнє застосування, а й допомагають проникнути в таємниці біологічних процесів. Отже, фізика рідких кристалів є перспективною наукою, що динамічно розвивається, і в якій багато хто, зокрема й ви, зможе зробити нові відкриття. Тож навчайтеся наполегливо!



Мал. 4.35. Рідкі кристали та їхнє використання

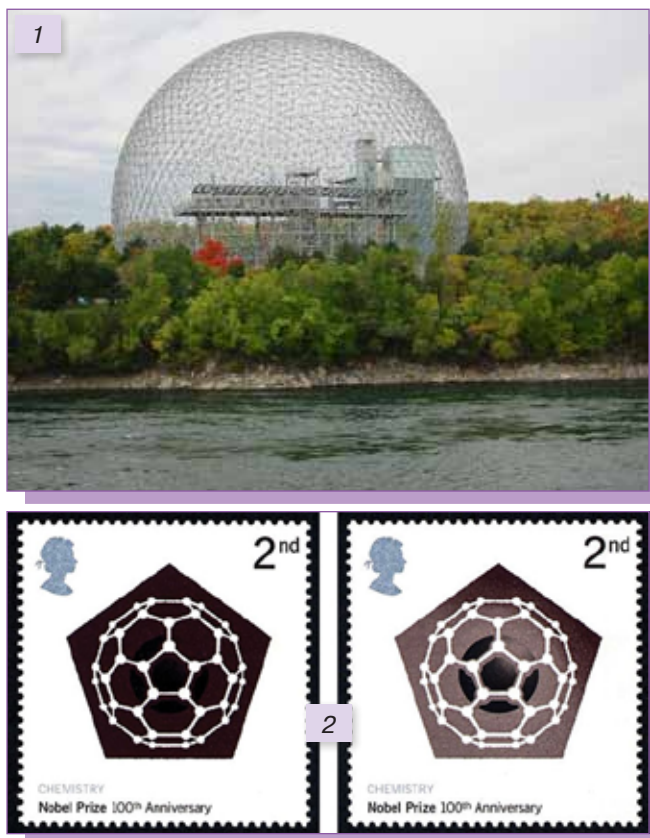
Наноматеріали. Основи нанотехнологій, як вважає значне число експертів, заклав лауреат Нобелівської премії Річард Філіпс Фейнман (1918–1988, США) у 1959 році. Відлік почався із засідання Американського фізичного товариства, де він прочитав лекцію «Там, унизу, є багато вільного місця». Про що йдеться? Про проблему контролю й керування будовою речовини в інтервалі дуже малих розмірів. Нанотехнології — міждисциплінарні технології, розроблені для об'єктів з розмірами, меншими за мікрон. Вони дають змогу проводити дослідження, маніпуляції та обробку речовин у діапазоні розмірів від 0,1 до 100 нанометрів. Основою наноматеріалів є наночастинки, розміри яких у мільярд разів менші від метра, або в мільйон разів — від міліметра. Наночастинка в стільки само разів менша від лінійки завдовжки метр, у скільки разів товщина пальця — від діаметра Землі. Діаметр більшості атомів становить від 0,1 нм до 0,2 нм. Розмір найменших молекул — близько нанометра. Наноматеріал — це не один «універсальний» матеріал, чи просто дуже дрібні («нано») частинки, а великий клас різних матеріалів. Сучасна наука виокремлює такі види наноматеріалів: наночастинки; фулерени; нанотрубки та нановолокна; нанопористі структури (речовини); нанодисперсії; наноплівки; нанокристалічні матеріали. Прикладом наноматеріалів є вуглецеві нанотрубки (мал. 4.36).



Мал. 4.36. Масакі Юдасака, Суміо Іїджіма з моделлю нанотрубки в руках, Акіра Косіо

У 1991 році Суміо Іїджіма (нар. 1939, Японія) виявив довгі карбонові структури, які названо нанотрубками. Їхні унікальні властивості зумовили провідну роль цих утворень у нанотехнологіях. З них виготовляють молекулярні електронні пристрої, нанотранзистори й елементи пам'яті обчислювальних пристроїв. Карбонові нанотрубки набагато міцніші за графіт, хоча складаються з таких самих атомів. Ви вже знаєте, що в графіті атоми Карбону розташовані пошарово. Вам також відомо, що згорнутий у трубочку аркуш паперу набагато складніше зігнути й розірвати, ніж такий самий плоский. Ось чому нанотрубки такі міцні. З них можна виготовляти карбонові матеріали надзвичайної міцності для автомобільної й аерокосмічної промисловості.

Ще однією формою з'єднання атомів Карбону є фулери — опуклі замкнуті багатогранники, складені з парного числа атомів (мал. 4.37). Своєю назвою ці сполуки зобов'язані інженеру й дизайнеру Річарду Бакмінстеру Фулеру (1895–1983, США), чиї геодезичні конструкції побудовано за цим принципом.



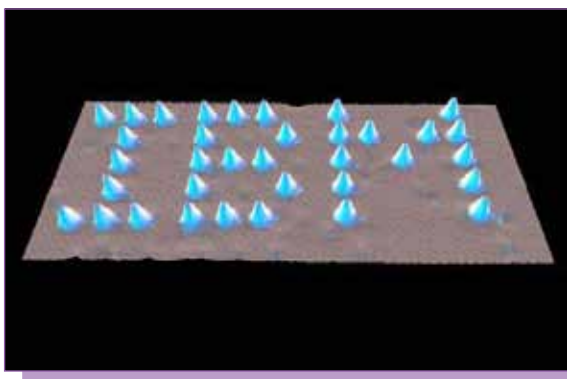
Мал. 4.37. 1. Американський павільйон на Експо 67, спроектований Б. Фулером. Тепер — музей «Біосфера» (Монреаль, Канада). 2. Молекулу C_{60} з атомом інертного елемента всередині зображено на термохромній поштовій марці Великобританії

1. Визначте, якого року випущено поштову марку, зображену на малюнку 4.37. 2. Висловте припущення щодо походження назви речовини (buckyball), молекулу якої на ній зображено.

Є багато теоретичних праць, у яких спрогнозовано існування нанотрубок і фулеренів. У 1986 році Михайло Юрійович Корнілов, професор кафедри органічної хімії Київського національного університету (1937–2019, Україна) не тільки передбачив існування одношарових карбонових нанотрубок, а й висловив припущення щодо їхньої великої пружності; хімік Девід Едвард Х'ю Джонс (1938–2017, Велика Британія, псевдонім — Дедал) розмірковував про згорнуті трубки графіту. У праці Леоніда Олександровича Чернозатонського (нар. 1943, Росія) описано добування та властивості нанотрубок.

Фулерен — винятково стійка сполука. У кристалічному вигляді він не реагує з киснем повітря, стійкий до дії кислот і лугів. Проте має змогу утворювати сполуки з використанням внутрішньої порожнини карбонової кулі, діаметр якої достатній, щоб у ній міг розміститися атом металічного елемента чи невелика молекула. Це відкриває шлях до одержання хімічних сполук зовсім нового типу.

Одним з методів, що використовують для вивчення нанооб'єктів, є сканувально-зондна мікроскопія. За допомогою сканувально-зондного мікроскопа можна не лише побачити окремі атоми, а й вибірково впливати на них, зокрема, переміщувати по поверхні. Ученим уже вдалося в такий спосіб створити двовимірні наноструктури на поверхні (мал. 4.38).



Мал. 4.38. Логотип IBM зроблено за допомогою сканувального тунельного мікроскопа з 35 атомів Ксенону на поверхні монокристала нікелю (1990)

У найближчі роки прогнозують пришвидшений розвиток нанотехнологій та виготовлення й використання нових наноматеріалів, що забезпечить істотні зміни в таких галузях промисловості, як машинобудування, оптоелектроніка, мікроелектроніка, автомобільна промисловість, сільське господарство, медицина, екологія тощо. Завдяки специфічним властивостям наночастинок наноматеріали перевищують «звичайні» за багатьма параметрами. Наприклад, міцність металу, одержаного за допомогою нанотехнологій, перевищує міцність добутого звичайним способом у 1,5–3 рази, стійкість до корозії більша в 10–12 разів, крім того, такий метал у 50–70 разів твердіший за звичайний. Створення нанопорошків дає змогу добувати керамічні матеріали, надпровідники з новими фізичними та хімічними властивостями. Зокрема, створювати матеріали із самоочисними, водовідштовхувальними та іншими корисними властивостями.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України — провідний центр науково-технічних розробок у галузі теоретичних основ створення нових матеріалів, технології одержання їх та виготовлення виробів з них зі спеціальними властивостями для задоволення потреб ядерної енергетики, електроніки, авіабудування, загального хімічного, транспортного і сільськогосподарського машинобудування, прямого перетворення енергії в електричну, квантової електроніки, приладобудування, автоматики та інших галузей техніки.

Композиційні матеріали. Композиційні матеріали (композити) — багатокомпонентні матеріали, які складаються зазвичай із пластичної основи, армованої наповнювачами, що мають високу міцність, жорсткість тощо (мал. 4.39). Поеднання різнорідних речовин веде до створення нового матеріалу, властивості якого кількісно і якісно відрізняються від властивостей кожного з його складників. Багато в чому композити перевершують традиційні матеріали та сплави за своїми механічними властивостями. Використання композитів зазвичай дає змогу зменшити масу конструкції.



Мал. 4.39. Композиційні матеріали мають давню історію.

Традиційні українські хати-мазанки будували із саману — невипаленої цегли, виготовленої із суміші глини, соломи та піску¹ (1). З використанням цієї технології зведено й сучасні еко-будинки, наприклад, еко-готель «Friend House» на Дніпропетровщині (2)

Прикладом сучасного композиційного матеріалу є Braeбл — чи не найміцніший з легких або чи не найлегший з міцних матеріалів на землі. Його виготовлено з надміцного термопластичного волокна з термопластичною

¹ Тетяна Яблонська, «Життя триває», 1970.

основою. Стрічка з Braeön, складена вдвоє, витримує максимальний натяг у 900 кг, при цьому маса стрічки 30 м завдовжки становить лише 500 г. Щоб з'єднати розірвані ланки ланцюга, потрібно зробити петлю з Braeön, але не зав'язувати вузол, а нагріти, наприклад, запальничкою, місце з'єднання до 60 °С. Кінці стрічки сплавляться, і, після того як кільце охолоне, його буде практично неможливо розірвати (мал. 4.40). Якщо нагріти матеріал, він розм'якшиться, і сполучну ланку легко буде розімкнути. Пластини з Braeön, нагріті теплим повітрям або водою, набувають будь-якої форми, що дає змогу застосовувати їх у різних ситуаціях.



Мал. 4.40. Braeön: не слабка ланка!

«Розумні»¹ матеріали, що з них виготовляють конструкції з адаптивно змінюваними властивостями, є одним з напрямів, яким у всіх промислово розвинених країнах приділяють особливу увагу. Розроблено, зокрема, «розумні» обшивки корпусів морських суден, літаків, самозміцнювальні лопаті гвинтокрилів, звукопоглинальні промислові конструкції.

Спільний проект компанії «Прогрес», Київського національного університету імені Тараса Шевченка та навчально-наукового центру «Фізико-хімічне матеріалознавство» НАН України передбачає розроблення навісної керамополімерної панцерної панелі для додаткового захисту бойових панцерних машин від ураження великокаліберними панцеробійними патронами.

¹ Інтелектуальні матеріали, смарт-матеріали (англ. smart material).

Створення теоретичних основ процесу каталізованої спрямованої кристалізації дало змогу синтезувати багато нових *склокристалічних матеріалів*. Висока хімічна стійкість, високий опір дії тертя, декоративні, оптичні та низка інших фізико-хімічних властивостей роблять їхнє використання досить перспективним у будівельній, гірничодобувній, коксохімічній, хімічній та оптоелектронній промисловості, у побуті тощо. Новим напрямом є розроблення біологічно активних матеріалів, які здатні зрощуватися з живою кістковою тканиною, *біоситалів* зокрема.

Найважливіша соціально значуща галузь застосування нових матеріалів, потрібних для виготовлення спеціальних інструментів, обладнання, протезів тощо — медицина. Матеріали для ендопротезування мають бути біосумісними (біоінертними, біоактивними) з відмінними фізико-механічними характеристиками, стабільними властивостями, довговічними. Застосування імплантатів з біоінертних *вуглецевих матеріалів* скорочує терміни післяопераційної реабілітації та виключає повторні операції (мал. 4.41). Розвиток досліджень у галузі синтезу й вивчення будови *біокерамічних матеріалів на основі гідроксилатиту* зумовив створення нових біологічно активних матеріалів. Вони абсолютно сумісні з тканинами організму людини, стимулюють ріст кісткової тканини. У всьому світі ведуть роботи з використання капсул з гідроксилатиту для цільового доправління лікарських засобів у потрібний орган.



Мал. 4.41. Американка Енджел Джіуффріа (Angel Giuffria) називає себе єдиною у світі актрисою з біонічним протезом. Дівчина народилася з патологією лівої руки, у неї не було кисті й більшої частини передпліччя, а перший протез їй зробили вже в чотири місяці. Завдяки досягненням хімії в створенні новітніх матеріалів Енджел веде активне життя

Пластик, здатний розм'якшуватися у воді та тверднути внаслідок висихання, створено в Університеті штату Пенсильванія (США). За прототип було взято особливості будови зубів у кальмарів різних видів. У цих головоногих молюсків розташовані по колу зуби можуть ставати як твердими, так і пластичними залежно від наявності води. Добутий біосинтезом штучний білок, подібний до природного, перетворили на пластик, змішавши його з розчинником. Розрізаний навпіл експериментальний зразок з'єднали до купи за допомогою краплі води. Характеристики зразка не змінилися, найоптимальнішою для самовідновлення пластика виявилася температура води близько 45 °С.

Тканини та інші матеріали, пофарбовані *функціональними барвниками*, можуть змінювати колір унаслідок деформування, під дією світла, тепла й води подібно до хамелеонів (поміркуйте, для чого можуть бути використані такі матеріали). Наприклад, Британською компанією The Unseen створено фарбу для волосся, здатну змінювати колір залежно від температури навколишнього середовища. У її основі лежать термохромні пігменти.



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Наведіть приклади природних, штучних та синтетичних матеріалів, *поясніть*, якими їхніми властивостями зумовлене застосування їх у різних галузях.
2. *Поміркуйте*, чи може бути матеріалом натрій хлорид (кухонна сіль), цукор, *обґрунтуйте* свою думку.
3. Силікатні цементи залежно від їхнього складу можуть бути кислото- або лугостійкими. У цементі 1 — підвищений уміст кремнезему, у цементі 2 — кальцій оксиду та магній оксиду. *Поясніть*, який із цих цементів кислото-, а який — лугостійкий? Чому?
4. *Схарактеризуйте* переваги й недоліки: а) скла як конструкційного матеріалу; б) піно- та газобетону порівняно зі звичайним бетоном; в) бавовняних, вовняних, шовкових, капронових та інших волокон.
5. В одній з українських майстерень виготовляють не просто скляний посуд, а посуд з винних пляшок. В асортименті є тарілки, склянки та набори посуду. *Оцініть* переваги такого підходу до ведення бізнесу.
6. *Поясніть*: а) чи підписали би ви петицію про заборону використання старих автомобільних покришок для виготовлення елементів декору прибудинкових територій, дитячих майданчиків, скверів і вулиць; б) чому не можна викидати в смітник зіпсовані електричні прилади.
7. **Проаналізуйте* стан виробництва скла, кераміки, цементу, бетону та ринку будівельних матеріалів в Україні, використавши додаткові джерела інформації.
8. *З'ясуйте*, які композитні матеріали є у вашій оселі, *обґрунтуйте* їхнє використання властивостями.
9. *Підготуйте* презентацію «Силікатні матеріали в моєму житті».
10. *Розробіть*: а) один з бізнес-проектів: «Гончарна майстерня», «Фьюзинг»; б) конструкцію домашнього побутового компостера для відходів.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

1. Дослідження корозійної стійкості металів і їхніх сплавів у різних середовищах.

Завдання. Порівняйте стійкість зразків металів і сплавів до дії: а) кислот, лугів, солей у водних розчинах; б) кисню повітря за нагрівання.

2. Порівняння властивостей різних типів волокон.

Завдання. Порівняйте стійкість зразків волокон різних типів до розтягування, дії розчинів кислот і лугів, нагрівання.

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Матеріали з префіксом «най».
- Матеріали, що змінили наше життя.
- 3D-друк.
- Штучні волокна: їхнє застосування в побуті та промисловості.
- Порівняння властивостей термопластичних і термореактивних полімерів.
- Дослідження якості антикорозійних покриттів.

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 5. ПОБУТОВІ ТОВАРИ

«Споживач має право на те, щоби продукція за звичайних умов її використання, зберігання й транспортування була безпечною для його життя, здоров'я, навколишнього природного середовища, а також не завдавала шкоди його майну», — стверджує стаття 14. «Право споживача на безпеку продукції (товарів, наслідки робіт)» закону України «Про захист прав споживачів». Що потрібно знати й уміти, щоб ефективно використовувати це право? Обговорімо?

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Наводити приклади мийних, косметичних засобів, характеризувати з погляду науки їхню дію.

Описувати способи безпечного використання основних матеріалів і приладів.

Аналізувати маркування побутових товарів.

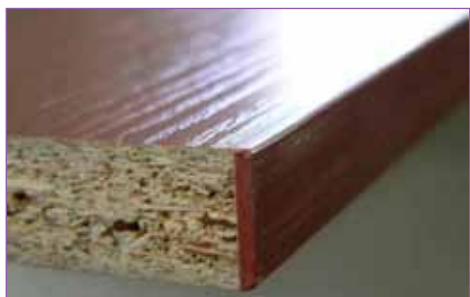
Обґрунтовувати вибір тих або інших побутових товарів.

Прогнозувати основні напрями розвитку технологій виробництва побутових товарів

ІЗ ЧИМ МАЄМО СПРАВУ ВДОМА?

Побутові товари призначено для облаштування побуту, тобто їхнє використання пов'язане із задоволенням людиною своїх матеріальних і культурних потреб у житлі, одязі, їжі, відпочинку тощо. Важливими побутовими товарами є засоби для миття, прання та чищення, косметичні засоби, різноманітні побутові хімікати (лаки, фарби, розчинники, засоби догляду за рослинами, меблями, автомобілями). Посуд, побутова техніка, меблі тощо також є побутовими товарами. Цей перелік можна продовжити (*зробіть це*). Чи безпечні побутові товари для здоров'я та довкілля? Як правильно використовувати їх? Спробуймо відповісти на ці запитання.

Як шкідливі речовини, що є в складі побутових товарів, потрапляють в організм людини? Через органи дихання (площа близько 140 м^2), крізь шкіру (площа близько $1,5\text{--}2 \text{ м}^2$), через органи травлення, ушкоджену шкіру — ранки, садна. Розгляньмо приклад. Фенол $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ і метаналь НСНО (формальдегід) — отруйні речовини. Чи трапляються вони в повсякденному житті? Тирсоплити, з яких виготовляють меблі, просочені фенол-формальдегідними смолами. Унаслідок поступового розкладання цих смол, особливо якщо меблеві кромки не герметизовано, випари цих шкідливих речовин потрапляють у помешкання й зумовлюють хронічне отруєння людей (мал. 5.1).



Мал. 5.1. Тирсоплита — потенційне джерело надходження випарів фенолу й формальдегіду в повітря

Проте, як слушно зауважував Парацельс¹, усе є отрутою й усе є ліками. Лише доза робить ліки отрутою й отруту ліками. Адже важко, якщо взагалі можливо, знайти речовину, яка не була б отрутою або ліками. І дуже мало речовин, які були б тільки цілющими або тільки згубними. Наприклад, отруйний фенол, про який ішлося вище, є складником дьогтю (мал. 5.2) — продукту сухої перегонки деревини, торфу, бурого та кам'яного вугілля, сланців тощо. Саме фенол значною мірою зумовлює сильні антисептичні, місцево подразнювальні, протизапальні, інсектицидні, протипаразитарні й дезинфікувальні властивості цього засобу. Дьоготь ефективний проти туберкульозної палички й спор сибірки. Його лужні розчини використовують для дезинфікування приміщень, скотних дворів, вигрібних ям, предметів догляду за тваринами та стійл.

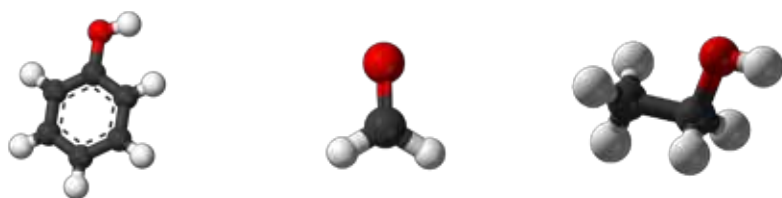
¹ Філіп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгайм (1493–1541, Швейцарія).



Мал. 5.2. Фенол — активна речовина дьогтю та лікарських засобів на його основі

У сучасній косметології глибокий пілінг — відлущування верхнього шару шкірного покриву фенолом — реклама позиціонує як альтернативу пластичній хірургії. Засіб для зовнішнього застосування «Фукорцин» також містить фенол. Цей препарат використовують для лікування гнійничкових і грибкових захворювань шкіри, поверхневих ран, ерозій, тріщин, саден. Фенол — активна речовина спрею «Орасепт», який застосовують для лікування запальних процесів у горлі й ротовій порожнині. *Пригадайте*, сильним антисептиком також є етанол C_2H_5OH . Він, так само, як і метаналь, є складником зовнішнього антисептичного засобу для лікування підвищеної пітливості — гіпергідрозу.

Чому фенол, метаналь та етанол (мал. 5.3) виявляють дезінфікувальні властивості? З'ясуємо це, виконавши дослід. У три пробірки наллємо порції водного розчину білка об'ємом 1–2 мл кожна. У першу пробірку добавимо стільки само насиченого водного розчину фенолу, у другу — формаліну (40 % -го водного розчину метаналю), у третю — дрібку кристалічного натрій хлориду й етанол об'ємом 2 мл. У всіх пробірках унаслідок зсідання білка випаде осад. На цьому ґрунтується застосування фенолу, метаналю й етанолу для дезінфікування: вони згубно впливають на білки клітин мікроорганізмів.



Мал. 5.3. Дезінфікувальні засоби, що містять фенол (1, 2), метаналь (3) та етанол (2, 3, 4, 5)

ЩО ПРИДБАТИ В МАГАЗИНІ ПОБУТОВОЇ ХІМІЇ?

Побутові хімікати широко використовують у домашньому господарстві. Асортимент товарів побутової хімії вражає розмаїттям (мал. 5.4). Яскрава вигадлива упаковка привертає увагу. Найрізноманітніші форми (розчини, гелі, порошки, пасти, креми, піни, суспензії, емульсії, гранули, таблетки, олівці, стікери, аерозолі тощо), склад і призначення є наочним свідченням того, наскільки «широко простягає хімія руки свої в справи людські» і як непросто пересічному споживачеві вибрати якісний і безпечний продукт.



Мал. 5.4. Засоби побутової хімії, потрапивши до торговельної мережі, набувають статусу товарів

Щоби спростити орієнтування в безмежному океані товарів побутової хімії, потрібно *класифікувати* їх, зазвичай класифікаційною ознакою є *призначення* цих споживчих продуктів (*поміркуйте, за якими ще критеріями можна класифікувати їх*). Засоби для прання, підсинювання, вибілювання, вибавлення плям, миття, чищення, дезинфікування, склеювання, догляду за поверхнями з натуральних, штучних, синтетичних матеріалів, рослинами, боротьби з побутовими комахами, гризунами та іншими шкідниками... Цей перелік надзвичайно широкий (*доповніть його з огляду на свій повсякденний досвід*).

Складниками побутових хімікатів можуть бути як неорганічні, так і органічні речовини: природні, штучні, синтетичні... Це — неспростовне свідчення того, що хімія, хімічна технологія та її продукти є життєво важливими, необхідними сьогодні кожному. Продукти хімічного, передусім органічного, синтезу стали невідокремною частиною життя сучасної людини.

Звісно, можна до нескінченності називати галузі застосування в повсякденному житті різноманітних сполук. Про деякі з них уже йшлося в попередніх модулях (*пригадайте, яких саме*). На прикладі пластмас, волокон, каучуків, інших матеріалів ви неодноразово пересвідчилися в існуванні зв'язку між хімічним складом, будовою, властивостями й застосуванням речовин. Споживчі властивості засобів побутової хімії зумовлені властивостями речовин у їхньому складі. Поміж них трапляються ток-

сичні, їдкі, шкідливі для здоров'я сполуки. Тому безпечне й ефективне використання побутових хімікатів можливе лише за дотримання певних норм, нехтування якими неприпустиме (*поясніть це з огляду на свій повсякденний досвід*). Розгляньмо деякі із широко вживаних засобів побутової хімії докладніше.

Мийний засіб — будь-яка речовина або препарат, що містять *мило* та / або інші *поверхнево-активні речовини*, призначені для прання або очищення та використання в побуті й промисловості, у формі рідини, порошку, пасти, бруски, плитки, таблетки тощо (мал. 5.5).



Мал. 5.5. Розмаїті мийні засоби на сторожі чистоти

Мило — чи не найдавніший засіб побутової хімії та особистої гігієни, його використання є одним із критеріїв цивілізованості (мал. 5.6).

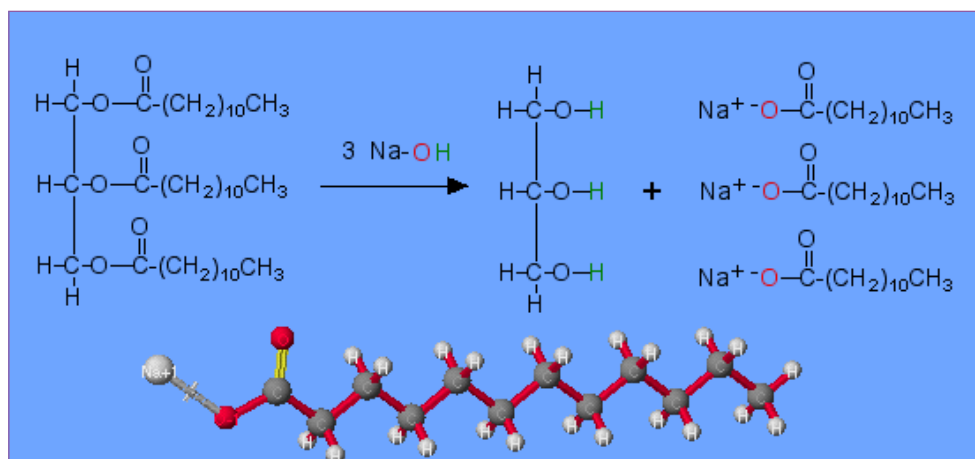


Мал. 5.6. Мило — засіб особистої гігієни

Археологи поблизу річок Тигр і Єфрат знайшли один з перших рецептів мила, датований 2500 роком до н. е. Він був записаний клинописом на глиняних табличках. Шумери використовували мило як засіб для укладки волосся, як антисептик для лікування ран і для очищення шкір перед їх фарбуванням.

Що таке мило погляду хімії? Мила — солі, утворені аніонами залишків вищих карбонових кислот і катіонами лужних елементів — Натрію, Калію¹. Один з найдавніших способів добування мила — лужний гідроліз жирів (мал. 5.7):

¹ Натрієве мило тверде, калієве — рідке.



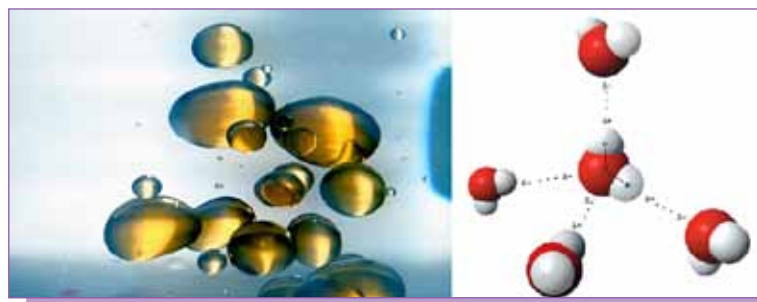
Мал. 5.7. Натрій лаурилат $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COONa}$ добувають лужним гідролізом пальмової або кокосової олії

Склад мила зумовлює його властивості як поверхнево-активної речовини (ПАР, детергент). Аби зрозуміти суть цього поняття, пригадаймо: поверхневий натяг визначає силу зчеплення між молекулами води й геометричну форму поверхні — краплю, наприклад (мал. 5.8).



Мал. 5.8. 1. Клоп-водомірка: по воді як по суші завдяки силі поверхневого натягу води. 2. Рідина в стані спокою набуває форми з мінімальною площею поверхні — сферичної

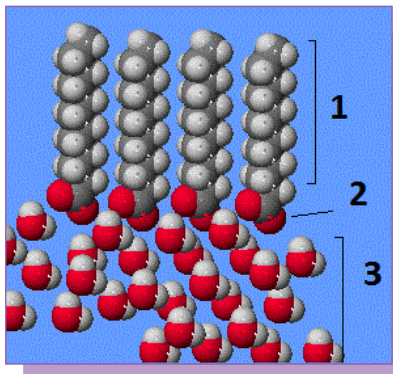
Як вам уже відомо з курсу хімії основної школи, вода — полярний розчинник, тому неполярні речовини, наприклад жири, у ній не розчиняються (мал. 5.9).



Мал. 5.9. Олія не розчиняється у воді — полярному розчиннику

ПАР знижують поверхневий натяг на межі поділу, наприклад, вода (рідина) — олія (рідина), вони відіграють роль своєрідного «містка» між взаємонерозчинними полярними й неполярними речовинами. Чим це зумовлено? Поверхнево-активні речовини місять у своєму складі як *гідрофільні*, так і *гідрофобні* групи (*розтлумачте ці терміни*).

Молекули ПАР на межі поверхонь вода — повітря вишиковуються так, що гідрофільні групи спрямовані у воду, а гідрофобні виштовхуються з неї. У результаті поверхню води вкриває частоколом з молекул детергенту (мал. 5.10). Така поверхня має менший натяг, і, як наслідок, вищу змочувальну здатність.

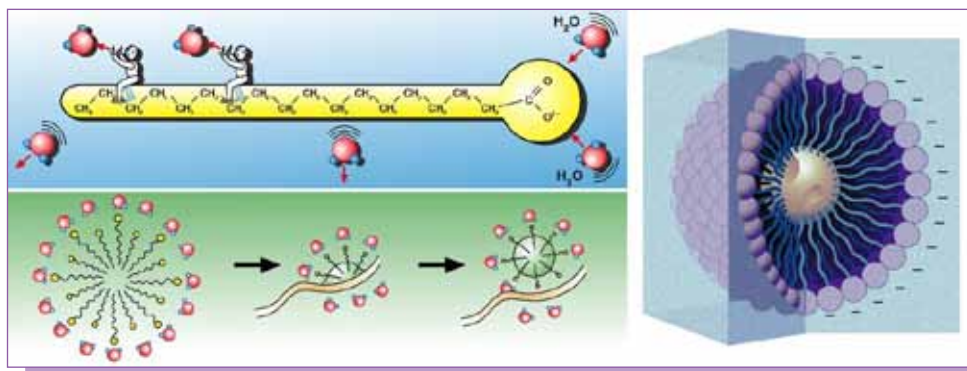


Мал. 5.11. Мономолекулярний шар ПАР на поверхні води:
1 — неполярний кислотний залишок; 2 — полярна карбоксильна група;
3 — полярні молекули води

Аби пересвідчитися в цьому, виконаймо простий дослід. З тонкого мідного дроту зробимо плоску спіраль у кілька витків. Злегка змастимо її олією й дуже обережно помістимо на поверхню води. Завдяки поверхневому натягу води й незмочування нею жирної поверхні спіраль не потоне. Тепер піпеткою помістимо в середину витка спіралі краплю мильного розчину. Спіраль негайно почне обертатися: мильний розчин, який розтікатиметься по поверхні, дійшовши до кінця спіралі, виходитиме, що зумовить виникнення невеликої реактивної тяги. Коли спіраль зупиниться, крапнімо мильний розчин ще раз — обертальний рух відновиться. Якщо замінити мильний розчин іншою поверхнево-активною речовиною, спіраль рухатиметься з іншою швидкістю. Якщо помістити в центр спіралі краплю розчину кухонної солі, кругового руху не буде зовсім. Натомість внаслідок добавляння розчину прального порошку спіраль швидко потоне, бо синтетичний мийний засіб змие шар олії.

Мийна дія мила — здатність очищати поверхні твердих тіл від забруднень. Процеси миття та прання (мал. 5.12) ґрунтуються на видаленні неполярних речовин-забруднювачів із твердої поверхні та переміщенні їх у полярну водну фазу.

Найпоширеніші забруднення — жирові плівки, що містять частинки пилу, сажі тощо (*пригадайте, чи вдалими були ваші спроби відмити жирний посуд без застосування мийних засобів*). Як мило мие, легко зрозуміти з малюнка 5.13.



Мал. 5.13. Мийна дія мила. 1. Гідрофобна вуглеводнева група в складі молекули мила неполярна, гідрофільна карбоксильна — полярна. 2. Міцела — частинка бруду, оточена молекулами ПАР, що зорієнтовані до неї гідрофобними групами. 3. Унаслідок взаємодії з молекулами детергенту частинка бруду відокремлюється від поверхні тканини й у вигляді емульсії або суспензії потрапляє в розчин

Синтетичні мийні засоби, як ви багаторазово пересвідчувалися на власному повсякденному досвіді, значно ефективніші за мило. Зокрема й тому, що не втрачають мийної дії у твердій воді.

Це не єдина перевага СМЗ порівняно з милом. *Особливості сучасних СМЗ* — передусім, їхня багатофункціональність. Наприклад, поміж засобів для прання є універсальні, для машинного прання, для прання дуже забрудненої білизни, тонких і легкоушкоджуваних тканин, прання й вибілювання з кип'ятінням і без нього, засоби для низькотемпературного прання тощо.

Розвиток біотехнології зумовив використання в мийних засобах білків і ферментів, що сприяють гідролізу жирів і ліпідів, і, як наслідок, ефективному видаленню їх з поверхні. Такі ПАР мають спрямовану дію й не шкодять шкірі.

Синтетичні мийні засоби можуть містити небезпечні хімічні речовини, зокрема канцерогени, токсини, алергени, руйнівники ендокринної системи тощо. Також вони здатні забруднювати повітря в приміщенні, подразнюючи очі, ніс і горло, спричиняти головний біль і запаморочення. Незалежні дослідження доводять, що складниками багатьох засобів для прання та чищення є небезпечні речовини, що можуть залишатися на тканині навіть після 10-кратного полоскання.

Зокрема, хлорорганічні сполуки здатні призводити до порушень гормонального фону, інтоксикації, ушкоджувати легені, серце, слизові оболонки та подразнювати дихальні шляхи. Етилендіамінтетраетанова кислота (EDTA), яку застосовують для пом'якшення води замість фосфатів, може подразнювати шкіру, слизові оболонки очей, дихальних шляхів і викликати симптоми бронхіту або астми. Нафтові дистилати в складі засобів для полірування меблів негативно впливають на зір і нервову систему людини. Цей список можна продовжити (зробіть це, скориставшись додатковими джерелами інформації).

Як убезпечити себе під час використання синтетичних мийних засо-

бів? Передусім, уважно вивчайте склад СМЗ й уникайте застосування засобів із вмістом небезпечних речовин. Використовуйте засоби з екологічним (для порівняно безпечних) та попереджувальним маркуванням (для небезпечних). Зокрема, попереджувальне маркування¹ для небезпечної продукції передбачає:

- відповідну піктограму та сигнальне слово;
- певні коди та вислови щодо виду небезпечного впливу та його попередження;
- перелік усіх складників.

Наприклад, на етикетці блока для очищення унітаза (мал. 5.14) є піктограма та сигнальне слово «Небезпечно» (1), ліворуч зазначено можливі небезпеки й заходи безпеки під час використання (2, 3), у правому верхньому куті — складники продукту (4).



Мал. 5.14. Безпека — понад усе!

¹ Globally Harmonized System, GHS, Узгоджена Глобальна Система, УГС.

Мийну ефективність більшості ПАР посилюють лужне середовище та різні електроліти. Тому майже в усі СМЗ добавляють неорганічні солі: сульфати, карбонати, поліфосфати тощо. Саме поліфосфати в синтетичних мийних засобах стають причиною евтрофікації водойм (мал. 5.15), до яких потрапляють стічні води.



Мал. 5.15. «Цвіте й пахне» та не радує...

Адже надлишок цих сполук Фосфору призводить до масового розвитку мікроскопічних водоростей та інших мікроорганізмів, бактерій, що розкладають відмерлі органічні рештки. Унаслідок цього витрачається значна кількість кисню, а до води потрапляють токсичні продукти розпаду, що призводить до погіршення умов існування гідробіонтів.

Захист довкілля від забруднення синтетичними мийними засобами — нагальна і складна проблема. Один зі шляхів її розв'язання — використання пральних порошків, що не містять поліфосфатів (мал. 5.16). Важливо ретельно очищувати комунальні стічні води, адже саме вони — головні джерела надходження сполук Фосфору до природних водойм. У побуті й на виробництві потрібно ощадно використовувати мийні засоби, дотримуватися рекомендацій, наведених в інструкції.



Мал. 5.16. Вибери безфосфатні мийні засоби!

Перевірені часом екологічно безпечні засоби для миття посуду — питна сода, гірчичний порошок, кавова гуща. Для прання здавна використовують рослини, що містять сапоніни — мильний корінь, індійські мильні горіхи. Наші пращури білизну повсюдно прали (сукали, жмикали) вручну, проте на заході траплялися широкі дерев'яні пральні дошки з ребристою поверхнею — райбачки, шустярки, магівниці. Після прання просте грубе полотно злили. Після зоління білизну несли на річку й там полоскали й били праником (прачем) — дерев'яною короткою прямокутною чи заокругленою, рідше лопатоподібною дощечкою з держачком.

Косметичний засіб — засіб, призначений для нанесення *безпосередньо на різні частини тіла людини* (епідерміс, волосся, нігті, губи та зовнішні статеві органи) або на зуби й слизову оболонку ротової порожнини з єдиною або головною метою їхнього очищення, надавання приємного запаху, змінювання зовнішнього вигляду та/або корекції запаху тіла, та/або їхнього захисту чи збереження в доброму стані (мал. 5.17).



Мал. 5.17. Розмай косметичних засобів

Для виготовлення косметики використовують дуже багато різноманітних складників. *Активні інгредієнти* косметики визначають ключові властивості продукту, заявлені на упаковці. Наприклад, засоби догляду за шкірою зазвичай містять зм'якшувальні речовини, які роблять шкіру гладкішою й м'якшою; зволожувальні, що «проводять» вологу всередину епідермісу й утримують її там; лікувальні, які усувають запалення тощо.

Окрім активних компонентів у косметичних засобах багато допоміжних речовин. Ідеться про:

- розчинники (вода, етанол тощо);
- сполучні агенти (смоли, жири, воски), які утримують продукт у вигляді єдиної однорідної субстанції;
- піноутворювачі, наприклад ПАР, що сприяють очищенню;
- стабілізатори емульсії, які запобігають розшаруванню;
- текстурувальні агенти;
- загусники;
- пластифікатори;
- плівкоутворювачі;
- пігменти;
- ароматизатори;
- антиоксиданти;
- консерванти.

Варто пам'ятати й про те, що складники, зазначені на етикетці (мал. 5.10) косметичного засобу у верхній частині списку, становлять більшу частку продукту, ніж компоненти в кінці переліку, однак не всі вони є активними речовинами. Косметика на основі синтетичних олив зазвичай менш алергеногенна. А косметичні засоби, які містять переважно «натуральні» інгредієнти, зазвичай, містять більше консервантів (*поясніть чому*).

А ви звертаєте увагу на склад використовуваних косметичних засобів? Чому? Обговоріть це з однокласниками й однокласницями. Чи змінив хтось із вас свою думку щодо необхідності вміння *інтерпретувати* інформацію, що є на етикетках косметичних засобів?



Мал. 5.18. Косметичний крем «Календула».

Склад. Вода, вазелінова олива, гліцерол, карбопол, триетаноламін, гідрогенізована рицинова олія (ПЕГ-40), екстракт календули, гермабен. *Інтерпретуйте!*

Проаналізуйте склад косметичний крему «Календула» (мал. 5.18). Визначте, уміст яких трьох складників у ньому найбільший, а якого — найменший. *Скориставшись* додатковими джерелами інформації, *з'ясуйте*, чи є в цьому продукті: а) загущувачі; б) консерванти; в) емульгатори.

БУДЬТЕ СВІДОМИМИ СПОЖИВАЧАМИ

Загальні правила поведінки з побутовими хімікатами потрібно знати й неухильно виконувати (*прокоментуйте наведені далі твердження, доповніть їх за потреби*).

- *Використовуйте* засоби побутової хімії строго за призначенням, згідно з інструкцією.
- *Пильнуйте*, щоб на кожному з побутових хімікатів була етикетка, не перекладайте їх з упаковок до інших місткостей.
- *Беріть* до уваги піктограми на етикетці.
- *Зберігайте* засоби побутової хімії в місцях, недоступних для дітей і хатніх тварин, подалі від харчових продуктів, місць приготування їжі, нагрівальних приладів.
- *Використовуйте* під час роботи з їдкими та отруйними побутовими хімікатами засоби індивідуального захисту (окуляри, рукавиці, респіратор тощо).
- Рештки побутових хімікатів й упаковку утилізуйте відповідно до рекомендацій виробника.
- Складіть список телефонів для екстреного звернення по допомогу в разі нещасного випадку.

Запобігання забрудненню довкілля під час використання побутових хімікатів — обов'язок кожного свідомого споживача. Деякі речовини у складі засобів побутової хімії, упаковки й продуктів їхньої переробки становлять неабияку небезпеку для людини та довкілля. Вони токсичні для організмів, спричиняють руйнування озонового шару, сприяють глобальним змінам клімату, порушують екосистеми у водоймах, ґрунтах.

За ступенем ризику для здоров'я людини найнебезпечнішими є такі речовини:

- *канцерогени*, що спричиняють ракові захворювання;
- *мутагени*, які зумовлюють зміни в генах, що призводить до різноманітних порушень функцій організму;
- *репротоксиканти* й *тератогени* порушують репродуктивні функції й внутрішньоутробний розвиток плода.

З огляду на різноманітність товарів побутової хімії, їхнє промислове утилізування — непросте завдання. На першому етапі вибирають способи утилізації. Продукти, що мають сильно лужну або сильно кислу реакцію (засоби для очищення труб, миття сантехніки тощо), попередньо нейтралізують. Рідини поглинають сорбентами (торф, глауконіт тощо) й у такому вигляді дозують у змішувачах для одержання добавок для виробництва цементу. Технологія є повністю безвідходною, а також передбачає використання матеріальної та енергетичної складової продукції, що утилізують.

Як мінімізувати ризики, пов'язані з використанням засобів побутової хімії?

Маркування товарів побутової хімії — перший і найважливіший крок до їхнього безпечного використання. Цей інструмент допомагає споживачам і споживачкам ідентифікувати побутові хімікати, оцінити їхню безпечність для здоров'я людини й довкілля. *Зрозумілі й чіткі маркування побутового хімікату, докладна й зрозуміла інструкція щодо його використання є важливим аспектом реалізації конституційного права громадян на інформацію.*

Розгляньмо докладніше, як маркують засоби побутової хімії й речовини в їхньому складі. Побутові хімікати класифікують відповідно до їхніх фізико-хімічних властивостей, токсичності та впливу на довкілля. Етикетка має містити назву товару, відомості про його склад, інструкцію щодо безпечного використання, застережний знак і його словесну інтерпретацію (*поміркуйте, чому на побутових засобах для миття посуду немає застережних знаків*), відомості про виробника (*поясніть для чого*). Свідомий споживач чи споживачка мають узяти до уваги інформацію на етикетці та неухильно виконувати інструкцію з безпечного використання товару, аби мінімізувати можливі ризики.

Наразі в країнах ЄС запроваджено «Глобально збалансовану систему класифікації та маркування хімікатів» («Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)» за типами небезпеки. Маркування GHS складається з піктограм, сигнальних слів, ідентифікаторів продукту й застережних вказівок. Аби пересвідчитися, що споживачі легко помітять на упаковках інформацію про небезпеку, встановлено загальні правила, що визначають кольори й розміри маркувань, формати, чіткість і розташування елементів маркування. Постачальник може вибрати порядок вказівок небезпеки та попереджувальних вказівок.

Свідома споживацька спільнота надає перевагу товарам, безпечним для здоров'я та довкілля. На упаковці таких товарів є *екомаркування*. Продукти з гідним довіри екомаркуванням мають відповідати критеріям, що стосуються всього життєвого циклу продукту. Ідеться про видобуток і підготовку сировини, вироблення, використання, утилізування, вивезення на звалище або перероблення — усі етапи мають бути безпечними для здоров'я людини та довкілля.

Екосимвол — це графічний символ, який зазвичай наносять на етикетку, рекламу або упаковку продукту як спеціальну інформацію для споживача. Екомаркування можуть використовувати як ефективний засіб конкурентної боротьби, тому що воно виокремлює продукт із низки йому подібних. Його здійснюють на добровільних засадах, коштом виробника продукції.

Від 2004 року знак «Екологічно чисто та безпечно» (мал. 5.19) репрезентує Україну в Глобальній Мережі Екологічного Маркування — Global Ecolabelling Network (GEN) — незалежній асоціації організацій (34 члени із 60 країн), що впроваджують системи екологічного маркування згідно із добровільним міжнародним стандартом ISO 14024.



Мал. 5.19. Український знак екологічного маркування
«Екологічно чисто та безпечно»

Що можете зробити ви особисто для зменшення ризиків від використання побутових хімікатів? *Використовуйте* свої можливості як споживача чи споживачки, надавайте перевагу товарам з екомаркуванням. Економно *застосовуйте* засоби для миття, чищення, прання тощо. Зменшуйте кількість пакувальних матеріалів. *Ходіть* за покупками з кошиком або полотняною торбинкою замість поліетиленових пакетів. *Сортуйте* сміття. *Використовуйте* гній і компост для підживлення рослин на прибудинковій території чи дачній ділянці, *мінімізуйте* використання хімічних засобів боротьби зі шкідниками. *Пояснюйте* людям навколо доцільність таких дій. Цей список можна продовжити (*зробіть це!*).

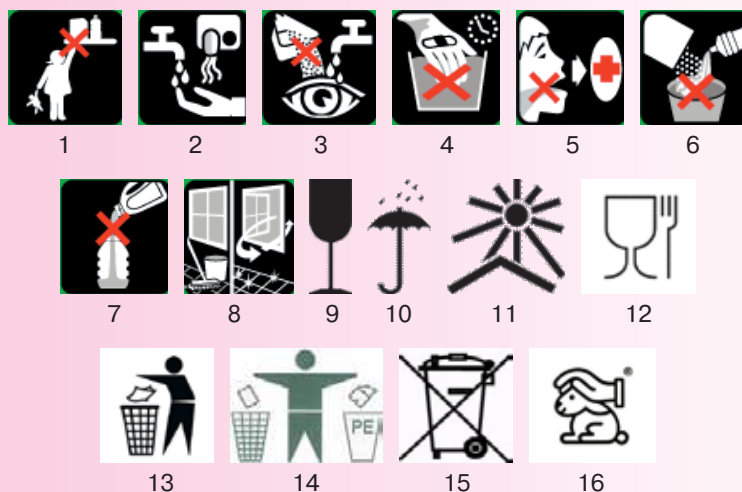
15 березня — Міжнародний День захисту прав споживачів. У цей день громадські організації нагадують, що товари мають не тільки споживчі якості, а й соціальну та екологічну ціну, яку довелося заплатити за їхнє виробництво.



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Наведіть приклади побутових хімікатів.
2. Поясніть, чому лікарський засіб «Фукорцин», про який ішлося в цьому модулі, не можна наносити на великі ділянки шкіри та використовувати вагітним жінкам і під час годування груддю, а також дітям віком до 12 років.
3. *Антисептичний препарат «Сановет-70» широко використовують у ветеринарії. Цей водний розчин з об'ємною часткою етанолу 67,5 % має сильну антимікробну дію, його ефективність не менша, ніж у 3 %-го розчину фенолу. Поясніть, чому зі збільшенням концентрації спирту дезінфікувальні властивості препарату зменшуються, антисептичний ефект стає поверхневим.
4. Поясніть, що таке екологічне маркування продукції. Назвіть причини, які спонукають вас вибирати продукцію з екологічним маркуванням.
5. Проаналізуйте зміст етикеток та інструкцій товарів побутової хімії, що є у вашій оселі. Які з них містять небезпечні речовини? Які мають екологічне маркування? Результати дослідження оформіть як таблицю.
6. Дізнайтеся, чи є у вашій місцевості підприємства, що виробляють побутові хімікати. Підготуйте стисле повідомлення про їхню продукцію.
7. Мило ручного виготовлення наразі набуло неабиякої популярності. Дізнайтеся з додаткових джерел інформації, як його безпечно зварити в домашніх умовах. Порадьтеся з учителем або вчителькою хімії, залучіть до співпраці однокласників й однокласниць, щоб виготовити власноруч: а) мило; б) мильні «бомбочки». Ваші вироби можуть стати сувенірами до свята.
8. Підготуйте презентацію «Як я та люди навколо мене використовують мило й синтетичні мийні засоби».

9. З огляду на вивчене *визначте*, чи правильно ви зберігаєте препарати побутової хімії, якщо *виявите* недоліки, *зафіксуйте* їх за допомоги фотокамери й негайно *усуньте*. *Зробіть* також світлини із зображенням правильного зберігання й використання побутових хімікатів. *Використайте* світлини для підготовки презентації «Як я та люди навколо мене використовують побутові хімікати» та складання екологічної абетки споживача товарів побутової хімії (залучіть до цієї роботи однокласників й однокласниць, молодших школярів і школярок).
10. Піктограми на побутових товарах мають бути інтуїтивно зрозумілими пересічному споживачеві й споживачці. *Інтерпретуйте* наведені далі зображення (мал. 5.20) і *перевірте* правильність своїх думок, *скориставшись* додатковими джерелами інформації.



Мал. 5.20. Купуйте будь-що — читайте етикетку! Розуміння позначок і маркувань на продукції допоможе зробити свідомий і раціональний вибір!



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

- Створення колекцій (з описом-рефератом до них): а) жири природні та синтетичні; б) мило та мийні засоби; в) вуглеводи.
- Порівняння складу різних засобів побутової хімії за етикетками. Правила безпечного використання.

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Індустрія моди як споживач нових видів тканин.
- Екооселя.
- Косметика природна й синтетична: ваш вибір.
- Екокосметика: міф чи реальність?
- Про що розповість уміст косметички?
- Шкала Мооса та її використання в побуті (чим можна відчищати скляний, металевий, емальований, тefлоновий, металокерамічний посуд тощо).
- Запахні сполуки навколо нас. Хімія запаху.

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 6. ВОГОНЬ. ПАЛИВО. ТЕПЛО

Ресурси, які зроблять нашу країну енергонеалежною, варті того, щоб про них дізнатися більше!

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати види палива.

Наводити приклади паливних матеріалів.

Описувати склад і властивості горючих корисних копалин.

Прогнозувати основні напрями розвитку технологій.

Оцінювати біологічну та екологічну безпеку використання натуральних і штучних палив і мастильних матеріалів, приймати обґрунтоване рішення щодо їхнього використання.

ЯК ГОРИТЬ ВОГОНЬ

Горіння, умови його виникнення та припинення цікавили людину із часів її першого знайомства з вогнем. Натурфілософ Геракліт¹ увесь процес життя інтерпретував як затухання та розгоряння вогню. Як першооснову буття вогонь обожнювали й шанували в Стародавній Індії, Стародавньому Китаї, пізніше — у старослов'янських віруваннях (мал. 6.1).



Мал. 6.1. 1. Атешгях — храм зороастрійців в Азербайджані, на Апшеронському півострові. Тепер — державний історико-архітектурний заповідник, музей просто неба. Територія храму відома виходами природного газу, що палає. 2. Купальські вогні

Як зауважував В. І. Вернадський², «Людина створювала вогонь у середовищі живої природи, піддаючи її горінню. Цим способом... степових випалювань і лісових пожеж вона отримала силу порівняно з навколишніми тваринами й рослинним світом, яка вивела її з ряду інших організмів і стала прообразом її майбутнього. Тільки в наш час, у XIX–XX століттях, людина опанувала інше джерело світла та тепла — електричну енергію... Минуло багато десятків, а то й сотні тисяч років, поки людина опанувала інші джерела енергії, деякі з них, як енергія пари, наприклад, були прямим наслідком відкриття вогню». Учений зазначав, що відкриття вогню стало першим випадком, коли істота приборкала природну стихію й стала користуватися її вигодами.

На картині Джузеппе Арчімбольдо «Алегорія вогню» (мал. 6.2) портрет-вогонь зображено в профіль. Його щок створено з великого креміню для висікання іскор, вуса — зі змута сірників. Частину шиї та підборіддя створено з металевого каганця на ювелірно обробленій ніжці. М'яз, що сполучає ключицю із черепом — з товстої свічки, а око — з малої свічки, устроєної в отвір креміню. Розпатлана зачіска алегоричної особи — це вогнище з гілок. Її плечі створено з вогнепальної зброї — пістоля, маленької гармати та мортири.

¹ Геракліт Ефеський (544–483 до н. е., Стародавня Греція).

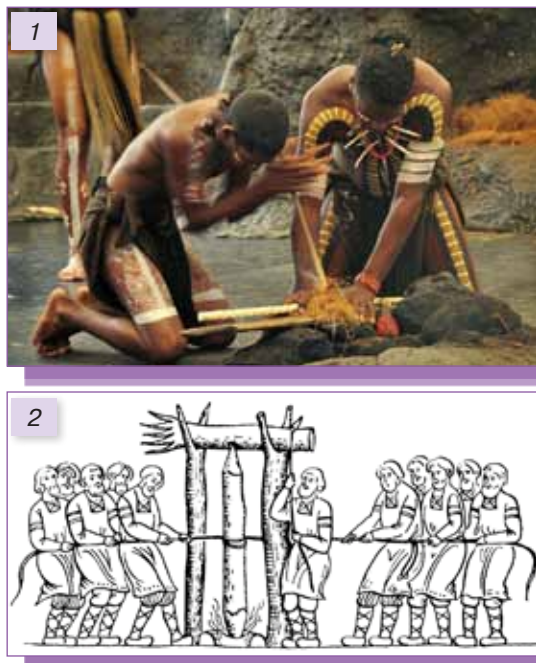
² Володимир Іванович Вернадський (1863–1945, Росія).

³ Giuseppe Arcimboldo (1526 або 1527–1593).



Мал. 6.2. Джузеппе Арчімбольдо «Алегорія вогню»

Що саме потрібно для виникнення горіння? Насамперед — речовини, між якими відбуватиметься реакція, тобто *горюча речовина* та *кисень*. Вони мають тісно контактувати між собою, однак цього часто замало. Дрова у грубці не загоряються самі, хоча навколо них — повітря, яке містить *кисень*. Їх потрібно *запалити*, тобто довести температуру деревини до такої, аби почалася її *взаємодія з киснем*. Для цього не потрібен безпосередній контакт деревини з вогнем (мал. 6.3).



Мал. 6.3. 1. Аборигени Австралії добувають вогонь тертям.
2. Живий вогонь у давньословянських віруваннях — вогонь, що добувають переважно тертям деревини об деревину — використовували здебільшого для очищення від хвороби під час епідемій і мору худоби

«Так само фуркала скалка, і двоє людей, скуплені й строгі, тим самим рухом перетягали ремінь. Скалка починала куритись, і скоро маленький вогник вискочив з неї та запалав з обох кінців. Ватаг побожно підняв вогонь і встромив в ватру, зложу коло дверей.

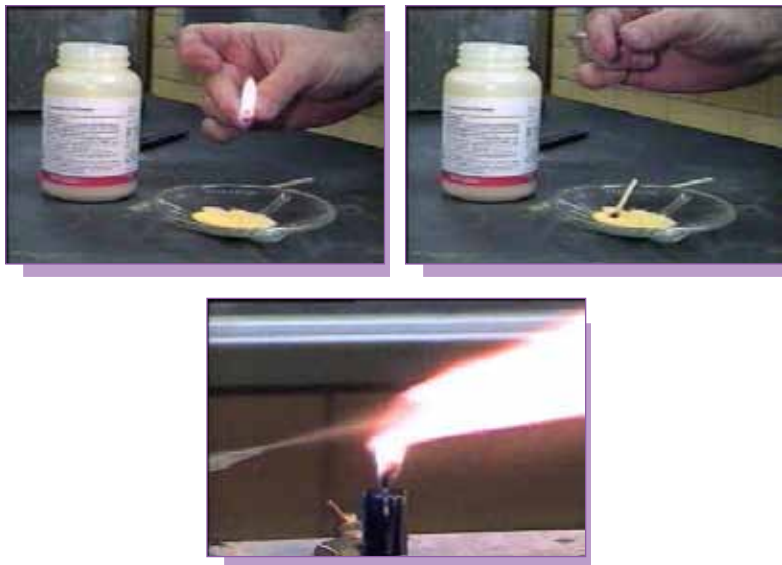
— Навіки слава! — обернувся він до Івана. — Тепер маєм живий вогонь, а доки ме він горіти, ні звір, ні сила нечиста не озмєся маржини та й нас, ирцєних...».

Михайло Коцюбинський. Тіні забутих предків.

Температура займання різних речовин неоднакова. Гас загоряється за 400 °С, сірка — за 450 °С, деревний пил — за 610 °С, білий фосфор — за 45–60 °С (залежно від ступеня його здрібнення). Для продовження горіння, що почалося, подальше нагрівання вже не потрібне. Речовина нагрівається за рахунок тепла, яке виділяється внаслідок горіння. Під час горіння палива вивільняється прихована в ньому хімічна енергія — теплова та світлова.

Щоби почалося горіння скіпки, потрібно ввести її кінчик у полум'я пальника. У цьому місці деревина нагрівається до потрібної температури й загоряється. Найближча до вогню ділянка скіпки нагрівається від тепла, що виділяється внаслідок горіння. Процес поширюється все далі й далі, захоплює нові й нові ділянки скіпки.

Інколи горюча речовина сильно здрібнена. Тобто є тонким порошком (вугільний, цукровий, борошняний пил) або дрібними розпорошеними в повітрі краплями (аерозоль гасу, бензину). Унаслідок підпалювання таких сумішей речовин з повітрям тепло швидко поширюється на всі боки. Уся суміш миттєво нагрівається до температури займання. Відбудеться швидке згоряння — спалах (мал. 6.4).



Мал. 6.4. Тонкий жовтий пилوک спор плауну (лікоподію) застосовують у фармації для пересипання пігулок. Купку цієї речовини не завжди вдається підпалити сірником. Натомість розпорошений у повітрі лікоподій спалахує миттєво

Отже, для виникнення горіння потрібний тісний контакт горючої речовини з повітрям і нагрівання її до температури займання. Якщо хоча б однієї із цих умов не буде дотримано, горіння не виникне. Зрозуміло, що для запобігання виникненню горіння досить порушити хоча б одну із зазначених умов (мал. 6.5). Наприклад, аби припинити горіння палива в топках печей або послабити горіння, скорочують приплив кисню, закривши піддувало.



Мал. 6.5. Умови виникнення й припинення горіння

1. Приведіть у відповідність фрагменти малюнка 6.5 та підписи: кисень, горіння, хімічна реакція, паливо, нагрівання до температури займання. 2. Кожна з трьох умов виникнення горіння, відображена на цьому малюнку, є *необхідною*. Поясніть, чи можна вважати *достатньою* умовою виникнення горіння: а) кожен із цих умов; б) дві з них; в) усі три умови.

На умови припинення горіння зважають під час гасіння пожеж (мал. 6.6). Якщо горить дерев'яний будинок, намагаються баграми видалити з вогню горючі матеріали. Вогонь засипають піском, накривають цупкою тканиною, заливають водою, піною. Вода, потрапивши на палаючу речовину, знижує її температуру, водяна пара, що утворюється, перешкоджає доступу повітря.



Мал. 6.6. Гасіння пожежі

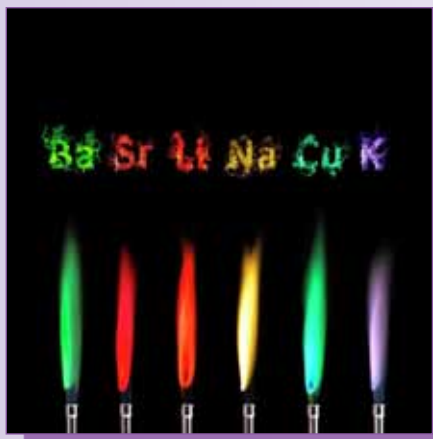
1. Прокоментуйте прислів'я: «Вогню вогнем не загасиш, а шукай води», «Вогонь олією не гасять», «Добре вогонь горить, як є чим підпалить», «Не дуй на вогонь, коли хочеш, аби згас», «Без підпалу й дрова не горять».

Наше життя неможливе без процесів горіння. Тож кожен має знати умови виникнення та припинення горіння, прийоми безпечного поводження з горючими та вогненебезпечними речовинами.



Колір полум'я зумовлено переважно його температурою й тим, які речовини згорають. Висока температура дає змогу атомам переходити на деякий час у вищий енергетичний стан. Коли атоми повертаються в початковий стан, вони випромінюють світло з певною довжиною хвилі, що відповідає певному кольору спектра.

Знаменитий блакитний вогник під час горіння природного газу зумовлений чадним газом — продуктом неповного згорання палива. Деревина багата на солі Натрію, тому полум'я багата або побутового сірника має жовтий відтінок. Катіони інших металічних елементів також забарвлюють полум'я (мал. 6.7).



Мал. 6.7. Кольорові вогні

ЯКИМ БУВАЄ ПАЛИВО

Паливо — природні або синтетичні речовини, під час спалювання¹ яких виділяється велика кількість теплової енергії. Від найдавніших часів люди навчилися використовувати різні види палива для обігрівання житла й приготування їжі, згодом — для випалювання глини, виплавлення металів і виготовлення з них предметів побуту, інструментів, зброї тощо. З розвитком цивілізації потреба в тепловій енергії стрімко зростала. Наразі найпоширенішими видами палива, що видобувають промисловим способом, є нафта й нафтопродукти (газ, бензин, мазут, дизельне паливо), вугілля, природний горючий газ, деревина й рослинні відходи (солома, лушпиння тощо), торф, горючі сланці (мал. 6.8).

¹ Паливом також називають речовини, з яких добувають енергію в інший спосіб: у ядерних реакторах, новітніх ракетних двигунах.

1а



1б



1в



1г



1д



2



3



4



5



Мал. 6.8. Види палива. 1. Нафта (а) і нафтопродукти — гас (б), бензин (в), мазут (г), дизельне паливо (д). 2. Вугілля. 3. Природний газ. 4. Деревина й рослинні відходи. 5. Торф, горючі сланці

Більше уявлень про основні види палива та їхню теплотворну здатність ви дістане з таблиці 6.1 (за якою ознакою згруповано в ній паливо? *Запропонуйте інші критерії класифікування).

Таблиця 6.1.

Основні види палива та їхня теплотворна здатність

Паливо	Питома теплота згорання ¹ , МДж/кг (для твердих речовин і рідин), МДж/м ³ (для газів) за температури 0 °С, тиску 1 атм	Паливо	Питома теплота згорання ² , МДж/кг (для твердих речовин і рідин), МДж/м ³ (для газів) за температури 0 °С, тиску 1 атм
Антрацит	31	Кам'яне вугілля	29,3
Буре вугілля, брикети	21	Кокс	29
Буре вугілля, необроблене	14,7	Деревне вугілля	31
Деревина свіжа	8	Торф сухий	15
Деревина суха	15	Солома суха	17,4
Пелети	18–19	Тріски	9,7
Нафта природна	41	Дизельне паливо	42,7
Бензин	42	Біодизельне пальне	37
Гас	40,8	Метанол	19,5
Мазут	41	Етанол	25
Лігроїн	31	Рапсова олія	39,6
Метан	35,9	Соняшникова олія	39,5
Етан	64,5	Карбон(II) оксид	12,6
Пропан	93,4	Водень	10,8
Бутан	124	Коксовий газ (суміш H ₂ , CH ₄ , CO тощо)	23,4

Вуглеводні широко використовують як паливо. Сучасну цивілізацію часто називають цивілізацією вуглеводневої людини. Економічну спроможність багатьох країн вимірюють саме запасами вуглеводневої сировини. Та чи не можуть вуглеводневі енергетичні й сировинні джерела, які використовує людство, згодом вичерпатися? Чи є їм альтернатива?

¹ Фізична величина, що показує, яка кількість теплоти виділяється внаслідок повного згорання палива масою 1 кг або (для газів) об'ємом 1 м³.

Реакції горіння вуглеводнів використовують для генерування теплової, світлової, електричної, механічної енергії тощо. У цьому ви легко пересвідчитесь після того, як проаналізуєте малюнки 6.9–6.14 та підпи- си до них, оціните здобуту інформацію й доповніте її на основі власного життєвого досвіду. Адже вуглеводні щодня трапляються людині чи не на кожному кроці (наведіть кілька прикладів).



Мал. 6.9. Перший в Україні газовий завод, що виробляв світильний газ¹ для освітлення вулиць, запрацював 1858 року у Львові. Вісім років потому газові ліхтарі засвітили в Одесі, 1871 року — у Харкові. Від 2 листопада 1872 року вулиці Києва також почали регулярно освітлювати газовими ліх- тарями. Газ підвели до пам'ятника Св. Володими- ру. Хрест, що сяяв над містом, був дороговказом для тих, хто мандрував чи йшов на прощу. Нині на Землі залишилося лише кілька осіб цієї професії, які запалюють і гасять газові ліхтарі. Одна з них виконує свою роботу на вулиці Вроцлава, Польща

Мал. 6.10. Свічка як освітлювальний прилад є про- стим, але ефективним інженерним рішенням. Її дослідженню, зокрема, присвячено працю Майкла Фарадея (1791–1867, Велика Британія) «Історія свічки». Хімік, геолог, промисловець, дослідник природи, філософ Карл фон Райхенбах (1788–1869, Німеччина) у 1830 році відкрив парафін. Відтоді пе- реважно саме з парафіну й виготовляють свічки



Мал. 6.11. Міська аптека у Віслоху (Німеччина) була першою «АЗС²» у світі, тому що в ній Берта Бенц 5 серпня 1888 року придбала пальне (лігроїн тоді продавали в аптеках як засіб для чищення й вибав- ляння плям), щоб заправити автомобіль, який ви- найшов її чоловік Карл Бенц. Це була перша у світі автомобільна поїздка на велику відстань. Її Берта здійснила разом з двома малолітніми синами. Вона зробила це за власною ініціативою й потай- ки від чоловіка — для того, щоб привернути увагу громадськості до його винаходу. У 2008 році Ме- моріальний маршрут Берти Бенц офіційно визнано маршрутом німецької промислової спадщини

¹ Світильний газ (міський газ, кам'яновугільний газ) — суміш водню (50 %), метану (34 %), карбон(II) оксиду (8 %) та інших горючих газів, що утворюється внаслідок високотемпературної сухої перегонки кам'яного вугілля або нафти.

² Автомобільна заправна станція.



Мал. 6.12. Першу газову лампу побачив у Багдаді та описав перський енциклопедист алхімік Ар-Разі (IX ст.). Еволюцію цього освітлювального приладу можна простежити в інтер'єрі ресторану «Газова лампа», у Львові на Вірменській вулиці. Гостей біля входу в ресторан «зустрічають» винахідники гасу й газової лампи. Бронзовий Ян Зег «розмістився» за столом, а його колега Ігнасій Лукасевич «стежить за порядком» з вікна третього поверху



Мал. 6.13. У карбідній лампі джерелом світла є відкрите полум'я струменя ацетилену, який утворюється внаслідок хімічної реакції кальцій карбіду з водою. На початку XX століття в будинках, на вулицях, кораблях, маяках, у готелях, фабриках, школах, лікарнях почали використовувати світильники з яскравим ацетиленовим полум'ям. І досі ацетиленові ліхтарі використовують у спелеології

Мал. 6.14. Газове зварювання й різання металів почали інтенсивно використовувати із середини XIX століття. Цей високотемпературний процес відбувається із застосуванням суміші кисню й газуватого пального, переважно ацетилену, рідше — пропану, бутану тощо



Розгляньмо деякі види палива докладніше.

Природний газ — суміш, що утворилася в земних надрах унаслідок низки різноманітних хімічних реакцій¹. Виходи природного газу на поверхню відомі людству з давніх-давен (мал. 6.1.1). Величезні поклади природного газу накопичено в осадових відкладеннях літосфери. У другій половині минулого століття виявлено природні газогідрати (газові клатрати). Це сполуки метану з водою, зовні схожі на підталий лід. За атмосферного тиску вони стійкі лише до температури -4°C . У внутрішніх порожнинах кристалічних ґраток клатратів, побудованих з молекул води,

¹ Є вагомі аргументи на користь кожної з двох протилежних версій походження покладів нафти й природного газу — неорганічної та органічної. Компоненти нафти й газу могли утворитися як з решток відмерлих рослин і мікроорганізмів, так і з неорганічних сполук за високої температури та тиску у верхніх шарах мантиї в надрах Землі.

містяться молекули газу, що утворює гідрат. Незаповнені газом ґратки існувати не можуть, на відміну від льоду. Згодом відкрито величезні поклади природного газу в цьому стані як на суходолі під землею, так і неглибоко під морським дном. В Україні 1993 року прийнято програму «Газогідрати Чорного моря», що передбачала великі обсяги геологічних досліджень і робіт зі створення конструкції і технології для вилучення газу з метаногідратів. У 2010 році спільна українсько-німецька наукова експедиція виявила поблизу Севастополя в українській економічній зоні Чорного моря величезні поклади газогідратів природного газу. За оцінками науковців, його запаси можуть становити від 1,4 до 300 трлн м³.

Дослідники зі Сколівського інституту науки і технологій (Росія) й Університету Херіота-Уатта (Велика Британія) запропонували новий метод видобутку метану з газогідратних скупчень у вічній мерзлоті за допомогою закачування туди димового газу. Цей підхід допомагає видобути метан з мерзлих відкладень, а також поховати у вічній мерзлоті вуглекислий газ — один з основних парникових газів.

Природний газ добувають із земних надр за допомогою свердловин. Він виходить звідти внаслідок значної відмінності між атмосферним тиском і тиском у газонасному пласті (*де тиск вищий?*). У природному газі масова частка метану сягає 98 %. Решту становлять етан, пропан, бутан, водень, сірководень, вуглекислий газ (карбон(IV) оксид), азот, гелій, аргон, водяна пара (*запишіть хімічні формули цих речовин*).

Уже в XIX столітті природний газ використовували в перших світлофорах, вулиці й помешкання освітлювали газовими лампами. У середині минулого століття в Інституті газу НАН України група науковців і технологів під керівництвом академіка М. М. Доброхотова¹ виконала роботи з використання природного газу для інтенсифікації сталеплавильного виробництва. Ученими розроблено наукові основи переведення мартенівських печей з опалення сумішшю коксового та доменного газів і мазуту на природний газ. Його дотепер широко використовують як висококалорійне екологічно чисте паливо.

Супутній нафтовий газ розчинений у нафті й виділяється з неї внаслідок зниження тиску під час підйому на земну поверхню. У газонафтових родовищах нафта масою 1 т містить супутній газ об'ємом близько 30–300 м³. Склад супутнього нафтового газу відрізняється від складу природного газу меншим умістом метану, підвищеним умістом етану, пропану, ізомерів складу C₄H₁₀ і C₅H₁₂ (*запишіть структурні формули цих речовин*) і алканів з більшою молекулярною масою (*наведіть кілька прикладів*).

Супутній нафтовий газ виокремлюють з нафти сепарацією в кілька стадій. Спочатку відокремлюють рідкі вуглеводні з низькими температурами кипіння — пентан, гексан тощо. Це так званий газовий бензин (газолін) — добавка до звичайних бензинів для ліпшого їхнього займання під час запуску двигуна. Потім вилучають пропан-бутанову суміш, якою під тиском заповнюють балони й використовують як паливо. «Сухий газ», що

¹ Микола Миколайович Доброхотов (1889–1963, Росія, Україна).

залишився, складається переважно з метану й також є паливом. Звичним атрибутом сучасного життя стали легкові й вантажні автомобілі, що працюють на стиснутому або скрапленому газі (мал. 6.13). Можливості використання супутнього газу значно ширші, ніж природного. Адже, крім метану, він містить багато інших вуглеводнів, тому хімічною переробкою із супутнього нафтового газу можна добути більше різноманітних органічних сполук.

Однак найчастіше супутній нафтовий газ використовують на місцях як паливо. Його обсяг зазвичай перевищує місцеві потреби, тож надлишок згоряє у факелах — пристроях для спалювання природних горючих газів, утилізація яких технічно неможлива або економічно не вигідна. Це призводить до втрати цінної хімічної сировини й значних викидів твердих речовин-забруднювачів, вуглекислого газу й недопаленого метану (*пригадайте, чому вуглекислий газ і метан називають парниковими газами*). Окрім того, до атмосфери потрапляють оксиди Сульфуру й Нітрогену (*який хімічний характер цих оксидів? Яке екологічне лихо зумовлене їхніми викидами?*).

Унаслідок спалювання супутнього нафтового газу в повітрі також зростає концентрація амоніаку, сірководню, чадного газу (*запишіть їхні хімічні формули; поясніть, чим небезпечні ці речовини*), відбувається хімічне та теплове забруднення довкілля.

Оптимальний варіант використання супутнього нафтового газу залежить від розміру родовища. Для малих родовищ найпривабливішим є вироблення електроенергії в малих масштабах для власних промислових потреб і потреб інших місцевих споживачів. Найефективніший спосіб утилізації супутнього нафтового газу середніх родовищ — його хімічне перероблення. Для великих родовищ найдоцільнішим є генерування електроенергії на потужній електростанції з подальшим оптовим продажем до енергосистеми.

Нафта (від грец. *ναφθα* — спалахувати, займатися) — корисна копалина, горюча олійста рідина, поширена в осадовій оболонці Землі. У її складі виявлено понад 1 000 органічних і неорганічних речовин. Це багатокомпонентна суміш, головний складник якої — вуглеводні. Також до складу нафти входять оксигено-, нітрогено- і сульфуровмісні сполуки.

Властивості нафти — колір, густина, в'язкість, температура тверднення, запах тощо — залежать від її складу. Тож зразки нафти з різних родовищ можуть істотно відрізнятися один від одного (*які ще приклади з хімії, що ілюструють перехід кількісних змін у якісні, вам відомі?*). Наприклад, колір нафти в тонкому шарі зумовлений кількістю асфальтово-смолистих речовин і може набувати відтінків від жовтуватого до темно-коричневого аж до чорного. Густина нафти менша від густини води, нафта не розчиняється в ній, тож спливає на поверхню. Однак емульсія нафти з водою досить стійка, це призводить до чималих фінансових втрат через ускладнення транспортування трубопроводом і забруднення довкілля стічними водами нафтопромислів.

Під час виходу з пласта нафта містить завислі частинки гірських порід, воду, розчинені солі й гази. Ці домішки спричиняють корозію устаткування й неабиякі складнощі в транспортуванні та переробленні нафтової сировини.

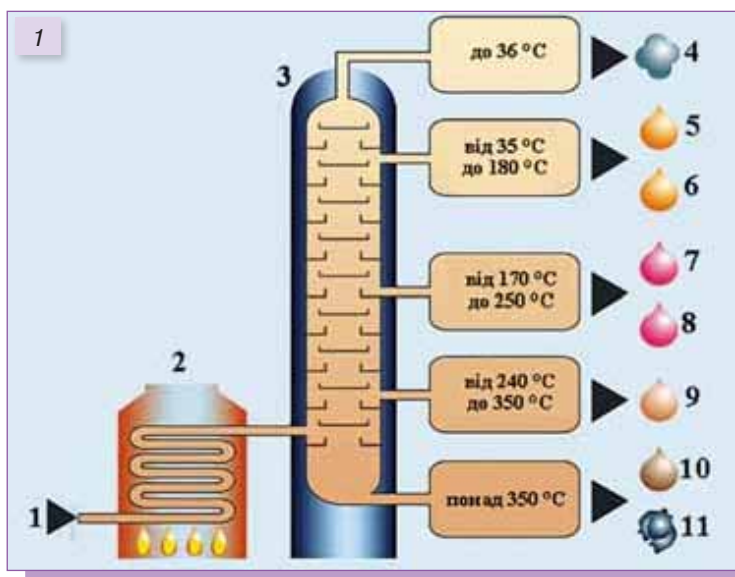
Тому із сирої нафти видаляють воду, механічні домішки, солі та осад твердих вуглеводнів. Також відокремлюють супутній газ і найлеткіші компоненти нафти. Якщо цього не зробити заздалегідь, цінну сировину буде втрачено дорогою до нафтопереробного заводу.

Перегонка нафти — спосіб її перероблення, що ґрунтується на відмінності в температурах кипіння складників цієї суміші.

Інженер-винахідник Володимир Григорович Шухов (1853–1939, Росія) уперше у світі здійснив промислове факельне спалювання рідкого палива за допомогою винайденої ним форсунки, що забезпечило ефективне спалювання мазуту, який раніше вважали відходом нафтопереробки. Здійснив розрахунки й керував будівництвом першого в Росії нафтопроводу. Розробив і запатентував промислову установку для перегонки нафти з розкладанням на фракції під впливом високих температур і тиску. На межі 1900-х років плідно працював в Україні. За його проектом побудовано сталеву ажурну сітчасту вежу в м. Миколаєві, унікальний Станіславо-Адзигольський маяк поблизу села Рибальче Голопристанського району Херсонської області.

Перегонку нафти зазвичай здійснюють у кілька стадій. Унаслідок одноступінчастої перегонки за атмосферного тиску одержують світлі нафтопродукти: бензин; гас; газойль, або дизельне пальне; у залишку — мазут. Розгляньмо докладніше схему перегонки нафти, спрощено зображену на малюнку 6.13. Сиру нафту (1) попередньо підігрівають у трубчастій печі (2), звідки вона надходить у ректифікаційну колону (3) — спеціальну установку, у якій повторюють цикли конденсації й випаровування рідких компонентів нафти. На горизонтальних перетинках з отворами (тарілками) відбувається конденсація фракцій нафти. На вищих тарілках накопичуються низькокиплячі фракції, на нижніх — висококиплячі. Продукти перегонки нафти — газовий бензин (4), лігроїн (5), газолін (6), гас (7), реактивне пальне (8), дизельне пальне (9), мазут (10), гудрон (11). Температурні інтервали й продукти залежать від умов виробництва. Для перегонки нафти зазвичай використовують п'ять ректифікаційних колон, у яких послідовно виокремлюють різноманітні нафтопродукти. Двоступінчаста (атмосферно-вакуумна) перегонка потребує не менше двох ректифікаційних колон (мал. 6.15). У другій ректифікаційній колоні вакуумною перегонкою з мазуту отримують мастила та залишок — гудрон. Добуті ректифікацією нафтопродукти хімічно переробляють.

Лермонтова Юлія Всеволодівна (1847–1919) — перша російська жінка, удостоєна докторського ступеня за дослідження в галузі хімії. У 1882 році розробила оригінальну установку, призначену для безперервної перегонки нафти. Внесок Ю. В. Лермонтової в теорію та практику нафтової справи дає підстави назвати її першою жінкою-нафтовиком, дослідження якої багато в чому сприяли будівництву перших нафтогазових заводів у Російській імперії.



Мал. 6.15. 1. Установка для фракційної перегонки нафти за атмосферного тиску.
2. Промислові ректифікаційні колони великої потужності — споруди 40–60 м заввишки й діаметром 3–6 м

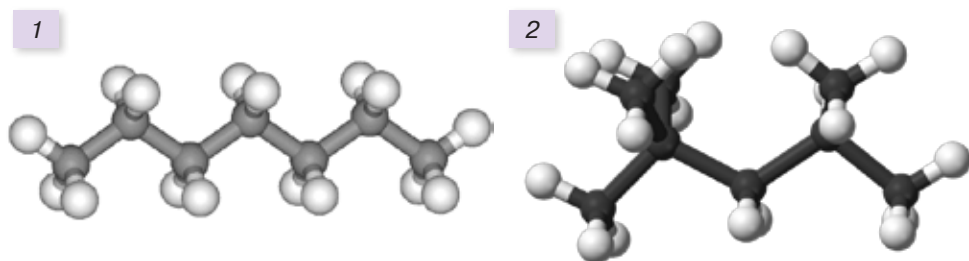
Детонаційна стійкість бензину характеризує здатність вуглеводнів у його складі протистояти самозайманню за стискання. Це найважливіша кількісна характеристика палива, за якою визначають його сортність і застосовність у двигунах різних конструкцій.

Висока детонаційна стійкість бензину зумовлює їхнє рівномірне згоряння за всіх режимів експлуатації двигуна. Унаслідок стиснення паливно-повітряної суміші температура й тиск зростають, розпочинається окиснення вуглеводнів, яке пришвидшується після займання палива. Якщо вуглевод-

ні незгорілої частини палива недостатньо стійкі до окиснення, вони зазнають вибухового розпаду — «детонаційного згорання», «детонації».

Октанове число — параметр, що характеризує детонаційну стійкість бензину й моторних мастил. Перегрівання, пришвидшення зношуваності двигуна аж до виникнення місцевих руйнувань — прикрі наслідки детонації. Її характерна ознака — різкий специфічний звук, зменшення потужності й зростання задимленості вихлопу. Виникнення детонації зумовлене складом бензину та конструктивними особливостями двигуна.

У 30-х роках минулого століття створено спеціальну шкалу детонаційної стійкості. За стандарт у ній вибрано гептан нерозгалуженої будови й 2,2,4-триметилпентан — один з ізомерів октану (мал. 6.16).



Мал. 6.16. Моделі молекул гептану (1) й ізооктану (2)

Суміш парів гептану з повітрям унаслідок сильного стиснення легко детонує, тож якість гептану як палива прийнято за нуль. Унаслідок розгалуженості карбонового ланцюга ізооктан стійкий до детонації, тому його якість як палива взято за 100. Детонаційну стійкість бензину порівнюють зі стійкістю стандартних сумішей. Наприклад, бензин з октановим числом 98 (мал. 6.17) має таку саму детонаційну стійкість, що й стандартна суміш, об'ємна частка ізооктану в якій становить 98 % (яка об'ємна частка *n*-гептану в стандартній суміші з октановим числом 95?).



Мал. 6.17. Бензини різної детонаційної стійкості на АЗС. А який виберете ви?

Бензин, який отримують з нафти прямою перегонкою, має низьке октанове число (41–56). Для підвищення антидетонаційної стійкості до бензину вводять високооктанові компоненти, зокрема ароматичні вуглеводні з коротким розгалуженим бічним ланцюгом, суміш насичених вуглеводнів розгалуженої будови. Також октанове число підвищується внаслідок додавання антидетонаторів. Попри ефективність, багато із цих речовин нині заборонені до використання, оскільки є канцерогенами й спричиняють забруднення довкілля сполуками важких металічних елементів, передусім — Плюмбуму. Наразі для підвищення октанового числа бензину використовують етанол і деякі інші оксигеновмісні органічні речовини.

Кам'яне вугілля — осадова гірська порода, продукт глибокого розкладання решток рослин — деревоподібних папоротей, хвощів і плаунів, перших голонасінних. За хімічним складом кам'яне вугілля є сумішшю високомолекулярних поліциклічних ароматичних сполук з високим умістом Карбону.

Хоча нині нафта є основним джерелом органічної сировини, обмеженість її світових запасів і постійне зростання вартості видобутку спонукають до створення нових технологій хімічної переробки альтернативної органічної сировини. Вугілля, світові запаси якого істотно більші порівняно з нафтою й газом, — перспективна сировина для виробництва моторних палив і продуктів органічного синтезу. Отже, використання кам'яного вугілля може задовольнити глобальний попит на таку необхідну в сучасному високотехнологізованому світі енергію.

Кам'яне вугілля як паливо має істотні недоліки, найголовніший поміж яких — небезпечність для довкілля. Науковці встановили, що саме спалювання вугілля є основним антропогенним чинником глобального потепління. Адже вироблення електроенергії обсягом 1 кВт·год на вугільній станції спричиняє значно більший викид парникових газів, ніж на газовій теплоелектростанції. Також довкілля забруднюють сполуки Нітрогену, Сульфуру, Меркурію, Кадмію, Берилію, Плюмбуму, Арсену, Селену тощо, що утворюються під час спалювання вугілля. Вони мігрують у ґрунти, підземні й ґрунтові води, а звідти потрапляють в організми.

На жаль, альтернативи використанню вугілля в енергетиці, особливо в країнах, що розвиваються, поки що немає. Тому нагальним завданням є зниження екологічних збитків від його використання. Цього можна досягти запровадженням новітніх технологій. Наразі досліджують економічну доцільність використання як палива вугілля ультратонкого помелу, водно-вугільної суспензії, спалювання вугілля в чистому кисні з наступним очищенням димових газів й утилізуванням вуглекислого газу тощо.

Поміж пріоритетних для України видів палива особливого значення набувають біопаливо та альтернативні гази. Однак нині вони задовольняють незначну частку потреб в енергоресурсах (*назвіть інші альтернативні джерела енергії*).

Що таке паливо з префіксом біо-, докладніше ви можете дізнатися зі схеми (мал. 6.18).



Мал. 6.18. Види біопалива

Які саме біоенергетичні ресурси в Україні можна використовувати для виробництва біогазу, біодизельного пального, біоетанолу, твердих паливних брикетів тощо (мал. 6.19)? Це, передусім, відходи лісового господарства, побутові відходи, а також спеціально вирощений ріпак, точніше — ріпакова олія.



Мал. 6.19. Біопаливо в дії

Для виробництва біогазу придатні гній, пташиний послід, зернова й мелясна післяспиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекалії. Також використовують відходи рибного й забійного цехів, траву, побутові відходи, відходи молокозаводів, виробництв крохмалю й патоки.

Використання альтернативних газів — один зі способів розв'язання енергетичної проблеми. Синтез-газ (суміш CO і H_2) отримують з бурого вугілля, відходів переробки кам'яного вугілля, торфу тощо. В Україні розроблено нові технології виробництва синтез-газу з будь-якої біомаси. За запасами шахтного метану Україна посідає четверте місце у світі, однак обсяги його видобутку (утилізування) ще недостатні. Поліпшити становище можна за умови використання сучасних і перспективних технологій.

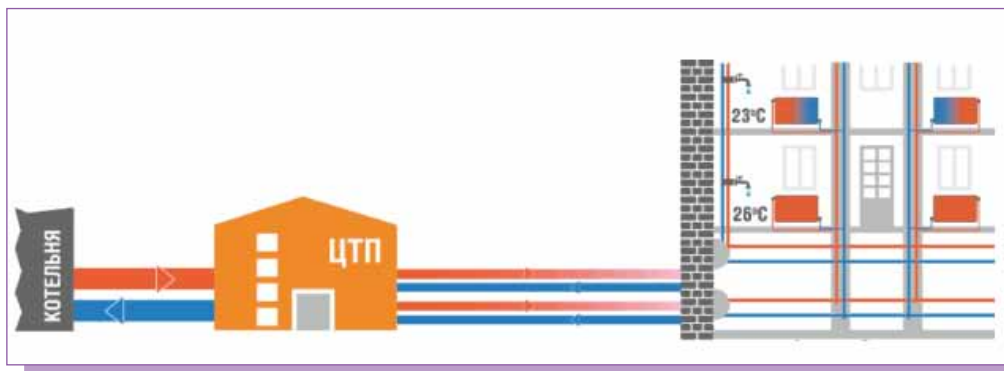
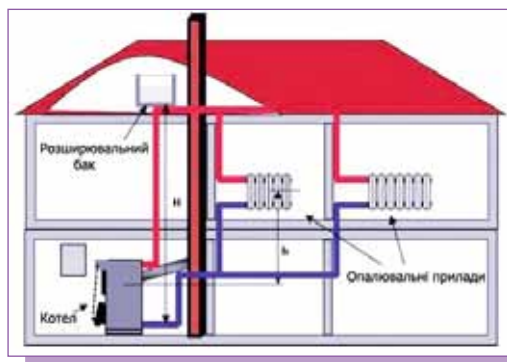
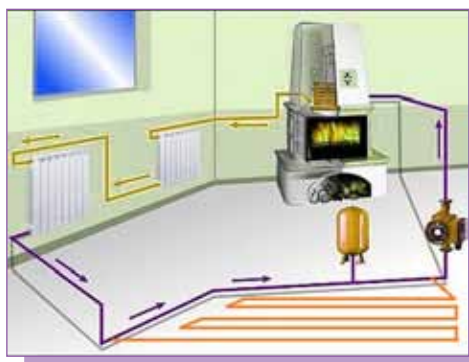
За приблизними підрахунками, Україна має доволі значні запаси *сланцевого газу*. Зауважимо: його запаси у світі удвічі більші, ніж природного, а родовища рівномірно розподілені. Цей газ природного походження міститься в осадових породах з підвищеним вмістом органічної речовини. Сланцевий газ має такий самий склад, що й звичайний природний газ. Відмінність полягає лише в способі видобування: адже сланцевий газ міститься в дрібних порожнинах у породі горючих сланців, тому його видобувають горизонтальним бурінням (*пригадайте, у який спосіб видобувають природний газ*). Однак видобування сланцевого газу пов'язане з використанням канцерогенних речовин у складі рідин для розриву пластів. Це може спричинити забруднення артезіанської води й негативно вплинути на здоров'я її споживачів. Тож видобування й використання і сланцевого, і супутнього нафтового газів потребують застосування сучасних екологічно чистих технологій, аби не зашкодити довкіллю.

Українська компанія «Тру Еко» розробила технологію, яка дає змогу виробляти дешеве автомобільне паливо (дизельне, бензин і газ) з пластикових відходів, які зараз взагалі не становлять комерційного інтересу й потрапляють виключно на звалища (пластикові пакети будь-яких видів, упаковка від харчових продуктів, пінопласт, відходи скотча тощо).

ТЕПЛО В БУДИНКУ

Цегла, метал, бетон — стандартні матеріали, які використовуються у будівництві. Якщо ж пересічному українцю запропонувати помешкання із соломи, то він, найімовірніше, не сприйме таку пропозицію всерйоз. А дарма. Сьогодні зощадливість, енергоефективність не просто бренд, а насуща потреба. Будівельні компанії пропонують будинки з теплоізоляційних матеріалів, зокрема із соломи. Адже саме пористі матеріали є добрими теплоізоляторами, оскільки повітря — поганий провідник тепла.

Кожен з вас, хто живе в багатоквартирному чи приватному будинку, має свої потреби в розв'язанні проблеми забезпечення й збереження тепла. У приватних будинках (мал. 6.20) удосконалюють пічне обладнання, установлюють енергозберігальні газові чи теплопаливні котли або вдаються до альтернативного способу обігрівання — теплових насосів, сонячних конвекторів тощо.



Мал. 6.20. Теплий будинок

У більшість міських багатоповерхових будинків тепло та гаряча вода надходять із центральних теплових пунктів (ЦТП). Нові будинки вже проектують так, щоб забезпечити індивідуальне опалення квартир. Ефективно доправити тепло в будинок — це лише частина розв’язання проблеми енергоефективності. Тепло треба вміти зберігати й ефективно використовувати. Рідко хто задумується, куди саме дівається тепло з будинку (мал. 6.21).



Мал. 6.21. Тепловтрати в будинках

Щоби зробити максимально енергоефективним свій будинок, зверніть увагу на рекомендації, які дають змогу зберегти тепло та заощадити кошти на опаленні оселі.

	За технічної можливості рекомендовано встановити індивідуальний прилад обліку теплової енергії для здійснення розрахунків за фактично спожиту теплову енергію
	Термостатичний вентиль на радіаторі дає змогу контролювати температуру в будинку, квартирі чи кімнаті (за наявності необхідного технічного обладнання в тепловому пункті будинку або за технічної оснащеності стояків системи опалення в будинку з однотрубною системою опалення)
	Розмір опалювального приладу має відповідати розміру опалюваного приміщення. Обігрівач потрібно вимикати, якщо нікого немає в будинку (заміна чавунного опалювального приладу на сучасні біметалеві може зумовити потребу в придбанні нового радіатора більшого розміру, оскільки він швидше віддає тепло). Також конструкція радіатора впливає на розподілення теплових конвективних потоків у приміщенні
	Більшу частину тепла з будинку втрачають через двері, вікна, дах та зовнішні стіни. Відповідно, їх потрібно утеплювати. Найдоступніший варіант, який може обрати кожен, — утеплити вікна поролоновими смужками, підтягнути дверні петлі та додатково оббити самі двері, задути монтажною піною місця проходу навколо труб з оселі
	Рекомендовано також проведення комплексного утеплення будинку, яке передбачає розроблення проектної документації та консультації фахівців, що дасть змогу забезпечити «дихання» фасаду, дотримання будівельних норм і вимог пожежної безпеки, знизити негативний ефект від містків холоду й уникнути появи вологи та плісняви на стінах

	Вікна з подвійним або потрійним заскленням у кілька разів зменшують втрати тепла.
	Рекомендується утеплення віконних і дверних (вхідні двері) укосів
	Необхідно підвищити теплоізоляцію вхідних дверей, звертаючи увагу на низ, верх і бічні стики між дверима та стіною.
	Щільні штори допомагають утримувати тепло в оселі, але заважають надходженню тепла з радіаторів
	У сонячні дні, навпаки, рекомендовано більше використовувати сонячне світло (відсунувши штори) для надходження тепла в приміщення та природної інсоляції.
	Товстий килим знижує тепловитрати крізь підлогу
	Модернізування системи вентилявання, а саме — установлення системи з рекупераванням тепла — це реальний спосіб економії
	Під час придбання вікон можна вибрати конструкцію із системою провітрювання, яка забезпечить менші тепловитрати під час відкриття вікон

А ще можете дізнатися про теплі підлоги, інфрачервоні, конвекторні й масляні обігрівачі, сонячний колектор, теплонасос, побутовий кондиціонер, біокаміни (*зробіть це*).

І в крайньому разі — скористатися свічкою та горщиками. Не вірите? Можете перевірити на практиці, сконструювавши такий пристрій (мал. 6.22).



Мал. 6.22. Перевірте, як працює саморобний обігрівач



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Поясніть зміст рядків з поеми Тита Лукреція Кара «Про природу речей»:

У горах високих, однак, — заперечити можеш, — буває,
Під невгамовного вітру поривами розколихавшись,
Так уже сильно дерева сусідні верхів'ями труться,
Аж забувають нараз їхні маківки квітом вогненным.

2. Прочитайте уривки літературних творів, визначте, які умови виникнення горіння описано в них та які умови припинення горіння застосовували для гасіння полум'я дійові особи епізодів.

- а) Сліпий дідусь з бандурою втік. Бандура горіла, він її руками гасив, від бандури зайнялася борода. Дід робився подібним до огненного стовпа. Мотря припала до нього. Скинула жупан і обгорнула бандуру, Любов Хведорівна долонями гасила обсмалене дідове волосся. Огнений стовп погасав.

Богдан Лепкий. Мазепа.

- б) Але що могли зробити ці люди? Бігали, носили відрами воду, хлюпали на вогонь, а він горів усе дужче. Суха солома, як порошок, бралася враз огнем, скоро він до неї доторкався.

Борис Грінченко. Серед темної ночі.

- в) Бетонної смуги буде так мало, що при посадці горітиме гума на колесах літака, з них полум'я збиватимуть вогнегасниками...

Олесь Гончар. Берег любові.

3. Нещодавно влада Берліна ухвалила рішення замінити старовинні газові ліхтарі на електричні. *Оцініть* економічні, екологічні та історико-культурні наслідки цих дій. Ви схвалюєте їх чи засуджуєте? Чому?

4. Дизельне пальне потребує міжсезонної зміни — з літнього на зимове, і навпаки. Основна відмінність між ними — уміст вищих вуглеводнів. *Висловіть й обґрунтуйте* припущення: у якому дизельному пальному більший уміст вищих вуглеводнів — у літньому чи зимовому?

5. *Поясніть*, для чого до побутового газу додавають речовини з неприємним різким запахом.

6. *Проведіть* філологічне дослідження й *поясніть*, пальне й паливо — це те саме чи ні.

7. *Об'єднайтеся* в малу навчальну групу із чотирьох осіб і виберіть паливо, яке вас найбільше зацікавило. *Розподіліть* між собою ролі: оптиміст (ка), песиміст (ка), конформіст (ка), реаліст (ка). *Відшукайте* інформацію про це паливо. *Розіграйте* сценку, у якій оптиміст (ка) характеризуватиме переваги вибраного енергоносія, песиміст (ка) зазначатиме недоліки, конформіст (ка) шукатиме «золоту середину», а реаліст (ка) зробить висновки щодо реалій і перспектив використання цього джерела теплової енергії в Україні та світі.

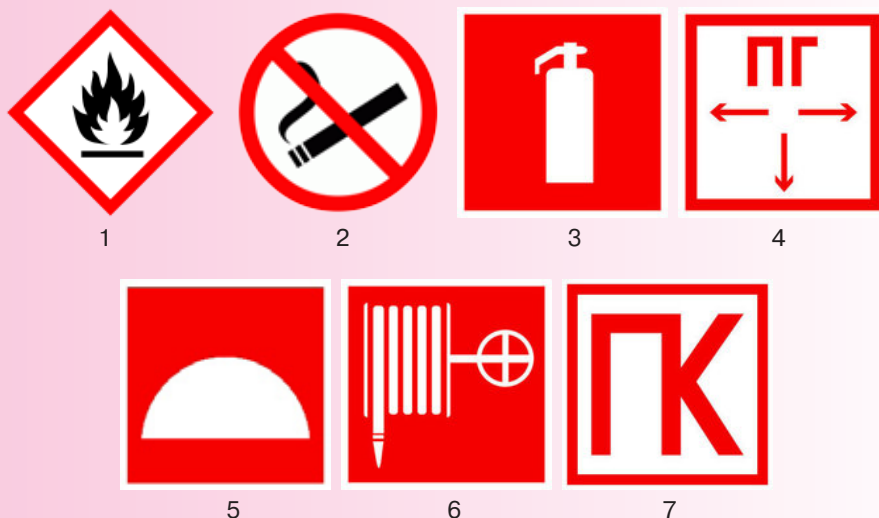
8. Одинадятикласниця Марійка писала реферат про детонаційну стійкість пального. Під час пошуку інформації їй трапилися терміни «октанове число» та «цетанове число». Комп'ютерна програма автоматичної перевірки орфографії замінила прикметник «цетанове» на «метанове». *З'ясуйте*, які із цих означень правильні, і *розтлумачте* їх.

9. *Дізнайтеся* й *поясніть*, що зображено на мініатюрі з Мадридського рукопису «Хроніки» Іоанна Скілиці (мал. 6.23).



Мал. 6.23

10. Інтерпретуйте піктограми (мал. 6.24).



Мал. 6.24

11. Поясніть, чи можна закип'ятити на відкритому полум'ї воду, налиту в паперову коробку.
12. Опишіть дослід, у якому паперова смужка не загориться в полум'ї свічки.
13. Обчисліть, скільки потрібно природного газу, щоб нагріти воду: а) масою 200 г (склянка); б) об'ємом 2 л (чайник) — від 20 °C до кипіння. Якщо ви випиваєте склянку чаю, а нагріваєте чайник води, то скільки зайвого природного газу витрачаєте на нагрівання невикористаної води?
14. З'ясуйте, на що чинитимуть більший тиск молекули газів повітря: на холодні стінки кімнати чи на гарячі стінки грубки?
15. Проведіть спостереження за теплопровідністю різних речовин, використовуваних у побуті. Укажіть, де їх використовують, і чим це зумовлено.

16. Для запобігання втратам тепла крізь вікна широко використовують склопакети: пластикові, алюмінієві та дерев'яні. Звичайні вікна втрачають 80 % тепла. Утеплені вікна втрачають тепла удвічі менше. Втрати тепла крізь вікна-склопакети на чверть менші від втрат тепла крізь утеплені звичайні вікна. У скільки разів склопакети економніші за звичайні? Побудуйте стовпчасту діаграму теплозбереження (у відсотках).
17. Будинок загальною площею 120 м² опалюють газовим котлом. Вартість утраченого тепла на квадратний метр опаленої газом площі становить 1,788 гривень на місяць. Після реконструкції встановлено котел нового покоління такої самої потужності, що споживає газу на 35 % менше. Скільки коштує опалення будинку новим котлом? Яка економія коштів для мешканців будинку? Зробіть розрахунок на місяць, три місяці, рік. Зробіть такі самі розрахунки для здорожчання газу до 5,6 гривень за кубічний метр.
18. Використання нових будівель з вищою теплоізоляцією дає змогу зменшити споживання тепла. Теплові втрати старого будинку із цегляними стінами й звичайними вікнами через стіни — 27 %, а через вікна — 33 %. Теплові втрати нового будинку з пористого бетону й вікнами-склопакетами через стіни становлять 9 %, а через вікна — 21 %. У скільки разів економнішим є опалення нового будинку?



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Створення картографічної моделі світового експорту та імпорту паливно-енергетичних ресурсів.

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Забезпеченість паливними ресурсами: порівняння України і світу.
- Коксування вугілля: продукти та їхнє використання.
- Основні процеси переробки нафти.
- Сланцевий газ: за і проти.
- Біопаливо: за і проти.
- Визначення теплових втрат будівлі та порівняння з кількістю палива (газу, вугілля), яке витрачено неефективно.
- Прилади обліку споживання газу та теплоенергії.
- Сучасні засоби пожежогасіння (хімічні та фізичні засади).

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 7. ТРАНСПОРТ

Що робити, якщо машина не заводиться? Старе водійське повір'я говорить: причин дві — або немає бензину, або немає іскри. Так, якщо у вас автомобіль. А якщо електромобіль? Чи сонцемобіль? Чули про такі? Для чого людство розробляє нові види транспортних засобів? Аби подолати рекорди швидкості? Вантажоперевезення? Потужності?

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати види транспорту, їхні переваги та недоліки, принципи роботи двигунів внутрішнього згорання.

Наводити приклади: видів теплових двигунів, способів струмознімання в громадському транспорті, об'єктів Світової спадщини ЮНЕСКО.

Складати оптимальні маршрути доставки товарів для дому, подорожей тощо.

Характеризувати фізичні та хімічні принципи роботи транспортних засобів; сучасну географію виробництва транспортних засобів.

Прогнозувати основні напрями розвитку автомобіле-, судно- й літакобудування; транспортно-логістичні системи.

Усвідомлювати вплив транспорту на людину та навколишнє середовище; проблеми й перспективи розвитку транспорту в Україні та світі

ВІД КОЛЕСА ДО КОСМІЧНОГО КОРАБЛЯ STARSHIP

Ви сподіваєтеся зараз прочитати історію того, як розвивалися транспортні засоби? Ми сподіваємося, що попередні історії про розвиток техніки, підкорення енергії дають змогу зробити це вам самотійно. Ми ж в інтернеті віднайшли для вас ось таку історію: «Діаметр американських космічних кораблів становить 14,55 футів¹. Конструктори хотіли б робити їх ширшими, але не можуть. Чому? Річ у тім, що кораблі доправляють на місце збирання залізницею, що проходила вузьким тунелем. Відстань між рейками стандартна: 4 фути 8,5 дюйма². Це обмежує ширину космічних кораблів 14,55 фута.

А спитати б: чому стандартна відстань між рейками саме 4 фути 8,5 дюйма? Звідки ця цифра? Виявляється, залізниці в США будували за англійськими стандартами, а у Великій Британії відстань між рейками — 4 фути 8,5 дюйма. Чому? Тому що перші потяги в цій країні виробляли на тому самому заводі, на якому й вагонетки для шахт. А довжина осі найбільшої вагонетки становила саме 4 фути 8,5 дюйма.

Чому? Тому що така довжина осі — стандарт для англійських диліжансів, які виготовляли з таким розрахунком, щоб їхні колеса потрапляли в колії на дорогах Великої Британії (тоді колеса менше зношуються). А відстань між коліями по всій країні саме 4 фути 8,5 дюйма.

Чому так трапилося? Тому що перші дороги у Великій Британії прокладено римлянами, а точніше — їхніми бойовими колісницями. Довжина осі стандартної римської колісниці 4 фути 8,5 дюймів. Дивує те, що в жодній відомій системі числення ця довжина не є цілим числом.

Чому ж римлянам заманулося виготовляти осі колісниць саме такої довжини? А ось чому: у таку колісницю зазвичай запрягали пару коней. А 4 фути 8,5 дюйма — це середній розмір двох кінських крижів (мал. 7.1).



Мал. 7.1. Усе має свою легенду. 1. Пам'ятник королеві Боудіцці та її донькам у Вестмінстері, Велика Британія.

2. Запуск «Діскавері» — першого космічного човника NASA

¹ 1 фут (ft) = 30,48 сантиметрів (см).

² 1 дюйм (in) = 2,5 см.

1. Проаналізуйте наведену вище інформацію й сформулюйте уточнювальні запитання щодо її змісту. 2. З'ясуйте з науково достовірних джерел, що в цій інформації є фактами, а що — домислами. 3. Дізнайтеся з додаткових інформаційних джерел: а) хто така Боудікка й чому увічнено пам'ять про неї та її доньок, б) для чого заплановано проєкт StarShip.

Вірити чи не вірити цій історії, ви дійшли висновку (*якого саме?*) самостійно. Та попри все маємо беззаперечні підстави стверджувати:

- першим видом транспорту, винайденим і використовуваним людиною, був гужовий, на зміну якому приходили засоби пересування на парових, електричних і реактивних двигунах;
- людина навчилася конструювати транспорт, який рухається суходолом, водою, повітрям й у космічному (безповітряному) просторі;
- з транспортом пов'язані дороги, термінали, порти й вокзали;
- хтось має керувати не лише транспортними засобами, а й усіма перевезеннями у світі.

Тож питання, яке розглядатимемо в цьому розділі, досить об'ємне, цікаве й корисне. Адже кожен з вас, якщо й не керуватиме сам транспортним засобом, то принаймні буде пасажиром або пасажиркою.

Загалом термін «транспорт» має досить широке значення (від лат. *transportare*, утвореного від *trans* — «через» і *portare* — «носити») й означає сукупність засобів, призначених для переміщення людей, вантажів, сигналів та інформації з одного місця в інше.

Про транспорт ми згадували, коли обговорювали рух йонів крізь мембрани клітин (*пригадайте транспорт речовин*), рух крові судинами й рідин у стеблах рослин. Про пересилання інформації й сигналів докладніше буде в наступному розділі. А в цьому обговорімо транспорт з погляду фізики, хімії, астрономії й географії.

То скільки ж є видів транспорту та за якими ознаками його класифікують? *За призначенням* виокремлюють транспорт загального, що обслуговує торгівлю й пасажирські перевезення, та незагального користування, що об'єднує транспортні комунікації промислового значення для доправлення сировини й готової продукції як у межах підприємств, так і магістральними транспортними системами (наприклад, нафтопроводи), особистий транспорт — автомобілі, мотоцикли, мопеди, велосипеди, яхти, приватні літаки. *За дальністю перевезень* — міський, міжміський, континентальний, міжконтинентальний. *За типом перевезень* — вантажний і пасажирський. *За середовищем пересування* транспорт поділяють на сухопутний (наземний і підземний), водний (підводний), повітряний і космічний. До наземного транспорту належать: залізничний, автомобільний, трубопровідний (нафтопродукто- і газопроводи), нові види транспорту (на магнітній або повітряній подушці, монорейковий транспорт тощо), електропередавальні лінії (ЛЕП), канатні дороги; до підземного — метрополітени; до водного — морський і річковий, до повітряного — авіаційний. *За способом перетворення енергії* в двигунах транспортних засобів — механічні засоби (наприклад, велосипед), транспорт із двигунами вну-

трішнього згоряння (переважна більшість автомобілів), з турбореактивними двигунами (літаки), з реактивними двигунами (космічні ракети), з електричними двигунами (залізничний транспорт, трамваї, тролейбуси, електромобілі).

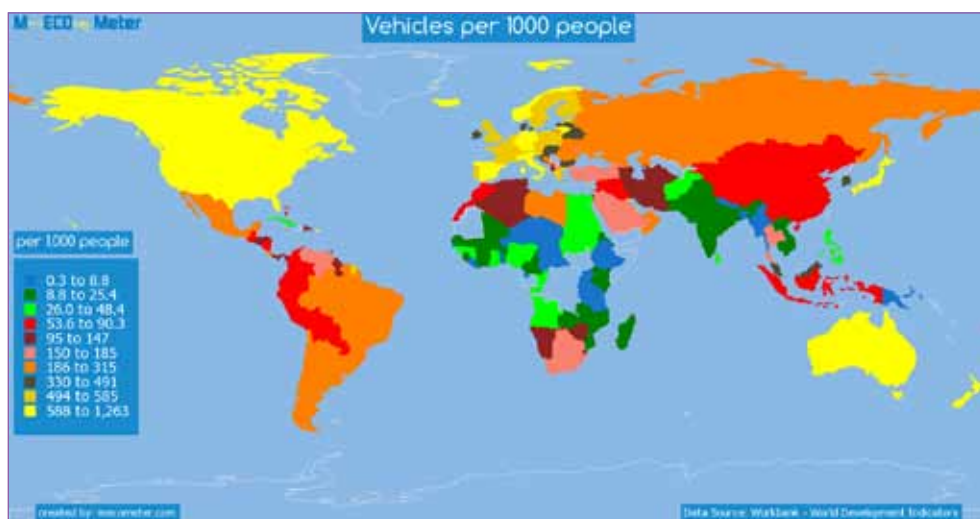
Про інші класифікаційні ознаки дізнайтеся самостійно з додаткових джерел інформації (*зробіть це*).

Якщо розглядати транспортний засіб як своєрідний організм, то «серцем» його є двигун, «мозком» — система керування й механізми передавання енергії, «руховим апаратом» — колеса, гусениці, рейки, крила, гвинти, лопаті, подушки, канати, гідро- й аеропотоки тощо.

ПРО АВТОМОБІЛЬ

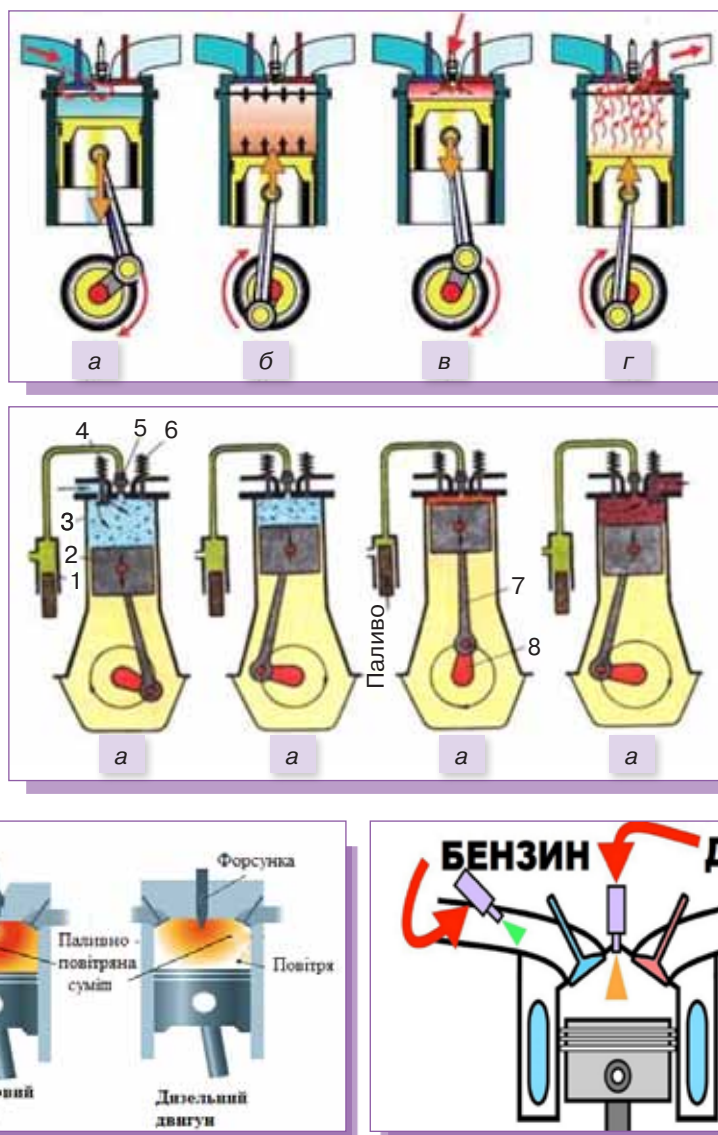
У наші дні чи не кожна людина їздить автомобілем. Та його будову знають далеко не всі. Розгляньмо принципи роботи автомобіля, так би мовити, для «чайників».

Сучасний ринок пропонує величезну кількість моделей і марок легкових автомобілів (мал. 7.2), та майже всі вони побудовані за однією конструкцією.



Мал. 7.2. З'ясуйте географію виробництва й використання автотранспорту

Більшість автомобілів містять двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ). Залежно від використовуваного в ньому виду палива й способу його запалення розрізняють *бензиновий* (один з перших найвдаліших бензинових двигунів для автомобільної промисловості запатентовано Г. Даймлером¹ у 1885 році) та *дизельний* (названий на честь його винахідника Р. Дізеля²) двигуни. Розгляньмо принцип дії таких двигунів внутрішнього згоряння (мал. 7.3).

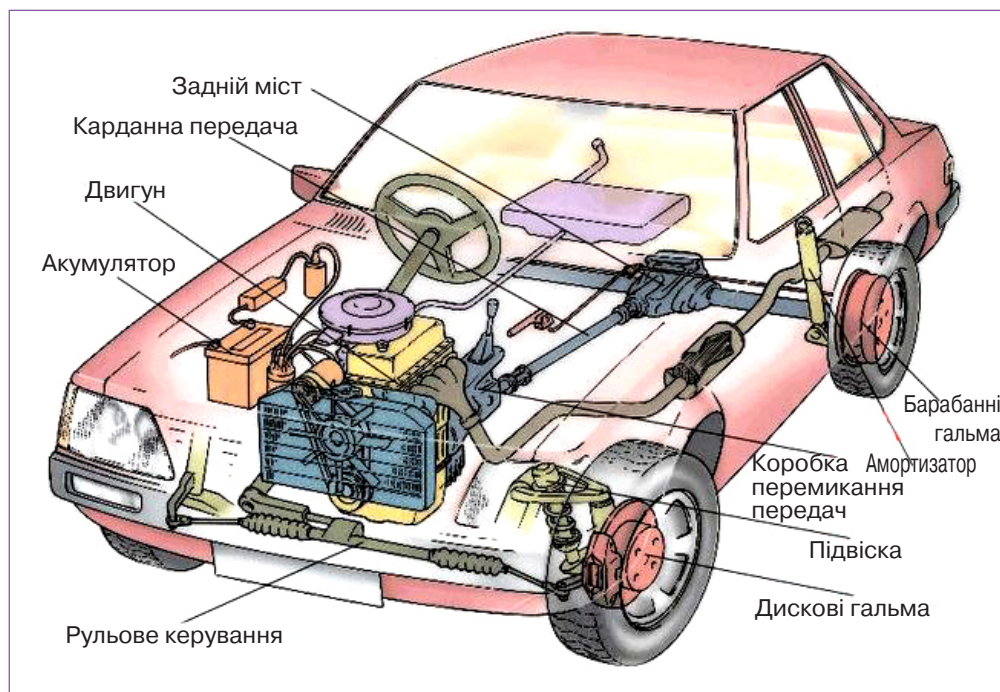


Мал. 7.3. Принципи роботи бензинового та дизельного двигунів

- ¹ Готтліб Даймлер (нім. *Gottlieb Wilhelm Daimler*; 1834–1900, Німеччина) — інженер, конструктор і підприємець.
- ² Рудольф Дізель (нім. *Rudolf Christian Karl Diesel*; 1858–1913, Німеччина) — інженер, винахідник.

Основним елементом двигуна є циліндр із поршнем, де відбувається згоряння палива. Зазвичай їх кілька. Тому розрізняють дво-, чотири- чи восьмициліндрові двигуни. Циліндр має два отвори з клапанами — впускним і випускним. Робота ДВЗ ґрунтується на чотирьох послідовних процесах — тактах, які весь час повторюються.

Перший такт — це впуск пальної суміші через впускний клапан, коли поршень рухається вниз. Після того як поршень досягне нижньої точки, усмоктування палива припиняється. Обидва клапани закриті. Під час другого такту, коли поршень рухається вгору, відбувається стискання суміші, унаслідок чого її температура підвищується. У верхній точці поршня суміш запалюється іскрою від електричної свічки (у бензинових двигунах) або від високої температури сильно стиснутого газу (у дизельних двигунах). Суміш спалахує. Унаслідок значного нагрівання газ розширюється й тисне на поршень. Сила тиску штовхає поршень донизу, відбувається третій такт — робочий хід, під час якого виконується робота. За допомогою спеціального з'єднання рух поршня передається колінчастому валу, який з'єднано з колесами автомобіля. Під час виконання роботи суміш розширюється й одночасно охолоджується. Після проходження поршнем нижньої точки відкривається випускний клапан, і під час руху поршня вгору відбувається четвертий такт — випуск відпрацьованих газів. Тобто робочий цикл чотиритактного двигуна завершується, і знову все починається з першого такту. Робочим є тільки такт розширення, а інші (впуск, стиск, випуск) — допоміжні.



Мал. 7.4. Основні частини автомобіля

Отже, основне призначення двигуна — перетворення теплової енергії від згоряння палива на механічну. Перетворення це здійснюється через трансмісію автомобіля, яку утворюють тяжні мости, коробка для перемикавання передач, зчеплення, карданна передача, шарніри. Основна функція трансмісії — передавання обертання з рухового валу на колеса автомобіля. Колеса, тяжні мости, задня й передня підвіски становлять ходову частину автомобіля. Система, що запускає й контролює роботу автомобіля, складається з різних давачів, для роботи яких потрібна електрична система. Без акумулятора не можна запустити двигун, генератор потрібен для підзаряджання акумулятора й живлення всіх енергоспоживачів: фар, склоочисників, датчиків, свічок запалювання.

Тобто будова автомобіля не є складною, якщо не заглиблюватися в деталі (мал. 7.4). Ну, а для тих, хто хоче знати більше про всі деталі автівки, є спеціальна література, сайти, курси.

Ми розглянули приклади автомобілів, що працюють на традиційному пальному — бензині або дизельному. Окрім того, є автомобілі, що живляться газом. А останнім часом більшої популярності набувають автомобілі, для живлення яких не потрібно традиційного пального: електромобілі.

Термін електромобільність (англ. *Electro Mobility*, *E-Mobility*) включає в себе повністю електричні, а також гібридні електричні транспортні засоби та автомобілі, які використовують технологію водневих паливних елементів.

Електромобіль створено раніше, ніж автомобіль із двигуном внутрішнього згоряння. На Першій міжнародній виставці електрики 1881 року в Парижі презентували перший триколісний електромобіль Г. Труве¹, який розвивав швидкість 12 км/год за дальності ходу 14–26 км. У 1888 році в Німеччині розроблено електромобіль Флокена². У 1899 році в Санкт-Петербурзі Іполіт Романов³ створив перший російський електромобіль. К. Дженацці⁴ на електромобілі *La Jamais Contente* — «Вічно невдоволена» — назва мала символізувати постійний потяг до досконалості — у 1899 році встановив рекорд швидкості на суходолі. Він першим у світі подолав бар'єр швидкості 100 км/год, досягши 105,882 км/год. Згодом В. Бейкер⁵ досяг швидкості 130 км/год. У 1901 році Ф. Порше⁶ сконструював електромобіль «*Toujours Contente*» («Завжди задоволена») і здобув звання найкращого автосалону.

¹ Густав П'єр Труве (фр. *Gustave Pierre Trouvé*, 1839–1902, Франція) — винахідник, інженер-електрик й енциклопедист. Зробив вагомий внесок в мініатюризацію різноманітних технічних пристроїв.

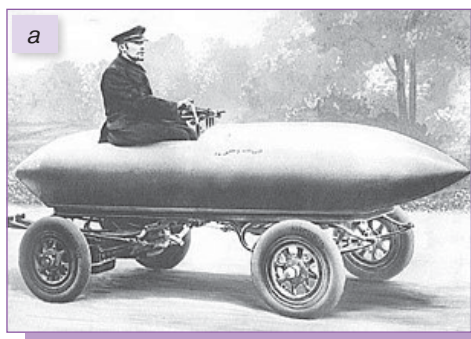
² Андреас Флокен (нім. *Andreas Flocken*, 1845–1913, Німеччина) — підприємець і винахідник.

³ Іполіт Володимирович Романов (1864–1944, Росія, США) — інженер і винахідник.

⁴ Каміль Дженацці (фр. *Camille Jenatzy*, 1868–1913, Бельгія) — водій гоночної машини.

⁵ Волтер Байкер (англ. *Walter Baker*, 1868–1955, США) — інженер і підприємець, один з піонерів автомобілебудування, першим у галузі використовував кулькові вальниці.

⁶ Фердинанд Порше (нім. *Ferdinand Porsche*, 1875–1951, Німеччина) — конструктор автомобілів та панцерної техніки, засновник фірми *Porsche*.



Мал. 7.5. а) «Вічно невдоволена»; б) «Завжди задоволена»;
в) Дзвінкове, 1 липня 1914 р. Гіляров Олексій Микитович — професор філософії
Київського університету Святого Володимира за кермом свого «циклонета»,
а за ним — його син (Сока) Сергій Олексійович, у подальшому —
професор Київського університету на кафедрі вишуканих мистецтв

Попри те, що автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння майже сто років витісняли електромобілі, 2015 року в світі вже було 1 млн електромобілів, а 2016 року — 2 мільйони. За прогнозами, до 2030 року в світі буде 160 млн електромобілів.

Беззаперечним лідером на ринку електромобілів зараз є компанія Tesla Motors. І її електрокари — седан Tesla Model S, сімейний кросовер Model X і бюджетний Model 3, а нещодавно презентовано нову модель — пікап Cybertruck (мал. 7.6). Ще один лідер електромобілів, компанія BYD, теж не пасе задніх, і в травні 2017 року здійснив поставку до США

своїх перших повністю електричних 18-метрових автобусів. На одному заряді такий автобус може проїхати 440 км. Повна зарядка батареї займає 2–3 години (мал. 7.6).

Основою будь-якого електромобіля є установка у вигляді декількох електродвигунів і акумуляторних батарей, які є джерелом необхідної для пересування електромобіля енергії. Розрізняють три типи електромобілів: повністю електричні, гібриди й так звані м'які гібриди, у яких з невеликою потужною акумуляторною батареєю поєднується бензиновий двигун, зокрема приводить автомобіль у рух.

Літій-йонні акумулятори — це основний тип батарей, які сьогодні використовують в електромобілях. Найбільша перевага таких акумуляторів — у найліпшому співвідношенні енергії та маси, швидкості заряджання. Менша маса батареї збільшує дистанцію на одній підзарядці та продуктивність, і водночас надає автомобілю кращу керованість.

Найбільшими виробниками електромобілей є BYD, Tesla, BMW, Nissan, Daimler, BAIC, VW, Zotye, JAC, Chevrolet, Mitsubishi (назвіть бренди цих компаній).



Мал. 7.6. Електромобілі

Переваги електромобіля:

- немає шкідливих викидів;
- нижчі витрати на експлуатацію та технічне обслуговування автомобіля;
- простота конструкції й керування, висока надійність і довговічність екіпажної частини (до 20–25 років) порівняно зі звичайним автомобілем;
- тиха робота;

- можливість підзаряджання від побутової електричної мережі (від розетки)¹;
- електромобіль — єдиний варіант застосування на легковому автотранспорті енергії, що виробляють АЕС й електростанції інших типів;
- масове застосування електромобілів змогло б допомогти в розв'язанні проблеми «енергетичного піку» за рахунок підзарядки акумуляторів у нічний час.

Недоліки електромобіля:

- акумулятор за півтора століття еволюції так і не досяг характеристик, що дають змогу електромобілю на рівних конкурувати з автомобілем за запасом ходу й ціною, попри значне вдосконалення конструкції. Акумулятори з високою енергоємністю або занадто дорогі через застосування дорогоцінних або дорогих металів (срібло, літій), або працюють за дуже високих температур;
- проблемою є виробництво та утилізування акумуляторів, які часто містять отруйні складники (наприклад, свинець або літій);
- близько 10 % енергії втрачається в коробці перемикачів передач та інших елементах трансмісії. Для розв'язання цієї проблеми компанія Mitsubishi Motor розробила колесо з вбудованим електродвигуном (мотор-колесо), що дало змогу відмовитися від експлуатування коробки перемикачів передач. Система дістала назву Mitsubishi In-wheel motor Electric Vehicle (MIEV). Аналогічне мотор-колесо розробила Toyota. Прототип автомобіля Toyota Fine-T може повертати колеса перпендикулярно до осі автомобіля, що дає змогу значно спростити паркування;
- частина енергії акумуляторів витрачається на охолодження або обігрівання салону автомобіля, а також живлення інших бортових енергоспоживачів;
- для масового застосування електромобілів потрібне створення відповідної інфраструктури для підзаряджання акумуляторів (заряджання на «автозарядних» станціях);
- за масового використання електромобілів у момент заряджання їх від побутової мережі зростають перевантаження електричних мереж, що загрожує зниженням якості енергопостачання, ризиком локальних аварій;
- триваліший час заряджання акумуляторів порівняно із заправленням паливом²;
- у Дармштадті на щорічній сесії Німецького акустичного товариства проблема генерованого електромобілем шуму, а точніше, майже повної його безшумності, викликала жваві дискусії, адже безшумність може стати чинником, який негативно впливатиме на безпеку дорожнього

¹ Однак у такий спосіб — у 5–10 разів довше (триває близько 6 годин), ніж від спеціального високовольтного зарядного пристрою.

² Проте, оскільки переважно середній пробіг звичайного автомобіля за день становить близько 50 км, а один заряд батарей найпростішого (навіть саморобного) електромобіля достатній для пробігу мінімум 60 км, то тривала зарядка акумуляторних батарей (близько 6 годин) не створює незручностей. Незручності від тривалої зарядки існують у разі поїздок на великі відстані.

руху. У Японії прийнято закон, що встановлює мінімальний рівень шуму для автомобілів з електроприводом. Прийняття аналогічних нормативно-правових документів заплановано також у Європі та США.

Згідно із планами Єврокомісії, до 2030 року електромобілі мають становити половину всього міського автотранспорту. Очікують, що такий перехід до електроприводу дозволить значно знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу й знизить рівень акустичного забруднення навколишнього середовища.

За даними Bloomberg New Energy Finance (BNEF), до 2040 року більше половини нових автомобілів у світі будуть повністю електричними, що різко підвищить попит на електроенергію. Вихід з нової проблемної ситуації в розробленні *сонцемобілів* — електромобілів, які використовують для руху й підзарядження акумуляторів сонячні батареї (мал. 7.7).

Є багато конструкцій сонцемобілів, та їхньою спільною проблемою є низький ККД сонячних батарей (зазвичай близько 10–15 %, передові розробки вможливають досягнення 30–40 %), що не дає змогу запасати значну кількість енергії за день скорочуючи добовий пробіг; до того ж, від сонячних елементів немає користі вночі та в похмуру погоду. Друга проблема — висока ціна сонячних батарей.



Мал. 7.7. Підкорити відстань у 3 000 км із середньою швидкістю 120 км/год без використання палива — це не фантазія, а реальність для сонцемобіля

Що ще важливо знати автолюбителю? Це, звісно, безпека. Головна мета подушки й пасків безпеки — зменшити інерційну швидкість руху пасажирів й водія до мінімального значення (мал. 7.8).

Подушка безпеки водія й пасажирів — це нейлонова оболонка, яка за раптового надходження повітря розправляється. Подушка безпеки в складеному стані розташована за пластиковою панеллю автомобіля. Пристрій подушки вироблено таким, що вона спрацює внаслідок сильного удару. Коли відбувається зіткнення, спеціальні сенсори в передній частині транспортного засобу подають сигнал на піропатрон, який і активізує спрацювання подушки. Складники піропатрона змішуються, і між ними відбуваються хімічні реакції:



Газоподібний азот, що утворився внаслідок реакції (1), роздуває подушку. Вона швидко заповнює область між водієм і панеллю приладів, що дає змогу зменшити кількість травм. Недоліком подушок безпеки є те, що вони можуть стати причиною поранень або навіть загибелі водія чи пасажирів. Подушки безпеки нового покоління розкриваються з меншою енергією, та попри це люди мають перебувати на відстані мінімум 25 см від них, щоб уникнути нанесення поранень безпосередньо самою подушкою безпеки в разі зіткнення.



Мал. 7.8. Системи безпеки пасажирів і водія в автомобілі

А ще кожному варто задуматись і про шкідливість автотранспорту. А саме:

- викиди в атмосферу;
- руйнування природних ландшафтів, негативний уплив на флору й фауну;
- шумове забруднення;
- стічні води, що утворюються під час обслуговування;
- шкідливі тверді відходи.

Автомобільний транспорт у процесі своєї діяльності щомиті викидає в атмосферу карбон(II) оксид (чадний газ), карбон(IV) оксид (вуглекислий газ), оксиди Нітрогену, сульфур(IV) оксид (сірчистий газ), озон, бензен C_6H_6 , а також дрібнодисперсні тверді частинки. Транспорт, що включає, крім автомобільного, авіаційний, залізничний і водний, є одним з найбільших постачальників викидів вуглекислого газу в атмосферу.

Складіть хімічні формули речовин-забруднювачів, про які йшлося вище.

Для зменшення негативного впливу складників транспортних комплексів на довкілля перш за все необхідно:

- упровадити строгий контроль за дотриманням допустимих норм викидів у повітря;
- установити контроль за дотриманням екологічних норм під час будівництва та експлуатування транспортної інфраструктури;
- постійно контролювати технічний стан автомобілів;
- удосконалити конструкції паливної системи двигуна;
- використовувати якісніші паливно-мастильні речовини з меншою концентрацією домішок.

ПОДОРОЖУЄМО МІСТОМ

Чи задумувалися ви, користуючись трамваєм, тролейбусом і метрополітенем, що забезпечує їхній рух? Електрика, скажете ви. Так. Але чому ж їх не називають електромобілями? Спробуймо з'ясувати.

Трамвай і тролейбус «народилися» у 80-х роках XIX століття (мал. 7.9). Їхні «батьки» — Ф. Піроцький¹ — розробник трамвая з рейковим струмозніманням — та В. Сіменс² — автор теперішніх моделей і трамвая, і тролейбуса.



Мал. 7.9. а — перший електричний трамвай на Олександрівському (нині — Володимирському) узвозі в Києві (світлина); б — пам'ятник першому київському електричному трамваю поруч із Поштовою площею створено в 1992 році, на честь 100-річчя пуску першого трамвая; в — вагон — пам'ятник Вінницькому трамваю на постаменті біля трамвайного депо, відновлений у 2003 році до 90-річчя відкриття трамвая в Вінниці

¹ Федір Аполлонович Піроцький (1845–1898, Україна) — інженер і винахідник.

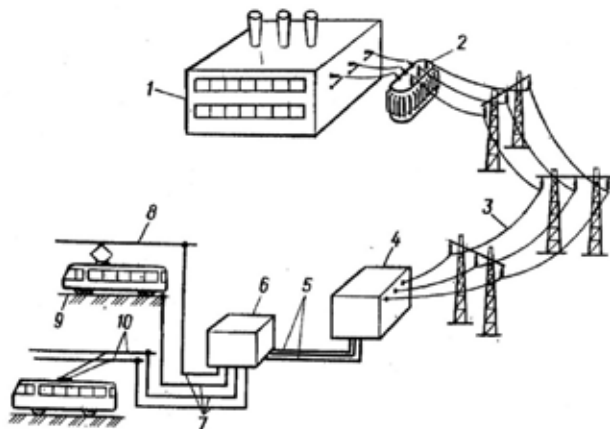
² Вернер фон Сіменс (або Зіменс, нім. *Werner von Siemens*, 1816–1892, Німеччина) — інженер, винахідник, учений, промисловець, засновник фірми Siemens, громадський і політичний діяч.

За перше десятиліття після винаходу сформовано їхні основні схеми струмознімання, які використовують дотепер. Трамвай живиться струмом від струмоприймача, який ковзає по контактному дроту, а як зворотний провід використовує рейкове полотно. Тролейбус обладнано двома штанговими струмоприймачами, які ковзають по контактним дротам додатного й від'ємного потенціалів (мал. 7.10).



Мал. 7.10. Тролейбус і трамвай

Тут маємо розповісти, як схематично виглядає електропостачання міського електротранспорту (мал. 7.11). Струм генерує електростанція змінного струму 1, далі за допомогою підвищувального трансформатора 2 напруга підвищується до рівня 110 кВ, а далі передається повітряними електропередавальними лініями 3. На розподільчій підстанції 4 електричний струм іще раз трансформується і кабельними лініями 5 до тягової підстанції електротранспорту 6 тече трифазний струм напругою 6,3 кВ. На тяговій електростанції електротранспорту 6 встановлено понижувальні трансформатори та випрямні агрегати, які забезпечують живлення трамвая і тролейбуса напругою 600 В через контактні мережі 8 і 10, рейки 9 та підземні кабельні мережі 7.



Мал. 7.11. Міська електромережа громадського транспорту

У 1863 році в Лондоні споруджено першу в світі *підземну залізницю (метро)*. Поїзди рухалися за допомогою паровозів. Дим заповнював тунелі, кіптява осідала на вагонах і станціях. Та все ж таки підземні потяги рухалися набагато швидше, ніж карети й дилижанси на вулицях. Населення Лондона все частіше користувалося саме цим засобом пересування. У наступні десятиліття метрополітени побудовано в Ліверпулі, Глазго, Нью-Йорці, Чикаго, Берліні тощо. Київський метрополітен почав діяти 1960, Харківський — 1975, Дніпровський — 1995 року. У 1986 році запрацював Криворізький швидкісний трамвай, який є прикладом так званого «легкого метро».



Мал. 7.12. а) Тунель метро на схилах Дніпра (м. Київ), б) де знаходиться контактна рейка; станції метро: в) «Університет» у Києві, г) Харкові, д) «Вокзальна» у Дніпрі, е) «Міська лікарня» у Кривому Розі

На відміну від електричної мережі трамвая і тролейбуса, метрополітен не потребує контактних дротів. Це дає змогу вибирати оптимальні габарити тунелів. Електротягу потягів метрополітену забезпечено контактною (третьою) рейкою, виготовленою з м'якої сталі, формою й поперечними

розмірами подібною до звичайних рейок. Головна перевага контактної рейки — надійне струмознімання під час контактування зі струмоприймачами моторних вагонів або електровозів, розташованими на ходових частинах колісних візків. Недолік — низька електробезпе́чність.

Перелік громадського транспорту, що рухається рейками, був би неповним без *монорейкового потягу* (мал. 7.13). Це вид громадського транспорту, у якому вагони рухаються по одній рейці, й естакада, на якій цю рейку прокладено, зазвичай істотно піднята над рівнем землі. Рейка для монорейкового поїзда істотно ширша, ніж звичайна. Зазвичай вагони рухаються естакадою зверху, проте є і підвісні системи, де рейка розташована над вагонами.



Мал. 7.13. а, б — сучасні монорейки; в, г — у майбутнє через минуле: дізнайтеся про історію київської монорейки

Найчастіше монорейки застосовують в аеропортах для зв'язку між терміналами та проїзду з аеропорту в місто. Наразі монорейкові системи популярні й функціонують в Осаці, Флориді, Дортмунді, Дюссельдорфі, Сіднеї, Москві, Токіо та інших містах.

Автобуси, трамваї, тролейбуси, метро, фунікулери, монорейки. Чи вичерпний цей перелік міського транспорту? І які проблеми розв'язують мегаполіси й малі міста світу в забезпеченні безперешкодного й швидкого руху (мал. 7.14)?



Мал. 7.14. П'ятирівнева транспортна розв'язка в Китаї

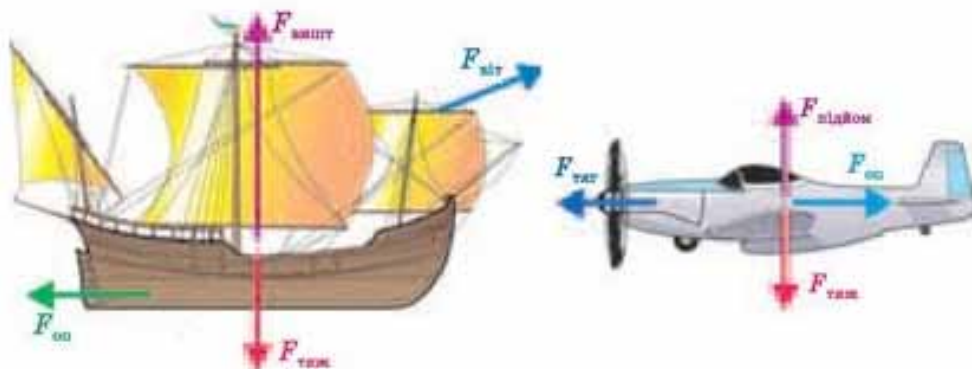
ПОКОРЯЄМО ВОДНИЙ І ПОВІТРЯНИЙ ОКЕАНИ

Вважають, що найдавнішими морськими суднами були човни (canoes) і плоти (rafts), які використовували 60 тис. років тому. Здавна людство використовувало й вітрильники. Вони були основним транспортним засобом до середини XIX століття. Тривалий час судна будували з дерева. У 1839 році винайдено спосіб застосування компасів на металевих суднах, що відкрило шлях до широкого використання таких суден для морських перевезень. Потім створено судна, рух яких забезпечувала енергія, генерована паровими машинами або турбінами. Нині на кораблях використовують дизельні, ядерні, теплові двигуни.



Мал.7.15. Романтики водної стихії

Від самого зародження кораблебудування люди докладають чимало зусиль, намагаючись створити кораблі, що не тонуть. Перші дерев'яні судна були легші від води. Та розвиток науки й знання законів фізики дали змогу будувати й сталеві, й навіть залізобетонні судна. Плавучість судна визначено законом Архімеда: рідина виштовхує тіло із силою, яка дорівнює вазі рідини в об'ємі зануреної в неї частини тіла.



Мал. 7.16. Що допомагає триматися в повітрі й у воді?

Основну хитрість тут приховано в об'ємі — що більший об'єм корабля, то товстішими можна зробити його металеві борта, і більше додаткового вантажу він може взяти на борт, залишаючись при цьому на плаву. Причина полягає в тому, що основний внутрішній об'єм корабля заповнений повітрям, яке у 825 разів легше від води. Саме повітря надає кораблю плавучості.

За цим самим принципом можливе занурення і спливання підводних човнів — під час занурення баластні цистерни заповнює вода, човен утрачає плавучість і занурюється. Під час спливання в баластні цистерни під тиском подають повітря, яке витісняє з них воду.

Виштовхувальну силу враховують і в авіабудуванні.

Плавучість корабля, його здатність чинити опір силам вітру й хвиль визначено його остійністю. Ідеться про здатність судна зберігати стійке положення у воді. Остійність залежить від місця розташування центра ваги судна. Що ближче він до поверхні, то простіше перевернути корабель і менша його остійність.

Поясніть, чому в сучасних кораблів найважчі агрегати — ходові двигуни, генератори, танки із запасами води та палива, вантажні трюми розташовують у нижній частині.

На остійність істотно впливає й форма борту — найменша в суден з напівкруглим дном, найбільша — у спортивних тримаранів, що мають два виносні корпуси-опори з боків. Це знали ще в давнину й прикріплювали

вздовж верхньої частини борта човна зв'язки сухого очерету. А сучасні туристи для цього використовують надувні балони, які закріплюють на бортах байдарок.

Щоб уникнути зсуву центру тяжіння, під час завантаження сучасних кораблів використовують комп'ютерні програми, які дають змогу визначити — куди й скільки вантажу можна помістити, щоби зберегти морехідні якості судна.

Увесь корпус корабля розділено на герметичні відсіки. У нормальному стані перегородки між відсіками відкрито. Коли корабель дістає пробоїну, то відсік, де вона розташована, перекривають герметичними перегородками, аби вода не могла заповнити весь корпус.

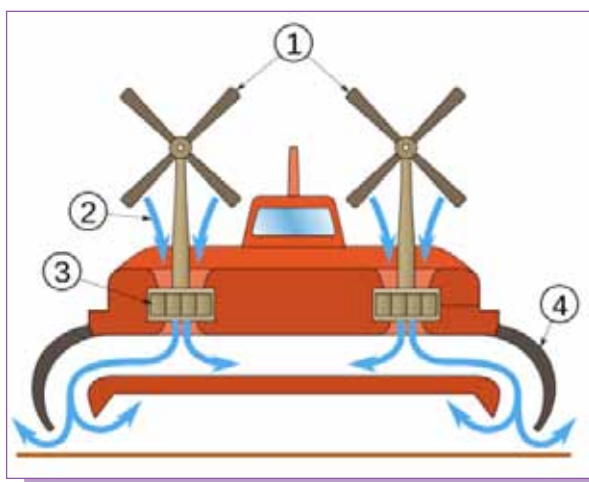
Небезпечно під час шторму розгортати корабель «лагом до хвилі», тобто боком — надто велика ймовірність того, що сильна хвиля переверне судно. Так само небезпечна і хвиля, спрямована в корму. Тому часто океанські судна під час сильних штормів починають рухатися носом проти хвиль, відхилившись від наміченого курсу, бо це найбезпечніший для корабля спосіб пережити негоду. І лише після закінчення шторму вони повертаються на потрібний курс.

Глибину, на яку судно занурене у воду, називають його осадкою. За повного завантаження судно не має бути занурене у воду нижче від вантажної ватерлінії (від голландського слова *water* — вода). Ватерлінія — спеціальна лінія на борту судна, яка показує максимальну безпечну для судна осадку. Осадка сучасних супертанкерів за повного завантаження (кілька сотень тисяч тонн) може досягати 23 м (тоді як висота надводної частини судна становить лише 5–6 м).

Плавучість, осадка й остійність судна — це основні його якості, що є основою безпечного експлуатування.

На відміну від звичайних суден і колісного транспорту, судна на повітряній подушці не мають безпосереднього фізичного контакту з поверхнею, над якою рухаються. А на відміну від літальних апаратів — не можуть піднятися над цією поверхнею на висоту, що перевищує деяку частину від їхнього горизонтального габаритного розміру.

На перевезеннях через моря та океани у водного транспорту конкурентів немає (авіаперевезення надто дорогі, тому їхня сумарна частка у вантажоперевезеннях низька). Тож морськими суднами перевозять найрізноманітніші види товарів, однак більшу частку вантажів становлять нафта і нафтопродукти, зріджений газ, вугілля, руда тощо. Роль водного транспорту в пасажирських перевезеннях значно знизилася, що пов'язано з його низькими швидкостями. Виняток — швидкісні судна на підводних крилах (що іноді беруть на себе функцію міжміських автобусів-експресів) та судна на повітряній подушці. *Судно на повітряній подушці* (мал. 7.17) — це судно, підтримуване над опірною поверхнею (земною або водною) на стиснутому повітряному прошарку (подушці), створеній судовими вентиляторами (нагнітачами).



Мал. 7.17. Схема роботи судна з повітряною подушкою:
1 — маршові гвинти; 2 — потік повітря; 3 — вентилятор; 4 — гнучка перепона (фартух)

Водний транспорт, завдяки своїм перевагам (він найдешевший після трубопровідного), зараз охоплює 60–67 % усього світового вантажообігу. Найінтенсивніші вантажопотоки йдуть через Атлантичний океан, на другому місці — Тихий, на третьому — Індійський океан. Велике значення для розвитку морського транспорту мають Суецький і Панамський канали. Вони значно скорочують шлях. У першому випадку — між Атлантичним й Індійськими океанами, а в другому — між Тихим і Атлантичним. Частка морського транспорту в структурі вантажоперевезень світу наприкінці XX ст. становила понад 60 %. У світі є понад 80 тис. суден різних типів. На щоглах морських суден майорять прапори понад 160 держав світу. На земній кулі налічують майже три тисячі морських портів. Найбільший порт світу — Роттердам (Нідерланди). Загальна протяжність ліній внутрішнього водного транспорту (на річках, озерах, каналах) у світі перевищує 550 тис. км. Цей вид транспорту розвинений у США, Росії, Канаді, Німеччині, Нідерландах, Китаї. У світі налічують близько двохсот міжнародних річок. Це, зокрема, Дунай, у басейні якого розташовано 14 держав Європи, а також Рейн, Амазонка, Замбезі, Ніл, Конго тощо.

Проте судноплавство завдає певної шкоди, зокрема забруднює атмосферу відпрацьованими газами (мал. 7.18).



Мал. 7.18. Чи можливо уникнути шкоди від судноплавства?

У водне середовище потрапляють рідкі й тверді відходи, що утворюються під час перевезення пасажирів. У випадках аварій суден у воду потрапляють токсичні вантажі, здебільшого нафта й нафтопродукти.



Дуже небезпечним для довкілля є потрапляння нафти і продуктів її перероблення у природні водойми, підземні води тощо. Здатність нафти вкривати тонкою плівкою значні ділянки акваторії за порівняно невеликих розливів призводить до вкрай негативних наслідків. Нафта не змішується з водою, однак її викиди згубні для водоростей, молюсків, ракоподібних. Морські ссавці потерпають від нафтового забруднення, оскільки їхнє хутро вкривається шаром нафти, що проникає крізь шкіру й отруєє тварин. Однак найбільшої шкоди зазнають рибоїдні птахи: нафта просочує й склеює їхнє пір'я (мал. 7.19). Це унеможливує політ. Наслідком погіршення теплоізоляції тіла стає загибель від переохолодження. Також знижується плавучість, і птах тоне у воді. Намагання тварини почистити пір'я призводить до заковтування вуглеводнів й отруєння. Темна нафтова плівка на поверхні моря знижує освітленість товщі води, інтенсивність фотосинтезу у фітопланктоні слабшає, зменшується обсяг кисню, що він виробляє. Необхідність охорони морського середовища від нафти істотно зросла у зв'язку з інтенсивним розробленням морських нафтових родовищ. Наразі використовують різноманітні сорбенти, за допомогою яких збирають і видаляють нафту з поверхні води, ґрунту тощо.



Мал. 7.19. а) Природа волає про допомогу! б) Для того щоб відмити птаха, потрібно дві людини, 45 хвилин і 1 100 літрів чистої води

До основних заходів запобігання забрудненню водного басейну транспортними суднами належать:

- заборона скидання забруднювальних відходів із суден у внутрішніх водоймах;
- прийняття міжнародних угод про припинення скидання із суден усіх видів відходів і змивання нафтовантажів, забрудненої ними води у відкритих морях й океанах у межах установлених зон;
- обладнання суден додатковими засобами й установками для утилізації або знешкодження деяких видів відходів, а також тимчасове накопичення частини відходів з подальшим здаванням їх на берег для знешкодження або перероблення;
- розроблення нових конструкцій суден, що більшою мірою гарантували б збереження нафтовантажів і нафтопалива навіть в аварійних ситуаціях;
- очищення забрудненої води.

Виокремлюють три основні напрями очищення забруднених вод річок і морів, а саме: механічне збирання з поверхні вод сміття й нафтових плівок, хімічний вплив на нафтові плівки та біологічне розкладання їх. Найбільшого поширення набув механічний метод. Він полягає в тому, що великі плавні агрегати виконують різні за ступенем складності операції — від простого збирання з поверхні сміття до виловлювання й сепарування нафтопродуктів. Зібране сміття й нафтовмісні води передають на берегові станції для знешкодження й утилізування. Для ліквідування аварійних розливів нафти в акваторіях і відкритому морі створено оперативні структурні підрозділи, які вживають екстрених заходів для знешкодження наслідків таких розливів.

Науковці багатьох країн розробляють фізико-хімічні методи видалення нафтових плям з поверхні річок і морів. Препарати-абсорбенти комплексної дії поглинають нафту, сприяють порушенню нафтового шару, який перекриває надходження кисню повітря у воду, забруднює узбережжя, убиває водоплавних тварин і птахів.

Перспективним, хоча багато в чому й проблематичним, на сьогодні є біологічний метод нейтралізування нафтопродуктів, що потрапили у воду. Він включає очищення за допомогою рослин, які засвоюють деякі забруднювачі, що містяться у воді, зокрема й вуглеводні. Застосування цього методу принципово можливе для біологічного нейтралізування нафтовмісних, наприклад баластних, вод в акваторіях портів. Другий напрям використання цього методу включає пошук і дослідження істот (молюсків, мідій), здатних уловлювати й переробляти забруднювачі води, передусім вуглеводні. Третій напрям — пошук анаеробних бактерій, які в умовах річки або моря могли б швидко розмножуватися на вуглеводнях, що є у воді, та переробляти їх на корисні або нейтральні для гідросфери речовини.

Ефект виштовхувальної дії спостерігають як у воді, так і в повітрі. У 1783 році відбулася перша прилюдна демонстрація польоту кулі, наповненої гарячим повітрям. Першими повітроплавцями були брати

Монгольф'є¹. А через 10 днів Ж. Шарль² помандрував повітряним океаном на аеростаті власної конструкції, оболонка якого була наповнена воднем. Цей аеростат став прообразом дирижаблів.

Проте щоб апарат, тяжчий за повітря, піднявся вгору, урахування лише закону Архімеда недостатньо. Тут вступають у дію аеродинамічні закономірності обтікання крила літака. 17 грудня 1903 року біля містечка Кітті-Хок (штат Північна Кароліна, США) брати Райт³ здійснили перший у світі керований політ на літаку, важчому за повітря, який самі ж і сконструювали. Незабаром піднялися в повітря літаки конструкції Я. М. Гаккеля⁴, І. І. Сікорського⁵ та ін.



Мал. 7.20. а) Перший політ Флайера-1 (США, 1903).

б) Студент КПІ Ігор Сікорський на літаку власної конструкції (Київ, 1910)

¹ Жозеф-Мішель Монгольф'є (фр. *Joseph-Michel Montgolfier*, 1740–1810, Франція) та Жак-Етьєнн Монгольф'є (фр. *Jacques-Étienne Montgolfier*, 1745–1799, Франція) — винахідники.

² Жак Александр Сезар Шарль (фр. *Jacques Alexandre César Charles*, 1746–1823, Франція) — фізик, винахідник.

³ Вілбер Райт (англ. *Wilbur Wright*, 1867–1912, США) та Орвілл Райт (англ. *Orville Wright*, 1871–1948, США) — авіаконструктори, льотчики, піонери авіації.

⁴ Яків Модестович Гаккель (1874–1945, Росія) — інженер, учений-електротехнік.

⁵ Ігор Іванович Сікорський (1889–1972, Україна, США) — авіаконструктор.

Під час обтікання крила потоком повітря відбуваються збурення, що ведуть до відхилення повітряної маси потоку вниз. Згідно із законом збереження імпульсу, це приводить до виникнення підйімальної сили, спрямованої в протилежний бік, тобто вгору.



Мал. 7.21. Важчий за повітря, а літає, бо йому аеродинамічна сила допомагає

На малюнку 7.21 наведено схему обтікання крила літака зустрічним потоком повітря. Рух літака в напрямку, позначеному стрілкою, забезпечено двигуном з активною чи реактивною тягою. За рахунок різної швидкості обтікання повітрям верхньої та нижньої поверхонь крила, а також кута між віссю крила й напрямком руху утворюється підймальна сила, яка компенсує вагу літака й дає змогу змінювати висоту польоту. Руху літака протидіє сила аеродинамічного опору, зумовлена втратами енергії на рух і нагрівання частинок повітря навколо літака. Геометрична сума підйімальної сили та сили аеродинамічного опору утворює аеродинамічну силу, яка є однією з найважливіших характеристик літального апарата (мал. 7.22).



Мал. 7.22. Красені неба

Авіаційний транспорт — один із наймолодших видів сполучення. Технологія його роботи має свої особливості. Рух відбувається строго за розкладом, що пов'язано зі складністю організації злету — посадки на аеродромному полі. Діє система виділення кожній одиниці рухомого складу певного коридору руху, що залежить, насамперед, від швидкості та вантажопідйомності літака. Висока швидкість літаків дає змогу долати, наприклад, відстань за 8–9 годин на основних типах літаків і за чотири години — на надзвукових (залізницею цю відстань долають за 7–8 діб).

Нині у світі виробляють величезні пасажирські літаки — це Boeing і Airbus (мал. 7.23).



Мал. 7.23. а) Що оберете: Boeing чи Airbus, б) салон Airbus-A380

Конкуренція між ними привела до створення дуже великих машин. Серед них визнаним лідером є Airbus-A380 (мал. 7.23.б). Розмах його величезних крил майже сягає майже 80 м, а довжина — 73 м. Він офіційно посідає перше місце в ряду пасажирських літаків не лише за розмірами, а й за місткістю та багатьма іншими параметрами. Наприклад, поміж літаків такої категорії він є найекономічнішим. Його витрата палива становить усього три літри на пасажиря на шляху 100 км. Розв'язання проблеми зменшення маси стало можливим за рахунок використання новітніх композитних матеріалів, частину яких спеціально розроблено для цього літака. Так, центральна й основна частина крила, маса якої становить 11 тонн, складається на 40 % з вуглепластику. Для зварювання елементів

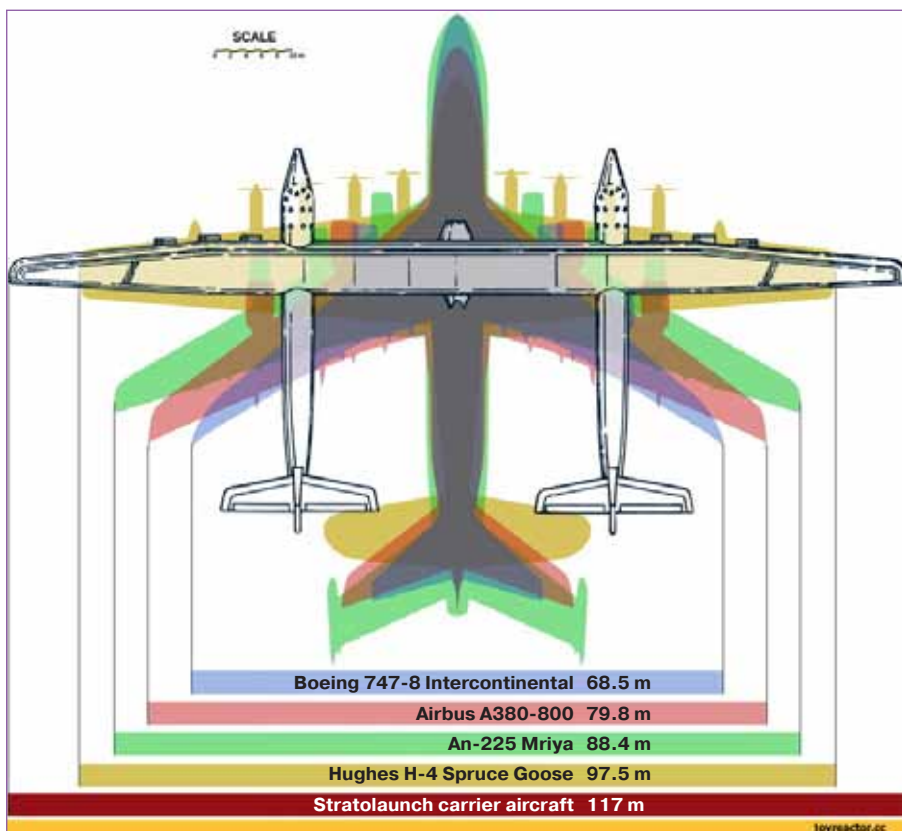
конструкції використано лазерну технологію, що значно підвищило надійність з'єднань і зменшило кількість кріпильних елементів.

Рекордсменом з вантажоперевезень є український літак Ан-225 «Мрія» (мал. 7.24). Він установив 240 світових рекордів, що є абсолютно безпрецедентним випадком в авіації.



Мал. 7.24. Українська «Мрія». Дізнайтесь більше про літакобудування в Україні

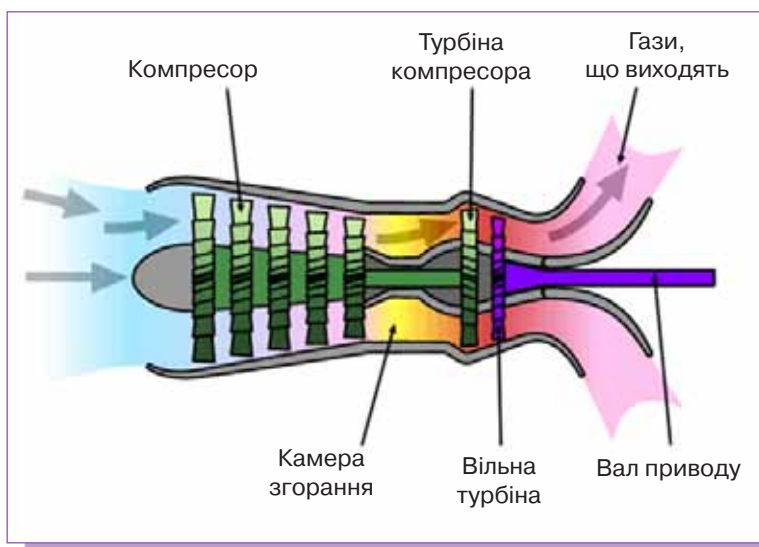
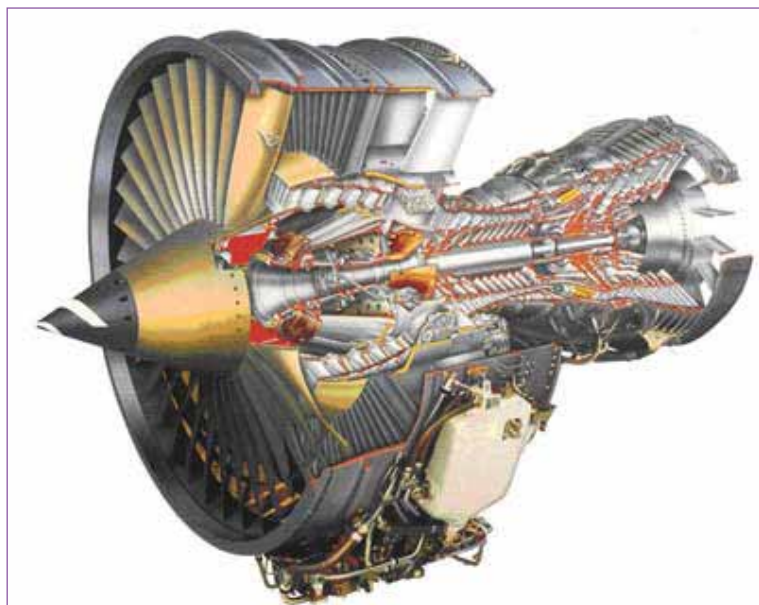
У каліфорнійському аерокосмічному порту Мохаве збудовано найбільший в історії авіації літак з розмахом крил 117 метрів (мал. 7.25). Цей літальний засіб буде використано для запуску ракет зі стратосфери.



Мал. 7.25. Чий розмах крил найбільший?

Літак під назвою Рос піднявся в повітря 13 квітня 2019 року, приблизно о 7.00 за місцевим часом, був у польоті понад дві години, а потім безпечно приземлився в повітряно-космічному порту Мухаве. Машина розвинула швидкість 300 кілометрів на годину. Демонстраційний політ проходив на висоті близько п'яти кілометрів над пустелею Мухаве, штат Каліфорнія, США. За допомогою шести двигунів літак зможе піднімати вантаж масою понад 220 тонн на висоту близько 10 кілометрів.

В авіаційному транспорті переважно застосовують газотурбінні двигуни (ГТД), які є різновидом двигуна внутрішнього згорання (мал. 7.26).



Мал. 7.26. Принцип роботи газотурбінного двигуна

На відміну від поршневого двигуна, у ГТД процеси відбуваються в потоці рухомого газу. Стиснуте атмосферне повітря з компресора надходить у камеру згоряння, куди також подають паливо, яке, згорівши, утворює велику кількість газуватих продуктів згоряння під високим тиском. Потім у газовій турбіні енергія тиску продуктів згоряння за рахунок обертання лопаток перетворюється на механічну роботу, частина якої витрачається на стиснення повітря в компресорі. Інша частина роботи передається на привідний агрегат. Роботу, споживану цим агрегатом, вважають корисною роботою двигуна. Газотурбінні двигуни мають найбільшу питому потужність серед ДВЗ.

Як паливо використовують будь-яке пальне, що можна диспергувати¹: бензин, гас, дизельне паливо, мазут, природний газ, суднове паливо, водяний газ, спирт і подрібнене вугілля.

Розрізняють такі типи газотурбінних двигунів: турбореактивні двигуни; турбореактивні двигуни з форсажною камерою (де спалюють додаткове паливо, переважно в надзвукових літаках); двоконтурний турбореактивний двигун (надзвукові й дозвукові літаки); турбовентиляторний двигун (цивільна авіація); турбогвинтовентиляторний двигун (вантажні літаки); турбогвинтовий двигун (літаки з великою вантажопідйомністю і дальність польоту); турбований двигун (гелікоптери, турбостатер для авіаційних двигунів літаків тощо).

У водному транспорті також є судна, на яких використовують газотурбінні двигуни (різновиди теплоходів), а на залізниці — локомотиви з газотурбінними двигунами (різновид тепловоза).

Реактивний двигун — двигун, що створює тягу внаслідок швидкого витікання робочого тіла із сопла; при цьому найчастіше робочим тілом є гарячі гази, що утворюються внаслідок спалювання палива в камерах згоряння. Практично реактивний рух застосовують у реактивних видах транспорту (космічних ракетах, реактивних літаках).

Парк авіаційного транспорту доповнюють безкрилі літальні апарати (мал. 7.27).

Вертоліт (гелікоптер) — літальний апарат, важчий за повітря. Піднімання й переміщення в повітрі забезпечено гвинтом, що обертається в горизонтальній площині. Переміщення забезпечене нахилом у відповідному напрямку тримального гвинта. Оскільки гвинт, що обертається, створює значний обертальний момент, то цей момент необхідно компенсувати.

Автожир — літальний апарат, важчий за повітря, який утримується в повітрі завдяки гвинту, розміщеному над корпусом², — ротору, що вільно обертається від дії зустрічного повітряного потоку³.

Гвинтокрил — літальний апарат, у якому поєднано риси вертольоту та літака. Завдяки тримальному гвинту він може здійснювати вертикаль-

¹ Диспергування — тонке подрібнення та розподілення в певному об'ємі твердого матеріалу, рідини або газу, у результаті якого виникають дисперсні системи: порошки, суспензії, емульсії, аерозолі.

² Фюзеляж.

³ Явище авторотації.

ний зліт і посадку, а сам політ відбувається завдяки крилам і двигунам з тяговими гвинтами, які дають змогу розвинути досить високу швидкість горизонтального польоту. При цьому гвинт працює в режимі авторотації.

Конвертоплан — (від англ. *tiltrotor aircraft*) — окремий тип повітряного судна, літальний апарат з фіксованим крилом, що може виконувати вертикальний зліт — посадку й може повертати двигуни (зазвичай — пропелери) на 90° для створення вертикальної підймальної сили або горизонтальної тягової. Особливість конвертоплана — це те, що його гвинти повертаються, на відміну від гвинтокрила, які зафіксовано на кінцівках крила.



Мал. 7.27. Вертоліт, автожир, гвинтокрил, конвертоплан

Плавці, веслярі й повітроплавці друге століття поспіль азартно підкорюють протоку, що відокремлює острів Великобританію від Європи. Л. Блеріо¹ 25 липня 1909 року першим перетнув Ла-Манш на моноплані Bleriot XI власної конструкції. Через сто років 4 серпня 2019 року Ф. Запата² успішно перетнув Ла-Манш на розробленому ним *флайборді*.

¹ Луї Блеріо (фр. *Louis Blériot*; 1872–1936, Франція) — конструктор, пілот моноплана Bleriot XI.

² Френкі Запата (фр. *Franky Zapata*, нар. 1978, Франція) — винахідник, пілот водного транспорту.



Мал. 7.28. Вони підкорили Ла-Манш

40-річний винахідник вилетів зі Сангатта на північному узбережжі Франції. За 20 хв він приземлився в бухті Святої Маргарет неподалік від Дувра на півдні Великої Британії. На півдорозі пілот зробив зупинку на човні для дозаправлення. Френкі Запата пролетів 35 км від французького до британського узбережжя на висоті 15–20 м над водою. Швидкість флайборда, який має п'ять двигунів, становить 120 км/год.

Повітряний транспорт справляє великий вплив на атмосферу Землі. Газотурбінні двигуни літаків працюють на авіаційному гасі, хімічний склад якого дещо відрізняється від автомобільного бензину та дизельного палива вищою якістю з меншим умістом Сульфуру та механічних домішок. Проте головна маса відпрацьованих газів (*назвіть яких*) повітряні судна викидають безпосередньо в повітряний простір на відносно великій висоті, на високій швидкості та в турбулентному потоці, і лише невелику частку — у безпосередній близькості від аеропортів і населених пунктів. На режимах холостого ходу та під час руху по доріжках, заходу на посадку тощо у відпрацьованих газах істотно збільшується вміст чадного газу й вуглеводів, але при цьому зменшується кількість оксидів Нітрогену.

Найнебезпечнішим є надходження цих речовин у стратосферу, що може бути однією з причин руйнування озонового шару.

Зменшення кількості шкідливих викидів можна досягти внаслідок підвищення економічності двигунів, а отже — зменшення кількості відпрацьованих газів. Скорочення витрат палива, а від цього — і викидів токсичних речовин — досягають також удосконаленням методів експлуатації літаків, а саме: підвищенням ступеня заповнення літаків корисним вантажем, зменшенням пробігу літаків на аеродромах під тягою власних

двигунів за рахунок буксирування їх тягачами на злітну смугу, а також за рахунок розташування аеропортів на значній відстані від міст.

ЗАЛІЗНИЦЕЮ

Поява залізниць стала справжньою революцією в подорожах. Піонером була компанія «International Company of Wagons-Lit», заснована Д. Пульманом¹ у 1872 році в США.



Мал. 7.29. Вони були першими...

У 1884 році створено компанію «International Company of Wagon Lit and Grand Express of Europe» для сполучення між столицями європейських країн. Від кінця XIX і на початку XX століття ця компанія побудувала й увела в експлуатацію практично всі іменні маршрути, значна частина яких існує і в наш час.

Природно, що в різні часи надшвидкими визнавали зовсім різні поїзди. Нині високошвидкісним наземним транспортом вважають такий, що рухається зі швидкістю від 250 км/год спеціальними рейками та від 200 км/год — звичайними. Наприклад, у 1829 році світовий рекорд швидкості встановив паротяг «Ракета», розігнавшись аж до 38,6 км/год. Уже за

¹ Джордж Мортімер Пульман (англ. *George Mortimer Pullman*; 1831–1897, США) — винахідник і промисловець.

10 років паротяг «Ураган» подолав швидкісний рубіж у 160,9 км/год, а в жовтні 1903 року експериментальний електровагон компанії Siemens&Halske розігнався в околицях Берліна (Німеччина) до 206 км/год.

Однак, попри всі заслуги європейців у цій сфері, першу високошвидкісну громадську магістраль під назвою «Токайдо» побудовано 1964 року в Японії під час підготовки до XVIII літніх Олімпійських ігор. Зокрема, 515 км між Осакою й Токіо найшвидший «потяг-куля» долав за дві з половиною години, розвивши максимальну швидкість 210 км/год.

У Європі перші високошвидкісні потяги сконструйовано 1981 року у Франції. Ділянкою Париж — Леон потяги TGV (з фр. *Trains a Grande Vitesse* — потяги високої швидкості) курсували із середньою швидкістю 270 км/год. Згодом TGV підкорили весь світ (мал. 7.30).



Мал. 7.30. Швидкісні потяги

На початку XXI століття світовим лідером з розвитку мережі високошвидкісних ліній став Китай; саме тут запустили в експлуатацію перший *маглев* регулярного сполучення. Потяг на магнітній підвісці, або ж *маглев* (від англ. *magnetic levitation train* — «потяг на магнітній подушці»), — найшвидший у світі (580 км/год). У рух його приводить магнітне поле. По дну й бокових стінках жолоба дороги встановлено металеві котушки. Коли ними проходить електромагнітний струм, котушки перетворюються на потужні магніти, створюючи довкола себе електромагнітне поле. Магнітне поле котушок на дні жолоба відштовхує магніти, умонтовані в дно потяга, утримуючи його «на плаву». Рухається потяг унаслідок взаємодії електромагнітів на бокових стінках жолоба й магнітів на бортах вагонів:

за командою комп'ютера вони по чергово притягуються й відштовхуються один від одного. Зупиняється маглев, випускаючи аеродинамічні гальма. Потім він, ніби літак, випускає пасі й плавно «приземляється».

Якщо ви бажаєте проїхати на такому потязі, треба дістатися Японії або Кореї.

Переваги маглева:

- найвища швидкість серед усіх видів громадського наземного транспорту;
- порівняно низьке споживання електроенергії (ККД втричі вищий, ніж в автомобіля і в п'ятеро — ніж у літака);
- низькі експлуатаційні витрати через незначне тертя деталей;
- перспективи подальшого збільшення швидкості руху;
- низькі показники шуму;
- вищий ККД порівняно з іншими сучасними потягами.

Серед недоліків потяга на магнітній подушці називають високу вартість будівництва й обслуговування шляхів, електромагнітне забруднення та неуніверсальність колії.

СВІТОВА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА

Транспортні системи країн і регіонів світу мають певні відмінності, зумовлені характером соціально-економічного ладу, рівнем розвитку продуктивних сил, економіко-географічними особливостями країн і регіонів тощо. За цими ознаками можна виокремити п'ять типів транспортних систем. Перший тип — це транспортна система Північної Америки, другий — транспортні системи країн Західної Європи та Японії. Характерними особливостями цих типів систем є високий рівень розвитку: усі види сучасного транспорту й самостійної промисловості з виробництва транспортних засобів, розвинута транспортна інфраструктура, велике значення транспорту в економічному житті, що забезпечує адекватне обслуговування як вантажних, так і пасажирських перевезень.

До третього типу належать транспортні системи деяких країн Азії, Африки та Латинської Америки, що швидко розвиваються, та «нових індустріальних країн». Четвертий тип — це транспортні системи переважної більшості країн, що розвиваються. Більшість країн, що розвиваються, ліпше пов'язані повітряним сполученням з розвинутими країнами, ніж між собою. Іноді переліт літаком з однієї столиці країни, що розвивається, до іншої простіше здійснити кружним шляхом через столицю розвинутої держави. До п'ятого типу належать транспортні системи країн з перехідною економікою. Ідеться насамперед про країни Центральної Європи, СНД та Балтії. Транспортні системи країн цього регіону перебувають у стані адаптації до нових умов й обсягів зовнішньоекономічної діяльності.

Транспортно-дорожній комплекс України має високий потенціал розвитку, оскільки країна розташована на перетині шляхів сполучення між західними європейськими та східними азійськими країнами, має розгалужену сітку транспортних шляхів і розвинутий сучасний рухомий склад усіх видів транспорту.

Територією України проходять чотири з десяти Міжнародних транспортних коридорів. За даними досліджень англійського інституту «Рендел», Україна посідає перше місце серед європейських країн за коефіцієнтом транзитності.

На даний час розвиток інфраструктури, сервісного обслуговування, а також загального економічного та технічного станів транспортної галузі нашої країни перебуває ще на досить низькому рівні. Унаслідок недосконалості нормативно-правової бази, недостатніх інвестицій до транспортно-дорожнього комплексу збільшується зношеність технічних засобів, погіршується їхня структура, не дотримується належна безпека руху, зростає негативний вплив діяльності транспорту на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. Це призводить до витіснення українських перевізників з міжнародних ринків транспортних послуг, особливо в умовах жорсткої конкуренції, знижує якість обслуговування вітчизняних підприємств і населення, створює реальну загрозу економічній безпеці держави.

Попри технічні й експлуатаційні можливості, розвиток кожного виду транспорту не такий, як мав би бути. Наприклад, основний фонд залізничного транспорту (парк транспортних засобів, технічне оснащення колій) застарілий. Хоча останнім часом рухомий склад поступово оновлюють через закупівлю та будівництво вагонів і локомотивів — як закордонних, так і вітчизняних (ідеться про вагони корейського виробництва «Hyundai», українські вагони Крюківського вагонобудівного заводу), технічний стан колій, вокзалів і станцій ще на недостатньому рівні. Також проблемою є невідповідність ширини колій української та європейської залізниць.

Оскільки Україна має розгалужену річкову мережу й вихід до Чорного й Азовського морів, водний транспорт є досить перспективним, але занедбаним. Застарілий рухомий склад, причали та пристані, навантажувально-розвантажувальні засоби, недостатнє фінансування й використання річкового флоту не може повністю задовольнити потреби в перевезенні вантажів і пасажирів.

Пріоритетним завданням для України є реалізація її транспортного потенціалу та створення транзитного транспортного мосту, що поєднуватиме країни Європи, Азії та Сходу.

Розбудова будь-якої транспортної системи має здійснюватися на основі логістики, що об'єднує в комплекс керування товарними, фінансовими й інформаційними потоками. Сировину потрібно доставити на виробництво, готовий товар — посереднику, а від посередника — споживачеві. Організувати всі переміщення, звівши витрати до мінімуму — у цьому полягає основне завдання транспортної логістики.

Важливими показниками для транспортної логістики є такі:

- рівень розвитку господарства та тривалість періоду освоєння території вплинули на щільність і протяжність залізничного й автомобільного видів транспорту в різних країнах;
- морські перевезення вантажів більшості товарів мають усталені маршрути курсування. У морських портах розвинених країн зосереджено

найбільші промислові комплекси з перероблення завезеної сировини та виробництва пального й енергії;

- річкові перевезення переважно розвинені у внутрішньому сполученні у великих за площею країнах світу. Виняток — Європа, де більшість вантажів і пасажирів перевозять між країнами, що лежать уздовж течій Рейну й Дунаю;
- більшість пасажирів у світі перевозять цивільною авіацією між хабами. Найважливіші хаби поєднані між собою регулярними лініями авіаперевезень;
- міжнародними транспортними коридорами перевозять значну частину вантажів у трансконтинентальному сполученні. Їхня розбудова дає змогу залучити до міжнародних економічних зв'язків підприємства в глибинних районах.

ТУРИЗМ

До транспортної логістики вам, можливо, доводилось вдаватися під час планування подорожі (мал. 7.31). Туристичний сектор сьогодні є одним з найпотужніших драйверів економічного зростання. Стабільне керування й розширення галузі приносить реальну вигоду для всіх країн і створює при цьому можливості для працевлаштування і підприємництва. А ще, це відпочинок, приємні враження, захопливі й пізнавальні подорожі та знайомства. Найчастіше туристичні тури включають видатні культурні та природні цінності, які вважають надбанням усього людства. Їх наведено в Списку ЮНЕСКО, до якого увійшли й українські пам'ятки та визначні місця.



Мал. 7.31. Плануєте подорож?

А який транспортний засіб опанували ви в дитинстві? Звичайно, велосипед. Велосипед — транспортний засіб, який рухається завдяки силі людських м'язів. Це найбільш поширений транспорт у світі (понад мільярд велосипедів). У розвинутих країнах велосипеди набувають популярності завдяки спортивному навантаженню та екологічній чистоті. Нині вони оснащені електродвигунами, відрізняються за формою і розміром, мають різне функціональне призначення.

Історія винаходу велосипеда



Мал. 7.32. Еволюція велосипедів

Уперше двоколісний транспортний засіб, представлений *бароном Карлом фон Драйсом*, було запатентовано в 1817 році. Пара коліс на дерев'яній рамі, відсутність педалей — така конструкція самоката німецького професора. Додатково цю машину було обладнано сидлом і кермом. Він назвав перший велосипед Laufmaschine — «бігомашина» (згодом Draisine — дрезина). Його велосипед не мав педалей, тому вершнику доводилось працювати ногами. Пристрій розвивав швидкість 14 км/год.



Мал. 7.33. а, б — перший двоколісний транспортний засіб Карла Драйса (1818); в, г — сучасний дитячий велобіг (інші назви: біговел, велохід, велокат) нагадує перший двоколісний транспорт

У 1839 році шотландський коваль Кіркпатрік Макміллан додав до самокату важільно-педальний привід. Педалі штовхали заднє колесо, з яким вони були з'єднані металевими стержнями. Переднє колесо поверталось кермом, велосипедист сидів між переднім і заднім колесом. Дуже нагадує звичний нам велосипед, чи не так? Ось тільки в ті роки винахід лишився непоміченим. Обертові педалі придумав і приладнав у 1850 році німецький механік Філіп Фішер. У 1855 році француз Ернст Мішо застосував їх на своєму варіанті машини й назвав цю конструкцію «велосипедом», що з латинської мови означає «швидкі ноги». Відтепер двоколісний одноколісний візок називатиметься тільки велосипедом, а його винахідником вважатимуть Е. Мішо, котрий завбачливо запатентував свій винахід.



Мал. 7.34. а — Кіркпатрік Макміллан і його винахід;
б — Ернст Мішо назвав свій винахід — велосипед

Джон Кемп Старлі в 1884 році вперше розробив транспортний засіб, що максимально нагадує сучасний велосипед. Англієць називав велосипед — «Rover», що в перекладі з англійської означає «блюкач». Заднє колесо, оснащене ланцюговою передачею, сидіння, розташоване на рамі між однакових коліс, — визначили вигляд сучасного велосипеда. Потім історія велосипеда полягає лише в удосконаленні роверів Старлі.



Мал. 7.35. Ровер Старлі

Нині цей двоколісний вид транспорту знову почав набирати популярність, переважно у зв'язку з ідеями здорового способу життя та усвідомлення важливості екологічних проблем людства. Велосипеди широко використовуються у спортивних змаганнях, для перевезення товарів, фізичних тренувань та ін.



Мал. 7.36. Сучасне використання велосипедів:
а — сімейний відпочинок; б — перевезення пошти; в — поліція

Настав час і для електровелосипеда. У 90-х роках, зі стрімким розвитком електротехніки та появою компактних акумуляторів, компанії почали масовий випуск електровелосипедів. З кожним роком продаж електровелосипедів набирає обертів. Нині електробайки можуть рухатися на одній підзарядці до 370 км, мають велокомп'ютери, укомплектовані світлодіодною оптикою, підтримуються спутниковою системою навігації тощо.



Мал. 7.37. Електровелосипеди



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Наведіть приклади видів транспорту й схарактеризуйте їх.
2. Назвіть переваги й недоліки різних видів транспортних засобів.
3. Поясніть, як впливає транспорт на екологію та навколишнє середовище. Запропонуйте способи розв'язання проблем, що виникають у зв'язку із цим.
4. Назвіть види теплових двигунів та види транспорту, у яких їх використовують.
5. Поясніть, коли автомобіль витрачає більше пального: коли їде в заторі чи на вільній ділянці дороги.
6. Назвіть способи струмознімання, які застосовують для міського громадського транспорту.
7. Доведіть, що висота підйому літаків, двигуни яких працюють на суміші пального й повітря, обмежена.
8. Поясніть, чим зумовлені перспективи розроблення нових видів транспорту.
9. Опишіть загальні риси світової транспортної системи.
10. Поясніть, чому гідролітаки не тонуть. (мал. 7.38).



Мал. 7.38. Гідроплан

11. Іноді потрібно робити постріл з мінного апарату, щоб зрушити з місця підводний човен, який потрапив на мулисте дно. Поясніть чому.
12. Для переправлення кораблів через штучні канали використовують буксири (мал. 7.39). Поясніть: а) чому саме для цієї операції необхідно використовувати буксири; б) для чого до корабля прикріплюють два троси, а не один.



Мал. 7.39. Буксир

13. Назвіть пан'європейські транспортні коридори. Які з них проходять територією України?
14. Поясніть географію регулярного авіаційного пасажирського сполучення міжнародного аеропорту «Бориспіль».
15. Висловіть припущення, чому більшість контейнерних перевезень вітчизняними залізницями у внутрішньому сполученні здійснюють у напрямку південь — північ, а в міжнародному сполученні — захід — схід.
16. Поясніть: а) чому суттєво відрізняється структура морських комерційних перевезень України та світу; б) як міжнародна спеціалізація України вплинула на структуру вантажоперевезень вітчизняних морських торговельних портів.
17. Зазначте причини, що зумовили, на вашу думку, збільшення довжини електрифікованих ділянок залізничних шляхів в Іспанії та Франції.
18. Поясніть за допомогою шкільного атласу, чому під час перевезення сирої нафти з Перської затоки до країн Західної Європи більшість супертанкерів оминають південь Африки, а не йдуть через Суецький канал.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Розроблення оптимального маршруту подорожі Україною (Європою) та логістика.

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- «Японець» чи «німець»? Як вибрати марку автомобіля?
- Організми-прототипи транспортних засобів.
- Транспортна система вашого регіону: як розв'язати проблеми?
- Розумні зупинки.
- Транспорт майбутнього.
- Авіабудування в Україні.
- Дорога забавка чи альтернатива: чи може сучасний електромобіль повністю замінити авто з двигуном внутрішнього згорання?
- Порівняння енергоефективності автомобілів з двигуном внутрішнього згорання та електрокарів.
- Європейські екологічні стандарти для автомобілів: чи насправді все чисто й чесно?
- Яким бути пасажирському літаку: переваги та недоліки різних типів авіаційних двигунів.
- Альтернативне паливо для бензинового та дизельного двигунів: переваги й недоліки.
- Чому автомобільний парк України найстаріший у Європі: вплив законодавчо-економічних чинників на технологічне відставання автотранспортної мережі та забруднення довкілля країни.
- Активні й пасивні системи безпеки автомобіля. Кінетика подушки та паска безпеки. Комплексна безпека пішоходів, велосипедистів і пасажирів автотранспорту.
- Сім чудес світу й України.

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 8.

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Інформаційний світ, цифрова епоха, час комп'ютерних технологій, країна в смартфоні. Чи є якась логіка й послідовність у цих термінах, чи це лише прояви-характеристики сучасного світу?

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: базові елементи комп'ютерної техніки й засобів зв'язку; способи перетворення інформації (цифрові й аналогові).

Наводити приклади напівпровідникових приладів.

Пояснювати: як генерують і пересилають радіохвилі; принципи роботи напівпровідникових приладів, роботи комп'ютерної техніки, інформаційно-комунікаційних засобів.

Розуміти фізичні процеси в напівпровідникових приладах.

Описувати призначення цифрових пристроїв і технології для забезпечення інформаційних процесів у повсякденному житті.

Прогнозувати напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.

Висловлювати судження щодо ролі й місця сучасних інформаційних технологій у суспільстві.

Оцінювати власні можливості та доступні ресурси для створення інформаційних продуктів.

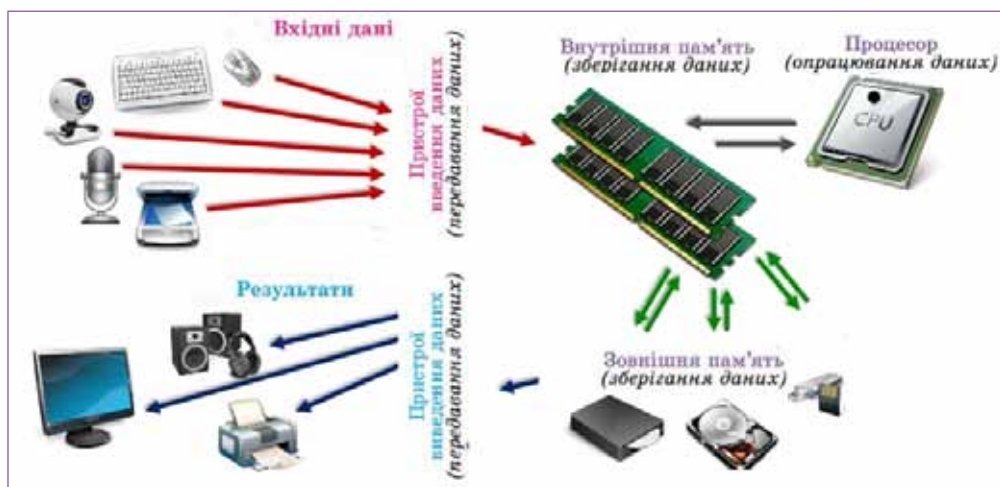
Дотримуватися принципів безпечного користування інформаційними технологіями

«РОЗУМНЕ ЗАЛІЗО»

Усі ми користуємося комп'ютером й іншими сучасними інформаційно-комунікаційними засобами. І попри різне призначення, вони функціонально дають змогу користувачам створювати, одержувати доступ, зберігати, пересилати та змінювати інформацію.

У перекладі з англійської «*computer*» означає «обчислювач». Раніше комп'ютери називали електронно-обчислювальними машинами (ЕОМ), адже їхня робота ґрунтується на математиці й фізиці. За фізичний складник оброблення інформації (електричних сигналів) відповідають напівпровідникові пристрої. Наприклад, залежно від напруги, яку подають на напівпровідниковий транзистор, він може бути або відкритим, або закритим. За достатньої напруги транзистор відкритий, і такий стан сприймається як сигнал «1», якщо закритий — сигнал «0». Комбінація величини напруги на кожному транзисторі й тип їхнього підключення дає змогу отримати різні комбінації сигналів з нулів й одиниць. Наприклад, число «9» сприймається як «1001». Проте наявність сигналів нам нічого не дає. Ось тут і вступають у дію математика, логіка, алгоритмування й програмування. Підключивши, наприклад паралельно два транзистори, можна домогтися виконання логічних дій: «або» — «ні», за послідовного з'єднання транзисторів — реалізувати логічну дію «і» — «ні». Більшу частину логічних дій виконує спеціальний пристрій — *процесор*. Це складна мікросхема, яка містить сотні мільйонів транзисторів. Що в певний момент часу робити, процесору вказують комп'ютерні програми. Ви натискаєте клавішу на клавіатурі, і цієї миті на процесорі, завдяки одній із програм, транзистори переключилися так, щоб на екрані виникло саме те позначення, що відповідає клавіші, на яку ви натиснули.

Узагальнено принцип дії комп'ютера показано на малюнку 8.1. Якщо коротко, то комп'ютер отримує дані з пристроїв введення (клавіатура, миша тощо), заносить їх на твердий диск, потім передає в оперативну



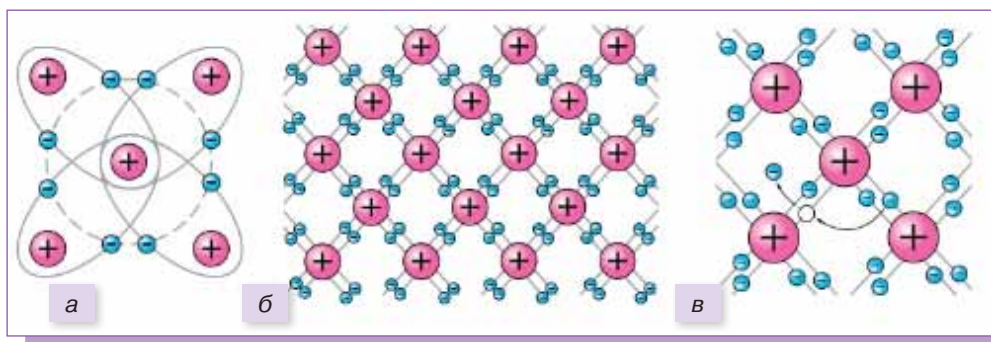
Мал. 8.1. Принцип дії персонального комп'ютера

пам'ять й обробляє за допомогою процесора. Результат обробки повертається спочатку в оперативну пам'ять, потім або на твердий диск, або відразу на пристрої виведення (наприклад, монітор).

Стрімкий розвиток комп'ютерної техніки й технологій став можливим завдяки використанню *напівпровідникових приладів*. Ознайомимось із принципом їхньої дії докладніше.

До напівпровідників належать речовини, що за питомим опором посідають проміжне місце між провідниками й діелектриками. Напівпровідниками є силіцій, германій, селен і деякі оксиди, сульфіді, телуриди.

Пояснимо властивості напівпровідників, розглянувши їхню будову на прикладі чотиривалентного елемента Германію (мал. 8.2, а). Взаємодія пари сусідніх атомів у кристалі германію відбувається завдяки ковалентному зв'язку (мал. 8.2, б).

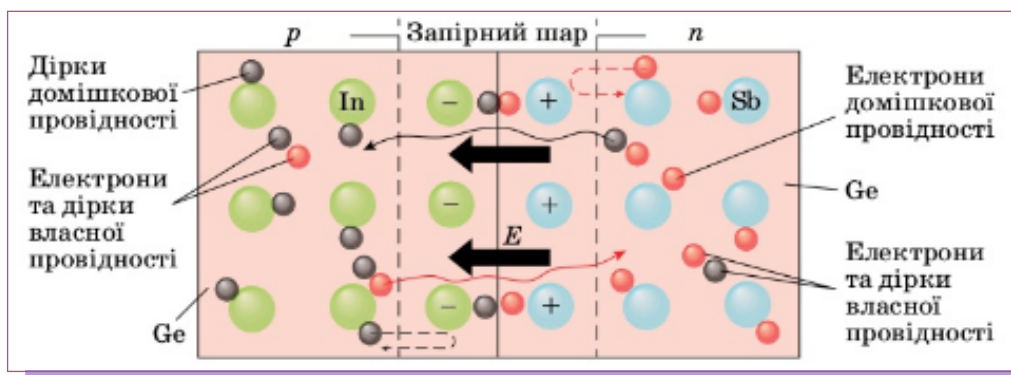


Мал. 8.2. а) будова атома Германію; б) ковалентний зв'язок у кристалі германію; в) утворення пари електрон–дірка

У темряві та за низьких температур усі електрони задіяно в ковалентних зв'язках. Вільних носіїв у кристалі напівпровідника немає, тому кристал не проводить струм і його опір великий. За цих умов кристал є ізолятором. За підвищення температури кристала (або під дією опромінення світлом, рентгенівськими променями, за впливу сильних електричних чи магнітних полів тощо) деякі ковалентні зв'язки руйнуються. На місці кожного розірваного зв'язку утворюється вакантне місце — дірка — з нестачею електрона (мал. 8.2, в). Якщо такий кристал підключити до джерела струму, то вільні електрони рухатимуться до позитивного полюса джерела. Поки діє електричне поле, розриваються міжатомні зв'язки — з них вивільняються валентні електрони, залишивши по собі дірки, які заповнюють електрони, що вивільнилися з інших міжатомних зв'язків. Схоже на те, що в напівпровіднику, окрім руху електронів (*n*-провідність), існує рух позитивно заряджених частинок-дірок (*p*-провідність).

Дуже важлива особливість напівпровідників полягає в тому, що певні домішки можуть суттєво змінювати кількість носіїв заряду того чи іншого знаку, а отже, створити напівпровідники з переважною концентрацією або позитивно, або негативно заряджених носіїв.

Цікаві явища можна спостерігати в місці контактування напівпровідників *n*- і *p*-типів.



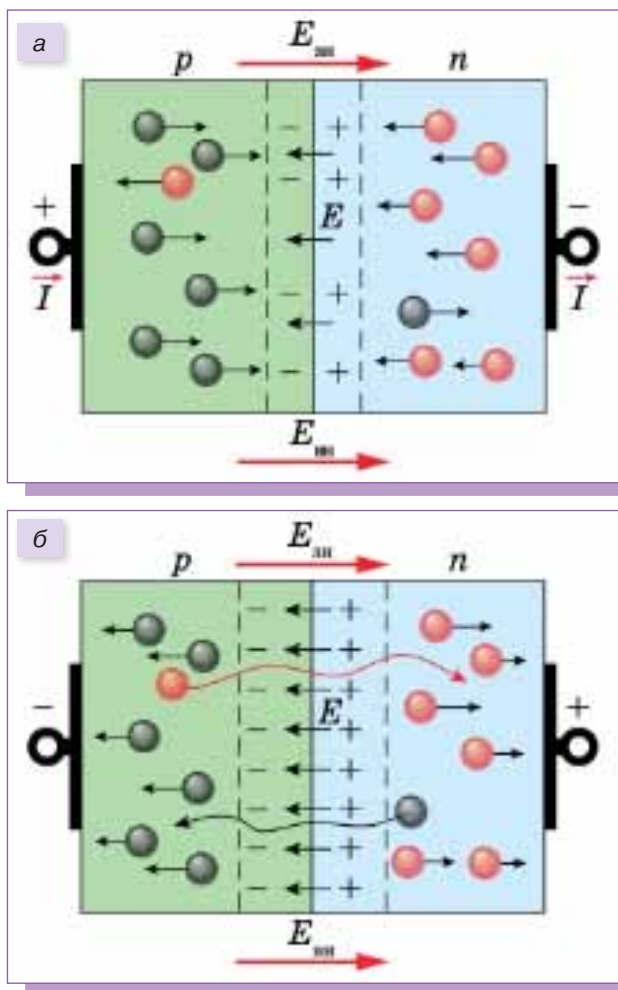
Мал. 8.3. Рух носіїв у місці контакту напівпровідників n - і p -типу

Електрони переходитимуть з напівпровідника n -типу (де їх багато) у напівпровідник p -типу, а дірки — навпаки. На малюнку 8.3 цей процес схематично зображено суцільними хвилястими стрілками. Дифузія електронів і дірок відбувалася б до повного вирівнювання їхніх концентрацій в обох напівпровідниках, що контактують, якби ці частинки не переносили зарядів. Справді, унаслідок такого переміщення n -область заряджається позитивно, а p -область — негативно, виникає контактна різниця потенціалів. Електричне поле перешкоджає подальшій дифузії основних носіїв через межу, відкидаючи основні носії назад у їхні області (пунктирні стрілки на малюнку 8.3). Крім того, оскільки частина електронів, що перейшли в p -область, рекомбінувала з дірками, і відповідна рекомбінація відбулася в n -області, то утворився шар, збіднений носіями заряду, опір якого досить великий, — **запірний шар**.

Ділянку контакту напівпровідників n - і p -типів провідності називають **p - n -переходом**, основною властивістю якого є **однобічна провідність**. Якщо подати напругу на напівпровідники так, щоби до напівпровідника p -типу був під'єднаний позитивний полюс батареї, а до напівпровідника n -типу — негативний, то поле в переході буде ослаблене, **запірний шар** звужиться або зникне, і дифузійні потоки основних носіїв (дірок з p -області та електронів з n -області) прямуватимуть через перехід. Такий **перехід** називають **прямим** (мал. 8.4, а). Під'єднаємо полюси батареї навпаки (мал. 8.4, б). У цьому разі зовнішня напруга збігається за знаком з контактною різницею потенціалів. Зовнішнє поле підсилює поле p - n -переходу, і дифузійні потоки основних носіїв струму через перехід значно зменшуються. Струм у колі стане незначним за тієї самої напруги, оскільки струм через p - n -перехід забезпечено неосновними носіями заряду, провідність зразка стає незначною, а опір — великим. Цей **перехід** називають **зворотним**.

Властивості напівпровідників (зокрема, термо- й фотопровідність) і контактні явища від одного або двох p - n -переходів широко використовують у різних напівпровідникових пристроях. Створивши в одному кристалі (наприклад, германію) p - n -перехід уплавленням в одну з його поверхонь домішки індію, можна виготовити напівпровідниковий **діод**. А якщо в монокристалі германію або силіцію створити три ділянки p - p - n (або p - n - p),

отримаємо напівпровідниковий триод, або *транзистор* (від англійських слів: *transfer* — переносити, *resistor* — опір). Саме завдяки цим пристроям відбувається керування струмом, що протікає крізь них.



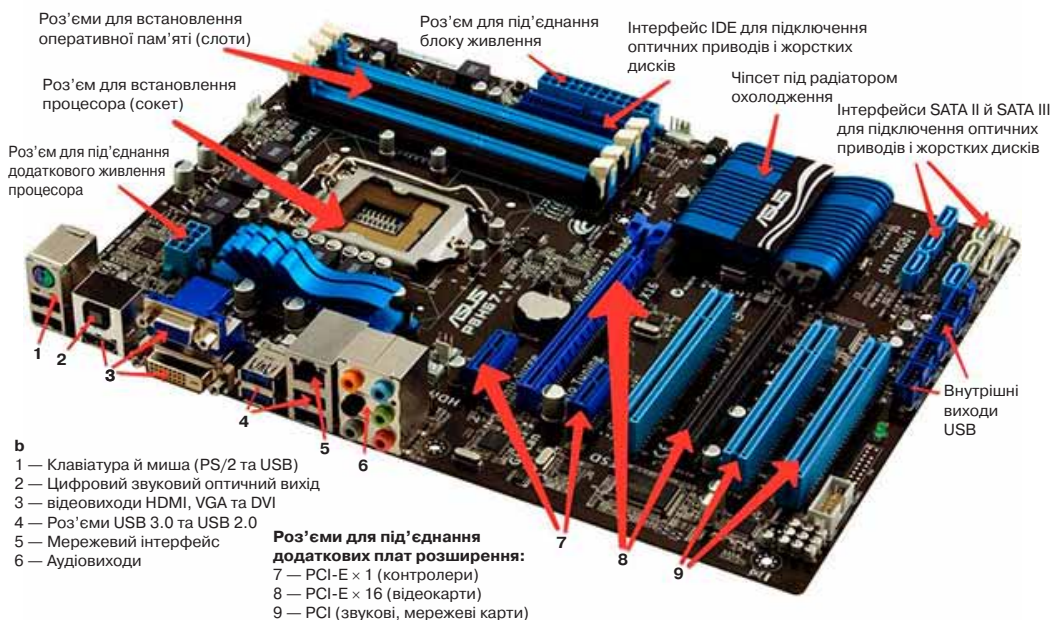
Мал. 8.4. Механізм дії прямого (а) та зворотного (б) переходу

Транзистори, резистори, конденсатори та інші деталі спочатку розміщували на платах окремо. Пізніше інженери вирішили спробувати їх об'єднати на одному монолітному кристалі з напівпровідникового матеріалу. Мікросхему, інтегральну мікросхему (англ. *integrated circuit*) — електронну схему у вигляді напівпровідникового кристалу (чипу), винайдено 1958 року інженерами Джеком Кілбі (1923–2005, США) і Робертом Нойсом (1927–1990, США).

Найголовнішою інтегральною схемою комп'ютера є *материнська плата*, на якій містяться основні компоненти комп'ютера, що забезпечують логіку роботи (мал. 8.5). Назва походить від англійського *motherboard*, іноді використовують скорочення МВ.

На материнській платі розташовано:

- процесор — основна мікросхема, що виконує математичні та логічні операції;
- чіпсет (мікропроцесорний комплект) — набір мікросхем, що керують роботою внутрішніх пристроїв комп'ютера й визначають основні функціональні можливості материнської плати;
- шини — набір провідників, якими відбувається обмін сигналами між внутрішніми пристроями комп'ютера;
- оперативний запам'ятовувальний пристрій (ОЗП) — набір мікросхем, що призначені для тимчасового зберігання даних, поки комп'ютер увімкнено;
- постійний запам'ятовувальний пристрій (ПЗП) — мікросхема, призначена для довготривалого зберігання даних, навіть за вимкненого комп'ютера;
- роз'єми для під'єднання додаткових пристроїв (слоти, гнізда).



Мал. 8.5. Материнська плата

Материнська плата (системна плата) — керує всіма пристроями в комп'ютері! Саме до неї ви підключаєте мишу, клавіатуру, дата-кабель, USB-пристрої, колонки. Монітор під'єднують до відеокарти, а саму відеокарту вставляють у материнську плату. Тобто це сполучна ланка всіх пристроїв у комп'ютері.

«Мозком» комп'ютера є *процесор*. Він дає змогу виконувати програмний код у пам'яті, який керує роботою всіх пристроїв комп'ютера. Швидкість його роботи визначає швидкодію комп'ютера. Це головний обчислювач, що здійснює математичні обчислення, а ми бачимо на екрані готовий результат у вигляді музики, графіки, світлин тощо.

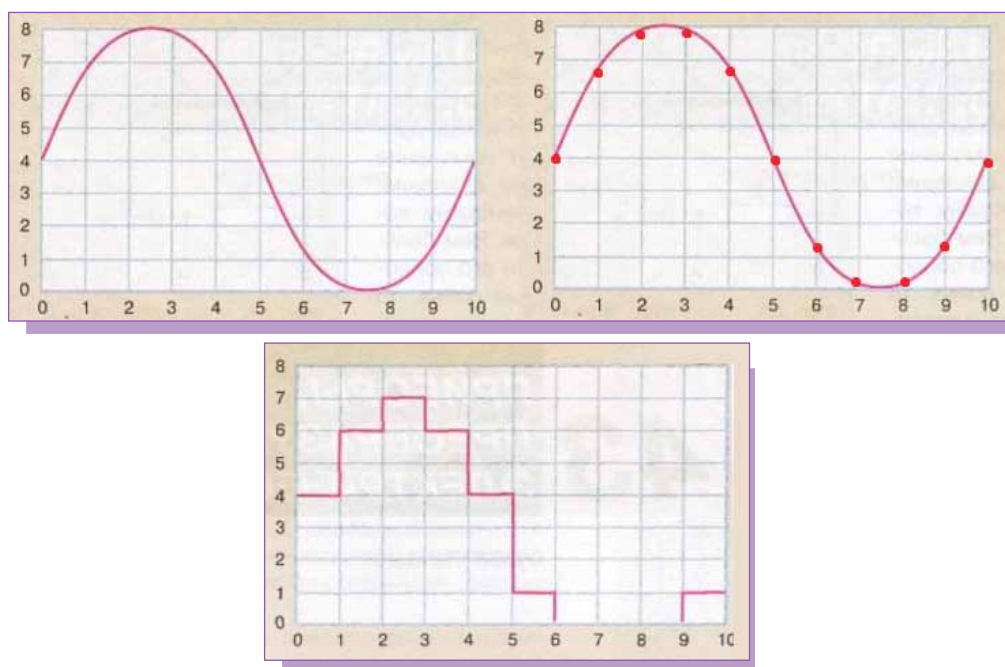
Цілком можливо, що багато хто з вас уміє самостійно збирати системний блок комп'ютера, підключати гарнітуру й апаратні пристрої (мал. 8.6).



Мал. 8.6. Персональний комп'ютер

Продовжимо досліджувати фізичні принципи роботи комп'ютерної техніки. Отже, електричні сигнали, що по суті є залежністю сили струму або напруги від часу, кодують інформацію у вигляді цифрового сигналу. З'ясуємо, що таке *цифровий сигнал*.

Як відомо, залежність сили струму від часу може мати вигляд синусоїди (неперервний аналоговий сигнал). Розгляньмо довільну синусоїду на координатній сітці з десятьма однаковими інтервалами по вертикальній і горизонтальній осях (мал. 8.7, а). Зауважимо, які цілі числа відповідають початку інтервалу часу (мал. 8.7, б). Це числа 4, 6, 7, 7, 6, 4, 1, 0, 0, 1, 4. Прилади, які здійснюють такі операції, називають аналогово-цифровими перетворювачами. З огляду на те, що кодування здійснюють лише двома цифрами — «1» і «0», наведений набір цифр набуває вигляду: 100, 110, 111, 111, 110, 100, 001, 000, 000, 001. Що, по суті, є набором відповідних імпульсів сили струму. Окрім того, ще є спеціальний синхроімпульс, що відокремлює один код від іншого.



Мал. 8.7. Перетворення аналогового сигналу на цифровий

У результаті отримують сигнал, форму якого зображено на малюнку 8.7, в. Він дещо спотворений порівняно з початковим, та якщо зробити крок сітки меншим, то це спотворення також зменшиться. І як би там не було, а цифровий запис інформації, попри спотворення, дає неймовірні можливості. Саме для таких перетворень сигналів написано комп'ютерні програми, які використовують не лише в персональному комп'ютері, що ми розглядали. А в будь-яких засобах, що сприймають і передають сигнали, і які є в телевізорах, телефонах, пральних машинах, автомобілях, виробничих станках, банкоматах тощо.

Які ще фізичні принципи використано в сучасних інформаційно-комунікаційних засобах? Це, звісно, *пересилання інформації в просторі* за допомогою електромагнітних хвиль.



Як відомо, хвиля — це поширення коливань у просторі. Змінний струм, що ми розглядали раніше — це поширення низькочастотних вимушених коливань у провіднику. Про те, що електромагнітні коливання можуть поширюватися в повітрі й вакуумі, уперше припускав ще в 60-х роках XIX ст. Джеймс Максвелл. Але Максвелл не дожив до того часу, коли існування електромагнітних хвиль було підтверджене експериментально. Лише через 10 років після його смерті, у 1889 році, німецький фізик Генріх Герц виявив електромагнітні хвилі за допомогою дослідів.

Найпростішим пристроєм, за допомогою якого можна отримати електромагнітні хвилі, є коливальний контур — електричне коло, складене з конденсатора та котушки індуктивності. У такому колі енергія електричного поля конденсатора може перетворюватися в енергію магнітного поля котушки.

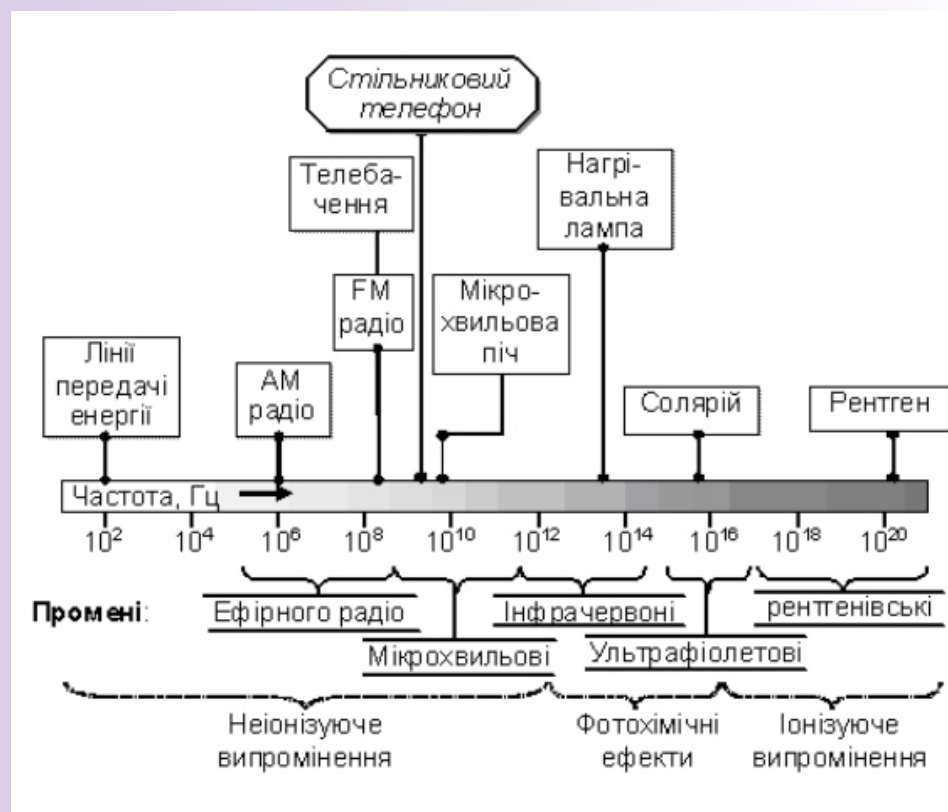
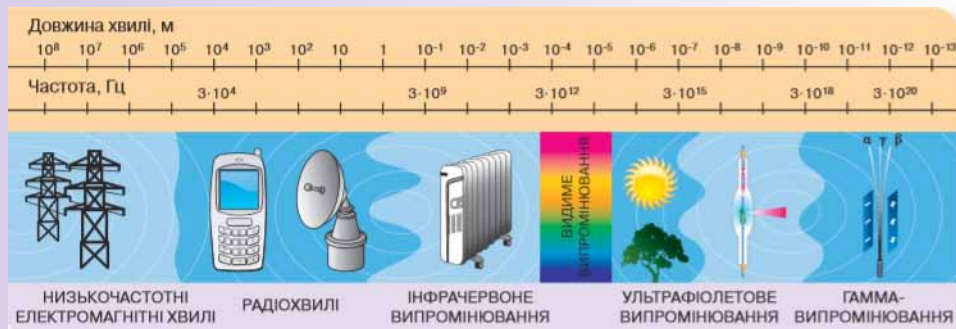
Щоб отримати коливання в контурі, треба його конденсатор зарядити від джерела постійної напруги, а потім відключити джерело й замкнути коло. Із цього моменту конденсатор почне розряджатися через котушку індуктивності, створюючи в колі контуру наростаючий по силі струм; а навколо котушки індуктивності — магнітне поле струму. Коли конденсатор повністю розрядиться і струм у колі стане рівним нулю, магнітне поле навколо котушки виявиться найбільш сильним — електричне поле конденсатора перетвориться в магнітне поле котушки. Струм у контурі деякий час буде йти в тому самому напрямку, але вже за рахунок спадної енергії магнітного поля, накопиченої котушкою, а конденсатор почне заряджатися. Як тільки магнітне поле котушки зникне, струм у контурі на мить припиниться. Але до цього моменту конденсатор виявиться перезарядженим, тому в колі контуру знову піде струм, але вже в протилежному напрямку. У результаті в контурі виникають коливання електричного струму, що тривають до тих пір, поки енергія, запасена конденсатором, не витратиться на подолання опору провідників контуру.

Електричні коливання, збуджені в контурі зарядом конденсатора, вільні, а отже, згасають. Зарядивши знову конденсатор, у контурі можна порушити нову серію затухаючих коливань.

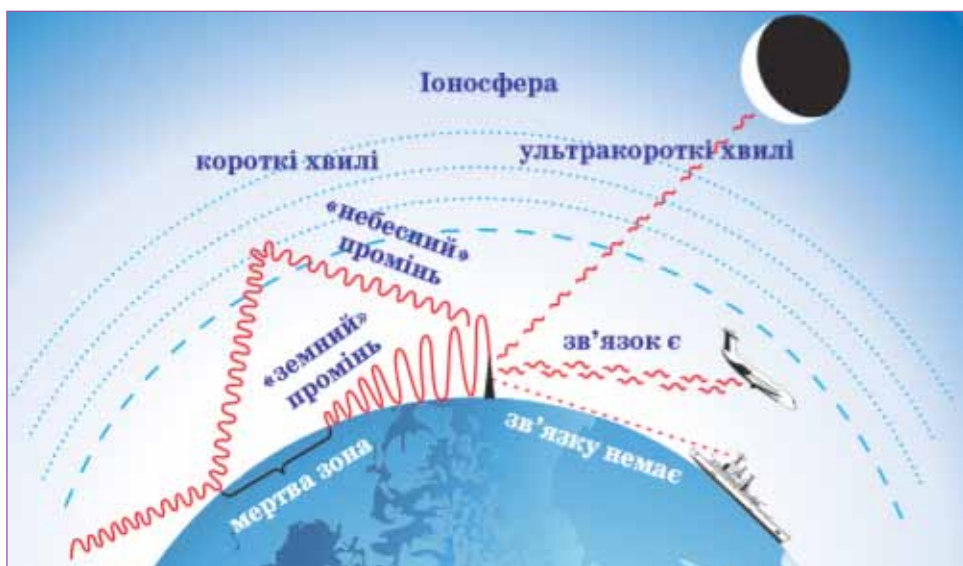
Електромагнітне випромінювання характеризується частотою, довжиною хвилі та потужністю енергії. Частота електромагнітних хвиль показує, скільки разів за секунду змінюється в контурі напрямок електричного струму і, отже, скільки разів за секунду змінюється в кожній точці простору величина електричного й магнітного полів. Вимірюється частота в герцах (Гц) — одиницях, названих на честь німецького вченого Генріха Герца. 1 Гц — це одне коливання за секунду, 1 мегагерц (МГц) — мільйон коливань за секунду. Знаючи, що швидкість руху будь-яких електромагнітних хвиль має стале значення 30 000 000 м/с, можна визначити відстань між точками простору, де електричне (або магнітне) поле перебуває в однаковій фазі. Цю відстань називають довжиною хвилі. Наприклад, частоті 1 МГц відповідає довжина хвилі 300 м. Зі збільшенням частоти довжина хвилі зменшується, зі зменшенням — згадайтеся самі.

Оскільки електромагнітні хвилі генеруються електричним струмом, тобто зарядженими частинками, що рухаються прискорено (зі змінною швидкістю), то правдивим буде й загальне твердження: електричний заряд під час прискореного руху є джерелом електромагнітних хвиль. Ураховуючи, що прискорений рух заряджених частинок може відбуватися у різних системах фізичних тіл, то в результаті можливі випромінювання електромагнітних хвиль різної частоти, а відповідно — і довжини хвилі. У природі існують і природні джерела радіохвиль у всіх частотних діапазонах.

Таким чином, електромагнітні хвилі можна розподілити за типами відповідно до умов їх збудження: радіохвилі породжуються електромагнітними коливаннями в коливальному контурі, який має цілком певні електромагнітні параметри; поява видимого світла зумовлена переходом електронів у атомі з вищого енергетичного рівня на нижчий; гамма-промені з'являються внаслідок змін у ядрах атомів.



Радіохвилі з різними довжинами хвиль по-різному поширюються біля поверхні Землі (мал. 8.8). Радіозв'язок здійснюють на довгих (10 000–1 000 м), середніх (1 000–100 м), коротких (100–10 м) та ультракоротких (менш ніж 10 м) хвилях.



Мал. 8.8. Властивості радіохвиль різних діапазонів довжин хвиль

Довгі хвилі поширюються далеко за межі видимого горизонту. Тому радіопередачі на довгих хвилях можна приймати на великих відстанях за межами прямої видимості антени. Середні хвилі поширюються біля поверхні Землі на менші відстані за межі прямої видимості. Короткі хвилі можна прийняти в будь-якій точці на поверхні Землі. Поширення коротких радіохвиль на великі відстані від передавальної радіостанції пояснюють їхньою здатністю відбиватися від іоносфери, як від металевої пластинки. Ультракороткі хвилі іоносфера не відбиває, тож вони не огинають поверхню Землі. Тому зв'язок на ультракоротких хвилях здійснюють тільки в межах прямої видимості антени передавача.

Радіо, телевізори, телефони, — ці та інші пристрої працюють завдяки безпроводному пересиланню сигналів.

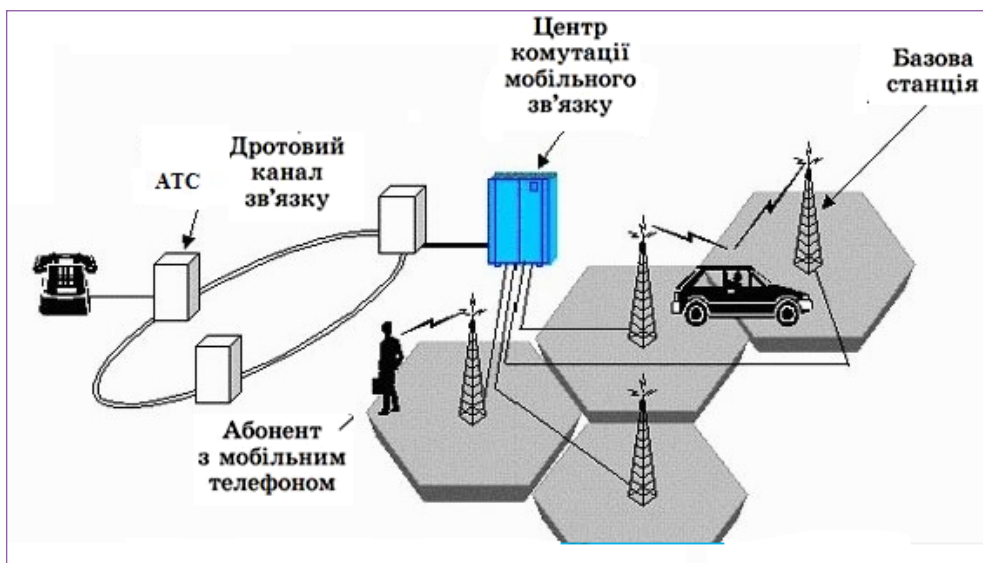
Супутникове телебачення забезпечують пересиланням телевізійного сигналу від передавального центру до споживача через штучний супутник Землі, розташований на геостаціонарній навколосемній орбіті над екватором. Супутник, який перебуває на геостаціонарній орбіті, обертається над екватором зі швидкістю Землі й ніби «висить» в одній точці.

Принцип роботи супутникового телебачення такий. Із центральної керувальної станції на супутник пересилають височастотний сигнал. Передавач, установлений на супутнику, пересилає цей сигнал на Землю, що дає змогу покрити досить велику територію. Приймальне обладнання складається зі супутникової тарілки, конвертора, що знижує частоту прийнятого сигналу, і приймача (ресивера). Перевагою супутникового телебачення є те, що можна приймати сотні й тисячі телевізійних каналів за тисячі кілометрів від передавальних телевізійних центрів.

Попри те, що супутник «висить» нижче від іоносферного шару, можливості супутникового телебачення були б сильно обмежені, якби іонос-

фера не була прозорою, оскільки надісланий на супутник сигнал частково відбивався б атмосферою і створював серйозні перешкоди. Особливості ультракоротких радіохвиль (практично не відбиваються від іоносфери, їхня енергія помітно втрачається тільки поблизу поверхні Землі, їх можна спрямувати вузьким пучком) забезпечили їхнє застосування в супутниковому телебаченні.

Стільниковий зв'язок — один з видів мобільного радіозв'язку. Основні складники стільникової мережі: *стільникові телефони, базові станції, центри комутації* (мал. 8.9).



Мал. 8.9. Стільниковий зв'язок

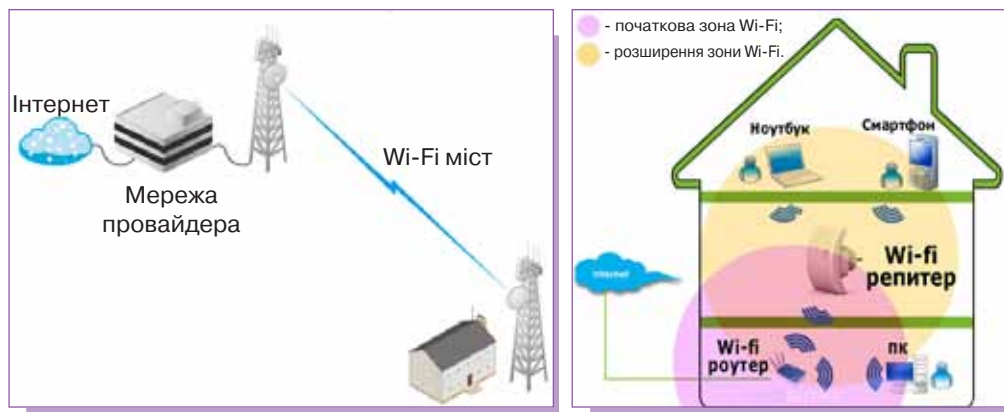
Коли ви вмикаєте телефон, він починає «прослуховувати» ефір і вловлює сигнал *базової станції* того стільника, де ви наразі перебуваєте. Після цього телефон випромінює радіосигнал — посилає станції свій ідентифікаційний код. Відтоді телефон і станція підтримуватимуть радіоконтакт, періодично обмінюючись сигналами. Описаними процесами «керують» *центри комутації*, пов'язані з базовими станціями дротовими каналами зв'язку. Центр комутації безперервно «відстежує» місцеперебування вашого мобільного телефону. Він «передає» вас, як естафетну паличку, від однієї базової станції до іншої, коли ви «подорожуєте» зі стільника в стільник, здійснюєте вихід на інші мережі (можете зателефонувати на номер іншого оператора або стаціонарний телефон, скористатись інтернетом).

Щодо використання *супутникового інтернету*, то сьогодні це питання не має однозначного вирішення. Як відомо, інтернет є однією з незамінних частин сучасного інформаційного суспільства, завдяки якому працюють системи комунікацій, фінансів, медіа, розваг, реклами та й багато чого іншого, що нас оточує. Щоб розгорнути сучасну інфраструктуру інтернету, за останні 30 років людям треба було навчитися пересилати

великі обсяги інформації різними способами, на різну відстань і з різною швидкістю. Зокрема бездротовий високошвидкісний доступ в інтернет просто зі смартфона є звичним для нас. Щоби досягти цього, інженерам довелося прокласти понад мільйон кілометрів спеціальних кабелів під Світовим океаном. Саме оптоволоконні кабелі наразі є основним способом пересилання даних в інтернеті. Саме так на різних континентах щосекунди пересилають сотні терабайт інформації від сервера до сервера. Завдяки оптичному волокну працюють усі Wi-Fi-мережі, забезпечено 3G, 4G, і 5G-покриття.

Wi-Fi (абревіатура від англійської *wireless fidelity* — бездротова точність або прив'язаність). Центром зони покриття Wi-Fi є так звана точка доступу (англ. *access point*), яка утворює територію радіусом до 100 м, її ще називають хот-спот (англ. *hot spot*), або зоною Wi-Fi. Точкою доступу є спеціальний пристрій — роутер-маршрутизатор, підключений до домашнього комп'ютера або сервера кабельним з'єднанням.

Безкоштовний Wi-Fi уже є в громадських місцях, транспорті (мал. 8.10).



Мал. 8.10. Wi-Fi удома, у місті, у дорозі

А вже там, де технічно неможливо або дуже дорого прокладати оптоволоконний кабель, до справи береться супутниковий інтернет. Технологія супутникового інтернету така: провайдер надсилає інформацію до супутника на висоту майже 36 км (геостационарну орбіту), супутник передає її

на Землю, антена отримує сигнал, а передавач знову посиляє інформацію до провайдера через супутник на орбіті.

Коли йдеться про супутниковий інтернет, неможливо не згадати про каліфорнійську компанію SpaceX і її засновника Ілона Маска, який анонсував проєкт Starlink, що передбачає запуск у космос понад десяти тисяч супутників і забезпечення «безкоштовного Wi-Fi» по всій планеті (мал. 8.11).



Мал. 8.11. Що вам відомо про проєкт Starlink?

Насправді, прототип супутникового інтернету вже давно існує в наших смартфонах. GPS, або система глобального позиціонування, яка визначає наше місцезнаходження на онлайн-картах, працює завдяки отриманню сигналу від супутників. Звісно, на відміну від інтернету, GPS є прикладом одностороннього зв'язку із супутником, коли смартфон тільки отримує сигнал з космосу і, з огляду на часову похибку, математично вираховує розташування на карті.

Окрім пересилання сигналів на великі відстані, сьогодні широко використовують «зв'язок на невеликих відстанях» (англ. *near field communication, NFC*) — технологію бездротового високочастотного зв'язку малого радіусу дії «в один дотик». Ця технологія дає змогу обміну даними між пристроями, насамперед смартфонами та безконтактними платіжними терміналами, що перебувають на відстані близько 10 см (мал. 8.12).

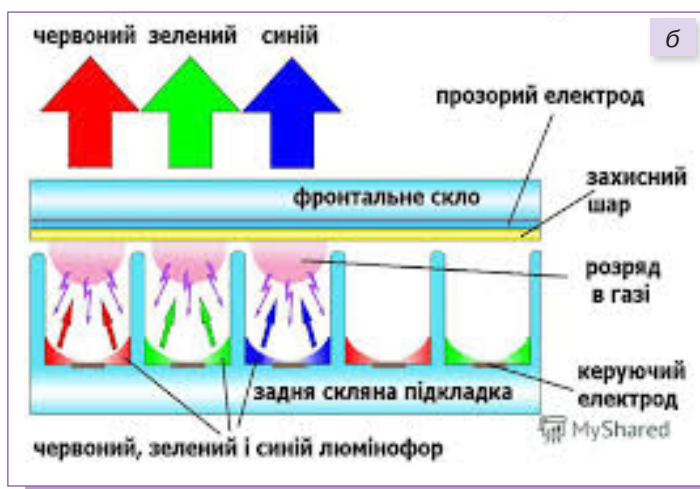
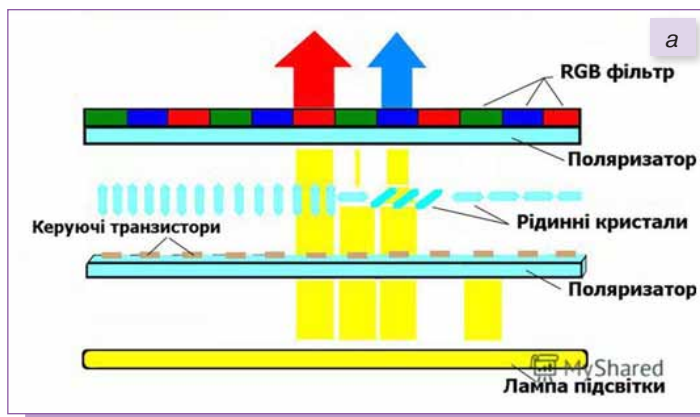


Мал. 8.12. Сплатуй безконтактно

Якщо продовжувати розмову про фізичні принципи роботи засобів інформаційної комунікації, то не можна не згадати про *сенсорні, рідкокристалічні та плазмові екрани*.

Робота *рідкокристалічного екрана* (англ. *liquid crystal display, LCD*) — заснована на явищі поляризації світлового потоку. З відкриттям класу рідких речовин, довгі молекули яких чутливі до електростатичного й електромагнітного поля та здатні повертати площину поляризації світла, виникла можливість керувати світлом. Рідкі кристали «просіюють» світло, пропускаючи лише певні хвилі світлового пучка з відповідною віссю поляризації і залишаючись непрозорими для всіх інших хвиль. Рідкі кристали змінюють вектор поляризації залежно від прикладеної до них електричної напруги. Тобто за допомогою електрики можна змінювати орієнтацію молекул кристалів і тим самим забезпечувати створення зображення (мал. 8.13, а).

У моніторах на рідких кристалах — безбліковий плоский екран, низька потужність споживання електричної енергії (5 Вт), повна безпечність для органів зору, висока компактність і мобільність.



Мал. 8.13. Принципи роботи екрана: а) рідкокристалічного; б) плазмового

Плазмові екрани (англ. *plasma display panel*, PDP) створюють у такий спосіб: заповнюють простір між двома скляними поверхнями інертним газом, наприклад, аргоном або неоном. До кожного пікселя прикладають високу напругу, у результаті чого випускається потік ультрафіолетового випромінювання, який зумовлює світіння люмінофора. Близько 97 % ультрафіолетового складника випромінювання, шкідливого для очей, поглинає зовнішнє скло. Фактично, кожний піксель на екрані працює як флуоресцентна мінілампа, яка здатна випромінювати тільки один із трьох кольорів (мал. 8.13, б).

Високі яскравість і контрастність поряд з відсутністю тремтіння є перевагами таких моніторів. Окрім того, кут, під яким можна побачити нормальне зображення на плазмових моніторах, значно більший, ніж у LCD-моніторів. Головними недоліками моніторів такого типу є досить висока споживана потужність, що зростає за збільшення діагоналі монітора.

Сферою застосування таких панелей є відтворення високоякісного відео великого формату на електростанціях, військових базах, виставках, у центрах спостереження в метро (аеропортах, вокзалах), пожежних системах, торгових і розважальних центрах, кімнатах переговорів, під час відеоконференцій.

Перший *сенсорний екран* (від англ. *touch screen*, або *sensory screen* — чутливий екран) створено на початку 1960-х англійцем Еріком Артуром Джонсоном. Його винахід кілька десятиліть використовували в авіації.

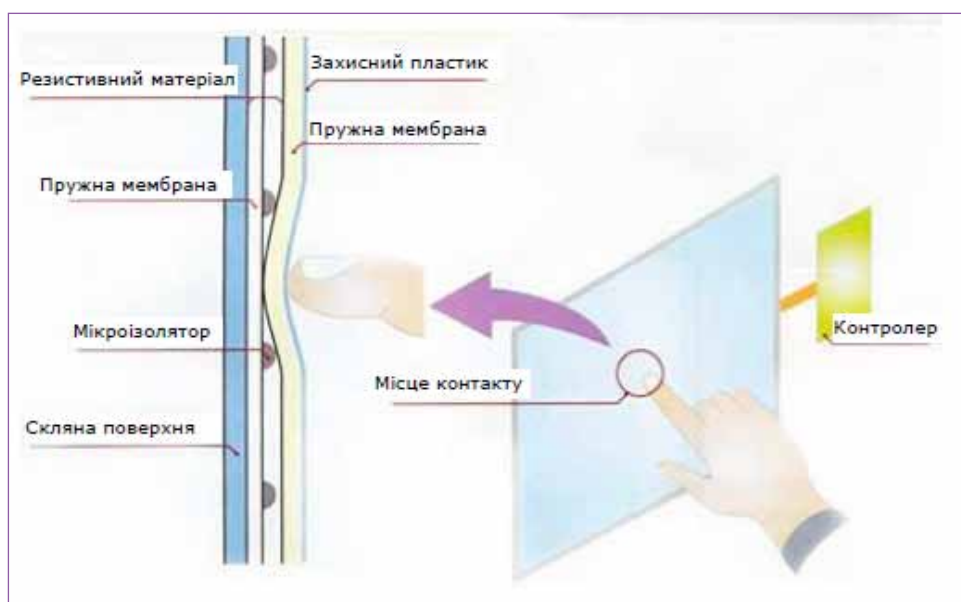
Використання сенсорного екрана уможливорює управління програмами за допомогою натискувань на визначені ділянки екрана. Зазвичай для цього використовують спеціальний вказівник — *стилус*.

Сьогодні є багато технологій, які використовують у роботі сенсорних екранів. Ідеться, зокрема, про такі різновиди сенсорних екранів, як резистивні, матричні, ємнісні, проєкційно-ємнісні, на поверхнево-акустичних хвилях, інфрачервоні, оптичні, тензометричні, індукційні тощо.

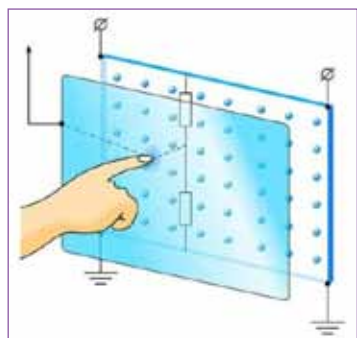
Резистивний сенсорний екран (мал. 8.14) складається зі скляної панелі та гнучкої пластикової мембрани. І на панель, і на мембрану нанесено спеціальне покриття. Простір між склом і мембраною заповнено мікроізоляторами, які рівномірно розподілені по активній області екрана й надійно ізолюють провідні поверхні. Коли на екран натискають, панель і мембрана торкаються одна одної, і контролер за допомогою аналогово-цифрового перетворювача реєструє зміну опору, перетворює його на координати дотику (X і Y) і надсилає сигнал із цієї точки.

Такі екрани використовують у платіжних терміналах, інформаційних кіосках, пристроях для автоматизування торгівлі, кишенькових комп'ютерах, операторських панелях промисловості, смартфонах і мобільних телефонах.

В основі *проєкційно-ємнісного сенсорного екрана* (мал. 8.15) — складна багат шарова конструкція. Він містить набір мініатюрних прозорих елементів, з'єднаних спеціальною прозорою сіткою контактів. Сітка контактів (суцільний електричний шар) виконує роль вмістилища-накопичувача заряду. Користувач дотиком вивільняє в певній точці частину електричного заряду.



Мал. 8.14. Резистивні сенсорні екрани



Мал. 8.15. Проекційно-ємнісні сенсорні екрани

Оскільки електрику розподілено по всьому екрану, такий сенсор має функцію мультитач (від англ. multitouch, multi-touch — безліч дотиків), тобто визначає дотик відразу декількох пальців. Сьогодні це найпоширеніший тип екранів, який вирізняється довговічністю завдяки тривалій працездатності.

Проекційно-ємнісні екрани широко застосовують і в персональній електроніці (більшість смартфонів, ноутбуків, комп'ютерів із «тачскріном»; сучасні телевізори), а також в автоматах, зокрема в установлених на вулиці, що є вкрай стійкими до зовнішніх і деяких внутрішніх забруднень.

Однак у ємнісних екранів є недолік: на відміну від резистивних, захисний матеріал зроблено зі скла, а не з пластика, через що користуватися пристроями з таким екраном потрібно дуже обережно.

Сенсорний екран є складником *інтерактивної дошки* (мал. 8.16).



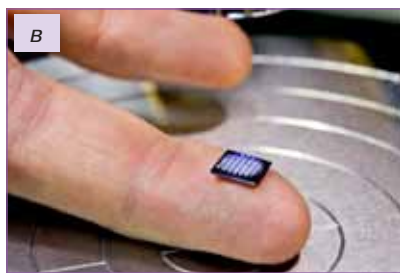
Мал. 8.16. Інтерактивна дошка для комфортних умов навчального процесу, взаємодії та ефективної командної роботи, створення презентацій рекламних проектів і нових бізнес-ідей

В інтерактивній дошці об'єднано проекційні технології із сенсорним пристроєм, тому вона не просто відображає те, що відбувається на комп'ютері, а дає змогу керувати процесом презентації, коректувати її, робити кольорові позначки й створювати коментарі, зберігати матеріали для подальшого використання та редагування.

Дошкою можна керувати як за допомогою спеціального стилуса, так і за допомогою дотиків пальців. Це залежить від того, за якими технологіями працює дошка.

У СВІТІ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ

Інформаційне суспільство є черговим і закономірним етапом у техногенній історії людства. Адже сучасне інформаційне суспільство ввібрало в себе результати досить довгого періоду розвитку науки й техніки, удосконалення різних технологій (мікроелектроніки, пересилання та оброблення інформації тощо). Інформаційно-комунікаційні технології актуалізували необхідність підготовки людини до швидкого сприймання й оброблення великих обсягів інформації, оволодіння нею сучасними засобами, методами й технологіями, уміння користуватися різноманітними програмними, програмно-апаратними та технічними засобами, інформаційними системами. На сьогодні не існує класифікації усіх інформаційно-комунікаційних засобів. То ж ми обмежимося розглядом деяких видів комп'ютерної техніки (мал. 8.17), засобів зв'язку, гаджетів. Розглянемо технології віртуальної й доданої реальності. З іншими засобами й технологіями ви можете ознайомитися самостійно під час виконання навчальних проєктів.



Мал. 8.17. а) види комп'ютерної техніки; б) сервери дата-центру Google; в) найменший у світі комп'ютер компанії IBM

Портативні комп'ютери мають всі основні пристрої, розташовані в одному корпусі. Умовно можна виокремити такі види портативних комп'ютерів: ноутбуки; нетбуки; субноутбуки; смартбуки; планшетні персональні комп'ютери; кишенькові персональні комп'ютери; смартфони; пристрої для читання електронних книг e-Book; комунікатори.

Деякі з них узагальнено називають гаджетом (англ. *gadget* — пристрій). Це зазвичай цікава технічна новинка у вигляді електронного пристрою або іншого засобу, що поєднує в собі високі технології та цілком реальне застосування.

Найвідоміші типи гаджетів: мобільний телефон, смартфон, портативна гральна приставка, мультимедійний програвач, GPS-навігатор, електронна книга (мал. 8.18).



Мал.8.18. Деякі з гаджетів



Твій смартфон, який скоріш за все зараз у твоїй кишені, — це одна з найдивовижніших мінілабораторій в історії. Існування цього складного об'єкта, який було вперше комерціалізовано у 2007 році, завдячує десятиліттям наукових досліджень, часто відзначених Нобелівськими преміями. Наприклад, сучасний розвиток рідких кристалів та їх застосування в LCD-дисплеях був би неможливим без робіт П'єра-Жильє де Жена (Нобелівська премія, 1991). Проривом для сучасних камер було створення напівпровідних CCD (Charge-coupled device) світлових сенсорів Віллардом Бойле і Джорджем Елвудом Смітом (Нобелівська премія, 2009). Точне місцезнаходження твого смартфона можливе завдяки GPS (Global positioning system), яка потребує точного виміру часу за атомним годинником і позицією спеціалізованих супутників. Окрім іншого, смартфон був би неможливим без напівпровідних мікропроцесорів, пам'яті високої щільності, бездротових технологій тощо.

Смартфон — результат спільної плідної роботи фундаментальної науки, інженерів та промислових розробників.

Як працює сучасний смартфон: що відбувається в смартфоні під час і після дзвінка?

Сучасні смартфони вражають своїми можливостями — вони багато в чому здатні замінити персональний комп'ютер, тому стають багатофункціональними помічниками в повсякденному житті. Спілкування без обмежень, постійний доступ до інтернету, перевірка пошти, переглядання фото, відео, читання книжок, складні програми, ігри — усі ці, а також багато інших функцій доступні користувачам смартфонів. Однак головною функцією смартфона залишається забезпечення можливості спілкування в реальному часі людей, які перебувають на відстані одне від одного. У сплячому режимі смартфони витрачають мінімальну кількість заряду акумулятора. Деякі складові гаджета, наприклад екран, зовсім відключені від живлення.

Одним з головних компонентів смартфона є материнська плата, до якої підключені чи не всі компоненти гаджета. Завдяки цьому вони можуть обмінюватися інформацією. Не менш важливим є центральний процесор, який контролює багато процесів у пристрої. Він здатен фіксувати й обробляти величезну кількість інформації за лічені секунди. Саме процесор забезпечує швидку справну роботу смартфона, і саме за його параметрами оцінюють потужність гаджета.

То як саме працює смартфон під час дзвінка? Коли користувач запускає додаток для дзвінків, процесор миттєво завантажує його в оперативну пам'ять, і водночас активує інтерфейс програми. З постійної пам'яті підключаються контакти й інформація про попередні дзвінки. Власник гаджета набирає 10 цифр або знаходить потрібний контакт у телефонній книзі та натискає одну зелену кнопку. Усього лише кілька секунд пройде до того, як пролунають довгі гудки. За ці кілька секунд гаджет здійснює неймовірну роботу.

Майже всі сучасні гаджети при піднесенні до вуха під час дзвінка автоматично відключають підсвічування екрана. Це можливо завдяки спеціальному давачу, що розташований зазвичай біля фронтальної камери. Давач оцінює відстань між смартфоном і головою людини. Процесор отримує інформацію від давача відстані та дає сигнал про вимикання підсвічування. Це сприяє економії заряду батареї.

У кожному смартфоні є радіомодуль, який у ввімкненому телефоні завжди активний. Час від часу він обмінюється даними з оператором мобільної мережі. У момент натискання зеленої кнопки виклику радіомодуль відправляє сигнал для антени гаджета. Вона фіксує сигнал і спрямовує його на антену найближчої до абонента базової станції. Так відбувається запит на з'єднання з іншим абонентом. Мобільна мережа вже знає абонентський номер того, хто дзвонить, і надсилає його тому, кому дзвонять.

Базова станція відправляє сигнал на гаджет людини, який телефонує. Антена смартфона вловлює сигнал і перетворює його на електричний імпульс, що надходить у радіомодуль. Останній повідомляє процесору про вхідний дзвінок, і процесор запускає запрограмований набір дій — активує меню та режим дзвінка. На екрані виникає номер телефону, з якого надійшов вхідний дзвінок.

У цей час напруга також подається на ексцентрик, що створює вібрацію. Електричний струм також подається і на динаміки гаджета, і на аудіопроцесор, який перетворює цифровий сигнал аудіофайла в аналоговий імпульс. У результаті чого мембрана динаміка починає вібрувати й видавати звук мелодії дзвінка.

Абонент приймає дзвінок, натиснувши на зелену кнопку.

Сучасні смартфони дають змогу здійснювати та навіть приймати виклик автоматично. Оскільки зробити автовідповідь на телефоні досить просто, це використовують багато власників гаджетів.

Під час дзвінка активується мікрофон, який уловлює звуки й перетворює їх на електричний імпульс. Останній відправляється на радіомодуль і на антену базової станції. А радіомодуль іншого смартфона отримує сигнал, аудіопроцесор перетворює його на звук.



Науковці вивчили хімічний склад смартфона. Результати хімічного аналізу засвідчили, що використаний в експерименті смартфон містив такі хімічні елементи:

Хімічний елемент	Fe	Si	Cr	W	Co	Nd	Pr	Ag	Au	Pd
Маса, г	33	13	7	0,9	0,07	0,16	0,03	0,09	0,036	0,009

Тобто в цьому гаджеті вміст Ауруму в 100 разів, а Вольфраму — у 10 більший, ніж у мінеральній високоякісній сировині. Це означає, що для створення лише одного

смартфона необхідно добути руду загальною масою 10–15 кг руди, зокрема маса високоякісної золотої руди становитиме 7 кг, мідної — 1 кг, вольфрамової — 750 г, нікелевої — 200 г.

Висловте припущення щодо мети описаного вище дослідю. Яку проблему хотіли порушити науковці?

Напевно, вам цікаво буде знати, що в екрані смартфона в електропровідній прозорій плівці використано оксиди індію та стануму. Саме ця плівка дає екрану змогу реагувати на дотики. Для виготовлення більшості смартфонів застосовують алюмосилікатне скло — суміш оксидів силіцію та алюмінію. Для додаткового збільшення міцності в таке скло часто вводять йони Калію. Для того щоб екран смартфона міг радувати споживача кольоровим зображенням, використовують сполуки рідкісноземельних елементів. Деякі складники добавляють для зменшення прозорості екрана смартфона для ультрафіолетових променів. Джерела живлення смартфонів оснащено літій-йонними акумуляторами, на основі оксидів літію та кобальту (анод) і графіту (катод). Для виготовлення катода в деяких типах джерел живлення замість сполук кобальту використовують сполуки мангану. Корпус акумулятора виготовляють з алюмінію. Найбільші дроти в смартфоні зроблено з міді. З неї ж, а також золота й срібла — мікроконтакти. Основний компонент мікроконденсаторів — тантал. В електричній схемі мікрофона (і деяких інших) застосовано нікель. Магніти мікрофона й динаміка виготовлено з празеодиму, гадолінію та неодиму. До складу вібраційної мембрани мікрофона й динаміка входять неодим, тербій і диспрозій. Матеріал для процесора смартфона (як і для більшості процесорів сучасних електронних пристроїв) — силіцій, який для зміни його електричної провідності легують іншими елементами. Як припій для сполучення контактів застосовують сплав свинцю з оловом. У деяких нових моделях через токсичність свинцю традиційний припій замінюють на новий — олов'яно-мідно-срібний. Корпус смартфона може бути виготовлено з магнію (металеві корпуси) або пластику — міцного армованого полімеру. Для збільшення вогнестійкості корпусу до складу полімеру вводять сполуки бромів, а для зменшення впливу можливих електромагнітних перешкод — нікель.

Висловте припущення, чому в міру еволюціонування смартфонів кількість золота в їхньому складі зменшується.

Дослідники із США та Німеччини перевірили склад мазків з мобільних телефонів і долонь їхніх власників, використавши високочутливу методику мас-спектрометрії. В експерименті взяли участь 39 добровольців. Результати виявили чіткий індивідуальний «підпис» кожного добровольця, хімічні речовини на руках частково збігалися з умістом «зіскрібка» з телефону власника. Так науковці з'ясували, що кожен смартфон є докладною базою даних свого господаря. Тобто можна скласти індивідуальний профіль власника смартфона.

Аналіз поверхні гаджета дає змогу визначити ключові потреби людини — від того, використовує вона засоби від випадіння волосся, до того, чи приймає антидепресанти, чи має пристрасть до тютюну або алкоголю. Деякі речовини, наприклад, залишки засобів від комарів, виявлено більш ніж через чотири місяці після того, як були нанесені на шкіру власника смартфона.

Висловте припущення щодо можливого практичного застосування результатів описаного вище дослідження.

Одна з компаній створила смартфон, уперше оснащений молекулярним давачем, що дає змогу визначати хімічний склад сканованого за його допомогою матеріалу. За допомогою такого давача можна буде визначити найсмачніші фрукти, масову частку жиру у своєму (або чужому) тілі, уміст какао в шоколаді, калорійність їжі тощо.

Висловте припущення щодо вірогідності наведеної вище інформації та перевірте її.

Нині значної популярності серед гаджетів набули фітнес-браслети; навушники (наприклад, безпроводні Apple AirPods); планшети (iPad Pro); адаптери, валіза-супутник (вона вміє самостійно рухатися за своїм власником, для захисту речей виробник вбудував сканер відбитків пальців); роботи для прибирання Xiaomi Mi Robot Vacuum Cleaner (ними можна керувати як з пульта, так і зі смартфона, є можливість установа «графіка прибирань»); Android-приставка (завдяки їй будь-який телевізор може стати «Smart») та ін. (мал. 8.19).



Мал. 8.19. Знайомі із цими гаджетами?

Натепер розробники пропонують велику кількість медичних гаджетів і мобільних додатків для вимірювання окремих фізіологічних і вербальних показників, що характеризують стан здоров'я людини: пульс (Instant Heart Rate, Runtastic Heart Rate Monitor), артеріальний тиск (Blood

Pressure Monitor), рівень глюкози в крові, спірометричні показники, якість слуху та зору тощо. Мобільні засоби також визначають емоційний стан людини та рівень стресу (Stress Check); контролюють фізичну активність (Googlefit, moves) та кількість спалених калорій; фази та якість сну (Sleep Time) тощо.

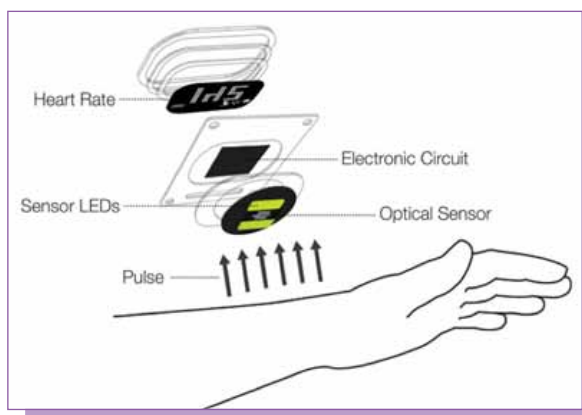
До категорії mhealth-додатків також належать багатопараметричні системи моніторингу, імплантовані сенсори життєво-важливих показників здоров'я, системи експрес-аналізу, додатки для контролю вживання ліків, системи тренінгу для стабілізації емоційного стану, покращення когнітивних функцій і працездатності. Активно розробляють системи віддаленого контролю та підтримки в разі хронічних захворювань (Care Innovations, Visi Mobile, hWear (ЕКГ), SugarSenz (діабет) та ін.). Для збирання, передавання та опрацювання результатів вимірювання показників використовують спеціальні сервісні платформи.

Наприклад, Apple Health-сервіс збирає показники серцевого ритму, рівень глюкози, кількість калорій, дані про режим сну через єдиний інтерфейс. Samsung пропонує закритий додаток для здоров'я S-Health з базою продуктів і вправ, з можливістю оцінювання таких параметрів, як пульс, рівень стресу, сон, фізична активність і витрачені калорії. На екран смартфона Samsung Galaxy виводяться такі дані: крокомір, тренування, пульс, їжа, маса, сон, стрес.

Застосування медичних гаджетів, мобільних додатків і сервісних платформ для реєстрації та контролю фізіологічних і вербальних показників, що характеризують стан здоров'я людини, є дуже важливим напрямом у побудові сучасних інфокомунікаційних систем персоналізованої мобільної медицини.

Популярні нині *фітнес-браслети* (мал. 8.20) працюють на світлодіодах і фотодетекторах, розташованих з тильного боку гаджета. Як це працює? Акселерометр — базовий давач — дає змогу рахувати пройдені кроки, визначати положення у просторі та швидкість пересування. Гіроскоп забезпечує отримання мікропроцесором тривимірної картини ваших переміщень: до уваги береться не тільки біг, а й, наприклад, стрибки на місці. Для точного розрахунку швидкості руху й пройденної відстані в браслети вбудовують GPS-давачі. Контролювати серцевий ритм під час фізичних навантажень і в стані спокою допоможе вбудований у браслет давач пульсу. Завдяки оптичній технології (фотоплетизмографія) давач вимірює пульс за допомогою світлодіодів, які оцінюють кількість розсіяного плинном крові світла.

Оптична плетизмографія заснована на вимірюванні пульсу людини з використанням давача й спеціальних світлодіодів. Оптичний сенсор на зворотному боці браслета або годинника випромінює світло на зап'ясток за допомогою світлодіодів, яке поглинають тканини організму, зокрема кров. При цьому вона поглинає більше світла, ніж, наприклад, шкірний покрив. Зміна кількості крові в судинах впливає на рівень поглинання світла, що й фіксує давач. А спеціальний алгоритм на основі отриманих даних визначає частоту серцевого ритму.



Мал. 8.20. Фітнес-браслет

Зупинімося трохи на *технологіях віртуальної та доповненої реальності*. Спершу варто розібратися, чи є між ними відмінності.

Технології доповненої реальності (Augmented Reality, AR) здатні проєктувати цифрову інформацію (зображення, відео, текст, графіку) поза екранами пристроїв та об'єднувати віртуальні об'єкти з реальним середовищем. Популярна кілька років тому гра Pokemon GO є яскравим прикладом AR технологій. Віртуальна ж реальність (Virtual Reality, VR) за допомогою 360° картинки переносить людину в штучний світ, де навколишнє середовище повністю змінене. Ознайомитися з доповненою реальністю можна за допомогою одного лише смартфона, проте для занурення у віртуальний простір вам знадобиться спеціальний шолом або окуляри.

Наприклад, подорожуючи світом, ми можемо опинитися в незнайомому місці, де люди навколо розмовляють чужою мовою, а всі покажчики й вивіски нагадують якусь «абракадабру». У цій ситуації нам так само може стати в пригоді технологія доповненої реальності. Достатньо лише навести камеру на покажчик з незнайомим текстом, і «абракадабра» миттєво перетвориться на зрозумілий для нас текст (мал. 8.21).



Мал. 8.21. Доповнена реальність

Віртуальна реальність є потужним засобом для створення гострих відчуттів й інтерактивних проєкцій безпосередньо в тривимірному віртуальному просторі. Віртуальну реальність реалізують за допомогою зображень, звуків, імітації тактильних відчуттів. Її використовують для розв'язування завдань віртуального прототипування, створення різних тренажерів, зокрема й медичних, дистанційного керування роботами тощо.

Віртуальні середовища не діють без сучасного AR/VR обладнання, телекомунікаційних систем і технологій. У цій галузі дуже важливою є надійна бездротова передача інформації з великою швидкістю, яку можуть забезпечити такі технології як Wi-Fi, Bluetooth та QR/RFID-мітки (мал. 8.22).



Мал. 8.22. а) QR-код; б) RFID-мітка; в) використання RFID-міток для ідентифікації тварин, г) браслетів для басейнів, д) на залізничних вагонах для автоматизації реєстрування руху вагонів за контрольними точками, е) для автоматизації зважування, є) пошуку речей

QR (quick response) code — штрих-код швидкого відгуку, який зчитують сканувальні пристрої — від спеціальних до тих, що стоять у фотокамерах сучасних ноутбуків, планшетів і мобільних телефонів. Якщо піднести пристрій до такого коду, то камера миттєво його розшифрує та покаже приховану інформацію. Нею може бути текст (до 4 296 знаків), або цифри, або посилання на сайт в інтернеті, де можна докладніше дізнатися про «носіїв коду». У нашій країні QR-коди діють у транспорті для сплати за проїзд, на квитках до театрів, у музеях, біля історичних споруд тощо. Зчитавши телефоном код, можна багато чого дізнатися про об'єкт.

RFID (англ. radio frequency identification, радіочастотна ідентифікація) — метод автоматичної (радіочастотної) ідентифікації об'єктів, у якому за допомогою радіосигналів зчитують або записуються дані, що зберігаються в так званих транспондерах, або RFID-мітках.

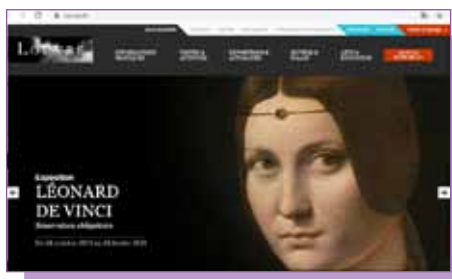
Будь-яка RFID-система містить пристрій, що зчитує (зчитувач, рідер) і транспондер (він же RFID-мітка, іноді також застосовують термін RFID-тер).

RFID-системи використовують у домофонах і системах доступу, торгівлі, громадському транспорті (автобус, залізниця, метро), бібліотеках, музеях, в автомобільних ключах з імобілайзером; біометричних паспортах; для ідентифікування тварин; оплати послуг за допомогою браслета в басейні тощо.

Технології віртуальної та доповненої реальності з кожним роком стають дедалі доступнішими та масовішими. У 2016 році провідні музеї світу почали створювати VR-експозиції, пропонувати інтерактивні тури та екскурсії (мал. 8.23). Те, що лише десятиліттям раніше могли уявити тільки фантасти, стало реальністю.

Виокремлюють три види віртуальних музеїв:

- віртуальні експозиційні галереї чи окремі тематичні виставки, що є цифровими аналогами реальних експозиційних залів, колекцій і виставок відповідного музею (їх репрезентовано на веб-сайті цього музею);
- віртуальні музеї «другого покоління», створені суміщенням масштабних міжмузейних колекцій та експозиційних галерей; такі музеї поєднують у собі цифрові зображення реальних пам'яток, що зберігають й експонують у сотнях різних музеїв, розкиданих по всьому світу;
- музеї віртуального мистецтва (net-art).



Мал. 8.23. Відвідайте віртуальні музеї

Найвідоміші з-поміж них:

- Лувр (Париж, Франція, www.louvre.fr);
- Музей Соломона Гуггенхайма (Нью-Йорк, США, www.guggenheim.org);
- Національна галерея мистецтв (Вашингтон, США, www.nga.gov);
- Британський музей (Лондон, Великобританія, www.britishmuseum.org);
- Національний музей природничої історії (Вашингтон, США; www.mnh.si.edu);

Віртуальні візити музеїв України тільки почали розробляти.

Балетні постановки у VR, мультимедійні театральні шоу й віртуальні актори на сцені — нові технології дедалі більше проникають у класичне мистецтво (мал. 8.24). Віртуальні декорації змінюються одним натисканням кнопки, а самі театри вже давно організували власні дата-центри, упроваджують систему аналітики й активно дивляться в бік використання відео 360°, віртуальної та доповненої реальності.

Об'єднання технічних ресурсів обчислювальних технологій, що містять давачі відстеження руху, візуальні обчислення та проєкційне картографування, дає змогу використовувати тіло й простір з елементами ритму, руху та сучасної динаміки.

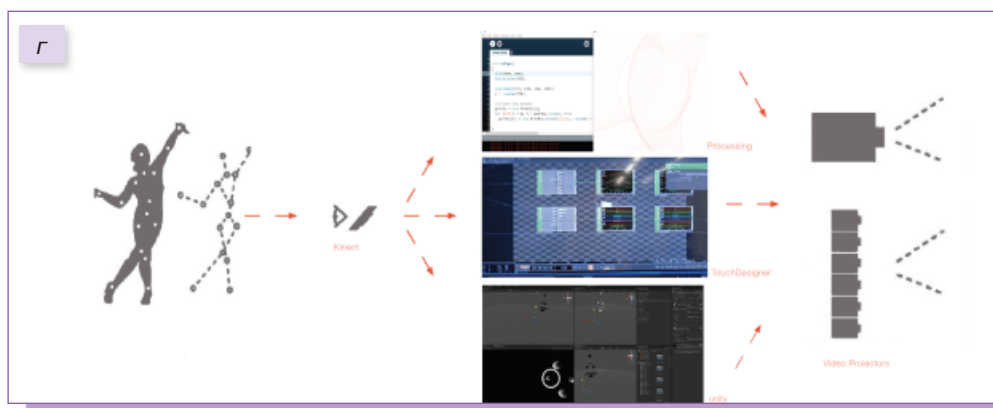


Інтерактивний формат «Kalevala. Episodes»



Китайська опера

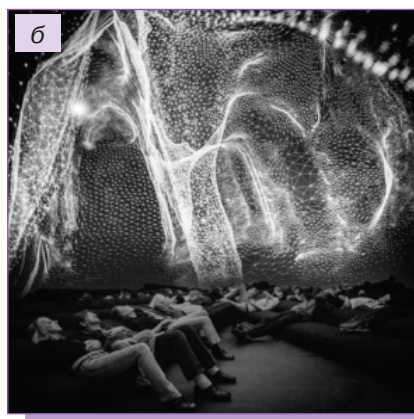
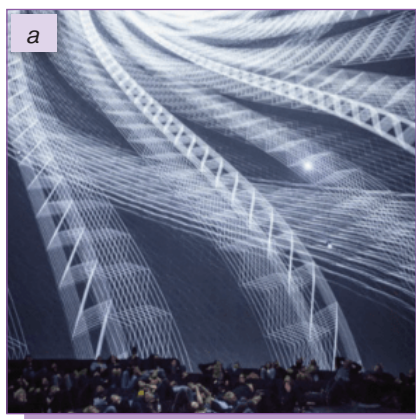




Мал. 8.24. Нові технології в театрі: а) інтерактивний формат «Kalevala. Episodes», б) китайська опера, в) Опера «Аїда» в Маріїнському театрі (постановка Даніеле Фінці Паскі), г) процес створення ілюзій

Спочатку створюють комп'ютерну 3D-модель у віртуальному форматі — «скелет» віртуального танцюриста (мал. 8.24). Потім артист або артистка в костюмі з датчиками виконує рухи («захоплення рухів» за допомогою технології Motion Capture). Одержані дані переносять на 3D-модель, відбувається їхня інтеграція (CG-графіка, пост-продакшн, налаштування візуальної сцени). Одержаний матеріал форматують для відтворення в окулярах віртуальної реальності. Відтворюють контент за допомогою сучасних VR-окулярів.

Нині глядачів дивують за допомогою світлодіодних табло, проєкційних екранів, плазменних панелей різних діагоналей, мультифункціональних світлових приладів, світлодіодних матриць, інтерактивних підлог тощо.



Мал. 8.25. а) Соленоїд (A/V Піесе для Товариства мистецтв і технологій Fulldome, Монреаль, 2015); б) Німбес (Лемерсьє та Гінзбург, 2017)

З появою віртуальної реальності значно зросла перспектива створення нових комп'ютерних ігор від першої особи. Ще трохи, і можна буде, надягнувши шолом Oculus Rift або HTC Vive, грати в улюблений шутер, не сидячи на дивані, а бігаючи по квартирі.

Шутер від першої особи (від англ. *First-person shooter*), або FPS, — жанр відеоігор, де основною частиною ігрового процесу є вид «з очей» головного героя (мал. 8.26).



Мал. 8.26. На свої очі

Віртуальна реальність дає змогу ризикувати всередині неї там, де у звичайному житті помилка може виявитися фатальною. Наприклад, за допомогою VR-пристроїв можна тренувати хірургів або пілотів. Технологія стає доступнішою, тому варто очікувати на її впровадження в різні галузі: архітектуру й інтер'єрний дизайн; спорт; медицину; мистецтво; навчання.

МАЙБУТНЄ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Прогнозування майбутнього сьогодні — одна з популярних сфер діяльності. У цій царині вже є визнані експерти. Ось прогнози одного з них — професора Штефана Йеніхена з Технічного університету в Берліні (мал. 8.27): у 2030 році комп'ютери супроводжуватимуть людство геть усюди. Користувачі їх майже не помічатимуть, та без них нічого не функціонуватиме. Малесенький, але надпотужний комп'ютер у майбутньому дедалі більше вмонтовуватиметься в повсякденні предмети, які нас оточують, і приховано керуватиме нашим життям. «Навряд чи хтось замислюється над тим, що вже нині в нашому автомобілі вмонтовано понад 80 мініатюрних комп'ютерів, яких водій узагалі не помічає», — каже професор.



Мал. 8.27. Професор Йеніхен про майбутнє комп'ютерних технологій

Тенденція до того, що комп'ютер дедалі більше перетворюватиметься на вірного, майже непомітного супутника людини, невпинно зростатиме. Жоден власник оселі в майбутньому не їхатиме у відпустку без можливості контролювати свій «розумний» будинок на відстані. Жоден працівник компанії не вестиме ділові переговори без цифрового розпізнавача обличчя, через який він просканує своїх співрозмовників. І жоден хірург не наважиться на операційне втручання без того, щоби попередньо не підготувати його із цифровим асистентом.

«Імовірно, зрештою ми навіть прийдемо до того, що люди захочуть імплантувати собі в мозок маленький чіп, через який зможуть виходити в інтернет і швидко отримувати необхідну інформацію», — не виключає комп'ютерний провидець Йєніхен. З огляду на такий стрімкий розвиток, уже через 20 років нинішнє покоління смартфонів і планшетних комп'ютерів стане у пригоді хіба як експонат у музеях історії інформаційних технологій.

Комунікація між людиною і комп'ютером до 2030 року зробить революційний стрибок. Інформації та команди віддаватимуть уже не через клавіатуру або комп'ютерну мишку, а через нові, значно інтерактивніші точки дотику фізичного та віртуального світів, каже професор Йєніхен. Невеликого олівця в руці має бути достатньо, аби за його допомогою увімкнути або вимкнути опалення чи пральну машину. Спеціальна відеокамера слугуватиме сенсором, який зчитує інформацію про рухи людини й передає на комп'ютер у вигляді команди.

А якщо технології відеокамер розвиватимуть і далі, то й олівець як сигнальний інструмент вже не буде потрібен — людина зможе керувати прихованими комп'ютерами лише пальцями або вигуками, описує професор своє бачення: «Кожному з п'яти пальців відповідатиме певна команда для радіо або телевізора. Тобто той чи інший жест викликатиме дію, наприклад, перемикання каналів або регулювання гучності».

Ба більше, комп'ютери-2030 навчатимуться також розмовляти між собою. «Ідеться вже не про те, як я жестами можу змусити комп'ютер реагувати, а про те, як він краще може презентувати результати своєї роботи в моєму середовищі», — пояснює професор. Зокрема, «розумний» будинок припасовуватиме освітлення, опалення та систему провітрювання під поведінку мешканця. Завдяки сенсорам опалюватимуть лише ті кімнати, у яких щось рухається. Прилади краще обмінюватимуться інформацією один з одним і будуть здатні виконати ще більше складних завдань.

Фізичний і віртуальний світи дедалі більше зливатимуться. Але те, що програмістам видається вельми привабливим, для захисників даних звучить як справжнє жахіття. Адже якщо всі сфери людського життя будуть оцифровані, то людське існування стане цілком прозорим для машин й не залишиться місця для приватної сфери.

До чого варто бути готовим вам уже сьогодні? Незабаром ви станете студентами, й дехто з вас отримуватиме дуальну освіту — тобто одразу на робочому місці. Коли заповнюватимете анкети, вам, можливо, запропонують вказати ваш рівень інформаційно-комунікаційної компетентності. Візьміть до уваги таке.

Початковий рівень передбачає, що ви маєте уявлення, що розуміють під операційною системою, користуєтеся базовими програмами й умієте встановлювати нові програми.

Для *середнього рівня* потрібно орієнтуватися в офісних додатках, уміти працювати з файлами Word, складати таблиці в Excel і виконувати за допомогою формул елементарні обчислення, уміти створювати бази даних і керувати ними в програмі MS Access або готувати презентації в Power Point, будувати графіки або діаграми, формувати чи оформляти текст, працювати з усіма видами браузерів і швидко знаходити інформацію в інтернеті.

Щоби стверджувати, що ви користувач або користувачка ПК *високого рівня*, необхідно знати вузькоспеціалізовані програми, які потрібні згідно з родом вашої сфери діяльності.

У будь-якому разі вміння користуватися інтернетом і соціальними мережами вітаються. Повірте, швидко знайти потрібну інформацію в пошукових системах, написати й прийняти лист, розмістити рекламу або прес-релізи, орієнтуватися в соціальних мережах, форумах можуть далеко не всі.



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Назвіть головні складники комп'ютера. Схарактеризуйте їхнє призначення.
2. Назвіть види комп'ютерів.
3. Наведіть приклади речовин, які є напівпровідниками.
4. Назвіть властивості напівпровідникових діодів і транзисторів та сфери їхнього використання.
5. Поясніть, у чому полягає: а) відмінність між аналоговим та цифровим способами передавання даних; б) основна перевага ультракоротких радіохвиль.
6. Укажіть особливість земної атмосфери, що дає змогу використовувати короткі хвилі для зв'язку між континентами.
7. Поясніть, як: а) забезпечують супутникове телебачення; б) організовано стільниковий зв'язок.
8. Назвіть особливості кабельного інтернету та Wi-Fi.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Вимірювання деяких фізичних параметрів за допомогою вбудованих датчиків смартфона.

Дослідження загальної потужності електромагнітного випромінювання власного гаджета і гаджетів групи за паспортними даними (gsm, Bluetooth, wifi, NFC та інших модулів).

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Чи безпечно довго користуватись мобільним телефоном? Як зменшити ризики?
- «Розумний будинок».
- Клімат-контроль.
- Штучний інтелект. Робототехніка.
- Засоби виявлення небезпеки (давачі, відео).

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 9. БІОТЕХНОЛОГІЇ

Важко уявити собі сучасну промисловість і будь-яку сферу діяльності людини, не пов'язану з досягненнями біотехнології. З генів, ферментів, білків науковці створюють те, чого раніше не було в природі: зовсім нові організми, рослини, продукти. Прогнозують, що згодом досягнення біотехнологів стануть невідокремною частиною повсякденного життя людини.

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: напрями біотехнологій; методи сучасної біотехнології.

Наводити приклади біотехнологічних процесів, речовин (продукції), які одержують методами традиційних біотехнологій і методами генної та клітинної інженерії.

Пояснювати переваги й можливі ризики використання генетично модифікованих організмів.

Прогнозувати основні напрями розвитку біотехнологій.

Висловлювати судження щодо моральних і соціальних аспектів біологічних досліджень

ІЗ ЧОГО ПОЧИНАЛАСЯ БІОТЕХНОЛОГІЯ?

Біотехнологія попри пафос та інноваційність назви — одна з найстаріших галузей, яка виникла ще тоді, коли саме поняття науки не було ustalеним. Фактично ж людство вперше почало використовувати біотехнології для виробництва харчових продуктів. Люди навіть не підозрювали про існування мікроорганізмів, однак від найдавніших часів використовували їх під час випікання хліба, у пивоварінні (в обох випадках ідеться про дріжджові культури). Термін «біотехнологія» уведено інженером Карлом Ерекі (до зміни імені та прізвища — Каролі Вітман, 1878–1952, Угорщина) у 1919 році для позначення процесів, у яких продукти виробляють за допомогою організмів.

Сьогодні біотехнологія — напрям, що активно розвивається в усьому світі, на основі застосування знань у сфері мікробіології, біохімії, генетики, генної інженерії, імунології, хімічної технології, приладо- та машинобудування з використанням клітин мікроорганізмів, тварин і рослин, а також продуктів їхньої життєдіяльності: ферментів, амінокислот, вітамінів, антибіотиків для промислового виробництва корисних для людини й тварин речовин і продуктів (мал. 9.1).



Мал. 9.1. На чому базується й для чого потрібна біотехнологія

Біотехнологія — одна з прикладних дисциплін, які розвиваються найдинамічніше.

На стику біотехнології та інших наукових областей можуть народжуватися найцікавіші й несподівані рішення, що дають змогу глибше пізнавати й використовувати потенціал найрізноманітніших організмів. Як наслідок, ми більше дізнаємося про ті процеси, за допомогою яких отримуємо:

- матеріали й композити;
- паливо;
- способи синтезу;
- лікарські засоби та вакцини;
- методи діагностування та профілактики захворювань, зокрема генетично зумовлених.

А ще — розширюємо й поглиблюємо уявлення про старіння та процеси, які його супроводжують, що в певному сенсі є «філософським каменем» світу біотехнологій.

ТРАДИЦІЙНА Й СУЧАСНА БІОТЕХНОЛОГІЯ

Біотехнологію умовно поділяють на два підрозділи (мал. 9.2): *традиційну* (до неї відносять технологічну мікробіологію, а також технічну, біохімічну та інженерну ензимологію) і *сучасну* (ідеться про генетичну та клітинну інженерію).



Мал. 9.2. Основні напрямки й об'єкти біотехнології

Основними об'єктами біотехнології є віруси й майже всі групи організмів — рослини, тварини, бактерії, гриби. Їх можуть використовувати безпосередньо, а можуть модифікувати, унаслідок чого ці організми набувають нових властивостей.

Традиційна біотехнологія заснована на явищі *ферментації* (зброджування) — використанні у виробничих процесах ферментів мікроорганізмів. Найпростіше пояснити суть процесу так: ферментація — це перетворення одного харчового продукту на інший під впливом мікробів. Мікроскопічні форми життя — бактерії, дріжджі, цвіль — перетворюють свіжі овірки на солоні, спирт — на оцет, а соєві боби — на соєвий соус. Ферментація — це один з найдавніших способів збереження їжі, адже харчові продукти довше зберігаються за рахунок натуральних «консервантів» — її продуктів. І сьогодні люди щодня усвідомлено чи несвідомо використовують ферментовані продукти. Адже хліб, кава, чай, шоколад, соєвий соус, пиво, вино, оцет, кисломолочні продукти, сир — це чи не найширше уживані продукти у світі, і всі вони є ферментованим (мал. 9.3).



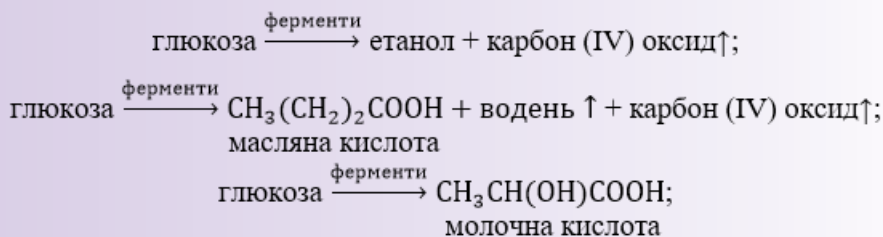
Мал. 9.3. Ферментовані продукти

Більшість грибів, бактерій, які використовуються під час ферментування, живуть у навколишньому середовищі. Найпростіший із цих мікроскопічних організмів — лактобактерія. Мікроорганізми, які беруть участь у ферментуванні, виробляють молочну, оцтову кислоту й етанол. Це дає змогу максимально зберегти поживні речовини й захистити продукт від дії патогенних бактерій.

Усю лимонну кислоту, яку продають у наших магазинах, вироблено мікроорганізмами. Таким самим способом добувають і натрій глутамат — підсилювач смаку, широко застосовуваний як харчова добавка.



Що таке ферментація з погляду хімії? Це — хімічні реакції. Які саме? Усі вони відбуваються за участі білкових каталізаторів — ферментів. Спрощені схеми таких реакцій наведено нижче (*перетворіть їх на хімічні рівняння*):





Багато хто вважає, що зелений і чорний чай — це різні види рослин. Насправді ж — увесь чай збирають з куща роду Камелія. А вже від такого важливого етапу у виробництві чаю як ферментація залежить урешті-решт сорт, вид, міцність й аромат напою.

Ферментація чаю полягає в окисненні речовин у складі чайного листа киснем повітря та просмажуванні окисненого листа. Власне, окиснення запускає бродильні процеси за участі складників чайного листа, а просмажування зупиняє їх. Для того щоб листя почало окиснюватися, необхідно, аби воно пустило власний сік. Для цього чайні листки мнуть або перетирають різними способами. Щойно листя пустить сік — розпочинається його бродіння й окиснення під впливом власних ферментів.

Тривалість ферментування регулює виробник залежно від того, який чай має бути на виході. Наприклад, що довше триватиме ферментування, то темнішим буде колір напою та густішим і прянішим — його смак. А слабоферментований чай, наприклад, матиме світле забарвлення та квітковий аромат.

Про те, що процес повної ферментації завершено, свідчать колір і характерний аромат сировини.

Окиснений лист відправляють на просмажування — сушать у спеціальному приміщенні зі сталою температурою та вологістю до повної готовності чаю.

Звісно, це дуже узагальнений опис ферментування, проте кожний виробник має свої виробничі таємниці для створення унікального продукту.



Мал. 9.4. Почаюймо? Якого чаю бажаєте?

Одним з напрямів сучасної біотехнології є *мікробіологічний синтез*, який полягає у використанні мікроорганізмів (бактерій, грибів, вірусів) з метою одержання кормових білків, антибіотиків, алкалоїдів, ферментів, вітамінів, амінокислот та інших біологічно активних речовин, а також для очищення стічних вод, боротьби зі шкідниками сільського господарства, виробництва бактеріальних добрив, вилуджування металів тощо. Перше місце за різноманітністю вироблених за допомогою мікробіологічного синтезу препаратів посідають *антибіотики* (грец. *ἀντί* — проти та *βίος* —

життя) — продукти життєдіяльності (або їхні синтетичні аналоги й гомологи) живих клітин (бактеріальних, грибових, рослинного та тваринного походження), які вибірково пригнічують функціонування інших клітин у складі мікроорганізмів, пухлин тощо. До цієї групи належать сотні препаратів різної хімічної структури, що різняться спектром і механізмом дії, побічними ефектами й показаннями до застосування. Термін «антибіотики» запропонував 1942 року С. А. Ваксман¹. Поділ антибіотиків на групи за переважною активністю базується на класифікації збудників інфекційних захворювань. Наприклад, є антибіотики з антибактеріальною, проти-грибковою, протипухлинною активністю.

Сучасна біотехнологія включає такі напрями, як клітинна та генетична інженерія (мал. 9.5). Вони почали активно розвиватися від 60-х років ХХ століття, коли було встановлено роль ДНК в спадковості й розкрито механізми реалізації спадкової інформації.



Генетична інженерія — це галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології виділення генів з організмів й окремих клітин, їхнє видозмінення й уведення в інші клітини або організми

Клітинна інженерія — це галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології культивування клітин і тканин поза організмом у штучних умовах

Мал. 9.5. Що може сучасна біотехнологія

¹ Зельман Абрахам Ваксман (1888–1973, Україна, США).

Суть *генетичної інженерії* полягає в штучному створенні генів з потрібними властивостями й уведення їх у відповідну клітину. Як ви знаєте, спадкова інформація зберігається в молекулах ДНК. Отже, молекула ДНК є своєрідним носієм інформації про будову того чи іншого продукту. Якщо перемістити частину ДНК одного організму, що містить інформацію про певний продукт, в інший організм, то він також зможе синтезувати цей продукт. Така процедура дістала назву генетичної трансформації.

Принцип роботи в усіх випадках приблизно однаковий. У ДНК клітини донора знаходять потрібний ген, відповідальний за синтез необхідного продукту, — це може бути гормон, антибіотик, вітамін тощо. Цей ген вирізають і приєднують до носія (вектора), потім повертають назад у бактеріальну клітину. Вектор — це генетична конструкція, яка передає інформацію про необхідний продукт. Після цих операцій клітина починає його виробляти. Як наслідок, одержують організми із заданими властивостями: стійкі до хвороб або шкідників, збагачені корисними речовинами тощо.

Прикладом таких організмів є невинуватим не любими неосвіченими читачами/глядачами/слухачами генно-модифіковані організми (ГМО) — організми, геном яких був змінений за допомогою генетичної інженерії. Та всі знають, що за рахунок еволюційних процесів гени змінюються самі собою в усіх організмів. Це неспростовний факт! Відмінність лише в одному: під час еволюції ми не можемо контролювати процес зміни геному, а в лабораторії, на основі сучасних знань і технологій, здатні змінювати й покращувати гени. До речі, у вчених-генетиків немає ні стимулів, ні цілей створювати що-небудь загрозливе здоров'ю всього людства. Фахівці прагнуть просувати науковий прогрес і виробляти ті продукти, які будуть потрібні людям.

Нині можливе перенесення генів будь-якого організму в клітину реципієнта для створення рослини або тварини з рекомбінованими генами і відповідно новими властивостями (мал. 9.6). Селекціонери займаються виведенням різних сортів, порід, штамів — це все штучно створені популяції з ознаками, потрібними людині. Раніше на селекційну роботу витрачалося кілька років. Нині завдяки біотехнології навчилися одержувати бажані ознаки штучно, упроваджуючи чужі гени в геноми рослин (гени риб, павуків, бактерій і т. д.). Такі рослини називаються *трансгенними*, а продукти, які з них одержують, — генетично модифікованими (ГМП). Створено понад 120 видів трансгенних культур (таких як баклажан, арахіс, овес, цукровий буряк, картопля, огірок, кукурудза, соняшник, пшениця, рис, жито, яблуна, слива, виноград, капуста, соя і т. д.).

Початком масового виробництва модифікованих продуктів вважають 1994 рік, коли в США з'явилися помідори з подовженим терміном дозрівання, які не псувалися під час перевезення. У 1995 році на ринок ввели генетично модифіковану сою. У ДНК рослини був введений чужорідний ген для підвищення здатності культури протистояти бур'янам.

Генетично модифікована їжа

Генетично модифіковані (ГМ) організми створюють шляхом додавання генетичного матеріалу ДНК одній рослині чи тварині від іншої з метою передачі певних ознак

Чужорідні гени

Приклади генетичної модифікації, що включає додавання ДНК висторіднених організмів



Зрощування генів

Виділяється ДНК з необхідними ознаками і додається в особисту ДНК рослини за допомогою різних методів



Мал. 9.6. Що треба знати про ГМО

Завдяки отримання генетично змінених організмів традиційні продукти наділяють новими властивостями. Наприклад, створено каву без кофеїну, полуницю з меншим умістом цукру, рис із підвищеним умістом заліза. У Європі від 1997 року дозволено застосовувати модифіковані сорти сої та кукурудзи. В Україні вже вирощують трансгенну сою, картоплю, кукурудзу, ріпак.

Звісно, з різних джерел інформації можна дізнатися про передбачувану шкоду трансгенних рослин. І на другий план відступає одна з головних функцій трансгенних організмів — порятунок від нестачі важливих поживних речовин і голоду населення Землі. Є такі трансгенні рослини, за рахунок яких вдалося врятувати людські життя. Хороший приклад цього — золотий рис — генетично модифікований сорт посівного рису, у зернах якого міститься величезна кількість бета-каротину (мал. 9.7). Ці зерна золотисто-жовтого кольору. Вважають, що це перша сільськогосподарська



Мал. 9.7. Золотий рис

культура, яка цілеспрямовано генетично модифікована для поліпшення харчової цінності.

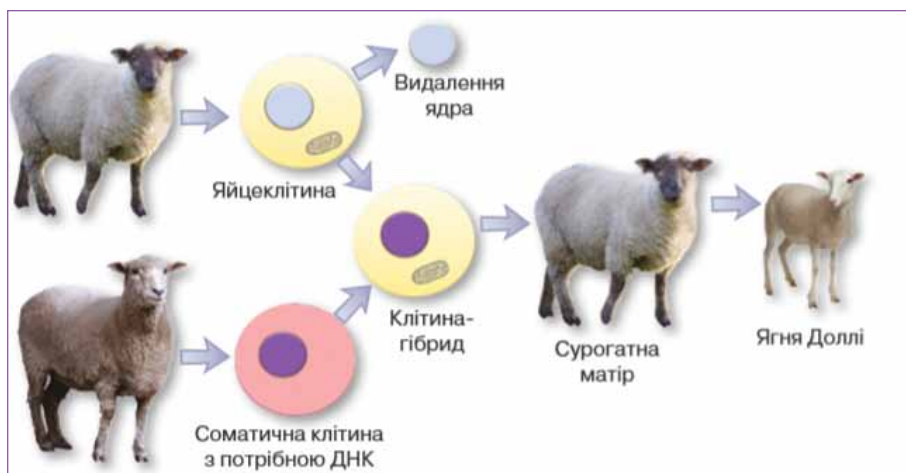
Золотий рис може в кілька разів поліпшити якість харчування в багатьох країнах (зокрема, у низці країн третього світу), де є нестача каротину, який надходить переважно з рослинною їжею.

Зрозуміло, сьогодні людство потребує розвитку нових технологій, а також ресурсів для життя, що задовольняють потреби організму. Інновації викликають побоювання: зараз деякі люди не довіряють сучасним досягненням генетичної інженерії. Однак важливо розуміти, що нове — не обов'язково погане, усього лише потрібно спробувати побачити й позитивні сторони, дізнатися більше про нові досягнення, відкриття, зробити висновки лише на основі достовірних фактів. Саме тоді людство зможе відмежуватися від низки суперечок, помилок, піти шляхом новітніх біологічних відкриттів, зробити величезний ривок уперед.

У країнах Європейського Союзу прийнято законодавство, яке регулює виробництво, продаж й обов'язкове маркування генетично модифікованих харчових продуктів.

Інший напрям сучасної біотехнології — *клітинна інженерія* — метод конструювання клітин нового типу на основі їхнього культивування, гібридизації та реконструкції. Якщо клітини виділити з організму, помістити в поживне середовище, яке приблизно відповідає тому тканинному середовищу організму, з якого вони були взяті, то вони житимуть і розвиватимуться поза організмом, утворюватимуть клітинні культури, які зберігатимуть усі ознаки й властивості свого виду.

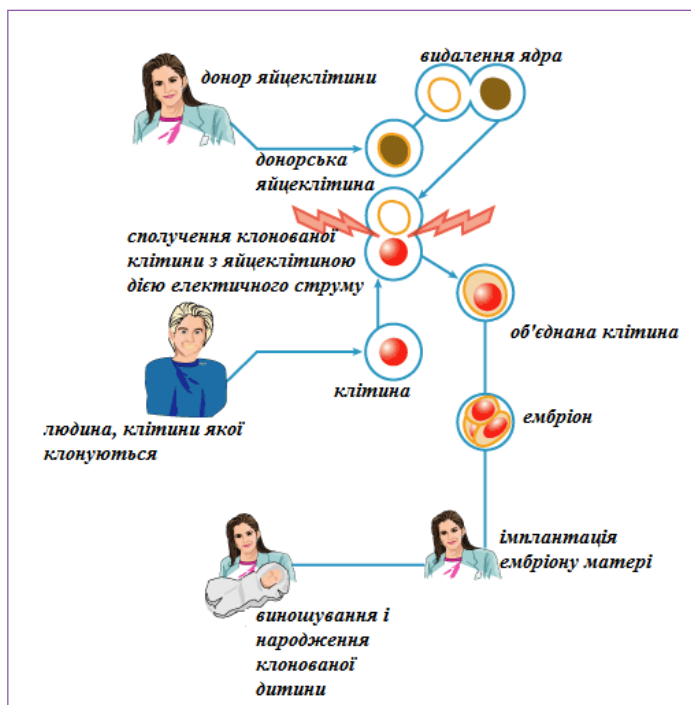
Клонування тварин розпочалось у 1997 році (мал. 9.8). Увесь світ облетіла сенсаційна новина: у Шотландії клонували ягничку — генетичну копію матері — і назвали її Доллі. Для цього було взято клітини молочної залози донора, ядро з клітини якого було пересаджено в яйцеклітину з видаленим ядром, узятую від іншої вівці. Після цього яйцеклітина зі заміненним ядром розвивалася як запліднена.



Мал. 9.8. Доллі — перше клоноване ягня

Зараз перед ученими не стоїть питання клонувати чи ні. Завдяки цьому методу відкрито нові можливості. У сільському господарстві можна одержати високопродуктивних тварин й зберегти рідкісні види рослин. З клітин женьшеню, наприклад, одержують антидепресанти, які допомагають людині в стресових ситуаціях та стимулюють життєдіяльність. Елеутерокок підвищує кров'яний тиск, препарати лимоннику — знижують його. Зберігаючи такі рослини, тим самим можна зберегти та відновити генофонд планети.

Стовбурові клітини також відомі як штамові клітини — один із численних видів багатоклітинних організмів, зокрема й людини. Сама назва «стовбурові» означає, що вони основні, базові, «будівельні». Стовбурові клітини здатні відтворюватися нескінченно й перетворюватися на будь-яку іншу клітину. Завдяки методу клітинної інженерії їх можна вирощувати та програмувати на спеціалізацію (наприклад, отримати м'язи чи нервову тканину). Медики-дослідники вважають, що стовбурові клітини можна використовувати для лікування онкологічних захворювань, хвороби Паркінсона, пошкоджень спинного мозку, м'язів тощо. Клонування органів і тканин є важливим у трансплантології (пересадженні органів). Трансплантація клонованих органів здатна врятувати мільйони людей, які помирають від хвороб серця, нирок, печінки. Трансплантація клонованих частин тіла (ніг, рук, очей) допоможе людям з особливими потребами позбавитися фізичних вад. Також клонування допоможе розв'язати проблему безплідності, що є гуманною метою вищого ступеня (мал. 9.9).



Мал. 9.9. Клонування людини

Можна назвати три напрями створення нових технологій на основі культивування клітин і тканин рослин.

Перший — добування промисловим способом цінних біологічно активних речовин рослинного походження. Так отримані мутантні клітинні лінії раувольфії змінної — продуценту індолних алкалоїдів, які містять удесятеро більше цінного для медицини антиритмічного алкалоїду — ай-маліну; дискореї дельтоподібної — продуценту діогеніну, який використовується для синтезу гормональних препаратів; отриманий штам рути пахучої, який містить у 220 разів більше алкалоїду рутакридону, ніж у самій рослині; із суспензійної культури наперстянки шорсткої, складником якої є серцевий глікозид — дигітоксин, отримали якіснішу форму — дигоксин для використання в медицині; із суспензійної культури м'яти — ментол для трансформації пулегону й ментолу.

Другий — використання тканинних і клітинних культур для швидкого клонального мікророзмноження й оздоровлення рослини. Можливість використання методів клонального розмноження в стерильній культурі виявлена зараз для 440 видів рослин, які належать до 82 родин. Порівняно з традиційними методами розмноження, які використовують у сільськогосподарській практиці, клональне розмноження в культурі має низьку перевагу:

- коефіцієнт розмноження вищий, ніж за звичайних методів розмноження;
- можна підтримувати ріст цілий рік;
- тисячі рослин можуть рости на невеликій лабораторній площі;
- разом з розмноженням часто відбувається оздоровлення рослин від вірусів і патогенів;
- цим методом можна отримувати рослини, які важко або зовсім не розмножуються вегетативно, наприклад пальми.

Третій напрямок становлять технології, пов'язані з генетичними маніпуляціями на тканинах, клітинах, ізольованих протопластах.

Напрямок	Сфера застосування
1. Отримання промисловим способом цінних біологічно активних речовин рослинного походження	Фармація, побутова хімія, харчова промисловість
2. Використання тканинних і клітинних культур для швидкого клонального мікророзмноження та оздоровлення рослини	Сільське та лісове господарство
3. Отримання гібридом злиттям різних клітин, наприклад, ракової клітини й лімфоцита, в одну клітину	Фармація, медицина, біотехнологічна промисловість

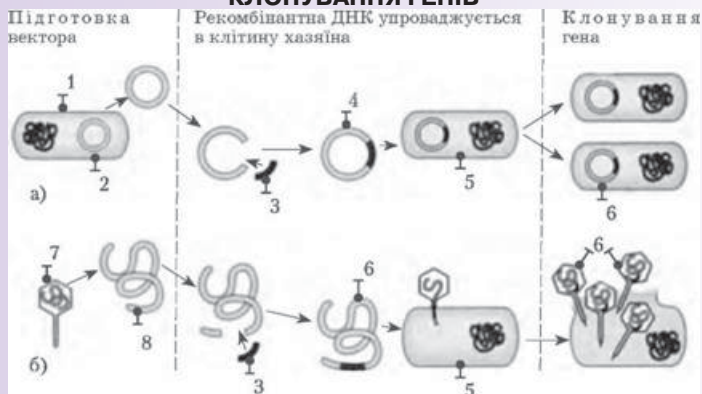


Розберемося з термінологією.

Генна інженерія виникла з першими рекомбінантними ДНК. Це поняття тісно пов'язане з поняттям «клонування». Якщо з першим терміном усе зрозуміло — це молекула, складена з фрагментів ДНК різного походження, — то з другим часто відбувається плутанина. Якщо йдеться про генну інженерію, то під клонуванням

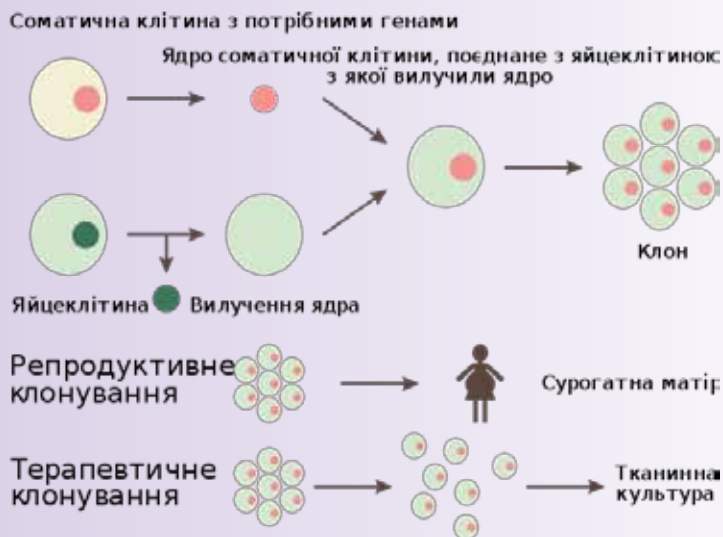
зазвичай розуміють молекулярне клонування, тобто введення фрагмента ДНК в молекулу-вектор, яка разом із собою розмножить цей фрагмент у якійсь клітині. Іноді ген потрібно не копіювати в складі вектора, а вбудувати в хромосому клітини, і тоді він розмножуватиметься тільки разом з нею, під час клітинного розподілу, тобто, не «ксерокопіюванням».

КЛОНУВАННЯ ГЕНІВ



Мал. 9.10. Клонування генів з використанням: а) бактерій, б) вірусів:
 1 — бактерія; 2 — плазміда; 3 — чужорідний ген; 4 — рекомбінантна плазміда;
 5 — клітина хазяїна; 6 — рекомбінантна ДНК; 7 — вірус; 8 — вірусна ДНК

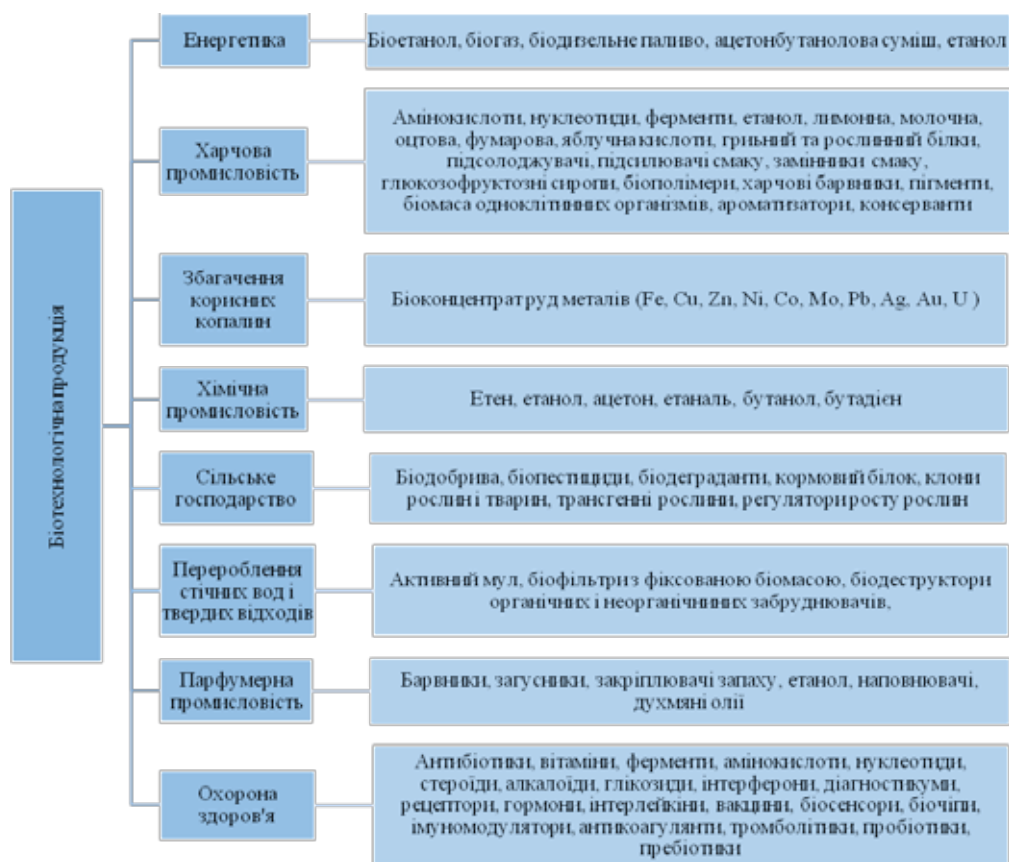
Інший випадок клонування — це той, що застосовують у клітинній інженерії. Тут клонування — це одержання ідентичних нащадків за допомогою нестатевого розмноження, або процес одержання генетично ідентичної копії організму. Клонування рослин, наприклад, дає змогу дуже швидко розмножувати найцінніші особини рослин, які вирізняються високою врожайністю, підвищеною стійкістю до хвороб або іншими цінними якостями. Особливо важливо це для вирощування дерев, бо значно підвищує швидкість їхнього розмноження.



Мал. 9.11. Клонування клітин

ДЕ ЗАСТОСОВУЮТЬ БІОТЕХНОЛОГІЮ?

Біотехнологія є однією з найперспективніших і прогресуючих галузей науково-технічної й промислової діяльності (мал. 9.12). З її розвитком пов'язано розв'язання низки важливих соціальних, сировинних, продовольчих й екологічних проблем. Світовий бізнес у біотехнологічній галузі переживає період підвищення інвестиційної активності в науковій, освітянській та промисловій сферах, стрімко зростає ринок біотехнологічної продукції медичного, сільськогосподарського та харчового призначення. Досягнутий рівень біотехнології у світі став можливим завдяки розвинутій системі освіти й наукових досліджень.



Мал. 9.12. Біотехнологія та галузі її застосування

На які галузі можуть вплинути біотехнології в найближчому майбутньому? Майже на всі, адже ми бачимо подальшу інтеграцію різних наукових і прикладних областей між собою.

У медицині біотехнологічні прийоми та методи відіграють головну роль у створенні нових *біологічно активних речовин* і лікарських засобів, призначених для ранньої діагностики й лікування різноманітних за-

хворювань. *Антибіотики* — найбільший клас фармацевтичних сполук, одержання яких здійснюється за допомогою мікробіологічного синтезу. Створено генно-інженерні штами кишкової палички, дріжджів, культивованих клітинами ссавців і комах та використовуваних для одержання гормону росту, інсуліну й інтерферону людини, різноманітних ферментів і противірусних вакцин. Змінюючи нуклеотидну послідовність у генах, що кодують відповідні білки, оптимізують структуру ферментів, гормонів й антигенів (так звана білкова інженерія).

Як ви знаєте, *інсулін* — це гормон, вироблюваний підшлунковою залозою, який регулює рівень цукру в крові. За його нестачі виникає цукровий діабет, і в певних випадках хворому можуть допомогти тільки ін'єкції інсуліну. Раніше багато людей помирили від діабету. Потім інсулін одержували з підшлункових залоз свиней і великої рогатої худоби. Однак не кожний хворий на цукровий діабет у змозі переносити інсулін, отриманий від тварин. Тваринний інсулін відрізняється від людського залишками трьох амінокислот. Коли стало відомо, фрагменти яких саме амінокислот є складниками молекули інсуліну і як виглядає ген інсуліну, тобто з якої послідовності нуклеотидів він складається, у пробірці вдалося штучно синтезувати його. Цей ген було вбудовано в розрізані кільця плазмід бактерій, після чого плазмиди внесли назад у бактерії. Тепер вони стали продукувати інсулін людини. Після апробації людського інсуліну його застосовують для лікування хворих на цукровий діабет (мал. 9.13).

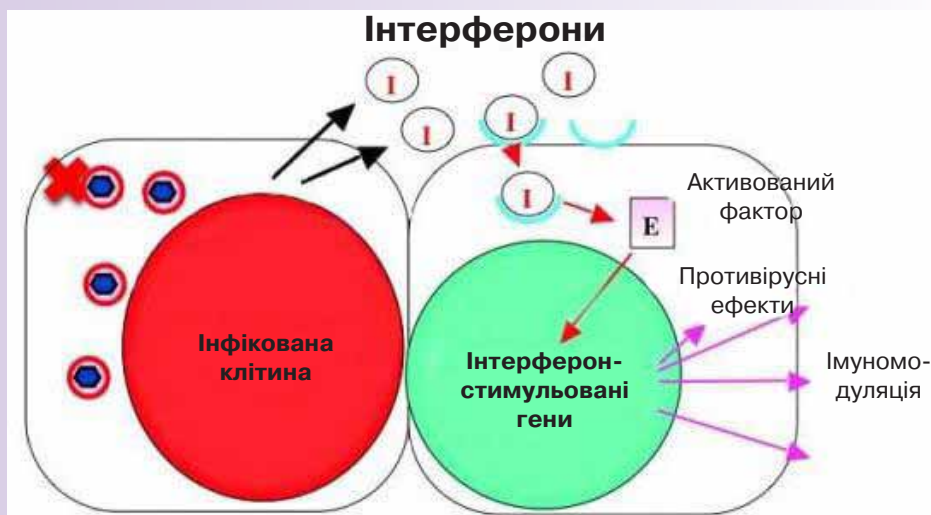


Мал. 9.13. Інсулін рятує життя хворих на цукровий діабет

Інтерферон — біологічно активна речовина від вірусних інфекцій. Має білкову природу, утворюється в живих клітинах, уражених вірусом, і захищає від них. Як відомо, антибіотики не впливають на віруси. Вони лише пригнічують розвиток тих бактерій, які могли б поширитися в разі вірусного захворювання в ослабленому організмі.

Донедавна інтерферон коштував дуже дорого. Його одержували з лейкоцитів крові людей. Для одержання інтерферону масою 1 г потрібна кров від 90 тис. донорів. Нині препарат коштує набагато дешевше, бо його отримали штучно. На відміну від інсуліну, будова гена інтерферону генетикам не була відома. Дослідження почали в 1980-х роках у Швейцарії. Лейкоцити людини заразили вірусами, тож вони змушені були виробляти інтерферон. Клітинна ДНК посилає рибосомам

поряд з наказами про синтез нормальних білків наказ виробляти інтерферон. Однак цей наказ довелося розшукувати серед тисячі інших наказів ДНК-лейкоцитам. Для цього ДНК-лейкоцити спочатку перетворили на поодинокую структуру, потім, за допомогою ферментів, одержали дволанцюгову копію материнської ДНК. Розрізали рестриктазами на фрагменти. З бактерії виділили плазміни, розрізали, усталили гени з різними наказами й знову ввели в бактерії. Бактерії почали розмножуватися на твердих поживних середовищах. Виникло близько 20 тис. різних бактеріальних колоній, кожна містила клітини з різними плазміними. Після кропіткої роботи знайдено саме ті, які продукували інтерферон! У спеціальних біореакторах ці бактерії розмножували, їхнє потомство теж у своїх генах несло наказ виробляти інтерферон. Тепер він широко застосовуваний у всьому світі. Інтерферон ефективний проти інфекційних гепатитів, сказу, різних видів риніту, його дають грудним дітям без імунітету (мал. 9.14). Зараз вивчають дію інтерферону на ракові клітини.



Мал. 9.14. Інтерферон рятує від вірусних інфекцій

Біотехнологічні методи, як ми вже згадували, використовують у таких галузях медицини, як репродуктивна медицина й трансплантологія. Одним з найперспективніших напрямів трансплантології є 3D-принтинг органів (мал. 9.15). Ця технологія заснована на створенні з живих клітин тривимірних моделей органів на штучній основі. У ній використовують систему 3D-друку. Перевага цього методу в тому, що можна використовувати штучно культивовані клітини самого пацієнта. У цьому разі зникає проблема імунного конфлікту з трансплантатом. Зараз таку технологію вже почали комерційно використовувати для вирощування шкіри, кровоносних судин, серця та деяких тканин. Поки що основні успіхи досягнуто в створенні окремих тканин. Друк цілих органів перебуває на стадії відпрацювання технології.



Мал. 9.15. 3D-друк у медицині став можливим завдяки біотехнологіям

У харчовій промисловості завдяки біотехнологіям суттєво вдосконалюють традиційні способи виготовлення харчових продуктів. Передусім ідеться про випікання хліба, виробництво кисломолочних продуктів, сирів, виноробство, пивоваріння, виготовлення квасу, квашення овочів і фруктів тощо.

Використання досягнень сучасної біотехнології дало змогу замінити традиційні хімічні методи виробництва харчових добавок мікробним син-

тезом, за допомогою якого отримують ароматизатори й посилювачі смаку (натрій глутамат), замінники вуглеводів (сахарози), глюкозо-фруктозні сиропи, ферментні препарати для підвищення поживної цінності харчових продуктів, барвники, органічні кислоти (молочну, лимонну, яблучну, глюконову, ітаконову, фумарову), амінокислоти (лізин, аспарагінову кислоту), харчові консерванти (бензоатну кислоту) та загусники, вітаміни тощо. Сьогодні тривають дослідження з використання біомаси одноклітинних організмів (БОО), мета яких — виготовлення харчових добавок (зокрема білка одноклітинних). Досить успішно розвивається виробництво грибних білків (мікро- та макроміцетів), білків рослинних організмів (водоростей, соєвих білків тощо).

Як приклад розгляньмо, як розробляють промислову технологію виробництва харчових білків з нехарчової сировини (мал. 9.16). Білок — найдорожчий і найдефіцитніший складник кормів і їжі. За його нестачі погіршується життєдіяльність організму, слабшає імунітет, енергетичні компоненти їжі даремно «згоряють» або перетворюються на жири, що шкідливо для людини й тварин. У цій роботі беруть участь різні фахівці, але першими включаються в роботу мікробіологи. Їм потрібно знайти мікроорганізми, які швидко ростуть і накопичують багато білків. Спеціальні експедиції мікробіологів відбирають проби з річок, морів, ґрунтів — усюди. Що брудніше середовище, то більше шансів знайти в ньому якийсь корисний мікроорганізм. Із проб роблять суспензію, розливають у чашки Петрі з поживним середовищем. На ньому виростають колонії, різні за кольором і формою. Потім науковці працюють з індивідуальними клітинами — штамами. Їх штучно поліпшують, щоби підвищити продуктивність (використовують мутагенні фактори, поліпшують умови культивування, добирають середовища тощо). Культивують штами на біофабриках у біореакторах — металевих цистернах, які за розміром не поступаються доменним печам. Після закінчення процесу розчин зливають, відокремлюють, очищають, фільтрують, висушують і використовують за призначенням. Коли штами отримано, їх упроваджують у промислове виробництво.

З мікробних білків у харчовій промисловості виготовляють різноманітні напівфабрикати та страви, у медицині — антибіотики й вітаміни.



Мал.9.16. Як отримують мікробні білки

В енергетиці велике значення має біотехнологічний процес виробництва теплової або інших видів енергії на основі органічних відходів, наприклад, гною, гнійних стоків, соломи, жому цукрової тростини та інших рослинних відходів.

Під час метанового бродіння відбувається біохімічне перетворення біомаси, що сприяє виділенню біогазу (об'ємні частки газів: CH_4 — 65 %, CO_2 — 30 %, H_2S — 1 %). Провідне місце поміж країн світу у виробництві біогазу посідає Китай — там працюють тисячі біогазових установок. В Індії засівають спеціальні «енергетичні» плантації, які використовують сонячну енергію для пришвидшеного росту рослинної біомаси. Біоенергетика успішно розвивається також у країнах Євросоюзу. Виявилося, що утворення метану з рослинної сировини високоефективне, у нього переходить до 90–95 % Карбону використаної біомаси.

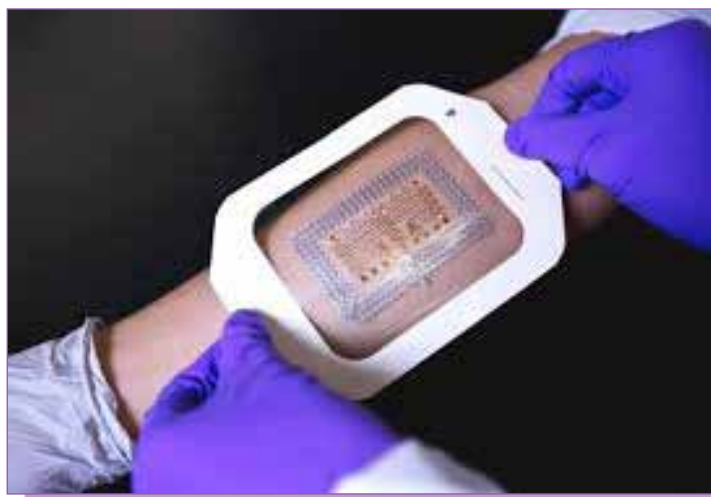
Досягнення в галузі біохімії, ензимології (науки про ферменти) та електроніки сприяли розвитку *нового аналітичного напрямку* — створенню біотехнологічних безреагентних методів аналізу, що базуються на використанні *біосенсорів (біочипів)*.

Біосенсиори — це аналітичні пристрої, у яких головним елементом є біологічні матеріали, здатні виявляти й кількісно реєструвати молекули різних речовин. Функціонально вони подібні до рецепторів організму, які перетворюють усі типи сигналів, що надходять з навколишнього середовища, на електричні. У цих пристроях селектувальними елементами детекторів (давачів) можуть слугувати всі типи біологічних структур: ферменти, антитіла, антигени, нуклеїнові кислоти, рецептори й навіть живі клітини. Після надходження інформації про молекули аналізованої сполуки за допомогою фізичного перетворювача (трансдюсера) концентраційний сигнал трансформують в електричний. Трансдюсерами можуть бути різні перетворювачі, зокрема електрохімічні, оптичні, колориметричні, гравітаційні, а також резонансні системи (мал. 9.17).

Порівняно з традиційними фізико-хімічними аналізаторами, біосенсиори чутливіші, вони здатні аналізувати одночасно кілька речовин або параметрів. На практиці значного поширення набули ферментні й клітинні біосенсиори.

Маніпуляції з окремими молекулами стали можливими завдяки *біонанотехнології*. Ідеться, зокрема, про розроблення біологічних матеріалів та спеціальних процесів, таких як молекулярні мотори, біоматеріали, біочіпи.

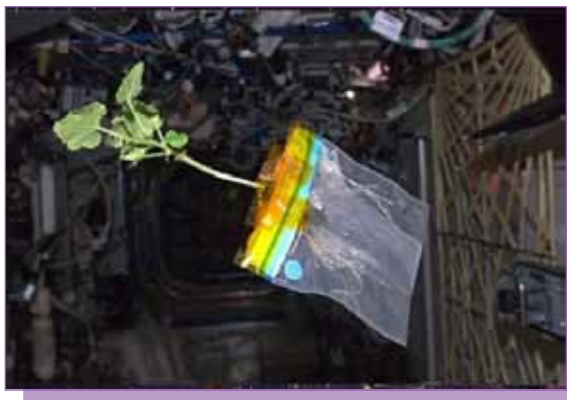
Біотехнології діють і в *космосі*. Завдяки використанню різних видів мікроорганізмів на міжнародних космічних станціях (МКС) учені дізналися, що величезна кількість бактерій стійкі до жорсткого космічного випромінювання найрізноманітніших спектрів і хвиль. Ба більше, на Землі виявили мікроорганізми, що перебувають у стані анабіозу (сплячки), і які вийшли з нього тільки внаслідок опромінення космічними променями. Це підтверджує те, що вони не могли утворитися на нашій планеті, й були занесені на неї під час формування Сонячної системи з інших космічних об'єктів нашої Галактики.



Мал. 9.17. Як працює біосенсор

Як ще біотехнології можуть вплинути на освоєння людьми найближчого до нас космосу? Уявіть собі навіть просту дослідницьку експедицію до інших планет у межах нашої локальної групи — наприклад, до Марса (привіт Ілону Маску!). Окрім психологічної стійкості екіпажу такої експедиції (а політ в одну сторону триватиме мінімально рік за теперішнього рівня розвитку ракетних й інших видів двигунів, придатних для міжпланетного сполучення), їй знадобиться чималий запас продовольства та пального. Навіть зараз на МКС неможливо доправити річний запас продовольства для групи з 3–5 космонавтів — це заскладно й потребує кількох ракет-носіїв. Що вже казати про довгострокову космічну місію, у рамках якої можливості поповнення запасів дорогою просто не буде. Тому потрібно налагодити безперерйне вирощування їжі на місці — тільки така схема забезпечить безпеку як польоту, так і колонізування (мал. 9.18).

Дослідники підраховали, що для експедиції на Марс тривалістю близько двох з половиною років, використання сучасних методів, застосовуваних у біотехнологіях, дасть змогу вдвічі скоротити потребу в пальному й на третину — у продовольстві. У доповіді дослідники відзначили, що останні розробки на стику біології і нанотехнологій також допоможуть у будівництві житлових модулів безпосередньо на іншій планеті, чи то Марсі, чи якійсь іншій. Усі необхідні для цього матеріали можна синтезувати просто на місці, а будівельні блоки — створювати за технологією багатошарового 3D-друку.



Мал. 9.18. Від експериментів до майбутніх перспектив

Біотехнології в Україні. Нині наукові дослідження в галузі біотехнології здійснюють наукові установи Києва, Львова та деяких інших міст України (Інститут біохімії, Інститут клітинної інженерії НАН України, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, Національний аграрний університет тощо). Україна має можливість на основі власних природних ресурсів, сировинної бази, багатого досвіду фундаментальних і прикладних досліджень одержувати прибуток від упровадження науково-технічних розробок та від продажу біотехнологічних продуктів. Як зазначають науковці, найуспішнішими з-поміж біотехнологій, які нині стрімко розвиваються в Україні, є технології вироблення біопалива, біодеструктування та утилізування відходів, створення пробіотиків, біофармакологічні, генно-інженерні, діагностичні розробки.

БІОТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТЬОГО

Розглянуті нами приклади вже дещо окреслили перспективи розвитку біотехнологій як великої наукової та промислової галузі на стику технологій і біології. До найрезультативніших напрямів розвитку біотехнологій експерти відносять охорону довкілля (біодеструктування та утилізування відходів); молекулярне діагностування (імунодіagnostика та ДНК-діagnostика), розроблення фармацевтичних препаратів, вивчення та використання стовбурових клітин, клітинної та генної терапії тощо.

І не забуваймо, що наука, техніка й технології не виникають самі собою. Перспективи розвитку біотехнологій уже сьогодні визначають нові

професії і сфери зайнятості. Спробуймо схарактеризувати лише найцікавіші та найперспективніші.

Системний біотехнолог. Це фахівець із заміни теперішніх формально застарілих підходів у різних галузях на нові біотехнологічні методи (наприклад, біопаливо замість дизельного палива, або органічні будівельні матеріали замість цементу, бетону й сталі).

Архітектор живих систем. Це фахівець із планування, проєктування та створення технологій замкнутого циклу за участю генетично модифікованих організмів і мікроорганізмів (біореактори, системи виробництва їжі в міських умовах).

Урбаніст-еколог — проєктує міста нового типу, з використанням останніх досягнень в області біотехнологій — зокрема чистих біологічних енергоресурсів і систем контролю забруднення навколишнього середовища.

Біофармаколог. Це фахівець зі створення нових лікарських біопрепаратів із заданими властивостями, які зможуть замінити штучно синтезовані ліки.

ГМО-агроном — упроваджує в сільському господарстві генно-модифіковані культури та біотехнологічні методи для отримання результату — рослин з різними заданими властивостями. Ідеться про високу врожайність, підвищену стійкість до несприятливих погодних умов і паразитів.

Сіті-фермер. Це фахівець з облаштування та обслуговування агропромислових господарств на дахах і стінах хмарочосів та житлових будинків, тобто в умовах міської забудови. Це можуть бути як господарства з виробництва харчових продуктів, так і з розведення домашньої худоби.

Біонік — застосовує властивості й організацію живої природи та організмів (зокрема й людини) для створення автоматизованих систем і вдосконалення обчислювальної техніки. Наприклад, розподілені обчислювальні мережі на базі мікроорганізмів уже сьогодні виконують специфічні завдання, непідвладні комп'ютерному моделюванню.

Природно, що в біотехнології є численні «протипаги» і стримувальні чинники, передусім — соціально-етичні та релігійні передумови. Людина може, фактично, скористатися можливостями організмів для розв'язування найрізноманітніших завдань у нескінченному циклі, але, на практиці, лише до певного моменту — деякої межі, переходити яку «не можна». Насамперед ідеться про повне клонування організму людини. Сьогодні це заборонено в більшості розвинених країн, а людям, які попри все готові це робити, доводиться шукати і фінансування, і умови для роботи там, де вони не порушують ніяких законів — наприклад, у нейтральних водах Світового океану, не контрольованих національними законами жодної країни.

При цьому, звісно, ніхто сьогодні не виключає того, що в майбутньому повне клонування людини стане можливим. Як це стимулюватиме всю галузь біотехнологій і які нові наукові напрями в ній виникнуть слідом за цією подією — покаже майбутнє.

Досі ще не визначено остаточно суспільну та наукову позицію щодо етичного аспекту використання стовбурових клітин у медицині.

Окрім того, основними критеріями конкурентоспроможності будь-яких товарів на світовому ринку, зокрема і створених за допомогою біотехнологій, є екологічна безпечність, висока якість, дотримання нормативних вимог, використання стандартизованих технологічних інструментів, перевірених світовою практикою.

Для визначення якості та екологічної безпечності різних видів біотехнологічної продукції застосовують:

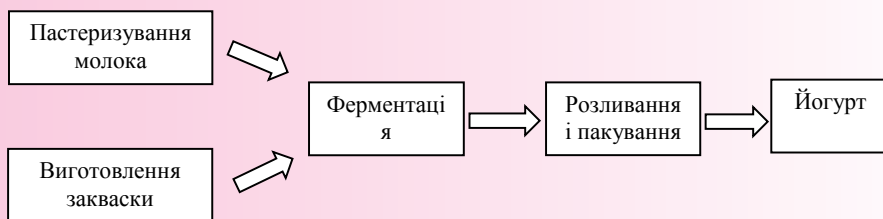
- методи контролю продукції за правилами комплексу базових стандартів і кодексів — міжнародних систем GLP (Good Laboratory Practice), GCP (Good Clinical Practice), які передбачають дослідження продуктів на мікробну забрудненість, пірогенність, гостру та хронічну токсичність, на специфічну токсичність, канцерогенність, антигенність, мутагенність, тератогенність, цитотоксичність, залежність від ліків, на безпечність швидкого виведення та на повноцінність метаболізму;
- методи контролю біотехнологічних виробництв за системою GMP (Good Manufacturing Practice), що спрямовані на виявлення якісних показників початкової сировини, включно з обстеженням вимог до обладнання і персоналу.

Тобто в сучасних умовах будь-яке біовиробництво неможливе без узгодження стратегії і тактики його діяльності, де були б ураховані вимоги всіх міжнародних систем контролю якості. До того ж, таке виробництво має спиратися на чітко розроблену нормативно-технічну й сертифікаційну базу. Усе це може гарантувати відповідний рівень біобезпеки технологічних процесів, підтримки програми створення глобальної системи моніторингу довкілля (GEMS).



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Назвіть традиційні й сучасні методи біотехнологій.
2. Поясніть, що таке ферментація. Наведіть приклади продукції, яку виготовляють за допомогою цього процесу.
3. Поясніть за наведеною схемою технологію виробництва йогурту.



4. Поясніть: а) терміни амінокислоти, антитіла, біогаз, біомаса, бродіння, вакцини, ген, генетика, ДНК, клон, клонування, мутація, пастеризація, селекція, стерилізація, фільтрація, штам; б) у яких галузях застосовують біотехнології наразі є наймасовішим; в) чому ферментацію називають «штучним травленням»; г) значення біотехнологічних процесів у харчовій промисловості; д) які напрями біотехнології є найбільш перспективними; е) чи можуть біотехнології негативно впливати на людину.

5. Назвіть напрями застосування біотехнологій у промисловому виробництві.
6. Окресліть напрями упровадження біотехнологій в енергетичну галузь.
7. Схарактеризуйте досягнення біотехнології в галузі медицини.
8. Поміркуйте: а) чим є генетична модифікація організмів — панацеєю для людства чи скринькою Пандори; б) чи впливають ГМО негативно на довкілля та якість харчових продуктів.
9. Наведіть приклади харчових продуктів, що містять трансгенні компоненти.
10. Назвіть причини створення і вирощування генетично модифікованих культур.
11. Академік В. І. Вернадський¹ — основоположник біогеохімії — відкрив, що бактерії володіють максимальною для живих організмів енергією хімічних перетворень на Землі. Поясніть це.
12. Схарактеризуйте роль біотехнології в розв'язуванні проблеми очищення стічних вод і питної води.
13. Обґрунтуйте важливу роль виробництва біологічно активних речовин.
14. Оцініть описані нижче наслідки використання біотехнологій: а) «Австралія протягом багатьох десятиліть безуспішно бореться з нашествиям очере-тяних жаб, яких завезли 1935 року з Гаваїв, щоб знищити тростинних жуків *Dermodiplosis albolineata*, які загрожували плантаціям цукрової тростини. Однак жаби не змогли поїдати жуків, які літали дуже високо, і почали поширюватися в пошуках їжі, займаючи все нові території. Місцеві тварини поїдають жаб і в результаті гинуть від отруєння»; б) «Науковцям уперше в історії вдалося знайти життєздатний зразок ДНК представника таємничої Хараппської цивілізації, аналіз якої допоміг виявити зв'язок між цим народом і населенням Південної та Центральної Азії»; в) «В Україні винайдено нові рецептури ферментованого продукту з плодів баклажана з підвищеною біологічною цінністю, що дало змогу розширити асортимент солоно-квашеної продукції на вітчизняному ринку».
15. Проаналізуйте рядки художніх творів і визначте, про які біотехнології у них ідеться: а) «Як гуща в сирівці іграє, Шиплять, як кваснуть, буряки»²; б) «Із вересового квіту Пікти варили давно Трунок за мед солодший, Міцніший за вино»⁴; в) «Насправді завдання, що стоять перед інженерами (чи «композиторами майбутніх геномів»), не лише підлягатимуть етичним оцінкам і заборонам, але й значною мірою спиратимуться на метод спроб і помилок»⁴; г) «У Швейцарії вченим вдалося вивести бактерії, необхідні для виробництва надзвичайно рідкісного людського білка — інтерферону, антивірусного засобу, який може облагодіяти людство не меншою мірою, ніж пеніцилін»⁵; д) «— Ти, — питає кате-горично, — де працюєш? — Як де? — дивуюся. — Ти хіба не знаєш? На заводі харчового білка. Уже десять років. — Крав? — питає суворо. — Як усі... Брав... У мене ж руки нормальні. А не як ноги у крота. Від себе... — І курей цим білком годував? — І курей, і свиней. Сипав, скільки влізе... — Ото воно й вилізло... Ба-чиш, наука, брат, хитра штука. Вона любить міру. А потім, у житті ніщо не зникає безслідно. Курка їла білок. Ти їв курку... А може, ти не те украв? Допустим, не стимулятор росту м'яса, а стимулятор росту пір'я... Тепер краще мовчи і не кукурай. Бо ще візьмуть за шкірку... Росте пір'я — нехай Марія час від часу підскубує... І дякуй Богу, що на місці носа ще не виросло свиняче рило...»⁶.

¹ Володимир Іванович Вернадський (1863–1945, Україна, Росія).

² Іван Петрович Котляревський (1769–1838, Україна), «Енеїда».

³ Роберт Льюїс Стівенсон (1850–1894, Велика Британія), «Балада про вересовий трунок».

⁴ Станіслав Лем (1921–2006, Польща), «На порозі квантотехнології».

⁵ Джон Апдайк (1932–2009), «Кролик розбагатів».

⁶ Євген Михайлович Дудар (нар. 1933, Україна), «Штани з Гондурасу» (збірка).



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Прибутковий бізнес на ферментації.
- Виробництво цукру, фруктози.
- Зв'язок біотехнології з різними галузями національної економіки.
- Генетично модифіковані продукти, їхні переваги та недоліки.
- Основні методи очищення стічних вод.
- Наслідки впливу біологічних агентів і продуктів біотехнологічної діяльності на довкілля та здоров'я людини.
- Внесок українських учених у розвиток біотехнологій.
- Біотехнологія перероблення відходів.
- Біоетичні проблеми сучасної цивілізації.
- Палеогенетика; біоінформатика; генні дослідження в криміналістиці — основа нових професій сучасності.

ТЕХНОЛОГІЇ



Е. 10. АГРОТЕХНОЛОГІЇ

У минулому існували три надійні способи збанкрутувати, найшвидший з яких — тоталізатор на іподромі, найприємніший — жінки, а найнадійніший — сільське господарство.

Вільям Пітт Амхерс¹

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: види діяльності в сільському господарстві та чинники, що впливають на його продуктивність; сучасні методи селекції тварин, рослин і мікроорганізмів.

Наводити приклади: впливу природних і суспільних чинників на рівень розвитку та спеціалізацію сільського господарства в регіонах світу, у країні; застосування методів генної та клітинної інженерії в сучасній селекції.

Порівнювати ефективність методів класичної селекції та сучасної біотехнології.

Характеризувати дію засобів захисту рослин і тварин.

Оцінювати біологічну та екологічну безпеку використання натуральних і штучних агропромислових матеріалів, приймати обґрунтовані рішення щодо їхнього використання.

Прогнозувати основні напрями розвитку технологій сільського господарства.

Усвідомлювати роль і значення сільського господарства в структурі ВВП України

¹ Вільям Пітт Амхерс (1773–1857, Велика Британія).

АГРОБІЗНЕС

Сільське господарство — це вид матеріального виробництва з вирощування сільськогосподарських культур і розведення свійської худоби та птиці для забезпечення населення продуктами харчування, а промисловості — сировиною. До складників сільського господарства належать рослинництво й тваринництво, у складі яких виокремлюють різні види економічної діяльності (мал. 10.1).



Мал. 10.1. Структура сільського господарства

Проаналізуйте схему, зображену на малюнку 10.1, і доберіть з-поміж наведених назви її складників: «Вирощування зернових і зернобобових культур»; «Тваринництво»; «Вирощування технічних культур»; «Картоплярство»; «Овочівництво»; «Баштанництво»; «Садівництво й виноградарство»; «Рослинництво»; «Скотарство»; «Свинарство»; «Птахівництво»; «Вівчарство»; «Бджільництво». Поміркуйте, чи вичерпно є ця схема. Доповніть і деталізуйте її, використавши здобуті раніше знання та інформацію з додаткових джерел. Запропонуйте своє бачення структури сільського господарства й візуалізуйте його.

Саме сільське господарство є складником агропромислового комплексу (АПК), що поєднує в собі галузі, які забезпечують сільське господарство засобами виробництва та обслуговування, а також галузі зі збереження, перероблення та реалізації сільськогосподарської продукції (мал. 10.2). Як сектор ринкової економіки, агропромисловий комплекс дістав назву *агробізнес*.



Мал. 10.2. Що ще потрібно для сільського господарства?

Одним з основних природних чинників, що безпосередньо впливають на розвиток сільського господарства у світі, є земельні ресурси, зокрема землі цільового сільськогосподарського призначення. До них належать рілля, пасовища, сіножаті, багаторічні насадження та перелоги. Загальна площа цих земель становить сільськогосподарські угіддя.

Нині у світі на орні землі припадає близько 11 % усієї території суші (1 340 млн га), на луки й пасовища — 24 % (3 365 млн га). Поняття «сільськогосподарські угіддя» включає орні землі, багаторічні насадження (сади), природні луки та пасовища. Загальна площа сільськогосподарських угідь становила наприкінці ХХ ст. 4 810 млн га, а площа орних земель у розрахунку на одного жителя планети — 0,24 га. У Данії цей показник (на 100 осіб) дорівнює 50 га, в Угорщині — 49,5 га, у Іспанії — 39,1 га, у Франції — 31,4 га. Землезабезпеченість різних країн світу дуже різниться. Найбільша площа оброблюваних земель на особу — в Австралії (2 га), у Північній і Південній Америці (0,7 га й 0,5 га відповідно). Найнижча — у Європі (0,3 га) й Азії (0,15 га). У Бангладеш, Данії, Угорщині, Україні рілля займає більш ніж половину їхньої території. Кількість рілля в Україні на 100 жителів становить 64 га. За цим показником нашу державу випереджають лише Австралія (153 га), Канада (167,5 га), США (67,0 га). Дуже гостро стоїть проблема землезабезпечення в Японії та Єгипті (0,04 га), Індонезії та Китаї (0,07–0,08 га). Проте, як побачимо згодом, це не вказує на нестачу харчових продуктів у цих країнах.

Іншими природними чинниками безпосереднього впливу на розвиток аграрного виробництва є клімат і ґрунти. Агрокліматичні умови, а саме — необхідні температури для вегетації рослин, а також особливості співвідношення тепла й вологи (коефіцієнт зволоження) — визначають річні

ритми, сезонний характер сільськогосподарського виробництва, а також часто зумовлюють його ризиковість і нестійкість. Ґрунтові ресурси, насамперед родючість, структура й механічний склад ґрунту, безпосередньо формують регіональну структуру рослинництва. А на розвиток тваринництва природні чинники впливають через кормову базу.

Агрокліматична ситуація й переважання тих або інших зональних типів ґрунтів визначають також зональну спеціалізацію рослинництва й тваринництва у світовому сільському господарстві.

Окрім природних, на розвиток агробізнесу активно впливають соціально-економічні чинники: аграрні відносини на селі, форми земельної власності, особливості землекористування, рівень розвитку агрокультури тощо. Величезний вплив справляють досягнення науки, зокрема розвиток нових напрямів селекції.

Сукупність усіх цих чинників дає змогу побачити загальну картину основних сільськогосподарських районів і зон. Такий підхід допомагає визначити спеціалізацію сільськогосподарського виробництва в конкретному районі, спрогнозувати ефективність його функціонування та перспективи розвитку.

Для характеристики рівня розвитку сільського господарства використовують різні показники (мал. 10.3). Найчастіше визначають вартість виробництва окремих видів сільськогосподарської продукції з розрахунку на душу населення та показника продуктивності праці.



Мал. 10.3. За якими показниками характеризують сільське господарство?

Порівняно з іншими видами економічної діяльності сільському господарству властиве освоєння значних земельних площ, тривалий термін виробничого процесу, велика трудомісткість. Його роль в економіці різних країн і регіонів має значні відмінності.

Розрізняють товарне й споживче сільське господарство. Для товарного характерні велика продуктивність, інтенсивність розвитку, високий рівень спеціалізації. Для споживчого — низька продуктивність, екстенсивність розвитку, відсутність спеціалізації.

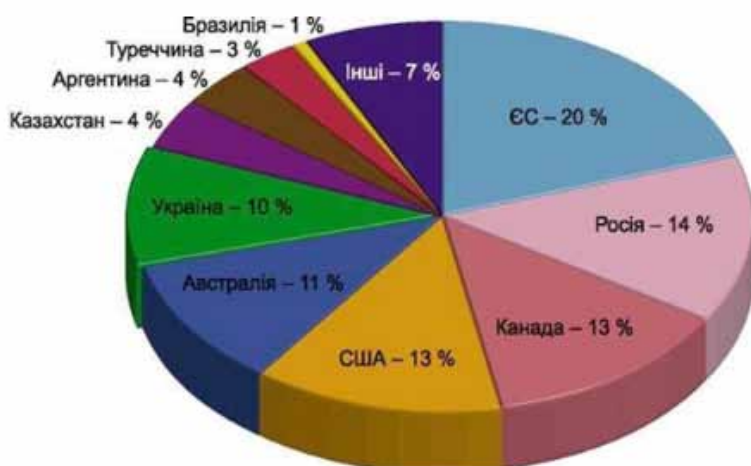
У сільському господарстві економічно розвинених країн переважає високотоварне агропромислове виробництво. Це означає, що фермери там виробляють сільськогосподарську продукцію в кількості, яка значно перевищує власні потреби фермера та його сім'ї. Надлишок продукції фермер продає і купує за виручені гроші потрібні йому матеріали, техніку, добрива тощо.

У країнах, що розвиваються, переважає дрібнотоварне сільське господарство. Це означає, що дрібні фермери мають змогу продавати лише невелику частку своєї продукції. Дрібнотоварне виробництво переважно орієнтується на задоволення власних потреб фермерських господарств у харчових продуктах.

У сільському господарстві країн, що розвиваються, поширені плантації — великомасштабні сільськогосподарські підприємства, які спеціалізуються на вирощуванні певних продовольчих або технічних культур, зазвичай субтропічних і тропічних, наприклад, кави, цукрової тростини, бавовнику, чаю тощо.

У структурі світового сільського господарства частки землеробства й тваринництва приблизно рівні. Тваринництво переважає в розвинених країнах, а рослинництво — у країнах, що розвиваються. Є два основні типи рослинництва — неполивне та зрошувальне. Останнє поширене в тропіках, сухих субтропіках і субекваторіальних широтах. Найбільші площі зрошуваних земель — у Китаї, Індії, Мексиці, Пакистані, Єгипті.

Основа рослинництва — зернові культури: пшениця, рис, кукурудза, ячмінь, овес і жито. Вони є основним джерелом рослинних білків у харчуванні та відгодівлі худоби. Три основні «хліби людства» — пшениця, рис і кукурудза (мал. 10.4).



Мал. 10.4. Країни-лідери за експортом пшениці (2015–2016 роки)

Окрім зернових, джерелом продовольства є також олійні, бульбоплідні, цукроносні, тонізувальні, овочеві, плодові культури (мал. 10.5).



Мал. 10.5. Сільськогосподарські культури

Проаналізуйте схему, зображену на малюнку 10.5, і доповніть її, використавши зображення на малюнку 10.6, здобуті раніше знання та інформацію з додаткових джерел.



Мал. 10.6. До якої культури належиш?

Основними видами тваринництва (мал. 10.7) є розведення великої рогатої худоби, свинарство й вівчарство. Найпоширенішим є скотарство. Воно має три основні напрями: молочний, м'ясо-молочний і м'ясний. Свинарство поширене переважно в густонаселених районах Землі. Вівчарство зосереджено в сухих степах, напівпустелях і гірських районах. Птахівництво промислового типу розміщено в густонаселених районах розвинених країн світу. Рибальство — переважно в приморських країнах Тихого й Атлантичного океанів. Тваринництво тісно пов'язане з рослинництвом (*поясніть чому*). Воно дає людині харчові продукти й тяглову силу (*наведіть приклади*), забезпечує промисловість сировиною (*якою саме?*).



Мал. 10.7. Тваринництво

Проаналізуйте схему, зображену на малюнку 10.7, і назвіть галузі тваринництва, відображені на ній.

Уже кілька десятиліть міжнародні організації регулюють основні потоки сільськогосподарської сировини на світовому ринку. За результатами 2015 року до десятки країн з найвищим рівнем розвитку сільського господарства увійшли Китай, Індія, США, Індонезія, Бразилія, Нігерія, Пакистан, Туреччина, Аргентина, Японія, які дотепер залишаються лідерами в цій галузі (*пересвідчіться в цьому, проаналізувавши дані, наведені в таблиці 10.1*).

Таблиця 10.1.

Країни світу з найвищим рівнем розвитку сільського господарства

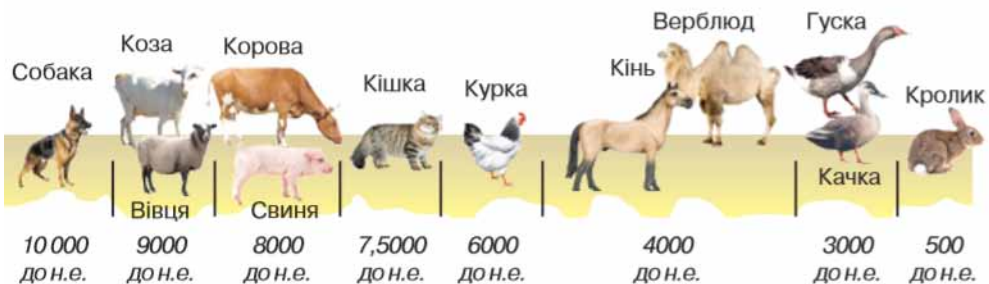
Місце	Країна	Сукупний дохід від сільського господарства, млрд доларів	Лідер з виробництва
1	Китай	1 088	Зернові (рис)
2	Індія	413,4	Цукрова тростина
3	США	290	Кукурудза, різні види м'яса, молоко
4	Індонезія	127	Натуральний каучук, кава, спеції, какао
5	Бразилія	110	Цукрова тростина, кава, соя і курятина
6	Нігерія	106	Фрукти, боби й горіхи, натуральний каучук
7	Пакистан	63	Пшениця і бавовник
8	Туреччина	62	Інжир, тютюн, лимон, сочевиця, фісташки, лісові горіхи
9	Аргентина	59	Пшениця, соя і кукурудза
10	Японія	51	Риба, морепродукти

Ядро міжнародного агробізнесу утворюють великі транснаціональні корпорації (ТНК), що контролюють виробництво та збут продуктів харчування. Це такі відомі компанії, як «Данон», «Бунге», «Каргілл» (усі із США) та швейцарська «Нестле», англо-нідерландська «Юнілевер».

СЕЛЕКЦІЯ — ОСНОВА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Сьогодні, як і в історичному минулому, сільське господарство є тією сферою людської діяльності, де відбувається найтісніший контакт людини з навколишнім середовищем. Природа була, є і, очевидно, ще дуже довго, а може й завжди буде основним засобом виробництва в сільському господарстві.

Співіснування людини в природному середовищі з різними видами тварин і рослин, а також необхідність поліпшення якості життя ще 10–15 тис. років тому привели до одомашнення деяких видів організмів (мал. 10.8).



Мал. 10.8. Кого коли одомашнили?

Порівняйте послідовність одомашнення тварин, описану у творі Р. Кіплінга «Кіт, що гуляв сам по собі», з наведеною на малюнку 10.8. Якого висновку ви дійшли?

ЗМІ повідомляють: «Генетичне дослідження, проведене в Кембриджському університеті, результати якого оприлюднено 2012 року², довело, що люди вперше одомашнили коней 6 тисяч років тому на території, яка нині є Україною, південним сходом Росії та західним Казахстаном»; «Люди одомашнили свиней 4,6 тис. років до н.е., на 500 років раніше, ніж було прийнято вважати, повідомляє National Geographic»; «Як заявив доктор сільськогосподарських наук, головний науковий співробітник Інституту свинарства і агропромислового виробництва НАН України Валентин Рибалко в коментарі газеті «Експрес», багато археологічних досліджень доводять, що свиня була одомашнена людиною після собаки приблизно 9 000 років тому».

Поміркуйте й висловіть припущення щодо того, чому є значні розбіжності в наведених у різних джерелах датах одомашнення деяких видів організмів.

Людина вибирала тварин з певними ознаками, що відповідали її потребам. Ті тварини, утримання яких було економічно доцільним, стали свійськими. Аналогічно до одомашнення тварин, людина також працювала над «прирученням» цінних для неї видів рослин. Спочатку люди збирали те, що давала природа та що можна було вжити в їжу — плоди, листя, насіння.

Потім почали зберігати окремі види дерев, чагарників, трав, які давали їм їжу. Потім виникло примітивне землеробство, коли люди почали розкидати насіння корисних рослин і збирати урожай. Мимоволі стародавні землероби ставали і стихійними селекціонерами — адже вони відбирали рослини зі смачними плодами, високою врожайністю та іншими корисними властивостями.

Центри походження культурних рослин — географічні центри генетичного різноманіття культурних рослин (мал. 10.9).

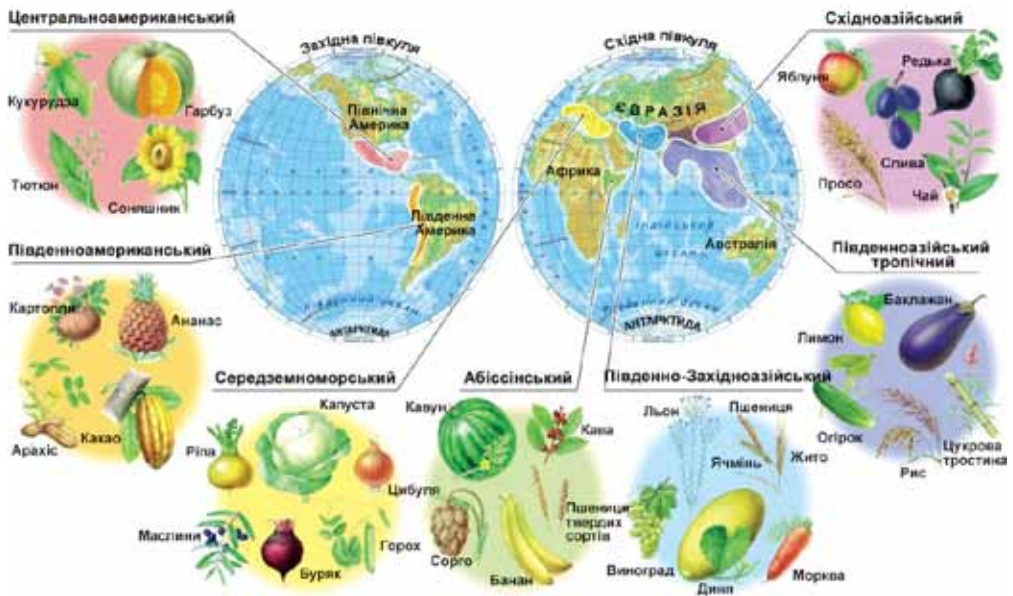
У науковій праці «Вчення про походження культурних рослин після Дарвіна» (1939) М. І. Вавилов³ визначив сім основних географічних центрів походження культурних рослин (мал. 10.9).

Проте з розвитком біологічних наук, зокрема генетики, стало можливим цілеспрямовано та свідомо створювати нові форми, поліпшувати властивості вже існуючих організмів. Так поступово сформувалася *селекція* — наука про створення нових і поліпшення існуючих організмів із цінними для людини ознаками. Селекцією називають не лише науку, а й процес штучного створення сортів рослин, порід тварин і штамів мікроорганізмів. Селекція стала однією з форм еволюції рослинного й тваринного світу. Вона підпорядкована тим самим законам, що й еволюція видів у природі, однак природний добір тут частково замінений штучним. Теоретичною основою селекції є генетика, що розробляє закономірності спадковості й мінливості організмів.

Штучний добір поділяють на масовий та індивідуальний. Масовий добір проводять за зовнішніми фенотиповими ознаками в популяціях

² <https://www.pnas.org/content/109/21/8202.abstract>

³ Микола Іванович Вавилов (1887–1943, Росія, академік НАН України).



Мал. 10.9. Які рослини стали культурними?

рослин і, зрідка, тварин. Наприклад, необхідно вдаватися до масового добору соняшнику за двома показниками: кількість насінин з однієї рослини й стійкість до вилягання. Уявімо, що на соняшниковому полі росте 1 000 рослин. Уважно оглянувши кожну рослину на полі, відбираємо 50 з них, кращих за визначеними показниками. Насіння, зібране із цих рослин, висіваємо на наступний рік, сподіваючись, що в більшості нових рослин проявляться ці ознаки. Якщо це вдасться, то можна вважати, що масовий добір за зовнішніми ознаками був ефективним. Отже, під час масового добору відбирають групи особин. Але цей тип добору має певні недоліки, адже за зовнішніми ознаками не завжди можна визначити кращий генотип. Можливо, на результати вплинули умови вирощування — внесення добрив, режим поливання. Під час індивідуального добору насінини, наприклад, того самого соняшника, висівають окремо, потім оцінюють, як вибрані ознаки проявляються в їхньому потомстві. Це дає змогу оцінити не лише фенотип відібраної рослини, а й генотип. Якщо кожна відібрана рослина зберегла ці ознаки в потомстві, індивідуальний добір триває і в наступних поколіннях. Під час масового добору селекціонер зважає на зовнішні ознаки організмів, які його цікавлять; під час індивідуального — може оцінити їхній генотип.

Ефективність селекції залежить не лише від форми штучного добору, а й від правильного вибору тієї або іншої системи схрещування організмів — гібридизації. Гібридизація — процес отримання гібридів — дає змогу в одному організмі поєднувати ознаки батьків, виправляти окремі недоліки сорту та породи. Гібрид — це організм або клітина, отриманий унаслідок схрещування генетично різних організмів (клітин).



Мал. 10.10. Внутрішньовидова й міжвидова гібридизація:
 а) бelfльор-китайка — гібрид Бельфльор жовтого американського, заплідненого пилом китайської яблуні для збільшення витривалості Бельфльор жовтого до несприятливих кліматичних умов; б) зеброїд — гібрид зебри й представника родини конячих (свійського коня, поні або осла)

Схрещування можливе як у межах одного виду, так і між особинами різних видів (мал.10.10). Внутрішньовидове схрещування буває спорідненим і неспорідненим (табл. 10.2).

Таблиця 10.2.

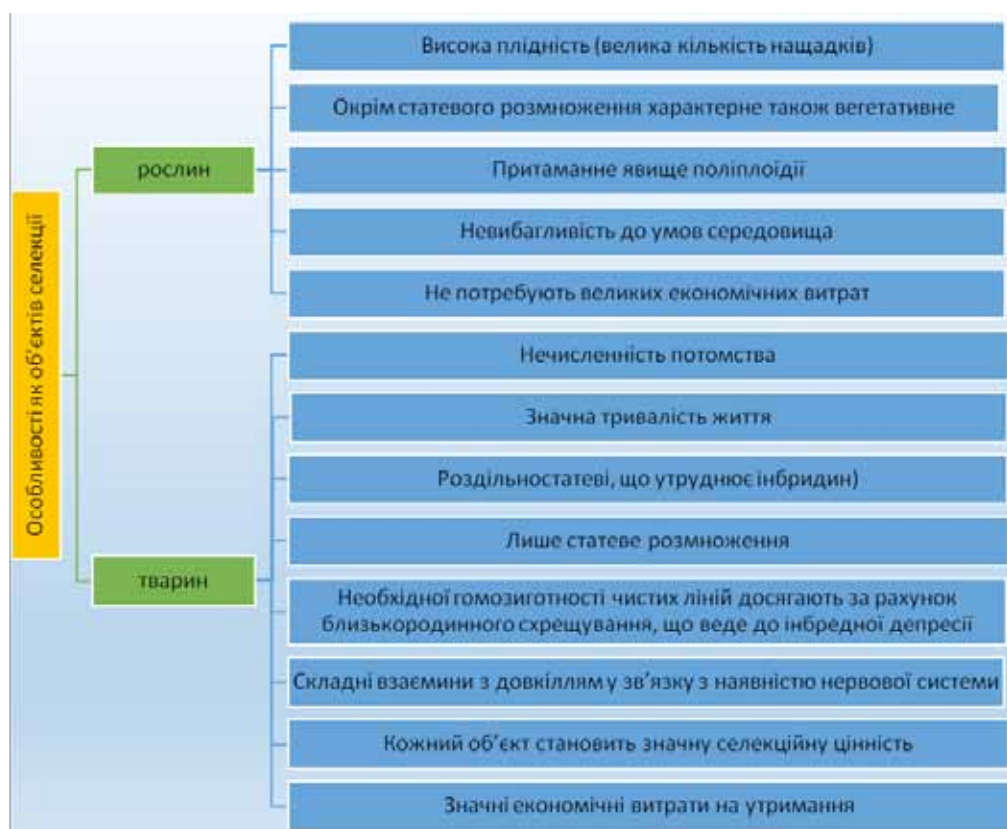
Форми гібридизації

Внутрішньовидова (у межах одного виду)	
Схрещування	
Споріднене (інбридинг)	Неспоріднене (аутбридинг)
Схрещування організмів, що мають безпосередніх спільних предків. Використовують для одержання чистих ліній. Підвищується гомозиготність	Гібридизація організмів, що не мають тісних родинних зв'язків. Підвищується гетерозиготність
Міжвидова (між особинами різних видів)	
Гібридизація особин, які належать до різних видів, родів, з метою поєднання в гібридах цінних спадкових ознак: жито × тритикале — від латинських назв пшениці (<i>Triticum</i> L.) і жита (<i>Secale</i> L.); кобила × осел = мул	

Неспоріднене схрещування має свої переваги й недоліки. Перше покоління гібридів, одержаних у результаті неспорідненого схрещування, має підвищену життєздатність і продуктивність порівняно з батьківськими формами (*гетерозис* — «гібридна сила»). Недоліком є те, що гібриди, зазвичай, є безплідними. Неможливість схрещування організмів різних видів долають використанням штучного запліднення, поліплоїдизації, соматичною гібридизацією із застосуванням методів клітинної та генетичної інженерії. Структурувати уявлення про методи селекції ви зможете, проаналізувавши схеми, зображені на малюнках 10.11–10.14 (зробіть це).



Мал. 10.11



Мал. 10.12



Мал. 10.13



Мал. 10.14

Сорт, порода, штам — штучно створені людиною популяції організмів з визначеними спадковими ознаками (морфологічними, фізіологічними) та високою продуктивністю. Прояв фенотипу залежить від умов середовища, тому в селекційній роботі важливий не лише генотип організму, а й умови його утримування (кліматичні чинники, догляд). Особливості методів селекції зумовлені, насамперед, особливостями організмів, які є об'єктами селекційної роботи. Ідеться про особливості будови, життєдіяльності, розвитку тощо. Більше про це ви зможете дізнатися з таблиці 10.3 (зробіть це).

Таблиця 10.3.

Основні методи селекції

Метод	Селекція рослин	Селекція тварин
Добір батьківських пар	За місцем їхнього походження	За господарсько-цінними ознаками й за екстер'єром
Гібридизація: а) аутбридинг (віддалена)	Внутрішньовидове, міжвидове, міжродове схрещування, що приводить до гетерозису, для одержання високої продуктивності	Схрещування віддалених порід, які відрізняються контрастними ознаками, для одержання гетерозиготних популяцій і виявлення гетерозису. Одержують безплідне потомство
б) інбридинг (близькоспоріднена)	Самозапилення в перехреснозапильних рослин унаслідок штучного впливу для одержання гомозиготних організмів (чистих ліній)	Схрещування між близькими родичами для одержання гомозиготних організмів (чистих ліній) з бажаними ознаками
Добір: а) масовий; б) індивідуальний	Застосовують до перехреснозапильних рослин	Не застосовують
	Застосовують до самозапильних рослин, виокремлюють чисті лінії — потомство однієї самозапильної особини	Застосовують жорсткий добір за господарсько-цінними ознаками, витривалістю, екстер'єром
Метод випробування плідників за потомством	Не застосовують	Використовують метод штучного запліднення від кращих самців-плідників, якість яких перевіряють за численним потомством
Експериментальне одержання поліплоїдів	Застосовують для одержання продуктивніших урожайних форм	Не застосовують

Розвиток сучасної селекції відбувається в найтіснішій взаємодії з молекулярною біологією, біохімією, біотехнологією та екологією. У сучасній селекції використовують потужний арсенал класичних і новітніх методів (мал. 10.15) для створення і поліпшення вже існуючих порід, сортів і штамів.

Схрещування Створення сорту, що наслідую бажані ознаки від двох схрещуваних батьків  Яблука Хані Крісп успадкували впізнавані консистенцію і смак від сортів Мекаун і Хані Голд	Мутагенез Одержання бажаних ознак за допомогою випадкових мутацій, індукованих радіацією або іншими мутагенами  Йонізуювальне випромінювання зробило колір рожевого грейпфрута насиченішим	Поліплодія Зміна сортових ознак унаслідок збільшення хромосомних наборів  Безнасінний кавун (3 хромосомні набори, $3n$) одержали схрещуванням кавунів з $2n$ і $4n$
Злиття протопластів Міжвидове перенесення ознак злиттям клітин або їхніх складників  Злиттям клітин червонокочанної капусти передано від редьки чоловічу стерильність — ознаку, корисну для одержання гібридів	Трансгенез Надання рослинам бажаних ознак унаслідок привнесення генів з інших видів  Райдужна папая стійка до вірусу кільцевої плямистості завдяки набуттю одного з його генів	Редагування геному Зміна ДНК за допомогою особливих ферментних систем просто в клітинах  Геномним редагуванням отримано стійку до гербіцидів сою, що полегшує боротьбу з бур'янами

Мал. 10.15. Основні способи генетичної модифікації сільгоспкультур.
З геномною інженерією пов'язано лише два з них — трансгенез і геномне редагування

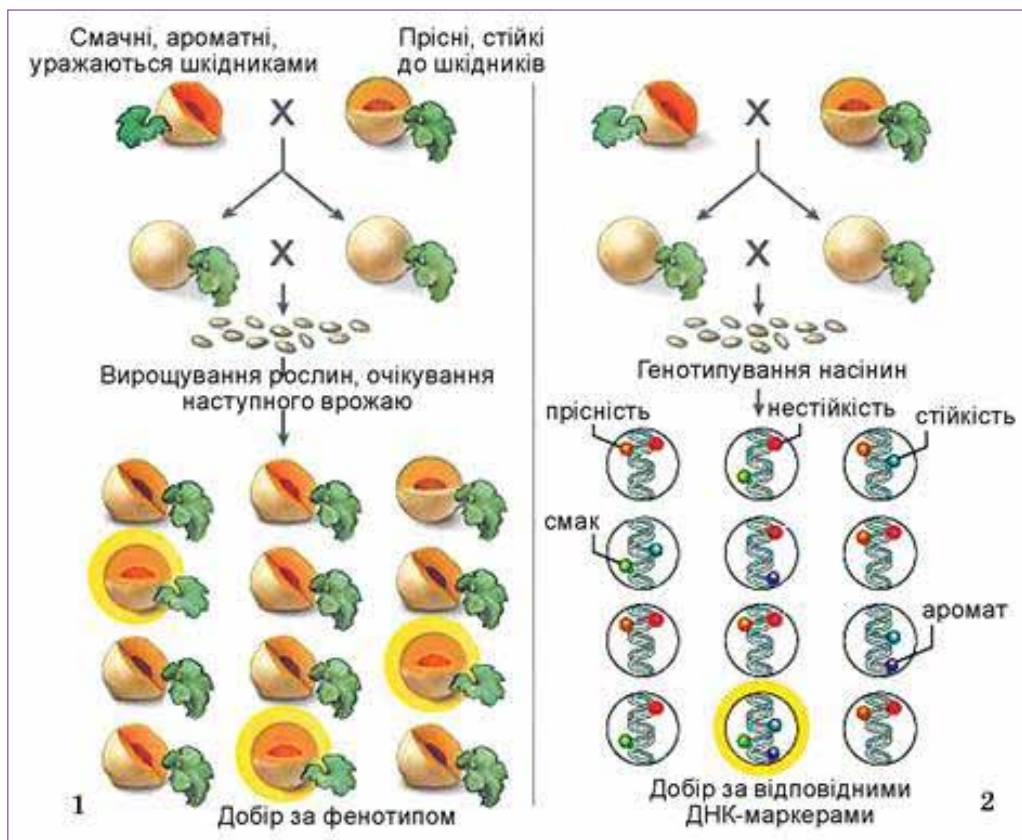
Дедалі ширше використовують можливості біотехнології (наприклад, технологія генетичного редагування за допомогою систем TALEN і CRISPR/Cas9), що в поєднанні з мікробіологічним синтезом значно пришвидшує селекційний процес. Основними напрямками сучасних селекційних досліджень є маркерна, геномна та адаптивна селекція.

Маркерна селекція (англ. *marker assisted selection*) — це використання маркерів для визначення наявності й розташування генів, що відповідають за селекційно цінні ознаки. Нині найширше використовують молекулярні маркери з ДНК-чіпами (мал. 10.16).

Геномна селекція (англ. *genomic selection*) — це тестування геному одразу за великою кількістю маркерів. Сканують геном за участі ДНК-чипів з десятками тисяч маркерів. Геномну селекцію застосовують у селекції рослин і тварин для добору організмів за генотипом та дослідження полігенних ознак.

Адаптивна селекція (англ. *adaptive selection*) — виведення сортів і порід з високим адаптивним потенціалом, тобто стійкістю до несприятливих кліматичних змін і захворювань, до різних стресів. Створення адаптив-

них сортів і порід з високою і стійкою продуктивністю в різних умовах довкілля, стійких до екстремальних умов вирощування, основних захворювань — актуальна проблема сучасної селекції.



Мал. 10.16. Ще трохи про селекцію

Новими пріоритетами сучасної селекції є створення *генетичних банків* і *камер штучного клімату*.

Селекція сприяла посиленню продовольчої безпеки, адже саме завдяки їй створено нові, стійкі проти вилягання та продуктивніші сорти рису, пшениці, кукурудзи. Нині селекція може стати основою реалізації багатьох глобальних цілей сталого розвитку. Це, передусім, подолання бідності й розв'язання проблем голоду. Станом на 2016 рік, за даними Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО), у світі від голоду страждають 815 млн людей, а це 11 % населення Землі. Селекція та її дослідження є важливими для забезпечення міцного здоров'я і благополуччя (створення сортів для органічного землеробства, культур, зерно яких має дієтичні та лікувальні властивості). А також продукування доступної і чистої енергії (створення штамів для вироблення біопалива), отримання чистої води та належних санітарних умов (створення сортів рослин, штамів мікроорганізмів для очищення водойм).

Але не лише завдяки селекції досягають урожайності продукції. Поля, штучні пасовища, городи, сади, виноградники, ягідники, квітники, лісопаркові смуги з погляду екології — це штучні екосистеми (агроекосистеми), створені людиною для вироблення сільськогосподарської продукції (мал. 10.17).

Під час створення штучних екосистем людина має розуміти їхні особливості та організовувати ландшафти так, щоб не порушувалася стабільність природних великих екосистем. Для агроекосистем характерні такі особливості:

- постійне вилучення з агроекосистем органічної речовини;
- залежність існування від діяльності людини;
- переважання рослин і тварин, які є продуктами селекційної діяльності;
- низьке видове різноманіття, розімкненість біохімічних циклів тощо.

Агроекосистеми існують не ізольовано від загального природного середовища. Вони зазнають впливу природних екосистем і неорганічного середовища Землі.

Отже, агроекосистеми мають ті самі структури, умови існування, що й екосистеми, але позбавлені таких властивостей, як стабільність і стійкість у часі.



Мал. 10.17. Агроекосистеми

ЯКІ ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО АГРОБІЗНЕСУ?

Це розроблення методів, що забезпечили б високу продуктивність угідь та отримання екологічно чистої продукції з найменшими затратами.

Аналізуючи нинішній стан сільського господарства світу, часто вживають поняття «зелена революція». У США, Канаді, Великобританії та інших економічно розвинених країнах «зелена революція» відбулася ще перед Другою світовою війною та протягом перших післявоєнних десятиліть. У Мексиці, Пакистані та Індії — у 1940–1960 роках.

Механізація сільськогосподарського виробництва, запровадження передової агротехніки, селекція, укрупнення фермерських господарств викликали небачений до того рівень продуктивності сільськогосподарської праці. «Зелена революція» згодом почала розгортатися і в країнах, що розвиваються. Їхнє примітивне сільське господарство рухалося шляхом, який уже пройшли країни Заходу. А в розвинених країнах у цей час почався наступний етап «зеленої революції» під назвою «біотехнологічна революція», що передбачає широке застосування біотехнології, комп'ютерів, нових засобів захисту рослин, способів обробітку ґрунтів тощо. Тобто поки країни, що розвиваються, механізують сільське господарство, розвинені країни світу здійснюють його біотехнологізацію.

Традиційне сільське господарство ґрунтується на принципах інтенсифікації, головними компонентами якого є:

- використання добрив;
- широке застосування пестицидів;
- зрошування;
- застосування інтенсивних сортів, індустриальні технології тощо.

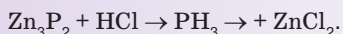
Арсенал хімічних засобів захисту рослин і тварин дуже широкий — від простих речовин до органічних сполук складної будови. Одним з найважливіших неорганічних пестицидів є сірка й сполуки Сульфур. У тонко подрібненому стані або у вигляді колоїдних препаратів сірку широко застосовують для боротьби з рослинних кліщами та борошнистосорсяними грибами. Сіркою обкурюють приміщення для боротьби зі шкідниками запасів і гризунами (мал. 10.18). Однак з появою нових ефективних препаратів використання сірки для фумігації сульфур(IV) оксидом скорочується.

Складіть рівняння реакції, описаної вище.



Мал. 10.18. Сірка в боротьбі зі шкідниками запасів і гризунами

Як неорганічні пестициди застосовують фосфіди цинку й алюмінію. Їхня токсичність зумовлена тим, що після потрапляння в шлунок вони руйнуються з утворенням фосфіну:



Перетворіть наведену вище схему реакції на хімічне рівняння. Складіть рівняння реакції алюміній фосфіду з хлоридною кислотою — складником шлункового соку.

Висловте припущення про те, чому екологи та медики категорично проти використання фосфідів як пестицидів. З'ясуйте, чи використовують їх у країнах Євро-союзу та в Україні.

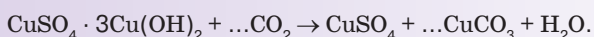
Сполуки Купруму дієві в боротьбі з мілдью, фітофторозом, пероноспорозом, паршею яблуні та груші, деякими плямистостями.

Перевіреним часом засобом для боротьби зі шкідниками є бордоська суміш (мал. 10.19). Під час її виготовлення відбувається така хімічна реакція:



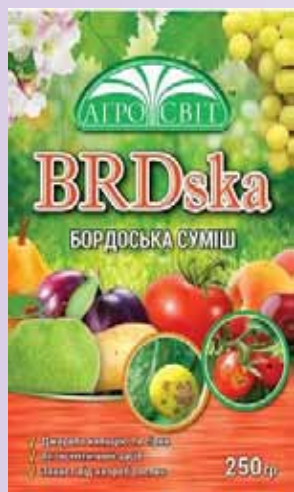
Перетворіть наведену вище схему реакції на хімічне рівняння.

Фунгіцидну дію бордоської суміші зумовлено тим, що під дією вуглекислого газу, який міститься в повітрі, виділень грибів і рослин та води сіль $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$ розкладається з утворенням купрум(II) сульфату, що згубно діє на шкідників:



Перетворіть наведену вище схему реакції на хімічне рівняння.

Бордоська суміш малотоксична для теплокровних тварин і людини.



Мал. 10.19. Бордоська суміш і бургундська рідина — надійні помічники аграріїв

Дізнайтеся з додаткових джерел інформації, чим подібні й чим відрізняються бордоська суміш і бургундська рідина.

Як гербіциди суцільної дії та для дефоліації бавовника й інших культур використовують хлорати Магнію, Натрію, Калію.

Складіть формули цих речовин, узявши до уваги, що формула хлорат-аніона ClO_3^- .

Вивчено пестицидні властивості великої кількості неорганічних сполук, але застосовують у сільському господарстві й промисловості лише деякі з них. Наприклад, калій карбонат використовували для боротьби з гризунами, барій хлорид — для боротьби з буряковим довгоносом, неорганічні сполуки Меркурію застосовували як протруйники насіння й інсектициди, але тепер ці сполуки замінено ефективнішими й економічно вигіднішими органічними препаратами.

Цікаво, що здавна для боротьби зі шкідниками використовували настої лушпиння цибулі, картопляного бадилля, махорки, чистотілу, блекоти чорної, стручкового перцю тощо. Адже вони містять органічні речовини — ефірні олії, глікозиди, алкалоїди, сапоніни, фітонциди та інші сполуки, які «не до смаку» шкідникам (мал. 10.20).



Мал. 10.20. Природні піретроїди (піретрини) містяться у квітках піретруму — далматської ромашки (1), аналогами піретринів є синтетичні піретроїди.

Їх використовують як інсектициди для боротьби зі шкідниками плодових і городніх культур, шкідниками запасів продовольства в побуті, для оброблення сільськогосподарських тварин проти паразитів (2)

З курсу хімії основної школи ви вже знаєте, що ДДТ, синтезований 1848 року, — ефективний пестицид і водночас стійкий органічний забруднювач (*поясніть цей термін*). Порівняно з ним сучасні пестициди — продукти органічного синтезу — менш шкідливі для довкілля. Проте вважати, що без масового використання пестицидів розв'язати продовольчу проблему неможливо, зовсім несправедливо. Адже 2017 року Хіلال Елвер, спеціальна доповідка ООН з питання про право на харчування, констатувала: «Використання більшої кількості пестицидів не має нічого спільного з позбавленням від голоду. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), нині ми можемо нагодувати 9 млрд осіб. Виробництво невпинно зростає, але проблема полягає в бідності, нерівності та розподілі».

У США 2017 року створили засіб захисту рослин нового принципу дії під назвою КропКоат (мал. 10.21). Після розбризкування препарат не проникає в листки, не діє на патогенні організми, а створює суцільну плівку мікроскопічної товщини. Плівка нетоксична, вона зміцнює поверхню рослини, включно з листками, стеблом, плодами та насінням. У такий спосіб підвищують стійкість рослини до шкідників і хвороб, знижують обсяг використання пестицидів і термін їхнього зберігання.



Мал. 10.21. а) CropCoat — надійний захист;
б) оцініть ефект (ліворуч) від його використання

Біотехнологізація й агроекологія мають стати обов'язковими складниками сучасного енергозберезувального, малозатратного й ґрунтозахисного землеробства.

Сьогодні у світі впроваджують нові технології вирощування сільськогосподарських рослин і тварин. Розвивається кілька напрямів альтернативного землеробства:

- органічне землеробство;
- біодинамічне землеробство;
- біоінтенсивне мініземлеробство;
- малозатратне стале землеробство;
- екологічне землеробство;
- пермакультура.

Дедалі більше застосовують контурне землеробство (формування полів відповідно до контурів певного типу ґрунтів), адаптивне рослинництво (керування ростом і розвитком культурних рослин на основі чи не щосекунди одержуваної інформації про стан рослин), органічне землеробство (з повною відмовою від мінеральних добрив, отрутохімікатів, коли для збільшення врожайності, забезпечення культурних рослин елементами мінерального живлення, боротьби зі шкідниками та бур'янами активніше застосовують сівозмину, органічні добрива, різні методи обробітку ґрунту тощо).

Застосування закритих або краплинних зрошувальних систем. В овочівництві та квітникарстві широко використовують теплиці, парники й методи вирощування овочів без ґрунту — гідропоніку (як субстрат використовують гравій, зрошуваний розчинами солей) та аеропоніку (коріння періодично обприскують розчинами мінеральних солей).

Гідропоніка (від дав.-грец. ὕδωρ — «вода» й λόγος, rónos — «робота») — спосіб вирощування рослин без ґрунту на поживних розчинах. Наталія Марійчук з Алчевська взяла участь у проєкті «Новий відлік», створений для переселенців і демобілізованих учасників АТО. Тепер у селі Солонка на Львівщині підприємлива жінка, яка до того не мала жодного стосунку до сільського господарства, вирощує методом гідропоніки зелень у теплицях (мал. 10.22) та постачає її до тридцяти львівських ресторанів і торгових мереж.



Мал. 10.22. Даремно благати про врожай, усе залежить від старанної роботи та добрив (китайське прислів'я)

Ще одним заходом стабілізації сільськогосподарських угідь є широке впровадження біологічних методів боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами.

Серед сучасних інноваційних рішень, які вплинуть на майбутнє всього людства, вагоме значення відведено технологіям, які докорінно змінять сільське господарство (мал. 10.23). Такими є:

- біометрія сільгосптварин за допомогою нашийників із GPS, які можуть автоматично визначати й передавати життєво важливу інформацію в режимі реального часу. Технологію науково обґрунтовано 2017 року, інвестиції — від 2018, фінансово життєздатною вона стане з 2020 року;
- датчики врожайності, що дають змогу застосовувати диференційоване внесення добрив, а також визначати стан посівів на всьому полі, наприклад, за допомогою інфрачервоного світла. Наукову ідею підтверджено 2015 року, вона стала мейнстрімом у 2018 році, а від 2019 року вона стає фінансово життєздатною технологією;
- створення нових штамів тварин і рослин для підвищення задоволення біологічних і фізіологічних потреб. Відмова від генетично модифікованих продуктів харчування. Технологію науково обґрунтовано у 2016 році, активне інвестування заплановано на 2021 рік, фінансової життєздатності технології буде досягнуто у 2022 році;
- виробництво м'яса «у пробірці» — продукту, який ніколи не був частиною тварини. Запущено кілька дослідницьких проєктів, у межах яких експериментально вирощують м'ясо в лабораторних умовах. Наукове обґрунтування технологія дістала 2017 року, активне інвестування заплановано на 2024 рік, фінансової життєздатності технології буде досягнуто у 2027 році;
- сільськогосподарські роботи, або агроботи. Автоматизація збирання фруктів, оранка полів, догляд за ґрунтом, прополювання, посів, зро-

шення та інші необхідні технологічні операції. Наукову життєздатність технології доведено у 2018 році, основне інвестування передбачено у 2020 році, досягнення фінансової життєздатності — у 2021 році;

- роботизовані фермерські рої — комбінація десятків або сотень сільськогосподарських роботів з тисячами мікроскопічних датчиків, які разом могли б відстежувати, прогнозувати, вирощувати й збирати врожай практично без втручання людини. Наукову життєздатність на пряму, за очікуваннями, буде доведено у 2023 році, основне інвестування і фінансова життєздатність заплановані на 2026 рік;
- створення закритих екологічних систем, що не залежать від обміну речовин поза ними. Такі замкнуті екосистеми здатні перетворювати відходи на кисень, їжу й воду, щоби підтримувати форми життя, які населяють систему. Подібні системи вже існують у невеликих масштабах. Наукова життєздатність технології підтверджено у 2015 році, основні інвестиції в цей напрям очікують у 2020 році, фінансову життєздатність заплановано на 2021 році;
- вирощування овочів і фруктів без використання ґрунту. Ця технологія дає змогу вести сільське господарство в регіонах, де не вистачає землі. Рослини ростуть поверх прозорої полімерної плівки, виготовленої з проникного гідрогелю, який допомагає зберігати рідини й поживні речовини. Переваги нової технології: уможливляють вирощування овочів у будь-яких умовах, зменшують використання води на 90 % порівняно з традиційним сільським господарством, процес не потребує застосування пестицидів: полімер блокує віруси й бактерії;
- вертикальне землеробство як природне продовження міського сільського господарства. Вертикальні ферми передбачають культивування рослин або тварин у спеціалізованих чи змішаних хмарочосах у міських умовах. Науковій життєздатності на пряму буде остаточно досягнуто у 2023 році, фінансової життєздатності — до 2027 року.



Мал. 10.23. Майбутнє сільського господарства

«Зелена революція» неоднозначно впливає на агросферу багатьох країн і континентів. До неї від голоду періодично страждали жителі тієї або іншої країни, що розвивається, або навіть груп цих країн. У результаті «зеленої революції» багато країн, що розвиваються, зуміли повністю задовольнити свої потреби в харчових продуктах, розвиваючи власне виробництво сільськогосподарської продукції. До речі, вважають, що «демографічний вибух» у групі країн, що розвиваються, не в останню чергу зумовлений «зеленою революцією». Населення вже не помирає від голоду (бо його немає), а відсутність страху перед майбутнім з огляду на малоімовірність голоду стимулює дітородіння. Спираючись на досягнення «зеленої революції», деякі з країн цієї групи спромоглися навіть перетворитися на експортерів сільськогосподарської продукції.

Упродовж останніх десятиліть темпи зростання виробництва продовольства перевищували темпи збільшення кількості населення нашої планети, що допомогло уникнути голоду й смерті від нього. На думку фахівців, протягом найближчих десятиліть такі тенденції збережуться, але пропозиція продовольства й попит на нього катастрофічно наближуватимуться до тієї межі, після якої можуть починатися нові голодомори планетарного масштабу. Нині щоденне споживання калорій у розрахунку на душу населення становить 3 300 в розвинених країнах і 2 100 — у країнах, що розвиваються. Наприклад, у Гані та Чаді на душу населення щоденно припадає 68 % необхідних організму калорій. Отже, вже нині «третій світ» не дуже ситий. Причинами цього вважають згаданий «демографічний вибух», збелісіння, ґрунтової ерозії, посухи, циклони тощо.



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Схарактеризуйте структуру сільського господарства.
2. Назвіть чинники, які впливають на розвиток сільського господарства.
3. Поясніть: а) чим агрокліматичні пояси відрізняються від кліматичних; б) чому показник землезабезпеченості є важливим для розвитку сільського господарства; в) чим відрізняється товарне сільське господарство від споживчого; г) чому Індія є лідером у світі за поголів'ям великої рогатої худоби; д) чому Чилі й Перу належать до світових лідерів з вилову риби; е) у чому суть агробізнесу.
4. Користуючись матеріалами на офіційному сайті вашої області, зберіть інформацію про найбільші сільськогосподарські підприємства, з'ясуйте їхню спеціалізацію.
5. Наведіть приклади агрохолдингів в Україні. Яку продукцію вони виробляють?
6. На врожайність сільськогосподарських культур впливають багато чинників, серед яких вирішальне значення належить погодним умовам. Поясніть, як погодні умови цього року вплинули на сільське господарство вашої області.
7. Схарактеризуйте особливості структури й функціонування агроєкосистем.
8. Назвіть основні проблеми сучасного землеробства.
9. Доведіть необхідність ведення сільського господарства в гармонії з природними процесами.

10. Схарактеризуйте: а) сучасні методи селекції тварин, рослин і мікроорганізмів; б) переваги застосування методів генетичної інженерії в сучасній селекції; в) генетичні основи гетерозису.
11. *Поміркуйте*, які чинники в найближчі десятиліття можуть вплинути на спеціалізацію рослинництва у світі та *висловіте* припущення щодо змін, до яких це може призвести. *Запропонуйте* заходи, які допоможуть уникнути можливих проблем.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Центри різноманітності та походження культурних рослин за М. Вавиловим. Райони одомашнення тварин.
- Історія сільського господарства.
- Роль сільського господарства в економіці.
- Агроландшафти.
- Статистика виробництва сільгосппродукції у світі.
- Світова продовольча проблема.
- Тестування безпечності сільськогосподарської продукції. Запобігання негативному впливу нітратів на організм людини.
- Маркетингова компанія «органічного виробництва» та його наукова (не)обґрунтованість.
- «За» і «проти» використання трансгенних організмів.



Е. 11. СВІТОВЕ ГОСПОДАРСТВО

Будьте там, де ви потрібні

Якщо в пошуках своєї справи ви керуєтеся тільки цікавістю, то ризикуєте залишитися на рівні хобі без фінансових результатів, а в деяких випадках — з утратою цього самого інтересу. Щоб отримувати задоволення від своєї справи, потрібно безперервно інвестувати: читати літературу, ходити на заходи, працювати над нетворкінгом, займатися документами й аналітикою. А в якій галузі — вибирайте самі!

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: сектори світового господарства; поняття «світосистема», «глобальна економіка», «глобальні ланцюги доданої вартості»; загальні закономірності розвитку суспільства й економіки.

Установлювати: аспекти взаємодії людини й природи; домінуючі чинники розвитку й розміщення виробництв у країнах і регіонах.

Пояснювати: просторову організацію життя і діяльності людей; вплив глобалізації на темпи розвитку світового господарства та національних економік країн різних типів; причини демографічних явищ.

Розрізняти: сектори економіки (первинний, вторинний, третинний); типи економічних систем; типізацію країн світу.

Розуміти вплив природних і суспільних чинників на розміщення виробництва.

Аналізувати: секторальну модель економіки; показники соціально-економічного розвитку.

Усвідомлювати глобальну єдність у системі «суспільство — природа», необхідність розвитку наук, зокрема природничих, у світосистемі.

Характеризувати особливості глобальних ланцюгів доданої вартості в секторах економіки.

Робити висновки про важливість демографічних прогнозів.

Уміти знаходити й аналізувати інформацію (текстові, статистичні, графічні й інші матеріали) про сучасний стан окремих виробництв і ринків

СВІТОСИСТЕМА

Упродовж вивчення всього курсу «Природничі науки» ми неодноразово згадували про взаємодію людини й природи під час обговорення низки питань, зокрема:

- людина — частина природи чи господар планети? (А. 1);
- формування власного світогляду «ми» — люди і «він» — світ (А. 3);
- антропогенного впливу на літосферу (В. 4), гідросферу (В. 6), атмосферу (В. 8), клімат (В. 9), ґрунти (В. 10), біосферу (В. 11), біорізноманіття (Г. 4), екосистеми й ноосферу (Г. 5);
- збереження здоров'я (Д. 12);
- тенденцій розвитку медицини (Д. 13), науки, техніки й технологій (Е. 1.–Е. 10), виробництва.

Тож настав час об'єднати наші знання і розглянути проблему «природа й суспільство» як єдину систему. Розгляньмо основні напрями впливу природи на суспільство й суспільства на природу (мал. 11.1).



Мал. 11.1. Природа й суспільство перебувають в органічному зв'язку та єдності:
а) розуміймо ці зв'язки; б) знаймо своє місце

Як бачимо, природне середовище має різноманітний вплив на розвиток суспільства, та в системі «природа — суспільство» найдинамічнішим є другий елемент. Сама природа за час існування на Землі людського суспільства (наголошуємо — суспільства, а не життя) істотних змін не зазнала. Зміни у взаємодії природи й суспільства передусім потрібно шукати в суспільстві, у тих нових процесах, які виникають в економічній, політичній, інформаційній і соціокультурній сферах суспільного життя. При цьому очевидно є залежність: існує певна відносна незмінність дії природних умов на всіх етапах історії суспільства, проте з удосконаленням науки, техніки, технологій ускладнюються взаємозв'язки — залучаються нові компоненти, що штучно створені людиною.

Природа за своєю суттю дуже багатокомпонентне, проте цілісне утворення, чого не можна стверджувати про суспільство. Для розділеної кордонами, політичними, економічними, релігійними й етнічними відмінностями світової спільноти лише на сучасному етапі її розвитку характерним є динамічне поглиблення процесів інтеграції політичного, економічного, культурного життя країн світу. У широкий ужиток увійшов термін *глобалізація* як характеристика формування єдиного планетарного суспільства. До речі, що стало поштовхом для цього процесу? Енергетична криза! Розподіл природних енергоресурсів! На початку ХХІ століття суспільство дедалі більше перетворюється на єдине ціле, у якому постійно формуються і відбуваються різнопланові процеси. Межі для економічної, культурної та політичної діяльності стають прозорішими й умовнішими. Триває взаємне зближення різних країн і народів, проникнення інформаційних технологій, перетворення інтернету на звичний засіб комунікації, обмін студентами й професійними кадрами, поширення різних світових рухів захисту прав людини, політична трансформація та інтеграція на регіональному й світовому рівнях. І насамперед — створення єдиного світового ринку без національних бар'єрів та забезпечення однакових правил гри для всіх учасників. Основою сучасного світового господарства є світовий ринок, який зародився ще в ХVІ столітті в період Великих географічних відкриттів. На його основі почав формуватися міжнародний поділ праці. Проте лише в останні кілька десятиріч є підстави стверджувати, що процеси глобалізації (мал. 11.2) набули ознак цілісності й незворотності.



Мал. 11.2. Що означає — глобалізація?

Земля займає певне місце в космічному просторі. Це стало необхідною передумовою для зародження і розвитку життя на нашій планеті. На Землі розвивається сучасне суспільство, формуються географічний, економічний, політичний, інформаційний і соціокультурний простори, які відіграють системотвірну роль взаємодії «природа — суспільство» в утворенні такого феномену, як «світосистема». Тобто світосистема — це процес і результат формування глобального людського суспільства в межах географічного простору.

Про складники такого глобального системного утворення, як світосистема, ви дізнаєтеся, проаналізувавши малюнок 11.3 (*зробіть це*).



Мал. 11.3. Складники світосистеми

Людство на сучасному етапі усвідомило необхідність зміни у взаємодії «суспільство — природа» з використання природних ресурсів та необхідності узгодження і координації дій у розвитку господарства планети. Для стабілізації процесів розроблено стратегію *сталого (збалансованого) розвитку*. В її основу покладено визнання тісного взаємозв'язку економічних, соціальних та екологічних проблем світового суспільства й окремих країн і розуміння того, що забезпечення розвитку світосистеми можливе лише на системній, комплексній основі з урахуванням продуманого балансу розвитку природи й суспільства.

РИСИ СВІТОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Економічна система загалом — це система виробництва, розподілу та споживання товарів, робіт і послуг. Будь-яке виробництво та споживання пов'язане зі зростаючим залученням природних ресурсів у сферу діяльності людства й супроводжується впливом на навколишнє середовище. Сучасна картина господарства в окремих країнах й у світі загалом склалася під впливом різних чинників (мал. 11.4), які можна об'єднати у дві групи: природні й суспільні.

На розміщення конкретних підприємств впливає не один, а кілька чинників одночасно. Кожний вид господарської діяльності має властивий саме йому набір чинників розміщення. Навіть спільні з іншими виробництвами чинники в кожному конкретному випадку проявляються з різною силою: для одних вони є вирішальними, для інших можуть мати другорядне значення.



Мал. 11.4. Чинники розміщення виробництва

У процесі розвитку дія окремих чинників помітно змінюється: послаблюється значення одних і посилюється інших, виникають нові. Особливо це помітно в останні десятиріччя в умовах технологічної та інформаційної революцій. Наприклад, якщо наприкінці XIX століття розміщення металургії визначали здебільшого природні ресурси (яскравий приклад — вугільні й залізрудні басейни, такі як Рур у Німеччині, Мідленд у Великій Британії, Лотарингія у Франції, Верхня Сілезія в Польщі, Пенсільванія і Приозер'я в США, Урал і Кузбас у Росії, Донбас і Придніпров'я в Україні, довкола яких утворилися великі промислові центри), то сьогодні таке тяжіння помітно зменшилося. У розвинених країнах використовують дешеву привізну сировину, у менш розвинених країнах сировина стає основою експорту. У багатьох великих країнах, де старі гірничовидобувні, лісозаготівельні, гідроенергетичні, сільськогосподарські райони надмірно освоєні й виснажені, почалося зрушення виробництва в райони нового освоєння. Часто вони важкодоступні й малообжиті, як, наприклад, Сибір, Далекий Схід і Північ у Росії, Північ і гірський Захід у Канаді, Амазонія в Бразилії, Захід у Китаї, центральна й західна частини в Австралії.

У сучасних умовах дуже часто динамічніше розвиваються країни й регіони, позбавлені значних сировинних баз. Яскравий приклад — Японія, Бельгія, Нідерланди, Люксембург, Естонія, «чотири дракони» Азії — Рес-

публіка Корея, Тайвань, Гонконг і Сінгапур, райони півдня Німеччини, півдня Великої Британії, півночі Італії, приморські райони Китаю, США. Розвиток там відбувається завдяки сукупній дії суспільних чинників, зокрема їхнього економіко-географічного розташування.

Численні міжнародні зв'язки об'єднують країни світу в складну систему — світове співтовариство, а їхні національні економіки — у світове господарство. Сучасне світове господарство також пройшло свій еволюційний шлях (табл. 11.5).

Таблиця 11.5.

Еволюція світового господарства



Привласнювальне господарство – кам'яний вік (300 тис. років тому – 5 тис. років до н. е.)

Людина насамперед дбала про добування харчів, а відтак основними видами господарської діяльності були полювання, рибальство, збирання диких плодів та ягід, бортництво. На цьому етапі людина була частиною природи й практично не завдавала їй помітної шкоди. Для суспільного устрою характерна родова община з рівністю всіх її членів



Аграрне господарство – від неоліту (5–3 тис. років до н. е.) до Нового часу (кінець XV – середина XVIII ст.)

Головним завданням людини залишалось добування харчів, але вони не вилучалися з дикої природи, а організовано вироблялися. Виник новий вид людської діяльності – виробничий. Провідною галуззю стало сільське господарство. Ремесла й торгівля, що зародилися, тільки обслуговували його. Для суспільного устрою характерні нерівність і експлуатація людини людиною, панування рабовласництва та феодалізму. Активна господарська діяльність людини сприяла загостренню екологічної ситуації



Індустріальне господарство (70–80 роки XVIII ст. – 70 роки XX ст.)

Провідною галуззю цього етапу була промисловість. Розвиток товарного виробництва визначено орієнтацією на виготовлення продукції для її продажу та отримання прибутків. Підприємці весь час прагнули здешевити виробництво, залучити ресурси як власних країн, так й інших. Відповідно країни об'єктивно поділялися на колонії, що постачали ресурси, та метрополії, які ці ресурси переробляли. Розширення виробництва товарів та послуг призвело до формування суспільства споживання. Суспільний устрій – капіталізм і соціалізм. Інтенсивний розвиток господарства призвів до значного погіршення екологічної ситуації



Постіндустріальне господарство (70-90-ті роки XX ст.)

Характерна риса – переважний розвиток сфери послуг, а сільське господарство та промисловість втрачають свої позиції. Серед галузей сфери послуг провідну роль відіграють фінансові операції. Найбільші прибутки отримують на фінансовому ринку, зокрема в таких сегментах, як валютний, кредитний, інвестиційний. Характерні риси – розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизація і роботизація виробничих процесів

Індустрія 4.0 (Industry 4.0) – провідний тренд Четвертої промислової революції, самовидцями якої ми є

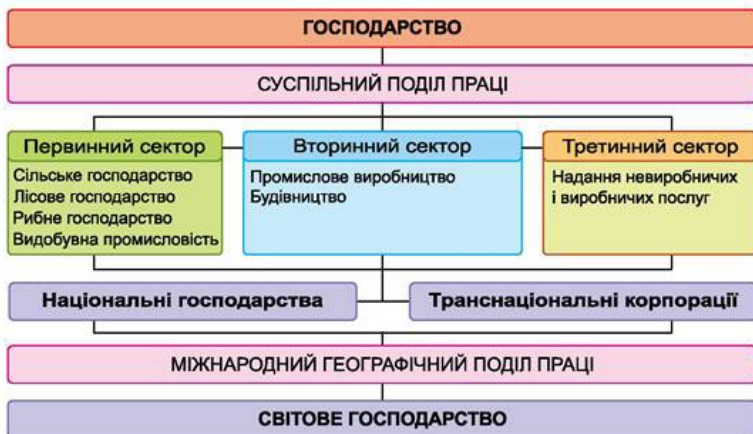
Розвиток і злиття автоматизованого виробництва, обміне даних і виробничих технологій у єдину саморегульовану систему, з як найменшим (або взагалі без нього) утручанням людини у виробничий процес. Спрямована на забезпечення взаємодії всіх учасників ланцюга вартості за одночасної єдності та спорідненості їх усіх за рахунок єдиної світової мережі – Індустріального Інтернету (Інтернету речей на промисловому рівні). Сприяє зародженню нових технологій, зокрема таких, як штучний інтелект і робототехніка, Інтернет речей, віртуальна та доповнена реальність, адитивні технології, блокчейн та технологія обліку, біотехнології тощо. Основними економічними можливостями є ліпше обслуговування споживачів, нові бізнес-моделі, розширення асортименту продуктів і послуг, оптимізація виробництва та вищі продажі, загрозами – проблеми, пов'язані з прийняттям, прийняття нерелевантних рішень, проблеми міграції, стандартизації та безпеки даних.

Донька грає на синтезаторі, а замість нотного зошита в неї на пюпітрі — планшет із завантаженою сторінкою партитури. До кімнати заходить батько й пафосно вигукуює:

– Здрастуй, майбутнє! Один електронний пристрій відтворює записаний у ньому алгоритм на іншому електронному пристрої, використовуючи для цього біологічний об'єкт.

Для України та деяких пострадянських економік, що вирізняються фізичним і моральним зношуванням виробничих фондів і несприятливим інвестиційним кліматом, ігнорування ідеології четвертої промислової революції загрожує дедалі більшим відставанням від лідерів світового економічного зростання, консервацією бідності й відсталості. Щоб оцінити перспективи розвитку національної економіки, проаналізуємо сучасний стан світового господарства.

Світове господарство (світова економіка) — складна економіко-географічна система (мал. 11.4), що має власну будову (структуру), тобто складається з різних видів економічної діяльності й територіальних підрозділів.



Мал. 11.5. Світове господарство як економіко-географічна система

Види економічної діяльності, у свою чергу, об'єднують у сектори, а господарства окремих країн — у регіони.

Види економічної діяльності господарства та їхні підрозділи об'єднують у такі сектори.

Первинний сектор економіки: об'єднує види економічної діяльності, які пов'язані з видобуванням сировини та її переробленням у напівфабрикати для інших видів економічної діяльності. До первинного сектору належать сільське господарство, рибальство, мисливство, лісове господарство та гірництво.

Вторинний сектор економіки: види економічної діяльності, які перетворюють сировину на закінчений, готовий до споживання продукт (тобто вторинний сектор використовує матеріали первинного сектору й виробляє на основі цієї сировини продукт, призначений для споживання, продажу або використання в інших видах економічної діяльності). До вторинного сектору належать промисловість і будівництво. Підприємства вторинного сектору зазвичай споживають багато енергії та потребують складних машин.

Третинний сектор економіки або сфера послуг: уключає економічну діяльність, пов'язану з послугами. До послуг належать фінансова й банкова діяльність, транспорт, оптова й роздрібна торгівля, страхування, наука, туризм, медицина, освіта, індустрія розваг тощо. Інформаційні технології інколи виокремлюють і включають у четвертинний сектор економіки.

Країни, у яких переважає третинний сектор економіки, називають *постіндустріальними*, або *інформаційним суспільством*.

У сучасному світі виокремлюють такі основні типи економічних систем: *традиційна, командна, ринкова, змішана (скориставшись додатковими джерелами інформації, опишіть їхні характерні риси)*.

До форм суспільної організації виробництва належать концентрування, спеціалізація, кооперування, комбінування, агломерування, диспергування та диверсифікування виробництва (*користуючись додатковими джерелами інформації, опишіть їхні характерні риси*).

Суспільний поділ праці полягає в *спеціалізації* діяльності окремих виробників товарів чи послуг і товарному обміні між ними продуктами цієї діяльності.

Світове господарство утворено сукупністю національних господарств усіх країн світу, що взаємопов'язані міжнародним поділом праці. Це виявляється в спеціалізації окремих країн на виробництві певних видів продукції, послуг і подальшому обміні ними. Так, окремі країни можуть виробляти те, що інші зробити не в змозі. Завдяки сприятливому клімату та якості ґрунту в Іспанії, наприклад, вирощують цитрусові, а не пшеницю. В Україні, навпаки, через природні умови вирощують пшеницю, а не помаранчі. Тому країни спеціалізуються на вирощуванні певних продуктів і потім торгують ними між собою.

Предметна спеціалізація означає, що підприємство виробляє продукцію певного виду від початку до кінця, і за межі підприємства йдуть не деталі, а готові вироби.

Подетальна спеціалізація полягає в тому, що окремі підприємства виробляють різні деталі й вузли. Потім їх збирають на спеціальних складальних заводах і виготовляють (збирають) з них готові вироби. Вона найпоширеніша в машинобудуванні.

Технологічна (стадійна) спеціалізація — це послідовне виробництво напівфабрикатів, деталей чи вузлів на різних підприємствах, кожне з яких виконує певну стадію обробки або ж спеціалізується на окремій стадії технологічного процесу.

Територіальна спеціалізація — зосередження виробництва в окремій територіальній одиниці поділу. Виділяють міжнародну, міжрегіональну та локальну спеціалізацію.

Міжнародний географічний поділ праці (МГПП) полягає в спеціалізації окремих країн на виробництві певних видів продукції і послуг та наступному обміні ними.

Головні чинники міжнародного географічного поділу праці:

- географічне положення країн (наприклад, спеціалізація на морському рибальстві приморських країн);
- природно-ресурсна база (визначає спеціалізацію країн на видах добувної промисловості, сільського й лісового господарства, відпочинку, туризмі);
- соціально-економічні умови (розвиток окремих видів економічної діяльності під впливом історичних, національних, релігійних особливостей, рівень нагромадження капіталів, науково-технічний розвиток тощо).

Завдяки міжнародному поділу праці утворилася глобальна економіка — єдина система, що об'єднує економіки всіх країн світу, які взаємодіють між собою. Найважливішу роль у світовому господарстві відіграють міжнародні економічні зв'язки, що виражені потоками (рухом) товарів, послуг, капіталів, робочої сили, інформації між країнами й регіонами світу.

Основною рушійною силою процесу формування глобальної економіки стали *транснаціональні корпорації* (ТНК). Транснаціональна корпорація (ТНК) — об'єднання підприємств, що складається з головної компанії та її закордонних філій, які мають потужний вплив на певну сферу економіки (або кілька сфер) у міжнародному масштабі.

Нині у світі нараховується майже 65 тис. ТНК, що контролюють понад 830 тис. іноземних філій. Загалом, ТНК контролюють майже 2/3 світової торгівлі, на них припадає приблизно 1/2 світового промислового виробництва, на підприємствах ТНК працюють майже 10 % робітників від усього світового виробництва, вони контролюють понад 4/5 усіх світових патентів, ліцензій і ноу-хау.

Як ТНК є сучасною елітою бізнесу, так серед ТНК існує своя еліта — дуже великі компанії (корпорації), які конкурують з багатьма державами і за виробництвом, і за бюджетом, і за кількістю працівників. Початково ТНК створювали переважно у видобувній промисловості, однак уже в 1980-х роках їхній вплив значно зменшився, і найбільшого значення набули автомобілебудівні та електротехнічні ТНК. З розвитком науково-технічної революції почали лідирувати фірми, що спеціалізуються на високотехнологічній сфері послуг, — американські корпорації Microsoft

(світовий монополіст у виробництві програмного забезпечення), IBM, швейцарська Nestle тощо.

Склад ТНК стає інтернаціональнішим за походженням: станом на 2017 рік 500 провідних ТНК розподілено між 34 країнами світу. Серед них десятиліттями домінують американські фірми (2017 рік — 132 ТНК: Apple, General Electric, General Motors, Ford Motor, Boeing, Procter & Gamble, Verizon, Facebook та ін.). Друге місце в рейтингу посідає Китай, із загальною кількістю 109 ТНК; на Японію припадає приблизно 50 ТНК. Збільшується частка й значення ТНК країн, що розвиваються, особливо з-поміж азійських «драконів» (Тайвань, Південна Корея, Сінгапур), а також Індії, Малайзії, Туреччини, Саудівської Аравії, ОАЕ та ін. Очікують, що найближчими роками серед провідних ТНК світу триватиме збільшення частки фірм з нових індустриальних країн «третього світу» та країн з перехідною економікою.

ТНК дедалі більше стають визначальним чинником для вирішення долі тієї чи іншої країни в міжнародній системі економічних зв'язків, є вони вирішальними й у створенні глобальних ланцюгів доданої вартості, що включають усі бізнес-процеси, які мають бути виконаними від моменту отримання замовлення від споживача до постачання кінцевого продукту. Такі міжнародні організації, як Організація економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) та Світова організація торгівлі (СОТ), аналізують міжнародну торгівлю крізь призму глобальних ланцюгів доданої вартості, які лежать в основі міжнародних потоків товарів і послуг.

Глобальний ланцюг доданої вартості — це послідовність взаємопов'язаних видів діяльності зі створення доданої вартості, розташованих щонайменше на двох континентах або в межах двох торгових блоків, що забезпечують виробництво товару чи послуги, починаючи з ідеї щодо їх створення та закінчуючи доставкою до кінцевого споживача.

Ланцюги доданої вартості мають визначену послідовність стадій: від проектування до продажу готової продукції (мал. 11.6). Елементи виробництва «розпорошуються» серед дедалі більшої кількості країн, а самі ланцюги пов'язують географічно відокремлені стадії в єдині галузі. Тому окремі країни спеціалізовані на цілях і функціях бізнесу більшою мірою, ніж на виробництві готових товарів. Вони також конкурують між собою за вигідніше місце й значимішу роль у цих ланцюгах.



Мал. 11.6. Послідовність стадій ланцюга доданої вартості

Участь у глобальних ланцюгах доданої вартості бере переважна більшість країн світу незалежно від рівня економічного розвитку, показників доходів населення, рівня розвитку технологій тощо. Проте ступінь включення країни в цей ланцюг, кількість стадій виробництва в ній, а отже, й отримання максимальної економічної вигоди — різні.

Ключовими складовими в цих ланцюгах є не країни в цілому, а окремі компанії або підприємства, особливо транснаціональні, що не пов'язані географічно з якоюсь країною.

Відомою формою територіальної організації господарства стали *спеціальні економічні зони (СЕЗ)*, під якими розуміють територію з особливим юридичним статусом і пільговими економічними умовами для національних або іноземних підприємців. Залежно від напрямку господарської діяльності, економічних завдань або інших цілей СЕЗ можуть створювати як зони вільної торгівлі (здійснюють операції зі складування й оброблення вантажів зовнішньої торгівлі, магазини Duty Free), промислово-виробничі зони (у них налагоджено виробництво конкретної промислової продукції, інвесторам надають пільги), туристсько-рекреаційні (де існує туристсько-рекреаційна діяльність), техніко-впроваджувальні (технопарки й технополіси) тощо, зокрема офшори. Особливістю таких зон є створення для підприємців сприятливого валютно-фінансового та фіскального режимів, високий рівень і законодавчі гарантії банківської та комерційної секретності, лояльність державного регулювання. Наприклад, кошти за придбання продукції металургійного комбінату, що належить ТНК, розміщений в одній із країн Європи, надходять на рахунок її фінансового підрозділу в Нідерландах, потім їх переводять на рахунок дочірньої компанії на о. Аруба (офшор) для мінімізації податків від отримання дивідендів.

Нині загальна кількість СЕЗ сягає 2 тис. у понад 100 країнах світу, через них проходить до 1/3 світового товарообігу. Особливо багато їх у Китаї, Японії, Південній Кореї, Тайвані, Німеччині, Данії, США та ін.

Світова торгівля є однією з найстаріших форм зовнішньоекономічних зв'язків. У її товарній структурі під впливом НТР відбуваються глибокі зміни. Вони полягають у співвідношенні між сировинними товарами й готовими промисловими товарами. Зокрема, ще в першій половині ХХ століття 2/3 світового товарообігу становили паливо, сировина й продовольство, а на початку ХХІ століття частка готових виробів перевершила частку сировини, палива й продовольства майже вчетверо. Останніми десятиліттями зростає частка мінеральної сировини, що пов'язано з різким подорожчанням нафти. У світовій зовнішній торгівлі провідні позиції посідають США, країни ЄС та Азіатсько-Тихоокеанського регіону (табл. 11.2).

Важливим ланцюгом міжнародного ринку товарів є *товарні біржі* — заклади, де здійснюють торгові операції з купівлі й продажу товарів за зразками та стандартами.

Таблиця 11.2.

Найбільші світові експортери та імпортери товарів у 2017 р.

Товарна група	Експорт	Імпорт
Паливо	Росія, Саудівська Аравія, ЄС, США, Канада, ОАЕ, Кувейт, Норвегія, Ірак	ЄС, США, Китай, Японія, Індія, Південна Корея, Сінгапур, Канада
Промислова продукція	ЄС, Китай, США, Японія, Південна Корея, Мексика, Сінгапур, Тайвань, Канада	ЄС, США, Китай, Сянган, Японія, Канада, Мексика, Росія, Сінгапур
Сільськогосподарська продукція	ЄС, США, Бразилія, Китай, Канада, Індонезія, Індія, Таїланд, Австралія, Аргентина	ЄС, Китай, США, Японія, Росія, Канада, Південна Корея, Мексика, Сянган, Індія
Продовольство	ЄС, США, Бразилія, Китай, Канада, Аргентина, Індія, Індонезія, Австралія, Таїланд	ЄС, США, Китай, Японія, Росія, Канада, Південна Корея, Мексика, Саудівська Аравія
Залізо і сталь	ЄС, Китай, Японія, Південна Корея, Росія, США, Україна, Індія, Туреччина	ЄС, США, Китай, Таїланд, Канада, Мексика, Туреччина, Саудівська Аравія, Індія

Головною організацією, що регулює питання світового ринку товарів, є Світова організація торгівлі (СОТ)¹. До організації у 2018 році входило 164 країни. Ці держави контролюють до 90 % усієї світової торгівлі. Україна ввійшла до СОТ у травні 2008 року.

За сучасних умов світове господарство дедалі більше набуває ознак цілісності. Цей процес об'єктивно зумовлений дією таких чинників: науково-технічний прогрес, соціалізація, глобалізація та інтернаціоналізація (мал. 11.7).



Мал. 11.6. Сучасні особливості розвитку світового господарства

Сучасні тенденції розвитку світового господарства сформувалися наприкінці XX століття. Нині широко використовують інформаційну техніку й технології, що сприяють значній економії праці. Важливим стає і те, що до сфери індустріалізації та інформатизації включають не тільки промисловість, а й сільське господарство, транспорт.

¹ Створена в 1995 році з метою лібералізації міжнародної торгівлі й регулювання торговельно-політичних відносин держав — членів СОТ.

Нині жодна з країн не може самостійно використати всі досягнення сучасної науки і техніки, тому треба об'єднувати зусилля в цій сфері, що сприятиме встановленню тісних економічних і науково-технічних зв'язків між країнами, формуванню стійких структур у світовому господарстві.

Формуванню цілісності світового господарства сприяє розвиток відповідної інфраструктури: прокладання міжнародних транспортних коридорів, глобальних систем зв'язку тощо.

Україна активно бере участь у техніко-економічних відносинах із країнами в Центральній і Східній Європі.

Ринок сільськогосподарської продукції посідає особливе місце на світовому товарному ринку. Це тому, що немає жодної країни, яка б не брала участі в процесі міжнародного обороту сільськогосподарських продуктів як експортер, імпортер або одержувач продовольчої допомоги.

В агробізнесі склалися досить протяжні глобальні ланцюги доданої вартості. На початкових стадіях — розведення тварин і вирощування сільськогосподарських культур, далі — подальше оброблення і довгі торгові ланцюжки, коли продукти доставляють, наприклад, у магазини, ресторани та готелі (мал. 11.8).



Мал. 11.8. Ланцюги доданої вартості в агробізнесі

Рибальство (мал. 11.9) — один з найдавніших промислів людства, а нині — важлива ланка світового господарства. Майже 75 % усього світового вилову використовують для харчування людей, решту переробляють на риб'яче борошно та жир, харчові добавки тощо. Основним районом вилову риби останніми десятиліттями є північна частина Тихого океану. Від другої половини ХХ століття стала швидко розвиватися аквакультура: вирощування риб, молюсків, ракоподібних, водоростей у контрольованих людиною умовах. Провідні позиції за обсягом виробництва продукції аквакультури посідають азійські країни (Китай, Японія, Південна Корея, Філіппіни, Таїланд, КНДР, В'єтнам). У Європі аквакультура спеціалізується на вирощуванні устриць (Франція, Німеччина) і мідій (Італія, Іспанія, Нідерланди). У США вирощують лише устриць.



Мал. 11.9. Дари річок і морів

Назвіть промислові види риби, що виловлюють у морях і річках України.

Добувна промисловість забезпечує видобуток різних мінеральних ресурсів, серед яких постійно зростає значення мінерального палива.

Таблиця 11.3.

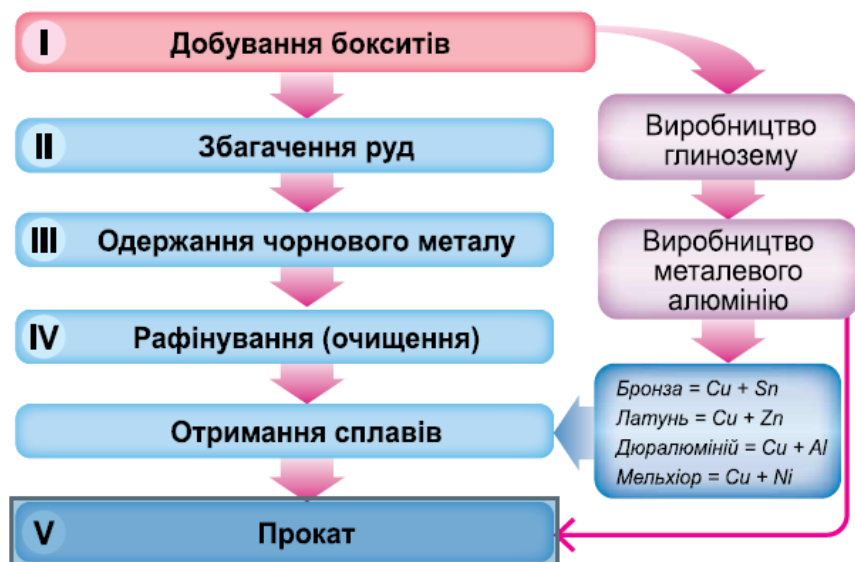
Країни — лідери за видобутком паливних ресурсів (на 2016 р.)

Країна	Вугілля, млн т	Країна	Нафта, млн т	Країна	Природний газ, млрд м3
Китай	3411	Саудівська Аравія	585	США	751
Індія	692	Росія	554	Росія	642
США	660	США	543	Іран	227
Австралія	493	Ірак	219	Катар	183
Індонезія	434	Канада	218	Канада	174

Найчастіше виробництво й збут товарної продукції сирової нафти, природного газу, кам'яного вугілля відбуваються в рамках довгострокових контрактів між великими компаніями, які зацікавлені в стабільних довгострокових поставках.

Металургійне виробництво. Металургія охоплює процеси виплавляння металів з руд або інших матеріалів, а також процеси, що пов'язані зі зміною хімічного складу, структури й властивостей металевих сплавів. Металургія виробляє чорні й кольорові метали.

Виробництво продукції кольорових металів (зокрема, алюмінію, міді) має кілька виразних стадій (*пригадайте їх з курсу географії 9 класу*). Наведемо приклад глобального ланцюга доданої вартості за участі України (мал. 11.10, а): Гвінея видобуває лише боксити, Україна переробляє їх на алюміній оксид, Росія виробляє з нього товарний алюміній, який переважно збувають машинобудівним компаніям США. Увесь ланцюг від видобування до збування кінцевої продукції є глобальним, і відповідні підприємства входять до складу єдиної ТНК «Русал», яка контролює 40 % світового ринку первинного алюмінію.





Мал. 11.10. Ланцюги створення доданої вартості в металургії

Особливістю ринку чорних металів є тісний зв'язок між розміщенням виробничих потужностей з виплавлення первинного чавуну й сталі та прокатом масових видів сталевих продукції. Головні потужності контролює ТНК «МітталСтіл», яка створила глобальні ланцюги доданої вартості. Наприклад, на її металургійний завод у м. Дюнкерку (Франція) залізну руду привозять із Бразилії, кам'яне вугілля — з Польщі та Південної Африки, а готовий прокат постачають на машинобудівні підприємства Франції та інших країн-членів ЄС.

Світове виробництво автомобілів постійно зростає. У 2017 р. випуск уже становив 97,3 млн одиниць. Кожна з країн-лідерів світового автомобілебудування випускає щороку понад 2 млн автомобілів. Дуже активно останніми роками розвивається автомобілебудування в Китаї, Індії, Мексиці, Бразилії, Канаді, Таїланді тощо. З огляду на такий широкий спектр світових автовиробників вони стали створювати нові ефективні взаємозв'язки з постачальниками й повсюдно використовувати стандартизовані платформи та моделі автомобілів, щоби скоротити витрати на їхнє розроблення, отримувати певну економію і спростити міжнародну торгівлю між географічними регіонами, концентруючись на збільшенні обсягів продажу автомобілів. На формування глобальних ланцюгів доданої вартості в автомобілебудуванні (мал. 11.11) значно впливають такі зовнішні чинники, як загальна економічна ситуація у світі, коливання валютних курсів і цін на нафту, платоспроможність споживачів, а також зміни у структурі й потоках міжнародної торгівлі.



Мал. 11.11. Ланцюги створення доданої вартості в автомобілебудуванні

Авіаційна промисловість сконцентрована в країнах з високим рівнем науки й кваліфікації робочої сили — США, Росії, Франції, Великій Британії, Німеччині, Нідерландах. Нині на світовому ринку аеробусів відзначаються корпорації Boeing (Чикаго, США) і єдиний європейський авіа-гігант Airbus (Тулуза, Франція, а також Німеччина, Велика Британія, Іспанія). Літаки середнього класу виробляють у Швеції (Saab), Канаді (Bombardier), у Росії та Україні.

За *виробництвом залізничного рухомого складу* виділяються США, Франція, Німеччина, Чехія, Японія, Росія.

Фармацевтична промисловість є одним з видів промислового виробництва, що визначають науково-технічний прогрес усього людства. Більшість відповідних компаній зосереджена в розвинених країнах світу. Фармацевтика виступає нині як один з важливих складників глобальної економіки, що суттєво впливає на розвиток охорони здоров'я, страховий бізнес, фінанси тощо.

Фармацевтична індустрія дуже капіталомістка, на розроблення нового лікарського засобу необхідно витратити не менш ніж 400–500 млн доларів, використовуючи працю понад 200 наукових дослідників, водночас строк проведення дослідницьких робіт, їхнього промислового впровадження і наступних клінічних експериментів становить не менше ніж 10–15 років (мал. 11.12).

Більшість фармацевтичної продукції світу виробляють місцеві компанії, але прогрес у цьому виді промислового виробництва визначають великі ТНК (зокрема, «АстраЗенека»). Вони створили глобальні ланцюги виробництва. Більшість їхніх науково-дослідницьких структур розміщено у високорозвинених країнах (наприклад, у Швеції).

Окреме місце посідає виробництво генериків — ліків, що виробляють на основі технологій, термін патентного захисту яких минув, а назва відрізняється від первинно запатентованої. Вони є значно дешевшими за оригінальні аналоги й тому їхнє виробництво невпинно зростає в країнах, що розвиваються. Значну їхню частину експортують до розвинених країн світу.



Мал. 11.12. Ланцюги створення доданої вартості у фармацевтичній промисловості

Легка промисловість має два сегменти виробництва текстилю, одягу, взуття: для масового споживання та орієнтоване на елітарного споживача. Ці сегменти відмінні за просторовою організацією і чинниками міжнародної спеціалізації. Більшість підприємств із масового виробництва цієї продукції перенесено до країн, що розвиваються. Лідером за вартістю її експорту є Китай.

Вирізняють два типи взаємодії між виробниками й великими компаніями-покупцями виготовленої продукції. Перший — пошиття з місцевих видів сировини, другий — із сировини, що надає компанія-замовник (давальницьке виробництво). Другий тип поширеніший у країнах з перехідною економікою. Це зумовлено стандартами якості виробництва товарної продукції.

Під час виробництва одягу та взуття за лекалами й моделями відомих товарних марок для збування на ринки країн, що розвиваються, замінюють найдорожчі компоненти на місцеві дешеві аналоги. Собівартість виробів легкої промисловості залежить від вартості робочої сили. Зокрема, масове виробництво за умов збереження низьких цін на готову продукцію можливе лише в країнах, що розвиваються.

Виробництво елітарних моделей і малосерійних виробів зосереджено в розвинених країнах світу, де є кваліфіковані спеціалісти та високоякісний текстиль чи тканини. Наприклад, в Італії збереглося виробництво всіх видів продукції легкої промисловості, орієнтоване на збут під відомими товарними брендами елітних будинків моди. Окремі будинки моди (наприклад, «Гуччі») мають підрозділи збуту в усіх провідних світових містах, але виробництво зосереджено на малих підприємствах Італії.

Виробництво електроніки є одним з найбільш наукоємних у машинобудуванні, де глобальні ланцюги доданої вартості найпоширеніші. Це пов'язано з особливостями виробництва продукції, а саме — її модульним характером і порівняно низькими транспортними витратами. Усе це дає змогу розміщувати підприємства з виробництва електроніки на значних відстанях. Можливості мережі Інтернет уможливають координування виробничих процесів у різних країнах.

Якщо розглядати ланцюг доданої вартості у виробництві електроніки в цілому, то частка закордонних стадій і операцій становить у ньому понад

50 %. У світовій електроніці представлено як великі ТНК, так і дрібні виробництва. Значна частина провідних компаній виробництва сконцентрована в Китаї, США, Японії, Південній Кореї, Німеччині. Інші країни, такі як Мексика, Сінгапур, Малайзія, Канада, Філіппіни, В'єтнам, Таїланд, є контрактними виробниками й працюють за аутсорсингом. Порівняно високу частку в ланцюгах доданої вартості мають такі країни, як Угорщина, Чехія, Словаччина та інші, що відбувається за рахунок великих обсягів імпорту проміжних товарів з високою доданою вартістю для виробництва готових виробів.

Сучасна транспортно-логістична система глобальної економіки базується на перевезенні товарів міжнародної торгівлі морським транспортом (понад 80 % у 2017 році) і переміщенні фінансових коштів і платежів оптико-волоконними лініями комунікаційних спеціалізованих мереж (наприклад, мережа міжбанківських платежів «СВІФТ»). Тобто глобальна економіка функціонує в єдиному часі.

До складу світової транспортно-логістичної системи входять: мережа шляхів сполучення (сухопутних, водних, повітряних, електронних), рухомий склад усіх видів транспорту, транспортні корпорації, що організовують комерційну та інвестиційну діяльність у цій галузі, а також люди, які працюють на транспорті. Процеси пересування, складування і зберігання товарів потребують певних технічних засобів, що становлять інфраструктуру логістики. Пришвидженню перевезення вантажів і використанню різних видів транспорту сприяла контейнеризація.

Для характеристики роботи транспорту широко використовують такі показники:

- вантажообіг (показник обсягу перевезень, що вимірюють у тонно-кілометрах);
- пасажирообіг (показник обсягу перевезень пасажирів, що вимірюють у пасажиро-кілометрах).

Транспортно-логістична система — сукупність споживачів і виробників транспортних послуг, а також системи керування, транспортні засоби, шляхи сполучення, різні споруди.

Понад 3/5 сумарного світового вантажообігу забезпечує морський транспорт, а 4/5 пасажирообігу — автомобільний.

Світовий ринок інвестицій і фінансів не має єдиної цілісної структури. Є світовий глобальний ринок інвестицій і фінансових потоків, який контролюють і регулюють провідні банки розвинених країн світу та головні світові фондові біржі (наприклад, Франкфуртська в Німеччині). Важливою складовою світового ринку інвестицій і фінансів є державні інституції, що контролюють допуск на національні ринки іноземного капіталу, визначають особливості переказів за кордон коштів тощо.

Туризм. Міжнародний туризм став не тільки популярним видом відпочинку, а й провідним експортним напрямом господарства у світі. Питома вага туризму у світовій торгівлі послугами становить уже понад 30 %. Туризм став одним з найприбутковіших видів бізнесу (таблиця). Він забезпечує роботою понад 140 млн осіб, а також стимулює розвиток понад 50 інших сфер економіки (мал. 11.13).



Мал. 11.13. Зв'язок туризму з різними секторами економіки

У 2017 році загальна кількість міжнародних туристських подорожей становила майже 1326 млн. Основним регіоном міжнародного туризму залишається Європа, на яку припадає 672 млн приїздів (51 % від світових), на країни Азіатсько-Тихоокеанського регіону — 326 млн (24 %), Північну та Латинську Америку — 211 млн (16 %), Африку — 63 млн (5 %).

Туризм, окрім величезного економічного значення, відіграє значну роль у розширенні кордонів взаєморозуміння і довіри між людьми різних рас, етносів, релігій, культур.

Сучасний світ складно уявити без *інтернету*. Люди спілкуються за допомогою соціальних мереж, переказують кошти через спеціалізовані банківські інтернет-мережі, відстежують потік пасажирів і вантажів на міжнародних авіалініях тощо. У режимі реального часу можна спостерігати розгортання подій у світі на екрані власних гаджетів. Таке відчуття присутності повсюди одночасно зумовлює великий потік інформації, яку щодня отримує пересічний громадянин.

У ХХІ столітті світовими лідерами стають країни, які навчилися ліпше за інші використовувати знання, уміння, компетентності людей, їхні здатності до подальшого навчання — усе те, що охоплює категорія «людський капітал». Це словосполучення дедалі частіше використовують у діловому спілкуванні, воно лунає у виступах політиків і державних діячів. Цим цивілізований світ засвідчує розуміння того, що нині основою як економічного, так і соціального розвитку є продуктивне використання професійних знань, здоров'я і мотивацій, які формуються в результаті інвестицій та втілюються в людях.

ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ

Людський капітал — це сформований або розвинений у результаті інвестицій і накопичений людьми (людиною) певний запас здоров'я, знань, навичок, здібностей, мотивацій, який цілеспрямовано використовують у тій чи іншій сфері суспільного виробництва, сприяє зростанню продук-

тивності праці й завдяки цьому впливає на зростання доходів (заробітків) його власника.

Можна виділити дві основні причини виникнення інтересу до цього поняття. По-перше, це загальна закономірність розвитку сучасної науки в цілому, яка виявляється в концентруванні уваги науковців на дослідженні проблем людини. По-друге, це визнання того факту, що активізація творчих потенцій людини, розвиток висококваліфікованої робочої сили є найефективнішим способом досягнення економічного зростання. Людський капітал визнано найціннішим ресурсом, набагато важливішим, ніж природні ресурси або накопичене багатство. Саме людський капітал, а не матеріальні засоби виробництва, є визначальним чинником конкурентоспроможності, економічного зростання та ефективності.

Розуміння необхідності за будь-яких умов дбати про майбутнє і здійснювати відповідні, бодай мінімальні, інвестиції у свій власний людський капітал є одним з наріжних каменів переорієнтації економіки й суспільства в цілому.

За сучасних умов країни конкурують одна з одною за залучення творчих людей з підприємницькими талантами, що з посиленням глобалізації дає змогу сформувати якісно інші фінансові потоки. Це відображено в Індексі глобальної конкурентоспроможності (The Global Competitiveness Index, World Economic Forum), в якому інтегральне відображення дістали наведені нижче індекси та показники (мал. 11.14).



Мал. 11.14. Україні необхідно здійснити амбітні стрибки, щоб потрапити у провідні країни світу

Важливо пам'ятати, що рекорди нашої держави починаються не з гасел політиків, показників міністерств чи повідомлень Державної служби статистики, а з міст і сіл, де живемо ми — українці. Ми слідкуємо за новинами й часто ліпше знаємо те, що відбувається у світі, і не цікавимося тим, що відбувається в Івано-Франківську чи Кропивницькому. Хто найбільший платник податків у вашій місцевості? Які нові виробництва розпочато у вашому регіоні? Спеціалістів якої галузі найбільше потребує ваш регіон? Україні потрібні саме ви!



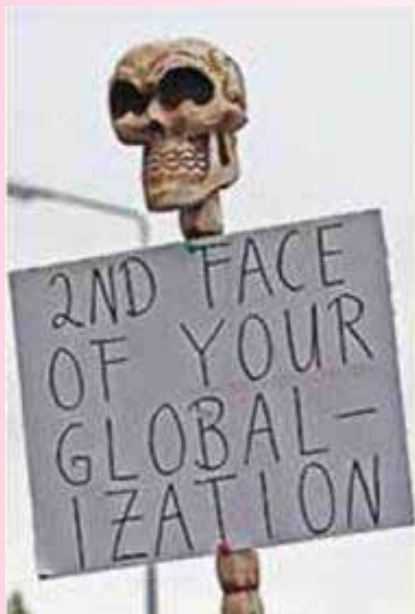
ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Як ви розумієте глобальну єдність у системі «суспільство — природа»?
2. Заповніть таблицю «Покомпонентна характеристика світосистеми».

Складники світосистеми	Вплив на розвиток суспільства	
	позитивні прояви	негативні прояви
Демографо-екологічний		
Економічний		
Інформаційно-технологічний		
Соціокультурний		
Геополітичний		

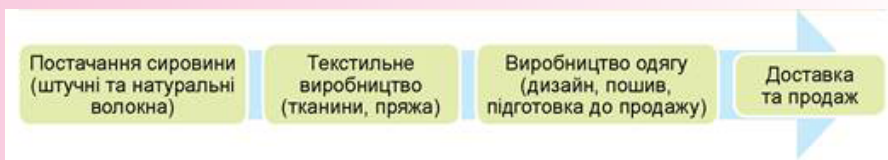
3. Назвіть типи економічних систем і вкажіть їхні ознаки.
4. Поясніть, на які підгрупи й чому поділяють розвинені країни.
5. Назвіть характерні ознаки країн, що розвиваються. Які групи країн можна виділити серед них?
6. Населення міста споживає за місяць цукор масою 15 т. Для виробництва цукру масою 1 т необхідно переробити цукрові буряки масою 7 т. *Поміркуйте*, де вигідніше розмістити цукровий завод: біля споживача чи ближче до сировини? *Обґрунтуйте* свою думку.
7. Наведіть приклади спеціалізації території на виробництві якоїсь продукції чи послуги. *Висловіть* припущення, які чинники вплинули на виникнення саме такої спеціалізації. *Обґрунтуйте* їх.
8. Поясніть, на виробництві якої продукції спеціалізується Україна в міжнародному поділі праці.
9. Користуючись картами шкільного атласу, *визначте* країни, що спеціалізуються на виробництві: риби, алмазів, кави, нафти, бавовни, годинників, вовни, парфумів, літаків.
10. Поясніть, чому світове господарство називають складною економіко-географічною системою.
11. Назвіть тенденції розвитку, притаманні сучасному світовому господарству.
12. Розтлумачте значення понять: глобальна економіка, інтернаціоналізація (транснаціоналізація), ТНК, спеціальна економічна зона, спеціалізація, кооперування, глобальний ланцюг доданої вартості.
13. *Схарактеризуйте* роль офшорів у функціонуванні глобального світового ринку капіталів.
14. *Дізнайтеся* з інтернет-джерел про 50 найбільших корпорацій, які, на думку науковців, керують світом. *Поміркуйте*, як їм це вдається.
15. ВВП обчислюють двома способами: за доходами та витратами. Теоретично результат обчислень в обох випадках має бути однаковим, оскільки витрати одного учасника економічних відносин завжди є доходами для іншого, тому сума всіх витрат має дорівнювати сумі всіх доходів. За даними міжнародної статистики, зазвичай, різниця між цими показниками незначна. Проте в деяких країнах вона є істотною (наприклад, нафтодобувні країни Перської затоки). *Назвіть* інші країни, для яких характерні такі відмінності. *Відповідь обґрунтуйте*.

16. Підготуйте матеріал, що розкриває позитивні й негативні ознаки процесу сучасної глобалізації у світі. На чиєму боці будете ви? Прочитайте лозунг і поясніть причину появи в різних країнах світу мітингів антиглобалістів (мал. 11.15).



Мал. 11.15. Транспарант антиглобалістів «Друге обличчя глобалізації»

17. Поясніть значення понять: первинний сектор економіки, добувна промисловість, глобальний ринок вугілля (нафти, природного газу), екстенсивне (інтенсивне) сільське господарство, рибальство.
18. Визначте роль транснаціональних корпорацій у видобуванні й споживанні паливних мінеральних ресурсів, функціонуванні глобальних ринків вугілля, нафти й природного газу (на власний вибір).
19. За допомогою офіційного сайту Державної служби статистики України дізнайтеся, до яких країн Україна постачала кам'яне вугілля, а з яких країн — завозила його (за останній рік). З'ясуйте середню ціну вугілля масою 1 т, поставленого на експорт і на імпорт. Чому вони різняться?
20. Розгляньте схему ланцюга доданої вартості виробництва одягу (мал. 11.16). Доберіть інформацію про сучасну просторову організацію, чинники розміщення та приклади міжнародної спеціалізації країн у виробництві одягу.



Мал. 11.16. Ланцюг доданої вартості виробництва одягу

21. Поясніть: а) значення понять: транспортно-логістична система, інформаційно-комунікаційна мережа, ринок інвестицій і фінансів, туризм; б) чому 80 % товарів міжнародної торгівлі перевозять морським транспортом.

- 22.** Зазначте вид продукції, винахід і випуск якої можна вважати прикладом переходу до принципово нової техніки або технологій: мобільні телефони, плазмові телевізори, пластмаси, кондиціонери, кар'єрні вантажні автомобілі. Винахід чого може привести до нового етапу розвитку економіки? Аргументуйте свою точку зору.
- 23.** Користуючись світовою статистикою в реальному часі, визначте чисельність населення світу, кількість народжених, померлих, а також природний приріст на цей момент.
- 24.** Уявіть, що ви плануєте розпочати власний бізнес. Який вид діяльності ви оберете? Поясніть чому.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Порівняння складників економічного потенціалу України та Японії.

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Вплив старіння населення на місце країни в міжнародному поділі праці.
- Працемісткі виробництва густозаселених регіонів світу.
- Діяльність ТНК в Україні та їхній вплив на економічний розвиток країни.
- Продукція України, що має екологічний знак.
- Світовий ринок патентів: лідери й аутсайдери.
- Роль транснаціональних компаній у розвитку машинобудівних і хімічних виробництв в Україні.
- Екологічні й соціальні проблеми густозаселених регіонів світу.



Е. 12. СТАЛИЙ РОЗВИТОК



Блакитна іграшкова куля (англ. The Blue Marble) — відома світлина Землі, зроблена 7 грудня 1972 року командою космічного апарата «Аполлон-17» на відстані близько 45 000 км. Блакитна іграшкова куля була першою чіткою фотографією освітленої частини Землі. Вона була опублікована під час становлення соціального екологічного руху, її розглядають як відображення тендітності, вразливості Землі.

Чи врятує людство свою планету від загроз? І звідки йдуть загрози?

ВИ НАВЧИТЕСЯ

Знати: глобальні проблеми людства; види й критерії забруднення довкілля; природозбережні технології; основні положення концепції сталого розвитку.

Аналізувати: сутність і причини виникнення глобальних проблем; наслідки прояву глобальних проблем для окремих регіонів і країн світу; роль світової громадськості та міжнародних організацій у розв'язуванні їх.

Усвідомлювати: небезпеки, пов'язані з недбалим ставленням до довкілля; значення природничих наук у житті людини та виробництві, їхню роль у розв'язуванні глобальних проблем.

Робити висновок: про необхідність невиснажливого природокористування для збалансованого розвитку; дотримання екологічної етики; участі в розв'язуванні екологічних проблем свого регіону.

Оцінювати: актуальність стратегії сталого розвитку для світу й України.

Висловлювати судження про роль природничих знань для майбутнього людства

ГЛОБАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЛЮДСТВА

Перелік і диференціацію проблем сучасної доби прийнято відраховувати з другої половини ХХ століття, хоча в ході розвитку цивілізації перед людством неодноразово виникали складні проблеми, навіть планетарного масштабу.

Глобальні проблеми сучасності — комплекс проблем і ситуацій, що зачіпають життєві інтереси всіх народів світу. Для них характерний динамізм, їхнє розв'язування потребує колективних зусиль світової громадськості. А від вирішення цих проблем залежить подальший прогрес людства й збереження цивілізації.

Глобальні проблеми людства:

- спричинені цілим комплексом причин;
- взаємопов'язані;
- охоплюють усі сторони життя людей;
- стосуються всіх країн, народів і верств населення;
- стосуються як поверхні землі, так і Світового океану, атмосфери планети, навколосезонного та космічного простору;
- призводять до великих природоресурсних, економічних та соціальних збитків (мал. 12.1).



Мал. 12.1. Глобальні проблеми людства умовно поділяють на три групи

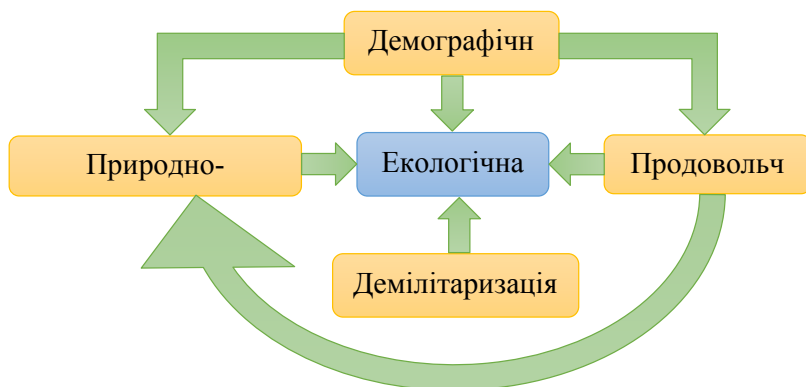
Глобальні проблеми людства є наслідком протистояння, з одного боку, природи, а з іншого — людської практики, культури людства, а також невідповідності або несумісності різноспрямованих тенденцій під час розвитку самої людської культури.

Глобальність проблем потребує таких самих глобальних дій. Жодна проблема не може бути розв'язана індивідуально, адже всі проблеми взаємопов'язані й потребують об'єднаних зусиль, спільних дій усіх держав і народів. Немає потреби доводити, що енергетична й сировинна проблеми взаємодіють з екологічною, екологічна — з демографічною, демографічна

— з продовольчою тощо. Центральне місце в цій взаємозалежності належить людині та її майбутньому.

Глобальні проблеми, по суті, є глобальними балансами. Тільки за умови їхньої рівноваги людство, тобто світ, зможе нормально розвиватися. Порушення рівноваги загрожує серйозними наслідками, аж до загрози існуванню самої людини.

Неможливо подолати одну глобальну проблему без зважання на інші (мал. 12.2).



Мал. 12.2. Взаємозв'язок глобальних проблем людства

ЗБЕРЕГТИ МИР, ДОБРОБУТ І НАЦІОНАЛЬНУ ІДЕНТИЧНІСТЬ

Збереження миру й усунення загрози смертельної для людства ядерної війни залишається однією з найважливіших (мал. 12.3) проблем. Особливу небезпеку становить неконтрольоване розширення «клубу ядерних держав». Офіційно у світі є сім таких країн: США, Росія, Велика Британія, Франція, Китай, Індія, Пакистан. Близькі до створення ядерної зброї Ізраїль, Іран, КНДР.

На початку XXI століття налічують кілька десятків конфліктонебезпечних регіонів на планеті, де проводили бойові дії. У світі нині майже 50 локальних конфліктів, де ведуть бойові дії (наприклад, Сирія).

Проблема війни й миру стала дуже важливою проблемою і для України — після початку проведення Антитерористичної операції на сході держави у 2014–2018 роках та Операції об'єднаних сил у 2018 році.

Міжнародний тероризм є однією з найгостріших глобальних проблем сучасності. Суть тероризму — насильство з метою залякування для досягнення певних політичних цілей.

Соціально-економічна нерівність (мал. 12.4) окремих країн світу сягає своїм корінням далекого минулого: багаті й бідні країни, як і багаті й бідні люди, існували в усі часи. Поляризація багатства в сучасному світі не зменшується, а навпаки — зростає. На початок XXI століття у світі існує 1,2 млрд бідних людей (ті, хто живе менш ніж на 1 долар США на день). Більшість бідних людей — це жителі країн, що розвиваються, наприклад Гаїті, Мадагаскар, Зімбабве та ін.



Мал. 12.3. «Люди! Якщо ви — люди, Не дайте обернути Планету на тир, Припиніть клонувати Могили й хрести, Постріл може стати фатальним, І жертвами будуть усі...». Тетяна Добко¹. Трагічна спорідненість

Успіх руху країн на шляху подолання відсталості визначають такі чинники:

- витрати на освіту та підготовку кадрів;
- реалізація досягнень науково-технічного прогресу;
- інтеграція у світове господарство.

Відсталість найменш розвинених країн зумовлено цілим комплексом причин: ідеться, передусім, про високі темпи зростання чисельності населення, слабкий розвиток ринкового механізму (перевагу надано торгівлі), несформованість громадянського суспільства, значну частку неписьменного населення, монокультурність в експорті, відсталість сільського господарства, де частка зайнятих становить понад 80 % усього працюючого населення цих країн, велику зовнішню заборгованість.

¹ Добко Тетяна Василівна, поетеса, історикиня, бібліографиня, книгознавчиня (нар. 1959, Київ, Україна).



а



б



в



г



д

Мал. 12.4. 1. Логотипи міжнародних організацій, які надають допомогу країнам, що розвиваються: а) Дитячий фонд ООН, ЮНІСЕФ — спеціалізована структура ООН; б) «Лікарі без кордонів» — незалежна міжнародна медична гуманітарна організація; в) Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО); г) «Пікнік бідняків». Отто Фрелло¹; д) Фотофакт

ЯК ПОДОЛАТИ ГОЛОД, СИРОВИННУ Й ЕНЕРГЕТИЧНУ ПРОБЛЕМИ?

Продовольча проблема — одна з найдавніших глобальних проблем людства (мал. 12.5). Вона зумовлена різними причинами й полягає в нестачі харчових продуктів, що призводить до недоїдання та голоду поміж найменш забезпечених груп населення планети.



а



б

Мал. 12.5. «Голод лютий усякого може торкнути»²: а) пам'ятник жертвам Великого голоду в Ірландії (1845–1849), спровокованого фітофторозом картоплі; б) Голодомор 1932–1933 і 1946, 1947 років — геноцид українського народу, організований керівництвом ВКП(б) та урядом СРСР унаслідок створення штучного масового голоду. Скульптурна композиція «Гірка пам'ять дитинства» нагадує про трагічну долю найуразливішої категорії жертв Голодомору — дітей

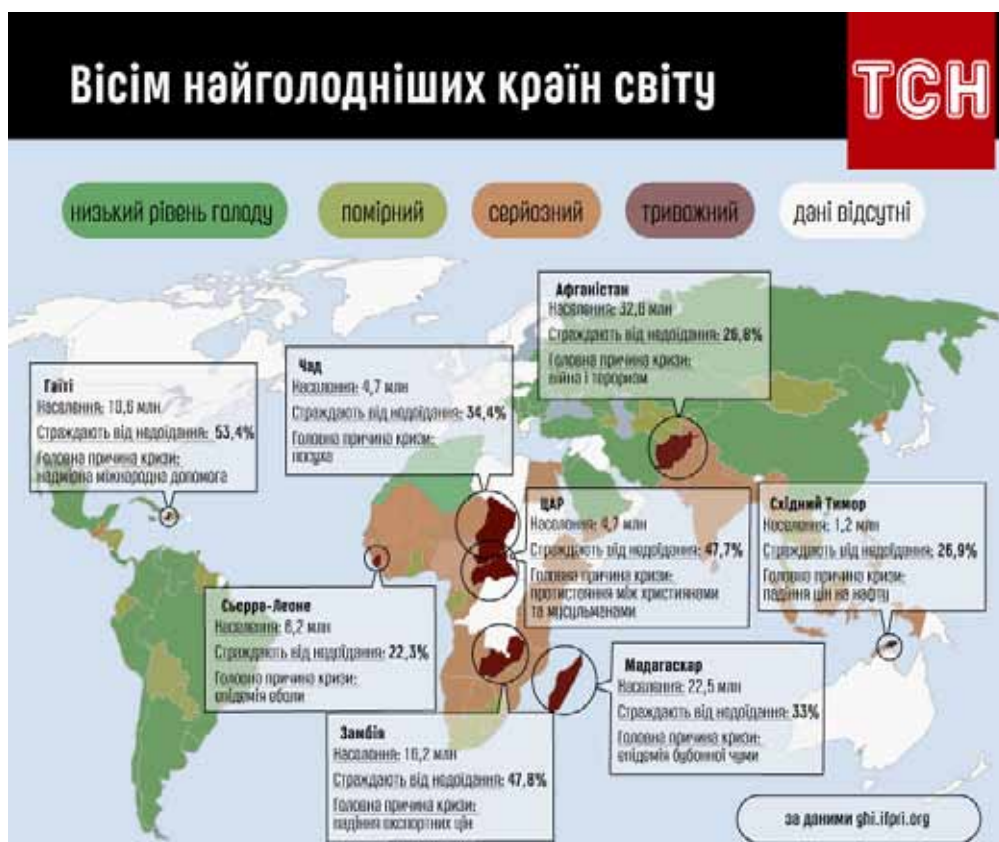
¹ Otto Frello, художник, графік, карикатурист й ілюстратор (1924–2015, Данія).

² Українське прислів'я.

Продовольча проблема тісно пов'язана з демографічною. Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) станом на кінець 2018 року, кількість людей, що потерпають від голоду, у світі становила понад 820 млн. Від 2015 року їхня кількість збільшилась і нині знов сягнула рівня 2010–2011 років.

Відповідно до прогнозу ООН, до 2025 року населення Землі зросте до 7,8 млрд осіб. При цьому частка економічно розвинених країн у загальній чисельності людства знизиться, а країн, що розвиваються, — зросте. До середини XXI століття для забезпечення постійно зростаючого населення Землі продовольством обсяги сільськогосподарського виробництва необхідно збільшити у п'ятеро.

Основною перешкодою для прогресу в боротьбі з голодом на планеті є погодні явища, стихійні лиха, політична нестабільність і громадські безлади. Наразі 24 африканські країни стикаються з продовольчими кризами — це вдвічі більше, ніж у 1990 році (мал. 12.6).



ЩОРОКУ У СВІТІ
ВИКИДАЄТЬСЯ
1 300 000 000 тон їжі
на суму **\$ 990 000 000 000**

ЦЕ **1/3** ВІД ЗАГАЛЬНОГО РІЧНОГО
ОБСЯГУ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ,
ЩО ВИРОБЛЯЮТЬСЯ ДЛЯ
СПОЖИВАННЯ ЛЮДСЬКОМ



У країнах, що розвиваються **40%**
втрат продовольства стається на рівні збирання врожаю, зберігання,
транспортування та переробки

В промислово розвинених країнах понад **40%**
втрат відбувається на рівні роздрібної торгівлі та споживачів



Водночас, понад **830 мільйонів** осіб
планети голодують щороку



Мал. 12.6. Чи знали ви, що...

Для подолання продовольчої проблеми людство має повною мірою використовувати ресурси рослинництва, тваринництва та рибальства, надавати перевагу інтенсивному способу ведення сільського господарства.

Головною причиною виникнення глобальних *енергетичної* та *сировинної* проблем вважають постійне зростання обсягів видобування мінеральної сировини. Як наслідок — виснаження багатьох басейнів і родовищ мінерального палива, збіднення багатьох покладів руд, зростання кількості вилученої з надр пустої породи. Це стимулює освоєння родовищ у віддалених районах, що призводить до помітного збільшення територіального розриву між центрами видобування й споживання та впливає на

збільшення витрат на перевезення видобутої мінеральної сировини. Тому зростає залежність країн Західної Європи, Японії, США від імпорту багатьох важливих видів мінеральної сировини.

Способи розв'язування сировинної та енергетичної проблем мають багато спільного (мал. 12.7).



Мал. 12.7. Способи розв'язування сировинної та енергетичної проблеми

Розв'язування сировинної та енергетичної проблем є пріоритетним для людства.

Для України енергетично-сировинна проблема також є актуальною. Адже імпорт нафти та природного газу становить 43 % від споживання.

Не оминула Україну й продовольча проблема. Економіка країни на 12 % залежить від імпорту продуктів харчування.

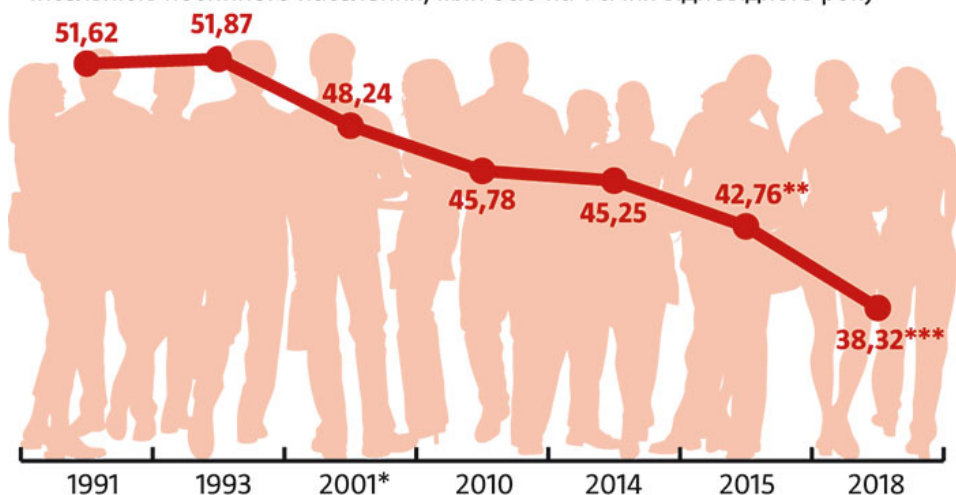
Демографічна проблема залишається для України актуальною. Чому? Ви зможете самостійно відповісти на це запитання, проаналізувавши наведені нижче дані Укрдежстату та інфографіку на малюнку 12.8 (зробіть це).

ДЕМОГРАФІЧНА СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ В СІЧНІ–ТРАВНІ 2019 РОКУ

Чисельність наявного населення в Україні, за оцінкою, на 1 червня 2019 р. становила 42 030,8 тис. осіб. Упродовж січня–травня 2019 р. чисельність населення зменшилася на 122,4 тис. осіб. Порівняно із січнем–травнем 2018 р. обсяг природного скорочення збільшився на 17,8 тис. осіб. Природний рух населення в січні–травні 2019 р. характеризувався суттєвим перевищенням числа померлих над живонародженими: на 100 померлих – 49 живонароджених.

Як і чому нас ставало менше

Чисельність постійного населення, млн осіб на 1 січня відповідного року

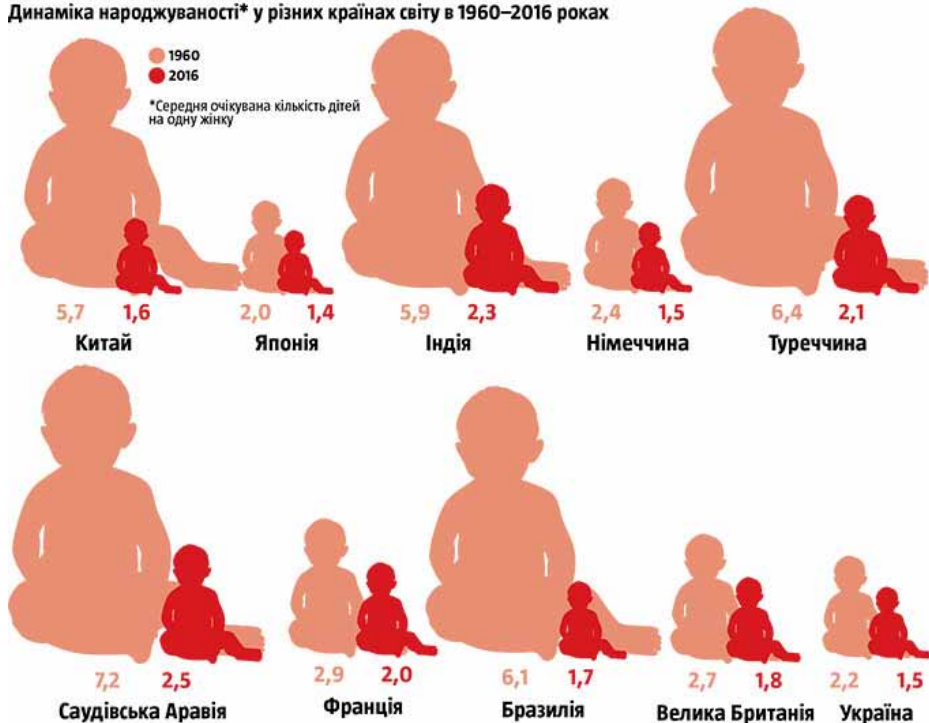


*За даними Всеукраїнського перепису населення, грудень 2001 року

**За даними Держстату без урахування тимчасово окупованого Криму

***Розрахунки автора на основі даних Держстату та ГУС у Донецькій і Луганській областях станом на 1 липня 2018 року. Без урахування тимчасово окупованих Криму та ОРДІЛО, а також тимчасово переміщених осіб

Динаміка народжуваності* у різних країнах світу в 1960–2016 роках



За даними World Bank

Коефіцієнт народжуваності, дітей на одну жінку



ДЕМОГРАФІЧНА СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ У 2013-2017 РОКАХ



Мал. 12.8. Аналізуємо. Робимо висновки...

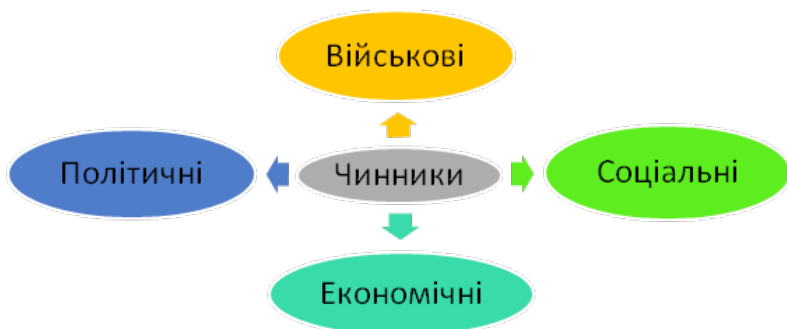
Екологічні проблеми й стан навколишнього середовища дедалі більше турбують людство. Із часу появи індустріального суспільства небезпечно втручання людини в природу різко посилилося, що загрожує глобальною небезпекою для людства.

Екологічна проблема — це зміна природного середовища в результаті антропогенного впливу, що веде до порушення структури й функціонування ландшафтів і призводить до негативних наслідків. Ці проблеми можуть мати як локальний (для окремих районів, областей і країн), так і глобальний характер, тобто впливати на цілі регіони світу й зачіпати життєві інтереси всього людства (мал. 12.9).



Мал. 12.9. Стосується кожного й усіх

Основною причиною виникнення глобальних екологічних проблем є забруднення довкілля й нераціональне природокористування. Однак у їхній основі лежать також й інші чинники (мал. 12.10).



Мал. 12.10. Основні чинники виникнення екологічних проблем

Практично будь-яка галузь небезпечна для природи, але найбільшою мірою виникнення екологічних проблеми спричиняють сільське господарство, металургія, хімічна промисловість, транспорт і енергетика.

Забруднювачем (полютантом) є будь-який фізичний агент, хімічна речовина або біологічний вид, що потрапляє в довкілля чи виникає в ньому в кількості, що виходить за межі звичайного. Їх класифікують за тривалістю дії (стійкі та нестійкі), впливом на біоту (забруднювачі прямої і непрямої дії), походженням (первинні й вторинні).

Про класифікацію забруднювачів за їхньою природою ви дізнаєтеся, проаналізувавши схему на малюнку 12.11 (*зробіть це*).

Забруднення			
Механічне	Фізичне	Хімічне	Біологічне
Сміття побутове Відходи побутові Органічний і неорганічний піл Сажа Смолянисті речовини	Теплове Світлове Шумове Електромагнітне Радіаційне випромінювання	Оксиди Кислот Солі важких металічних елементів Пестициди Пластмаси Синтетичні поверхневоактивні речовини (СПАР)	Біотичне Мікробіологічне Продукти генетичної інженерії

Мал. 12.11. Класифікація забруднювачів

Розгляньмо кожний з наведених видів забруднення докладніше. Механічне забруднення — засмічення довкілля стійкими продуктами діяльності (пластмасові вироби, скло, цегла), відходами гірничодобувної промисловості (наприклад, з видобутої корисної копалини масою 1 т лише 1–3 % перетворюються на корисну продукцію, а 98 % ідуть у відходи).

Фізичне забруднення пов'язане зі змінами фізичних параметрів середовища (теплове, світлове, електромагнітне, радіаційне, шумове, електромагнітне забруднення), його зумовлено роботою високовольтних електропередавальних ліній, електростанцій, телерадіостанцій, а також мікрохвильових печей, комп'ютерів, мобільних телефонів тощо.

Хімічне забруднення полягає в привнесенні в довкілля ксенобіотиків або великої кількості речовин, що є найзначнішою формою забруднення: забруднення сполуками важких металічних елементів, нафтове забруднення, фармакологічне забруднення (зокрема, 70–80 % антибіотиків, антипаразитарних препаратів потрапляють у річки); у глобальному масштабі переважають шість забруднювачів: Плюмбум, Кадмій, Хром, Меркурій, пестициди та радіонукліди.

Як впливають хімічні забруднювачі на організм людини? Висновків ви зможете дійти самостійно, проаналізувавши інформацію, наведену в таблиці 12.1 (*зробіть це*).

Таблиця 12.1.

Вплив деяких хімічних забруднювачів на здоров'я людини

Карбон(II) оксид (чадний газ)	З гемоглобіном крові утворює карбоксигемоглобін, що може призвести до зниження гостроти зору, погіршення роботи серця і легень, порушення дихання і навіть смерті
Вуглеводні (бензин, метан)	Справляють наркотичну дію, викликають головний біль, запаморочення
Плюмбум	Викликає головний біль, анемію, нервові розлади, пологові дефекти, затримку фізичного та психічного розвитку
Пестициди	Мають канцерогенні властивості, спричиняють ушкодження печінки, порушення ембріонального розвитку
Нітрати	Викликають утруднення дихання, підвищують дитячу смертність, унаслідок хімічних перетворень утворюють канцерогенні сполуки
Радіонукліди	Виявляють канцерогенний і мутагенний вплив

Біологічне забруднення зумовлено привнесенням і масовим розмноженням в довкіллі організмів. Розрізняють зоогенне (приклад — уселення колорадського жука), фітогенне (приклад — поширення опунції), мікробіогенне (приклад — масове розмноження ціанобактерій), генетичне (пов'язане з розвитком генної інженерії).

До яких видів забруднення найбільш уразливі екосистеми вашої місцевості?

Для визначення, обмеження, передбачення змін і якості довкілля застосовують певні механізми. Це екологічна експертиза, екологічні нормування, прогнозування, сертифікація, стандартизація, ліцензування, екологічний аудит.

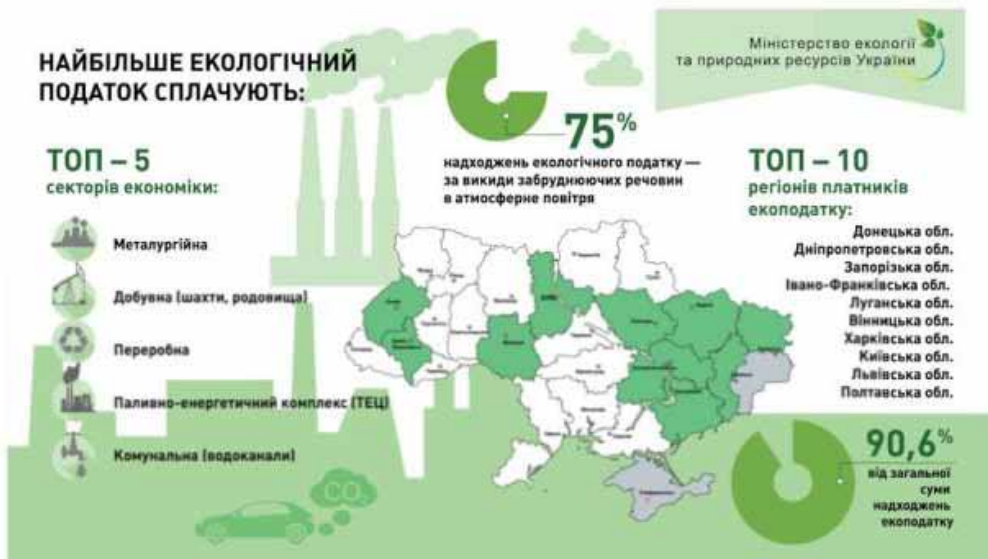
Екологічна криза в Україні зумовлена такими чинниками:

- високий рівень концентрації виробництва;
- застарілі технології переробляння сировини;
- тривалий період експлуатації мінерально-сировинних ресурсів.

Основні забруднювачі природного середовища в Україні: хімічна, металургійна, добувна промисловості, АЕС і ТЕС, автотранспорт тощо (мал. 12.12).

Виділяється особлива територія зони екологічного лиха — 30-кілометрова зона відчуження Чорнобильської АЕС, пов'язана зі значним радіоактивним забрудненням.

На екологічний стан території України також впливає забруднення вод і повітря з інших країн. Шкідливі викиди в атмосферу з країн Західної та Центральної Європи з повітряними потоками переносяться до Західної України, значна частина забруднення Хромом надходить із дніпровською водою з Білорусі. Тобто екологічні проблеми України прямо пов'язані з аналогічними проблемами сусідніх держав і Європи в цілому.



Мал. 12.12. Основні забруднювачі природного середовища в Україні

Проблема виснаження природних ресурсів посилюється тим, що країни з низьким рівнем розвитку намагаються подолати своє економічне відставання за рахунок посиленої експлуатації власних природних ресурсів, і як результат — різке погіршення стану довкілля.

Розв'язування екологічних проблем передбачає запровадження природозберігальних технологій, до яких належать:

- безвідходна (маловідходна) технологія, яка дає мінімум об'єму твердих, рідких, газуватих і теплових відходів і викидів. Повна безвідходність нереальна, тому що тоді не працював би другий закон термодинаміки, тож частіше говоримо про такі технології, які дають теоретичний мінімум відходів на виробництві, якого лише можливо досягти;
- реутилізаційна (рециркуляційна) технологія передбачає використання відходів одного виробництва як сировини для іншого (технології замкнених циклів);
- ресурсозберігальна технологія — виробництво й реалізація кінцевої продукції з мінімальним використанням речовини та енергії на всіх етапах виробничого циклу й з найменшим впливом на людину та природні екосистеми;
- біотехнології — сукупність методів і прийомів вироблення корисних для людини продуктів і явищ за допомогою біологічних агентів (біофільтри, біореактори тощо);
- екологічні технології (геотехнології) побудовано на основі процесів (за типами процесів), характерних для природи, інколи як їхнє пряме продовження (контурне землеробство, безвідвальне оброблення ґрунту тощо).

ГЛОБАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВ'ЯЗУЮТЬ УСІМ СВІТОМ

В умовах глобалізації формується світове (глобальне) громадянське суспільство, яке також здатне впливати на світові процеси. Діяльність громадських організацій має різне спрямування. Розрізняють дві групи міжнародних громадських організацій і рухів. Перші працюють у сфері захисту довкілля, прав людини та роззброєння, проводять моніторинги, підтримують укладення міжнародних угод. Ці міжнародні громадські організації сприяють прогресивним соціальним і політичним перетворенням, створенню соціальних мереж тощо (наприклад, «Лікарі без кордонів»).

Громадські об'єднання другої групи відіграють руйнівну роль. Це, передусім, терористичні міжнародні організації (наприклад, «Аль-Каїда»). Їхні можливості впливу на політику держав і міжнародних організацій обмежені певним регіоном поширення.

Сьогодні роботу міжнародних громадських організацій зведено до привернення уваги світової громадськості до проблем, формування громадської думки, здійснення тиску на владу в певних країнах світу тощо. Ці організації намагаються чинити тиск на ООН, ВООЗ та інші міжнародні міжурядові організації.

Значний внесок у подолання глобальних проблем зробили члени Римського клубу, створеного в 1968 році. Теоретична діяльність клубу охоплює глобальне моделювання, побудову комп'ютерних моделей світу, пошук засобів і шляхів гуманізації життя світового співтовариства і людини, збереження навколишнього середовища тощо.

Збереження миру, зміцнення міжнародної безпеки та роззброєння — головна мета діяльності ООН — це передумова створення необхідного міжнародного «клімату» для подолання глобальних проблем.

Велику роботу з охорони довкілля проводить ЮНЕП — Програма ООН з навколишнього середовища. Основні напрями її роботи:

- охорона атмосфери;
- охорона наземних живих ресурсів;
- екологічні аспекти планування населених пунктів;
- боротьба з ерозією ґрунтів;
- оцінка впливу на довкілля різних видів енергії;
- розробка різних аспектів міжнародного права з охорони довкілля;
- підготовка необхідних кадрів тощо.

Важливе місце в діяльності міжнародних організацій займає продовольча проблема. Значну роль у цьому напрямі виконує Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО). Вона здійснює:

- технічну допомогу;
- огляд світового продовольчого стану;
- аналіз розвитку сільськогосподарського виробництва.

НАУКА: ПОРОДЖЕННЯ ЧИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРОБЛЕМИ?

Упровадження у виробництво найновіших досягнень науки й техніки, поява нових технологій призвели до глибоких якісних змін у житті суспільства. Відбувається вдосконалення технологій і зростання виробництва, що сприяє повнішому задоволенню потреб людей, раціональнішому користуванню природними ресурсами, збільшенню виробництва харчових продуктів, але водночас забруднюється природне середовище, знищуються ліси, посилюється ерозія ґрунтів, випадають кислотні дощі, стоншується озоновий шар навколо Землі, погіршується стан здоров'я людей тощо.

Природничі науки об'єднують свої зусилля в дослідженні перспектив відновлення природних зон, керування глобальними ризиками. Одним з важливих завдань природничих наук стає впровадження аспектів біосферного мислення. Адже важливим є не тільки прогнозування біосферних змін і пошук економічних, політичних, міжнародно-правових засобів адаптації до них, а й зміна суспільної та індивідуальної свідомості, громадської думки. Нового сенсу має набути взаємозв'язок історії людства й історії природи. Часто історію сприймають як просте перелічування фактів, де існування людства відірване від історії природи. Проте такі природничі науки, як астрономія, палеонтологія, еволюційна біологія тощо можна назвати «історичними», на відміну від природничих «неісторичних» (хімія, фізика). Перших поєднують особливості методології (неможливість або обмеженість лабораторного дослідження, експерименту), уявлення про причинний зв'язок, характер передбачень, певна спільність об'єкту — дослідження складних систем, що еволюціонують. Перед істориками людських спільнот часто постають проблеми, дуже подібні до проблем, з якими стикаються науковці інших спеціальностей — геологи, палеонтологи, біологи-еволюціоністи, кліматологи. А тому гуманітарії могли б запозичити у «природничих історичних наук» деякі методи аналізу та прогнозування.

Адже природознавство поступово перетворюється на сферу інструментально-інженерних маніпуляцій, у результаті чого постає новітній технологізм, загрозливий для людства, бо саме він ставить питання про можливість перетворення людської природи й природи в цілому. Планета стає супер-лабораторією природознавців, за чим гуманітарії розгублено спостерігають. Питання про безпеку таких експериментів є одним з найважливіших в аспекті зв'язку майбутніх глобальних ризиків з досягненнями природничих наук. Тема гравітаційного кінця світу, пов'язаного з експериментами фізиків, нині лишається актуальною, розділивши й самих фізиків на оптимістів і песимістів. Розвиток молекулярних нанотехнологій, ідея повного контролю над структурою матерії на атомному рівні, генна інженерія можуть зумовити новітні глобальні проблеми людства й природи (мал. 12.13).

Тому розвиток природничих наук має відбуватися узгоджено з розвитком екологічного мислення, різноманітними дослідженнями щодо перспектив майбутнього людства, його виживання і подолання глобальних проблем, уникання ризиків і біоколапсу людства.



Мал. 12.13. а) «Сторожовий птах» Роберта Шеклі¹ — не така вже це й фантастика...
б) «Гулі-гулі, мої дзонулі...»

ЗБАЛАНСОВАНИЙ РОЗВИТОК — УПЕВНЕНЕ МАЙБУТНЄ

Ще не винайдено засобів для розв'язування актуальних глобальних проблем, однак шляхи стабілізації та узгодження взаємодії природи й суспільства вже визначено в рамках *концепції сталого розвитку*. На Конференція ООН із проблем навколишнього середовища (Стокгольм, 1972) уперше обговорено концепцію сталого розвитку. На конференції створено Стокгольмську декларацію, яка встановила 26 принципів збереження довкілля. У 1987 році. Міжнародна комісія ООН з навколишнього середовища й розвитку (МКНСР) під головуванням екс-прем'єра Норвегії Тро Гарлем Брундтланд опублікувала звіт «Наше спільне майбутнє», у якому поняття сталого (збалансованого узгодженого, виваженого) розвитку визначено як розвиток суспільства, що задовольняє потреби сьогодення, не приносячи при цьому в жертву здатності майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

Сталий розвиток — це сучасна концепція взаємодії суспільства й природи з узгодження між економічним та соціальним розвитком суспільства й збереженням довкілля. При цьому має місце такий розвиток суспільства, за якого задоволення потреб сучасних поколінь не повинно ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

Ця стратегія включає три складники (мал. 12.14):

- екологічний (збереження і поліпшення природного середовища);
- економічний (подальший гармонійний розвиток виробництва, продуктивних сил суспільства);
- соціальний (неухильне підвищення добробуту народів, вирівнювання рівнів їхнього життя — внутрішніх і зовнішніх, неухильне поліпшення соціальних умов і стандартів).

Тільки таке розуміння сталого розвитку прийнятне для всіх народів.

¹ Роберт Шеклі (1928–2005, США) — американський письменник і класик світової фантастики, загальноновизнаний майстер гумористичної та сатиричної фантастики.



Мал. 12.14. Складові сталого розвитку

Таким чином, сталий розвиток — це процес гармонізації, поєднання між собою навколишнього середовища, економіки й добробуту людей у триєдину систему. Це можливо за умови вдосконалення керування природокористуванням, економікою та суспільством на всіх рівнях: глобальному, регіональному, національному й локальному.

Концепція сталого розвитку ґрунтується на п'яти головних принципах:

- людство може надати розвитку збалансованого й довготривалого характеру — для того, щоб він відповідав потребам людей, які живуть зараз, не втрачаючи при цьому можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби;
- обмеження у сфері експлуатації природних ресурсів відносні. Вони пов'язані із сучасним рівнем техніки й соціальної організації, а також зі здатністю біосфери до самовідновлення;
- необхідність задоволення елементарних потреб усіх людей і надання всім можливості реалізувати себе в житті. Без цього збалансований і довготривалий розвиток просто неможливий;
- необхідність урівноваження можливостей тих, хто користується надмірними грошовими й матеріальними благами, з екологічними можливостями планети, зокрема щодо використання енергії; чисельності й темпів росту населення, які мають відповідати потенціалу глобальної екосистеми Землі.

Ця концепція ставить фундаментальне завдання — поєднати динамічний економічний розвиток з наданням рівних можливостей кожному члену суспільства за рахунок підвищення ефективності використання ресурсів і ліквідації залежності між економічним зростанням і забрудненням довкілля.

25 вересня 2015 року лідери 193 країн світу взяли на себе зобов'язання з виконання 17 цілей (мал. 12.15), які дадуть змогу досягти трьох важливих результатів у найближчі 15 років: покінчити з крайньою бідністю, побороти нерівність і несправедливість, зайнятися викликами зміни клімату. Глобальні цілі сталого розвитку допоможуть у розв'язуванні цих завдань, у всіх країнах, для всіх людей. Наголошено прагнення здійснювати порядок денний так, щоб це принесло максимальну користь усім: як нинішньому, так і майбутнім поколінням, і відповідало правам та обов'язкам держав за міжнародним правом.

Сімнадцять цілей та 169 задач нового плану дій набули чинності 1 січня 2016 року.

Роботу над цим планом дій розраховано на 15 років — до 2030 року.



Мал. 12.15. Цілі визначено!

Зверніть увагу на четверту ціль. Досягнення всебічної якісної освіти для всіх іще раз підтверджує думку про те, що освіта є одним з найпотужніших і перевірених засобів сталого розвитку.

Цільові показники сталого розвитку у сфері освіти до 2030 року такі:

- забезпечити всім дівчаткам і хлопчикам отримання безкоштовної, справедливої і якісної початкової та середньої освіти, що дає змогу досягти належних й ефективних результатів навчання;
- забезпечити рівний доступ для всіх жінок і чоловіків до недорогої якісної технічної, професійної та вищої освіти, зокрема до університетів;
- значно збільшити кількість молоді й дорослого населення, які мають відповідні знання і навички, зокрема технічні та професійні, забезпечення зайнятості, створення гідних робочих місць і розвитку підприємницької діяльності;
- ліквідувати гендерну нерівність в освіті й забезпечити рівний доступ до всіх рівнів освіти та професійної підготовки для соціально незахищених категорій населення, зокрема осіб з обмеженими можливостями, представників корінних народів і дітей з особливими потребами;

- забезпечити, щоб усі учні набували знань і навичок, необхідних для сприяння сталого розвитку, зокрема за допомогою навчання з питань сталого розвитку та збалансованого способу життя, прав людини, гендерної рівності, заохочення культури миру та ненасильства, виховання громадян світу й визнання культурного розмаїття і внеску культури в сталий розвиток;
- створити та модернізувати навчальні заклади з урахуванням потреб дітей, інвалідів і гендерних аспектів та гарантувати безпечне, ненасильницьке, інклюзивне й ефективне середовище для навчання.

ЩО Я МОЖУ ЗРОБИТИ ДЛЯ СЕБЕ, ДЛЯ БЛИЗЬКИХ, ДЛЯ ПЛАНЕТИ?

Кожна мисляча й небайдужа людина, незалежно від вибраного фаху, сфери професійних і приватних інтересів, політичної і громадської позиції, мусить бути обізнаною з питань глобальних проблем сучасності. Зрештою, це — питання не рівня освіченості, фаховості, компетентності особи, навіть не поліпшення чи облаштування нашого існування, але — самого його збереження. Сучасна молодь, якій не байдужа власна доля та доля її рідних і близьких, своєї країни, не може «дозволити собі розкіш» нехтувати відповідними знаннями.

Для вирішення сучасних екологічних проблем важливе значення має екологічна свідомість, яка зумовлює здатність усвідомлювати сучасний екологічний стан і прогнозувати наслідки діяльності людства. Формування екологічної свідомості залежить від екологічної інформації, яка може забезпечувати різний ступінь екологічних знань, різну їхню глибину залежно від індивідуальних властивостей і професійної належності. На базі екологічної свідомості формується *екологічне мислення*. Екологічне мислення — один з етапів пізнання людиною природи, який передбачає усвідомлення особистістю об'єктивної реальності навколишнього світу, своїх дій і способу життя з метою зведення до мінімуму або уникнення екологічних проблем. Однією з характеристик екологічного мислення людини є занепокоєння станом навколишнього середовища та здатність визначати джерело екологічної небезпеки. Також важливим є визнання здорового й безпечного навколишнього середовища суспільною цінністю. Але визначальним у характеристиці екологічного мислення є формування в людини готовності до дій, усвідомлення необхідності особистої участі в колективних діях зі збереження довкілля.

Що може зробити одна людина для всієї планети? До вашої уваги — найпростіші способи, як кожному можна долучитись до гармонізації співжиття людей на Землі (мал.12.16).



Мал. 12.16. Мислімо глобально, діймо локально!

Не думайте про ціну. Подумайте про цінності.

Навіть незначний прояв доброти набагато цінніший одного лише наміру.

Незалежно від того, скільки помилок ви робите й наскільки повільним є ваш прогрес, ви, як і раніше, попереду тих людей, хто ще не намагався нічого зробити.

Не кажіть, що вам не вистачає часу. У вас є така сама кількість годин на добу, як і в Хелени Келлер, Пастера, Мікеланджело, матері Терези, Леонардо да Вінчі, Томаса Джефферсона, Альберта Ейнштейна тощо.



ПОДУМАЙТЕ Й ВІДПОВІДАЙТЕ

1. Коли, на вашу думку, виникли глобальні проблеми людства? Назвіть їх. Які з них стосуються особисто вас?
2. Зіставте рівень гостроти глобальних проблем у світі й Україні.
3. Поясніть: а) який взаємозв'язок є між глобальними проблемами; б) як ви розумієте зміст девізу «Грінпіс»: «Мисли глобально — дій локально!».
4. Схарактеризуйте роль природничих наук у розв'язуванні глобальних проблем людства.
5. Назвіть аспекти енергетичної та сировинної проблем. Укажіть шляхи їхнього подолання.
6. Сьогодні часто можна почути легенду про Всесвітній потоп. Давні люди вважали, що потоп посланий на Землю за волею Бога як покарання за гріхи людству. Нині грядущий потоп пов'язують з техногенною діяльністю людини. Поясніть, що розуміють під цим.
7. Назвіть основні види забруднень. Схарактеризуйте екологічні наслідки забруднення довкілля. З'ясуйте на офіційному сайті Головного управління з охорони природи у вашому регіоні, які екологічні проблеми є провідними.
8. Уявіть, що ви керуєте підприємством, яке взялося за очищення водойми у вашій місцевості. Які заходи й у якій послідовності ви здійснюватимете? Поясніть чому.
9. Міжнародна організація Римський клуб створює моделі майбутнього світу. За характером прогнозів учені розділилися на оптимістів і песимістів. Песимісти вважають, що, не розв'язавши глобальних проблем, людство поступово почне вимирати із середини XXI ст. Оптимісти переконані в тому, що, використовуючи новітні досягнення науково-технічного прогресу, людина успішно подолає проблеми та житиме в гармонії з природою. Який погляд на майбутнє людства поділяєте ви: песимістичний чи оптимістичний? Обґрунтуйте свою думку.
10. Як ви розумієте поняття «сталий розвиток»? Обґрунтуйте передумови виникнення проблеми сталого суспільного розвитку.
11. Назвіть основні документи світової спільноти зі сталого розвитку.
12. Визначте головні принципи концепції сталого розвитку.
13. Поясніть, що означає — жити за принципами сталого розвитку.
14. Висловіть судження щодо значення формування екологічного мислення.



ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Складання карти екологічно проблемних об'єктів (власного подвір'я, регіону проживання, України, світу).

ЗАХИСТ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

- Роль молоді в розв'язуванні глобальних проблем людства.
- Година Землі.
- Джерела радіоактивного забруднення. Природні джерела радіоактивного випромінювання.
- Теорія біотичної регуляції навколишнього середовища.
- Коеволюція природи й суспільства.
- Сучасні наукові досягнення, які відповідають коеволюції та збалансованому розвитку.
- Проектування паркових територій, газонів, лісосмуг з погляду стійкості.
- Біоіндикатори.
- Екотехнології.
- Рециклінг як цивілізований спосіб утилізації твердих побутових відходів.
- Дискусійний клуб (дебати): майбутнє людства.