

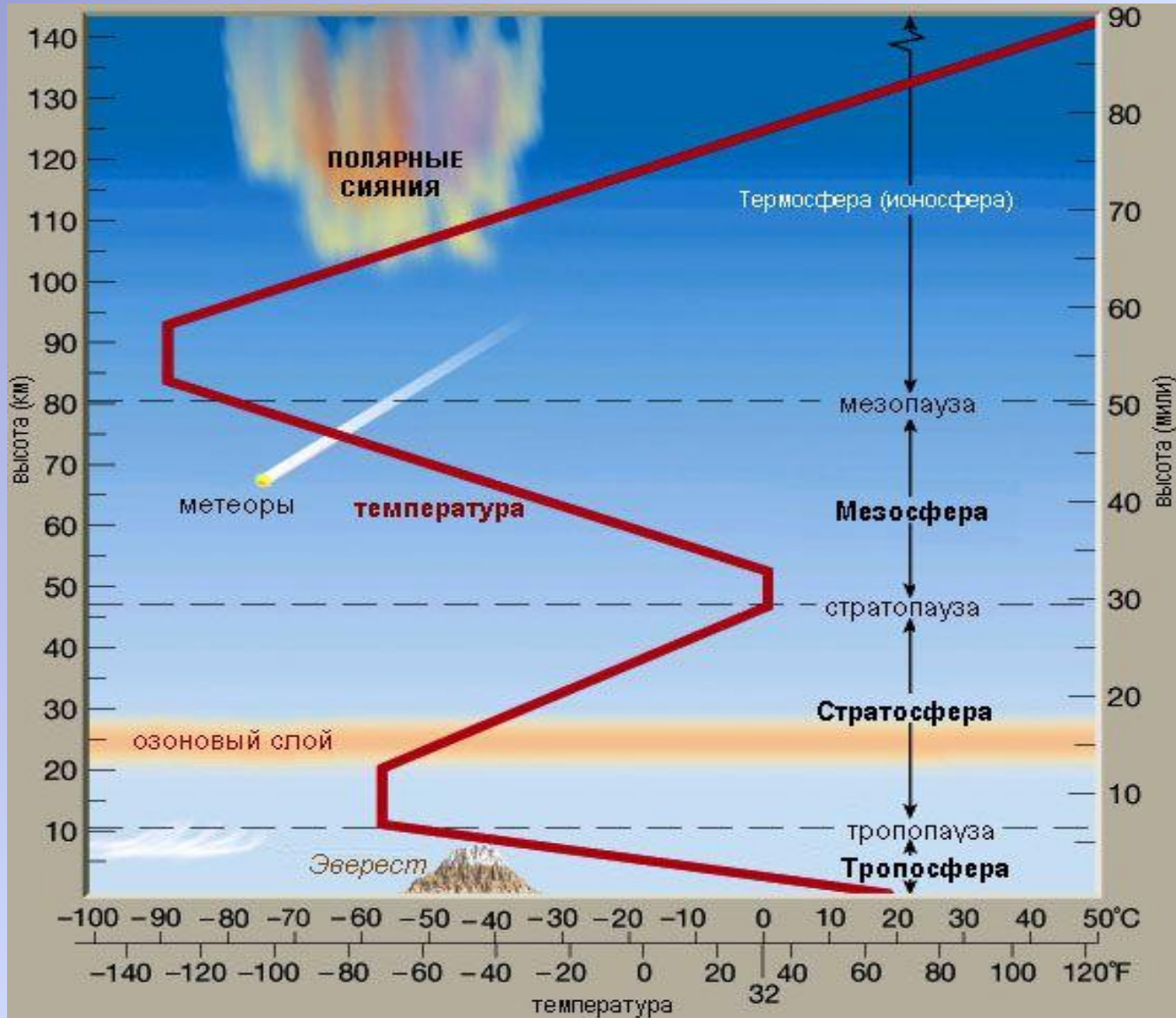
# Хімічний склад об'єктів природного середовища

## Лекція 3

# Атмосфера

# Будова атмосфери

Атмосфера - це шар повітря над планетою Земля висотою ~ 60 км.



# Хімічний склад сухого атмосферного повітря у земній поверхні

Газ	Об'ємна концентрація		Молярна маса
	%	ppt	
Азот	78,084		28,0134
Кисень	20,9476	-	31,9988
Аргон	0,934	-	39,948
Діоксид вуглецю (IV)	0,0314	314	44,0099
Неон	0,001818	18,18	20,179
Гелій	0,000524	5,24	4,0026
Метан	0,0007	1,7	16,0430
Криптон	0,000114	1,14	83,80
Водень	0,00005	0,5	2,0159
Оксид азоту (II)	0,0005	5,0	44,0128
Оксид азоту (IV)	0-0,000002	0-0,02	46,0055
Ксенон	0,0000087	0,087	131,30
Діоксид сірки	0-0,0001	0-1	64,0628
Озон: улітку	0-0,000007	47,9982	48,0000
взимку	0-0,00002	0,2	
Аміак	$10^{-7} < 0,0000001$	$< 0,001$	17,0306
Оксид вуглецю (II) (у повітрі міст)	0-0,000008	0-0,08	28,0159
Водяна пара: в Антарктиді	0,00002	0,2	18,0160
в тропіках	3,0	-	

\* За даними вітчизняних видань.\*\* За даними закордонних видань.\*\*\* Середня молярна маса сухого повітря дорівнює 28,9644.

ppt – 1 см<sup>3</sup> речовини , що міститься в 10<sup>6</sup> см<sup>3</sup>

# Шкідливі речовини в атмосфері:

- частки сажі,
- азбесту,
- свинцю,
- пилу,
- зважені рідкі краплі вуглеводнів,
- сірчана кислота,
- оксиди вуглецю,
- оксиди нітрогену,
- оксиди сірки і т.д.

Нормальний склад (компоненти чистого сухого повітря) атмосфери Землі  
в % (об'ємних)

$N_2$	78,08
$O_2$	20,94
Ar	0,93
$CO_2$	< 0,00005
Ne, He, $CH_4$ , Kr та $H_2$	0,01

# Час перебування слідів газів в атмосфері

<i>Газ</i>	<i>Час перебування</i>	<i>Концентрація, 10<sup>-7</sup> %</i>
Діоксид вуглецю	4 роки	360000
Оксид вуглецю (I)	0,5 року	100
Метан	3,6 роки	1600
Мурашина кислота	10 днів	1
Оксид азоту (III)	20-30 років	300
Оксид азоту (I)	4 дні	ОД
Діоксид азоту	4 дні	0,3
Аміак	2 дні	1
Діоксид сірки	3-7 днів	0,01-0,1
Сірководень	1 день	0,05
	40 днів	0,02
	1 рік	0,5
	1 день	0,001
	30 днів	0,7
	5 днів	0,002
Хлороводень	4 дні	0,001

# Атмосферні опади

- дощ
- сніг
- град
- води
- мряки
- роси
- іній



# Основні забруднювачі атмосфери

1. оксиди сірки ( $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$ );
2. оксиди нітрогену ( $\text{N}_x\text{O}_y$ );
3. оксиди вуглецю ( $\text{CO}$  і  $\text{CO}_2$ );
4. вуглеводні ( $\text{C}_x\text{H}_y$ );
5. пил

200 млн. тонн оксиду сірки (IV) і пилу,  
~ 60 млн. тонн оксидів нітрогену,  
80 млн. тонн, оксидів вуглецю,  
~ 80 млн. тонн різних вуглеводнів

# Оксиди сірки ( $\text{SO}_2$ і $\text{SO}_3$ )

Оксиди сірки потрапляють в атмосферу в результаті :

- Спалювання палива (бурого вугілля, мазуту, сірковмісних нафтопродуктів),
- у процесі роботи теплових електростанцій (ТЕС),
- при переробці поліметалевих сірковмісних руд різних металів ( $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{NiS}$ ,  $\text{MnS}$  і т.д.).

ТЕС потужністю 1 млн. кВт при роботі на кам'яному вугіллі викидає 11 тис. тонн  $\text{SO}_2$  у рік, при роботі на газі - 20% від цієї кількості

Переробка сірковмісних руд S окиснюється до  $\text{SO}_2$  і  $\text{SO}_3$ . До  $\text{SO}_3$  окиснюється менш 3% вихідної сірки.

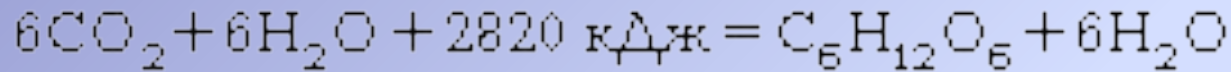
# Оксид вуглецю (II)(CO)

Джерела CO в атмосфері міст :

1. (понад 90%) є автотранспорт,
2. тютюновий дим, з яким зустрічаються не тільки курці, але і їх найближче оточення.

Норма ГДК —3 мг/м<sup>3</sup> (CO)

# Оксид вуглецю (IV)(CO<sub>2</sub>)



де 2820 кДж - кількість сонячної енергії, використаної в процесі фотосинтезу

700 <λ< 1400 нм ІЧ випромінювання

400 <λ< 700 нм видима ділянка спектру

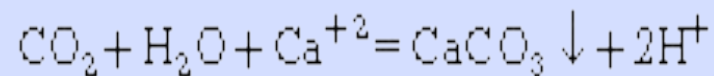
Відбиває 700 <λ< 1400 нм , поглинає 400 <λ< 700 нм

З 1850 року по теперішній час зміст CO<sub>2</sub> в атмосфері Землі зріс з 0,027% до 0,033%.

Вилучається з атмосфери:

1- в процесі фотосинтезу

2- зв'язування в карбонати



# Пил

Основний внесок вносять виробництва:

- будматеріалів,
- дроблення порід у гірничодобувній промисловості,
- виробництво цементу,
- будівництво.

# Аерозолі (пил, дим, туман та ін.)

За розмірами поділяють:

- найдрібніші (частинки Айткена) з радіусом  $r=2 \cdot 10^{-5}$  см
- великі ( $r = 2 \cdot 10^{-5}$  см<sup>-1</sup> -  $1 \cdot 10^{-4}$  см)
- гігантські ( $r > 1 \cdot 10^{-4}$  см)

В аерозолях міститься основна маса хімічних інгредієнтів, які випадають на поверхню Землі з атмосферними опадами

Осередки конденсації атмосферної вологи.

# Кисень ( $O_2$ )

Вміст газів в атмосфері Землі, Венери й Марса, %

Газ	Земля	Марс	Венера
$CO_2$	0,03	95	98
$N_2$	78	2,7	1,9
$O_2$	21	0,13	сліди

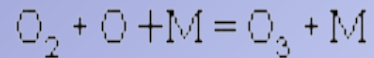
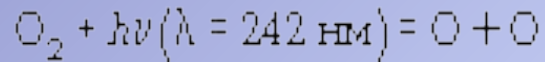
Продуценти кисню на Землі:

1. зелені водорості поверхневих вод світового океану (60%)
2. тропічні ліси суши (30%).

# Озон (O<sub>3</sub>)

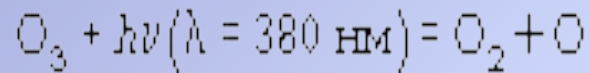
## Цикл Чепмена

1. Озон утворюється у верхніх шарах стратосфери й нижніх шарах мезосфери за реакціями:

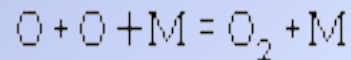
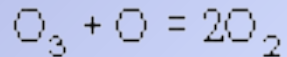


M - різні складові атмосфери, наприклад, кисень або нітроген

2. Озон поглинає УФ-випромінювання,

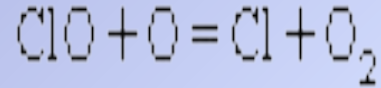
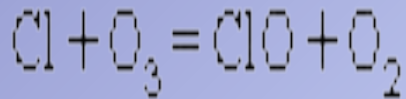


3. Озон і атомарний кисень можуть реагувати в кисневій атмосфері за реакціями:





# ХФВ



Наслідки зменшення озонного шару від 30 до 90%..:

- а) рак шкіри прийме епідемічний характер, тому що очікується, що кожний відсоток зменшення товщини озонного шару спричинить збільшення числа випадків захворювання раком шкіри на 5-6%;
- б) різко скоротиться кількість планктонів у світовому океані;
- в) зникнуть багато видів тварин, (ракоподібні);
- г) УФ-випромінювання несприятно позначиться на сільськогосподарських культурах.

# Фізико-хімічні методи очищення атмосфери від газоподібних забруднювачів

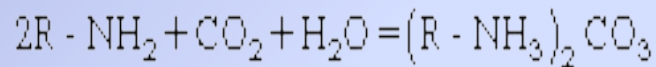
# Основні методи очистки

- Абсорбція - поглинання газів або пару з газових або парових сумішей рідкими поглиначами, абсорбентами.
- Адсорбція – селективне відділення компонентів за допомогою твердих матеріалів, адсорбентами, що й мають більшу питому поверхню.
- Каталітичне - очищення засноване на каталітичних реакціях, у результаті яких домішки перетворюються в нешкідливі, менш шкідливі або сполуки, що легко віддаляються.
- Санітарне очищення промислових викидів містить у собі очищення від оксидів вуглецю, оксидів нітрогену, оксидів сірки й пилу.

# Очищення газів від CO<sub>2</sub>

- Абсорбція водою. Цей спосіб простий і дешевий, однак ефективність очищення в цьому випадку мала, тому що максимальна поглинальна здатність води становить 8 кг CO<sub>2</sub> на 100 кг води.

- Поглинання розчинами етанол-амінів:



- Очищення цеолітами типу СаА.

# Цеоліти або молекулярні сита

- **Цеоліти** - це синтетичні або природні мінерали (алюмосилікати) загальної формули:  $M_{2/n} \cdot Al_2O_3 \cdot n \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ , де M - лужний або лужно-земельний метал;  
n - його ступінь окиснення
- Селективність адсорбції цеолітами обумовлена наявністю тонких пор певного розміру, тому їх часто називають **молекулярними ситами**.



# Основні властивості синтетичних цеолітів Саа(5А) наведені в таблиці:

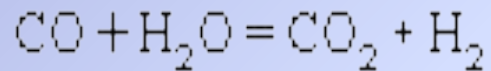
Найменування показника	Характеристики
Марка цеолітів	СаА
Назва по класифікації США	5А
Розмір пор, ангстрем	5
Сорбція речовин, відповідно до величини ефективного діаметра пор	Вода, аміак, сірководень, вуглекислий газ, метан, мітил- і етилмеркаптани, окис етилену, етиламін, диборан, а також нормальні вуглеводні й спирти до 320.
Застосування цеолітів	Для поділу низькокипящих і легенив углеводородных газів; для відділення нормальних парафинов від розгалужених і циклічних вуглеводнів.
Внутрішня питома поверхня, м <sup>2</sup> /г	750-800

# Очищення газів від СО

- Довипалювання на (Pt/Pd) каталізаторі:



- Конверсія:



# Очищення газів від оксидів нітрогену

- Каталітичне окиснення 80% здійснюється за рахунок перетворень на каталізаторах.
  - окиснення оксидів нітрогену з наступним поглинанням водою й утворенням нітратної кислоти.
- a) окиснення озоном у рідкій фазі:  $2\text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$
- b) окиснення киснем при високій температурі:  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
- c) відновлювальні методи засновані на відновленні оксидів нітрогену до нейтральних продуктів у присутності каталізаторів або під дією високих температур:  $\text{N}_2\text{O}_5 \xrightarrow{215^\circ\text{C}} \text{N}_2\text{O}_4 \xrightarrow{1400^\circ\text{C}} \text{NO}_2 \xrightarrow{6000^\circ\text{C}} \text{NO} \xrightarrow{10000^\circ\text{C}} \text{N}_2 + \text{O}_2$
- d) розкладання оксидів нітрогену до нейтральних складових атмосфери ( $\text{N}_2 + \text{O}_2$ ) відбувається в потоці низькотемпературної плазми ( $10000^\circ\text{C}$ ).
- e) Сорбційні методи:
- $\text{C} + 2\text{NO} = \text{CO}_2 + \text{N}_2$        $2\text{NO} + 2\text{CO} = \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$
- адсорбція оксидів нітрогену водяними розчинами лугів і вапном,
  - адсорбція твердими сорбентами (буре вугілля, торф, силікагелі, цеоліти)

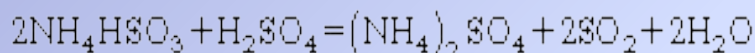


# Очищення газів від $\text{SO}_2$

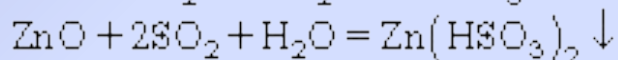
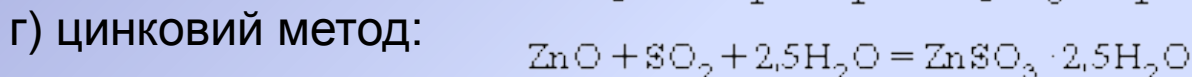
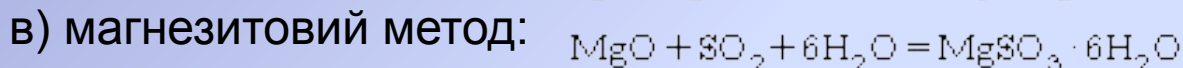
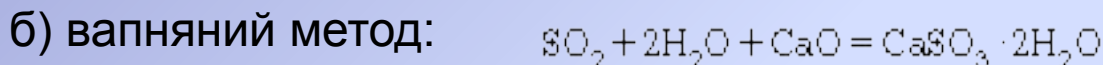
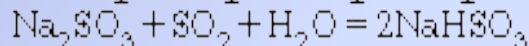
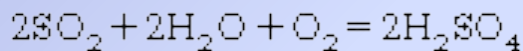
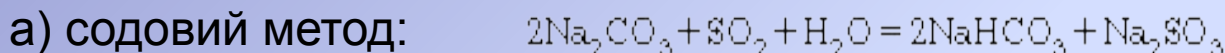
- *Аміачні методи* взаємодія  $\text{SO}_2$  з водяним розчином сульфїту амонїю:



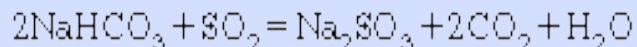
легко розкладається кислотами (сїрчаною, нїтратною, фосфорною):



- *Метод нейтралїзацїї* - поглинання  $\text{SO}_2$  розчином соди, вапна або суспензіями основних оксидів:



- *Каталїтичні методи* перетворення  $\text{SO}_2$  в  $\text{H}_2\text{SO}_4$  у присутності каталїзаторів (пїролюзит).



# Очищення газів від зважених часток

- Гравітаційне осідання.
- Центрифугирование.
- Електростатичне осідання.
- Інерційний удар.
- Пряме захоплення.
- Дифузія.

# Система державних і міжнародних стандартів з якості атмосферного повітря

- ДСТУ ISO 4226:2004 Якість повітря. Загальні положення.
- Одиниці ISO 4226:1993 вимірювання.
- ДСТУ ISO 6879-2003 Якість повітря. Характеристики і настанови щодо ISO 6879:1995 вимірювання якості повітря.
- ДСТУ ISO 7168-1 -2003 Якість повітря. Обмін даними. Частина 1.
- ISO 7168-1:1999 Загальний формат даних
- ДСТУ ISO 7168-2-2003 Якість повітря. Обмін даними. Частина 2.
- ISO 7168-2-1999 Стислий формат даних.
- ДСТУ ISO 7708-2003 Визначення розміру фракцій під час відбирання
- ISO 7708:1995 проб частинок, які впливають на здоров'я людини.
- ISO 1000:1992 Одиниці СІ, рекомендації по використанню.
- ISO 3534-1:1993 Статистичні дані. Глосарій та символи. 4.1. Вірогідність та загальні статистичні терміни. Міждержавні і європейські ГОСТ 17.2.1.01

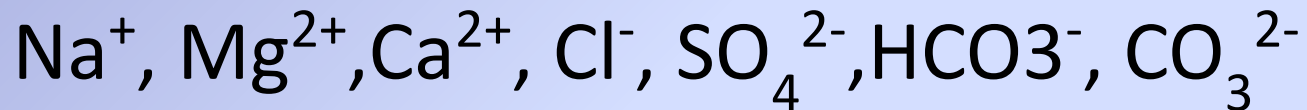
# Хімічний склад, класифікація природних вод

# Класифікація природних вод за величиною мінералізації

Природні води	Мінералізація , $\Sigma I$ , г/кг
Прісні	< 1,0
Солонуваті	1 - 25
Морські	25 - 50
Розсоли (ропи)	> 50

# Якісний склад матриці природних вод

- Матриця природних вод – сума сольових компонентів, мінералізація  $\Sigma I$  [г/кг]
- Характеризується співвідношенням іонів:



# Класифікація природних вод за ВМІСТОМ ІОНІВ

- За вмістом аніонів:
  - гідрокарбонатні і карбонатні ( $\text{HCO}_3^-$  і  $\text{CO}_3^{2-}$ );
  - сульфатні ( $\text{SO}_4^{-2}$ );
  - хлоридні ( $\text{Cl}^-$ )
- За вмістом катіонів:
  - кальцієві,
  - магнієві,
  - натрієві.

Поверхневі води України є в основному гідрокарбонатно-кальцієвими, морські води – хлоридно-натрієві, колодязні води – сульфатно-магнієві (“гірка вода”)

# Основні групи хімічних інгредієнтів природних вод

Розчинені  
гази

$O_2$ ,  $CO_2$ ,  
 $H_2S$ ,  $CH_4$   
тощо

Головні іони  
(сольові  
компоненти)

$Na^+$ ,  $Mg^{+2}$ ,  
 $Ca^{+2}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$   
 $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{-2}$

Біогенні  
елементи

$NH_4^+$ ,  $NO$ ,  $NO^-$ ,  
 $NO_3^-$ , азот  
органічний,  
фосфор  
органічний,  
орто-,  
поліфосфати,  
ортосилікати,  
 $Fe^{2+}$  і  $Fe^{3+}$

Мікроелементи

$Mn$ ,  $Zn$ ,  $Co$ ,  $Cu$ ,  $Mo$   
біометали  
 $Ni$ ,  $Cr$ ,  $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Hg$ ,  $F$   
та інші  
компоненти  
(неорганічні  
промислові  
забруднювачі).

Органічні  
речовини

Вуглець, білки,  
аміни,  
амінокислоти,  
карбонові  
кислоти,  
гумусові та  
фульвокислоти  
та інші.



# Основні показники властивостей природних вод

- прозорість,
- кольоровість,
- каламутність,
- смак,
- запах,
- кислотність рН,
- окисно-відновний потенціал ( $E_h$ ),
- електропровідність
- п'ятидобове біохімічне споживання кисню ( $BCK_5$ ).

# За фізико-географічними умовами формування хімічного складу природні води поділяють:

- поверхневі води суші (річки, озера, водоймища, ставки)
- підземні води (артезіанські та мінеральні)
- морські та океанські води
- атмосферні опади

Поверхневі води суші

# Склад поверхневих вод суші

Речовина	Форма	Джерело
Кисень		Фотосинтез водними рослинами, біохімічне окиснення органічних речовин та хімічне окиснення ( $\text{Fe}^{+2}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{NO}^{2-}$ , $\text{H}_2\text{S}$ тощо)
Вуглекислий газ	$\text{CO}_2$ , $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$	Окиснення органічних сполук та дихання водних організмів.
Сірководень		Органічні речовини
Іони водню		Продукти дисоціації вугільної кислоти, слабкі органічні кислоти (переважно гумусові) та солі важких металів, що гідролізують
Головні іони	Хлориди, сульфати та гідрокарбонати натрію (калію), магнію та кальцію	Розчинення у воді різних гірських порід, мінералів, солей
Біогенні елементи		
Азот	$\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_2^-$ та $\text{NO}_3^-$	Неорганічні сполуки і органічні (білки та продукти їх розпаду — амінокислоти, аміни)
Фосфор	“Неорганічний” ( $\text{P}^{+5}$ ) та “органічний” фосфор	Похідні ортофосфорної кислоти, процеси життєдіяльності гідробіонтів, фосфоровмісні добрива, миючі засоби
Силіцій	Ортокремнієва кислота та полісиліцієвих кислоті	Мінерали
Залізо	$\text{Fe}^{2+}$ ( $[\text{FeOH}]^+$ , $\text{FeCO}_3$ , комплексні сполуки з фульвокислотами) - (при низьких значеннях рН), $\text{Fe}^{3+}$	хімічне вивітрювання гірських порід, металургійна і металообробна промисловість

# Склад поверхневих вод суші

Мікроелементи				
Мета л	Форми існування		Інтервали концентрацій у поверхневих водах суші	ГДК [мг/л]
	pH 6,5	pH 8,5		
Mn	$Mn^{2+} \gg [MnL_n]^{z-} \geq [MnHCO_3]^+$ > > $[Mn(\Phi K)_n]^{z-} > [MnCO_3]^0$	$[MnCO_3]^0 > [Mn(\Phi K)_n]^{z-} > Mn^{2+} >$ > $[MnL_n]^{z-} \geq [MnHCO_3]^+$	0,002-1,0	1
Cu	$[Cu(\Phi K)_n]^{z-} \gg [CuL_n]^{z-}$	$[Cu(\Phi K)_n]^{z-} \gg [CuL_n]^{z-} \approx [CuCO_3]^0$ $\gg [CuOH]^+ \approx [Cu(OH)_2]^0$	0,002-0,05	0,1
Zn	$[ZnL_n]^{z-} \gg [Zn(\Phi K)_n]^{z-} >$ $[ZnHCO_3]^+ > [ZnCO_3]^0 \approx$ $[ZnOH]^+$	$[ZnCO_3]^0 > [Zn(\Phi K)_n]^{z-} \geq$ $[ZnL_n]^{z-} > [ZnOH]^+ > [ZnHCO_3]^+$	0,003-0,1	1
Co	$[CoL_n]^{z-} > [CoHCO_3]^+$ $\gg Co^{+2} > [Co(\Phi K)_n]^{z-} \approx [CoSO_4]^0$	$[CoL_n]^{z-} \geq [CoHCO_3]^+ \geq [Co(\Phi K)_n]^{z-}$ $> Co^{+2} > [CoSO_4]^0$	0.0001-0.005	0.1
Ni	$[Mn(\Phi K)_n]^{z-} [NiHCO_3]^+ >$ $> [NiL_n]^{z-} > Ni^{+2}$	$[Ni(\Phi K)_n]^{z-} \gg [NiL_n]^{z-} \approx [NiHCO_3]^+$ $\approx [NiCO_3]^0$	0.0005-0.01	0.1
Cd	$[CdL_n]^{z-} \gg Cd^{+2} > [Cd(\Phi K)_n]^{z-}$	$[CdL_n]^{z-} \gg [Cd(\Phi K)_n]^{z-} \approx [CdOH]^+$ $> Cd^{+2}$	<0.00001	0.01
Pb	$[PbL_n]^{z-} > [Pb(HL)_n]^{z-} >$ $[Pb(\Phi K)_n]^{z-} > [PbOH]^+ > Pb^{2+}$	$[PbL_n]^{z-} \gg [Pb(\Phi K)_n]^{z-} > [PbOH]^+ >$ $\approx [PbCO_3]^0$	0.0001-0.005	0.1

*ФК*— аніони фульвокислот. *ГК* — гумінових кислот. *L* — лимонної та глутамінової кислот.  
У переважній більшості випадків  $n = 1$ ,  $z = 1$  або  $2$ .

# Середній ступінь зв'язування іонів деяких мікроелементів у комплекси з органічними сполуками природних вод, %

Мікроелемен Т	Молекулярна маса, тис.			
	>100	100-10	10-1	<1
Mn <sup>+2</sup>	15.1	26.3	31.0	27.6
Cu <sup>+2</sup>	15.0	23.2	43.8	18.0
Zn <sup>+2</sup>	-	27.5	39.0	33.5
Co <sup>+2</sup>	-	37.5	46.5	16.0
Ni <sup>+2</sup>	-	33.0	18.0	49.0
Cd <sup>+2</sup>	25.7	22.7	14.0	37.6
Pb <sup>+2</sup>	36.7	30.6	15.2	17.5
Hg <sup>+2</sup>	5.7	6.4	43.6	44.3

Розподіл іонів металів між комплексами з лігандами різної молекулярної маси неоднаковий. Так, наприклад, для іонів ртуті (II) характерним є утворення комплексів з молекулярною масою менше 10 тис, для іонів свинцю — понад 10 тис, а комплекси інших мікроелементів мають найбільш характерні молекулярні маси від 1 до 100 тис.

# Органічна речовина природних

## ВОД

Перша група	Друга група	Третя група
<p>Дорівнює сумі всіх органічних сполук природних вод.</p> <p>Вміст органічної речовини виражають у формі <math>C_{\text{орг}}</math> (зв'язаного органічного вуглецю в мг/л).</p> <p>У більшості органічних сполук природних вод вуглець становить близько 50% їхньої маси, тому величину <math>C_{\text{орг}}</math> помножують на два і знаходять вміст органічної речовини (мг/л).</p> <p>У поверхневих водах суші вміст <math>C_{\text{орг}}</math> залежно від типу водного об'єкта (річка, водосховище, озеро тощо) і пори року становить від 1—2 до 30—50 мг/л.</p> <p>Органічну речовину природних вод характеризують також іншими показниками — вмістом органічного азоту (<math>iM_{\text{орг}}</math>) та органічного фосфору (<math>P_{\text{орг}}</math>).</p>	<p>До складу входять найбільш поширені органічні сполуки природного походження.</p> <p>Серед них: гумінові та фульвокислоти, білковоподібні сполуки, вільні та зв'язані амінокислоти, аміни, карбонові та оксикарбонові кислоти, карбонільні сполуки, складні ефіри, сахари та вуглеводні.</p>	<p>Становлять численні сполуки антропогенного походження, вміст яких залежить від інтенсивності забруднення вод і змінюється в дуже широких межах — від аналітичного нуля до декількох мг/л. Це:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ароматичні вуглеводні (бензол, толуол, стирол, феноли, нафталін тощо),</li><li>• галогенорганічні сполуки (хлороформ, дихлоретан, дихлофос тощо),</li><li>• азотовмісні сполуки (аміни, піридинові основи, поліакриламід, капролактам, сечовина тощо),</li><li>• органічні кислоти, метанол, бензиловий спирт, бензилацетат, мастила, нафтопродукти, барвники, синтетичні поверхнево-активні речовини та ін.</li></ul>

# Підземні води



При тісному контакті води з різноманітними породами та мінералами протягом тривалого часу

На великих глибинах взаємодія води з породами відбувається при тиску в сотні тисяч атмосфер і часто при високих (понад 100°C) температурах,

Наявність малопроникних порід, які роз'єднують окремі водоносні горизонти, створює умови для утворення досить різноманітних та інертних за хімічним складом вод.

# Основні хімічні критерії класифікації лікувальних мінеральних вод

Загальна мінералізація:

2—5 г/л — води слабкої мінералізації,

5—10 г/л — середньої мінералізації,

15—35 г/л — високої мінералізації,

35—150 г/л води розсолні,

понад 150 г/л — сильно-розсолні;

За вмістом  $\text{CO}_2$  :

0,5—1,4 г/л — води слабковуглекислі,

1,4—2,5 мг/л — вуглекислі,

понад 2,5 мг/л — сильно вуглекислі «газуючі», які спонтанно виділяють  $\text{CO}_2$ ;

За вмістом  $\text{H}_2\text{S}$ :

- 10—50 мг/л — води слабкосульфідні,

- 50—100 мг/л — сульфідні середньої концентрації,

- 100—250 мг/л — сильносульфідні,

- понад 250 мг/л — дуже сильносульфідні, які при  $\text{pH} < 6,5$  називаються сірководневими, а при  $\text{pH} = 6,5—7,5$  — сірководнево-сульфідними і при  $\text{pH} > 7,5$  — гідросульфідними;

За вмістом As :

- 0,7—5,0 мг/л — води арсенисті,

- 5,0—10 мг/л — сильноарсенисті,

- понад 10 мг/л — дуже сильноарсенисті;

За вмістом Fe(II, III):

- 20—40 мг/л — води залізисті,

- 40—100 мг/л — сильнозалізисті,

- понад 100 мг/л — дуже сильнозалізисті);

# Основні хімічні критерії класифікації лікувальних мінеральних вод

## Загальна мінералізація

- 2—5 г/л — води слабкої мінералізації,
- 5—10 г/л — середньої мінералізації,
- 15—35 г/л високої мінералізації,
- 35—150 г/л — води розсольні,
- понад 150 г/л — сильно-розсольні;

## За вмістом $\text{CO}_2$ :

- 0,5—1,4 г/л — води слабковуглекислі,
- 1,4—2,5 мг/л — вуглекислі,
- понад 2,5 мг/л — сильно вуглекислі «газуючі», які спонтанно виділяють  $\text{CO}_2$ ;

## За вмістом $\text{H}_2\text{S}$ :

- 10—50 мг/л — води слабкосульфідні,
- 50—100 мг/л — сульфідні середньої концентрації,
- 100—250 мг/л — сильносульфідні,
- понад 250 мг/л — дуже сильносульфідні, які при  $\text{pH} < 6,5$  називаються сірководневими, а при  $\text{pH} = 6,5—7,5$  — сірководнево-сульфідними
- при  $\text{pH} > 7,5$  — гідросульфід-ними;

## За вмістом As :

- 0,7—5,0 мг/л — води арсенисті,
- 5,0—10 мг/л — сильноарсенисті,
- понад 10 мг/л — дуже сильноарсенисті;

## За вмістом Fe(II, III):

- 20—40 мг/л — води залізисті,
- 40—100 мг/л — сильнозалізисті,
- понад 100 мг/л — дуже сильнозалізисті);

## За вмістом Br :

- > 25 мг/л — води бромні;
- За вмістом I : > 5 мг/л — води йодні;
- За вмістом **силікатів**: > 50 мг/л — води силіцисті;

## За вмістом Rn:

- 200—1600 Бк/л — води слабкорадонові,
- 1600—8000 Бк/л — радонові середньої концентрації,
- понад 8000 Бк/л — високорадонові;

## pH води:

- 3—3,5 — води сильнокислі,
- 3,5—5,5 — кислі,
- 5,5—6,8 — слабкокислі,
- 6,8—7,2 — нейтральні,
- 7,2—8,5 — слабколужні,
- 8,5 — лужні;

## За температурою:

- < 20°C — води холодні,
- 20—35°C — теплі,
- слабокотермальні,
- 35—42°C — гарячі, термальні,
- 42°C — дуже гарячі, високотермальні).

# Морські та океанські води

# Особливості хімічного складу води океанів є

1. Надзвичайно різноманітний якісний склад води.
2. Загальна мінералізація морських та океанських вод досягає 35 г/кг.;
3. Постійний в часі та однорідний у різних частинах океану основний хімічний склад води, стабільність сольової маси океану. Однорідність сольового складу океанів по акваторії та глибині

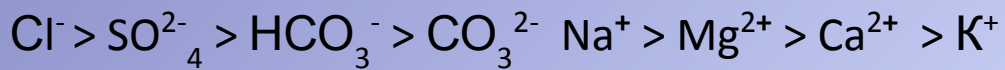
# Середній хімічний склад морської ВОДИ

Сіль	Вміст солі	
	в г/кг води	%
NaCl	27,2	77,8
MgCl <sub>2</sub>	3,8	10,9
MgSO <sub>4</sub>	1,7	4,7
CaSO <sub>4</sub>	1,2	3,6
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,9	2,5
CaCO <sub>3</sub>	0,1	0,3

# Іонний склад річкової та морської води

Іон	Річкова вода, [ммоль·л <sup>-1</sup> ]	Морська вода, [ммоль·л <sup>-1</sup> ]
Na <sup>+</sup>	0,23	470
Mg <sup>2+</sup>	0,14	53
K <sup>+</sup>	0,03	10
Ca <sup>2+</sup>	0,33	10
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,85	2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,09	28
Cl <sup>-</sup>	0,16	550
Si	0,16	0,1

# Головні іони води океанів та їх концентрація



Іони (молекули)	Концентрація, г/кг	Сумарна концентрація головних іонів моль·екв/кг	
Cl <sup>-</sup>	19,3534	0,54582	0,60205
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,7007	0,05623	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,1427	0,00234	
Br <sup>-</sup>	0,0659	0,00083	
F <sup>-</sup>	0,0013	0,00007	
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,0265	—	
Сума аніонів	—	0,60529	
Na <sup>+</sup>	10,7638	0,46806	0,59507
Mg <sup>2+</sup> *	1,2970	0,10666	
Ca <sup>2+</sup>	0,4080	0,02035	
K <sup>+</sup>	0,3875	0,00991	
Sr <sup>2+</sup>	0,0136	0,00031	
Сума катіонів	—	0,60529	

\* концентрацію головних іонів у морських та океанських водах прийнято виражати в г/кг і позначати символом ‰ (проміле);



## Зони глибини океанських вод, за концентрацією розчиненого кисню:

- верхня (глибина 100—300 м) з максимальним вмістом кисню 95—100% насичення,
- проміжна (300—1400 м) з мінімальним насиченням киснем 5—30% ,
- глибинна (глибше 1400—1600 м) з дещо більшим, до 70—80%, насиченням киснем.

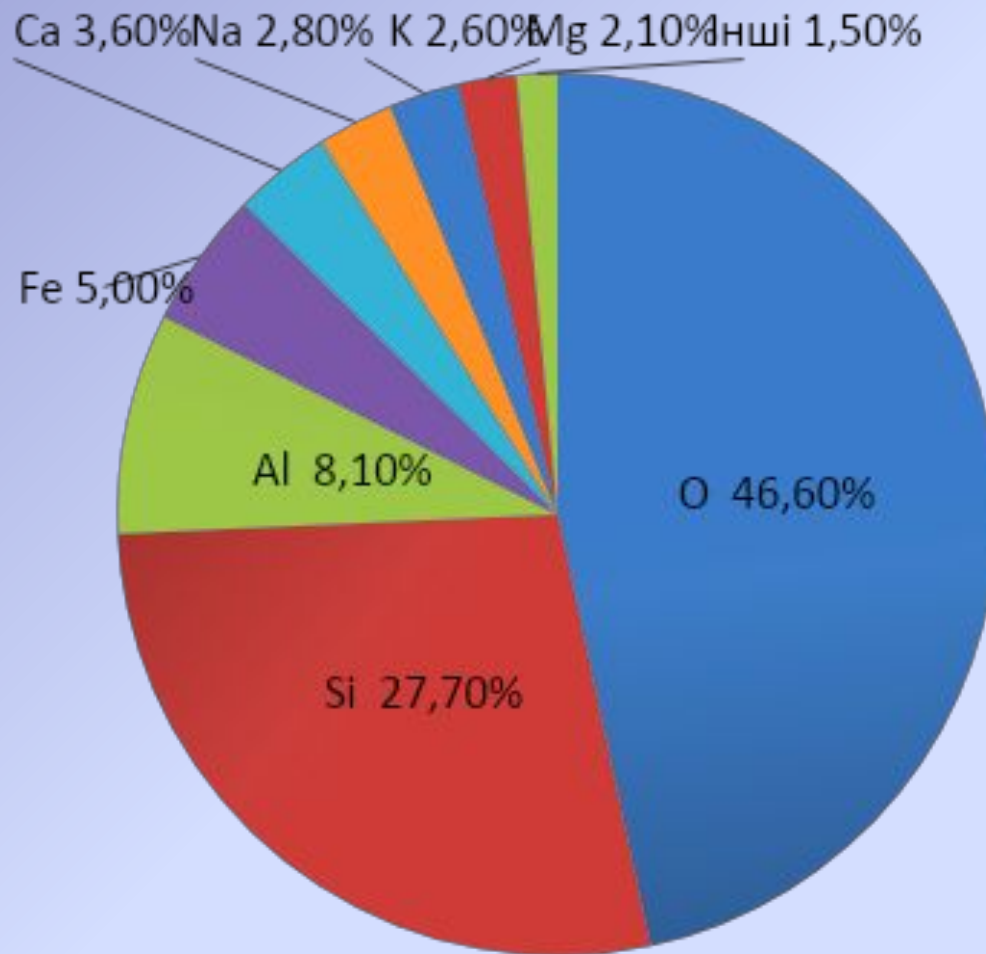
розподіл розчиненого кисню пояснюється тим, що у поверхневих шарах відносно теплої води відбувається інтенсивний фотосинтез, який згасає в міру збільшення глибини.

# Мікроелементи в океанських водах

Елемент	Концентрація, мкг/л	Елемент	Концентрація, мкг/л
Li	200	Co, Sb, Cs	по 0,5
Rb	120	Ag, La, Y	по 0,3
I	60	Bi	0,2
Ba	30	Cd, Pb, W	0,1
In	20	Cr	0,05
Al, Fe, Zn, Mo	10	Hg	0,033
Cu, Ag, Sn, U	3	Tc	0,01
V, Mn, Ni	2	Au	0,004
Ti	1	Ra	$1 \cdot 10^{-7}$

# Хімічний склад ґрунтів та донних відкладень (сапропель)

# Хімічний склад земної кори



# Склад ґрунтів

Хімічний склад ґрунтів виражають через процентний вміст оксидів елементів, віднесений до повітряно-сухої проби.

Мінеральна частина - силікати та алюмосилікати, (сумарний вміст, виражений в оксидах, становить понад 80—85%).

До складу ґрунтів входять у значних кількостях сполуки магнію, кальцію, натрію, титану, мангану, фосфору (фосфати), сірки (сульфати) та неорганічного вуглецю (карбонати).

З органічних компонентів до валового складу ґрунтів входять органічний вуглець ( $C_{орг}$ ) та азот ( $N_{орг}$ ).

Вміст неорганічного фосфору ( $P_2O_5$ ) в ґрунтах є досить сталим. В той же час вміст сульфатної сірки ( $SO_4^{2-}$ ) та карбонатного вуглецю ( $CO_2$ ) може коливатися в широких межах; це саме стосується  $C_{орг}$  та  $N_{орг}$ .

Найбільш важливими з мікроелементів для розвитку рослин є бор (його вміст змінюється в межах 1—200 мг/кг), манган (20—5000 мг/кг), мідь (1—150 мг/кг), цинк (5—100 мг/кг), кобальт (0,5—20 мг/кг) та молібден (0,2—10 мг/кг).

# Обмінна поглинальна здатність деяких типів ґрунтів

Ґрунт	Горизонт (глибина), см	Обмінні катіони (ммоль·екв/100 г)				Σ
		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	
Підзолистий піщаний	0 - 10	0,9	0,3	—	2,3	3,5
	18 - 26	0,2	0,1	—	1,1	1,4
Підзолистий суглинистий	0 - 10	4,8	1,4	—	4,0	10,2
	14 - 24	3,0	1,0	—	2,1	6,2
Лісостеповий суглинистий	0 - 10	14,0	2,0	—	4,0	20,0
	20 - 30	15,0	2,0	—	3,0	20,0
Суглинистий чорнозем	0 - 10	31,0		2,0	2,0	35,0
	20 - 30	29,0	—	1,0		30,0

# Забруднення літосфери

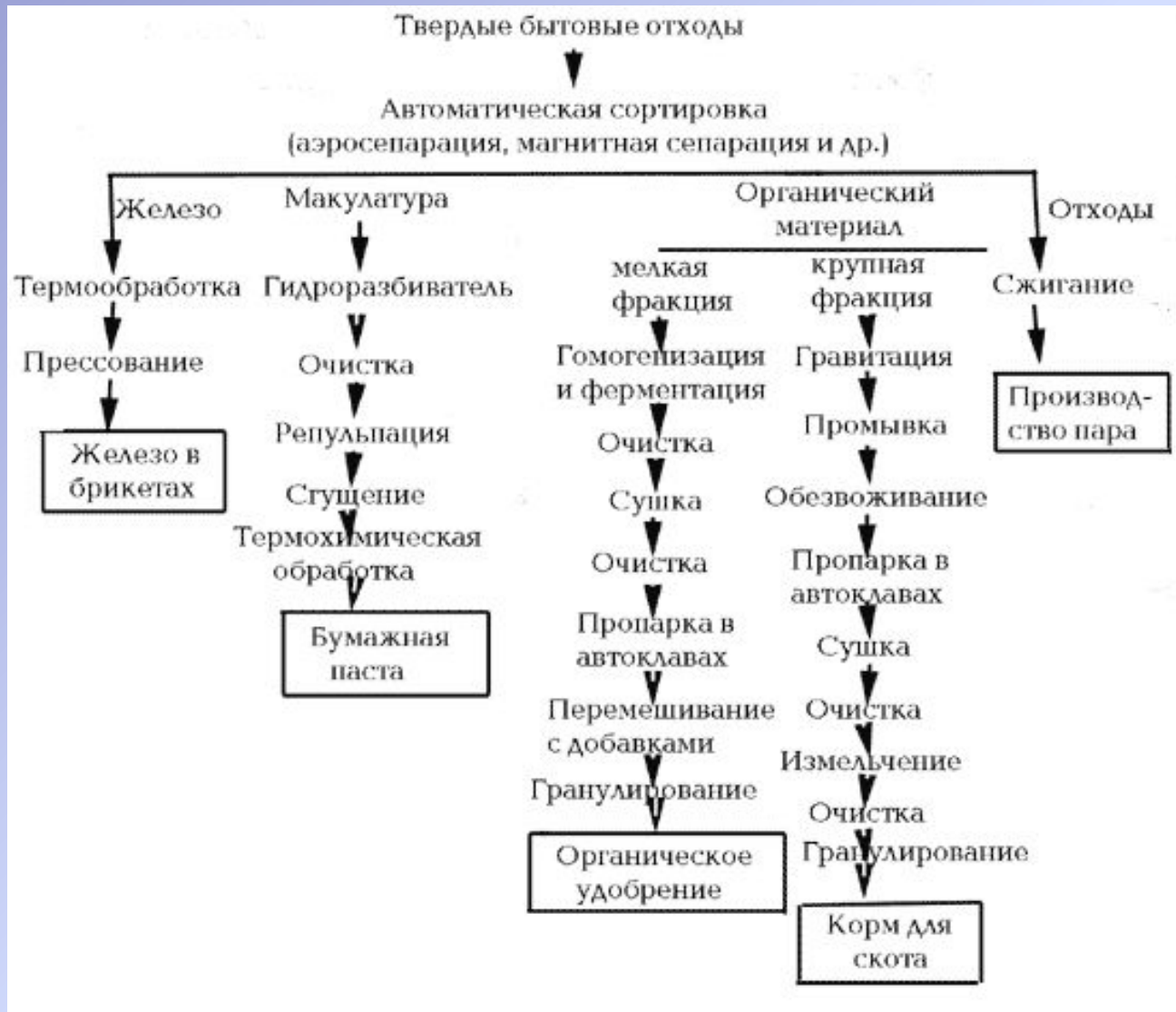
- Загальна площа суши Землі - 148 млн. км<sup>2</sup>, для проживання людей придатні 133 млн. км<sup>2</sup>.
- Причини забруднення літосфери:
  - стічних вод,
  - нафтопродуктів,
  - викид аерозолів, пилу,
  - забруднення ґрунту пестицидами
  - тверді побутові й промислові відходи.
- До складу твердих побутових відходів входять харчові відходи, папір, картон, скло, текстиль, метали, полімери і т.д.
- До складу твердих промислових відходів входять метали (чорні й кольорові), сміття, деревина, пластмаси, шлаки, окалина, зола і т. д.
- 1- мешканець міста - 1 тонна твердих відходів у рік

# Тверді побутові відходи і їх утилізація

- Основні методами знешкодження :
  - сміттязпалювальні заводи,
  - сміттязпереробні заводи
  - санкціоновані смітники.
- Санкціоновані смітники – це складування ТПВ, яке передбачає довгочасну переробку відходів при участі кисню повітря й мікроорганізмів.
- Сміттязпалювальні заводи - більш ефективні за способом знешкодження ТПВ ніж санкціоновані смітники.
- Сміттязпереробні заводи - це найбільш перспективний метод знешкодження ТПВ, основний продукт переробки є компост.



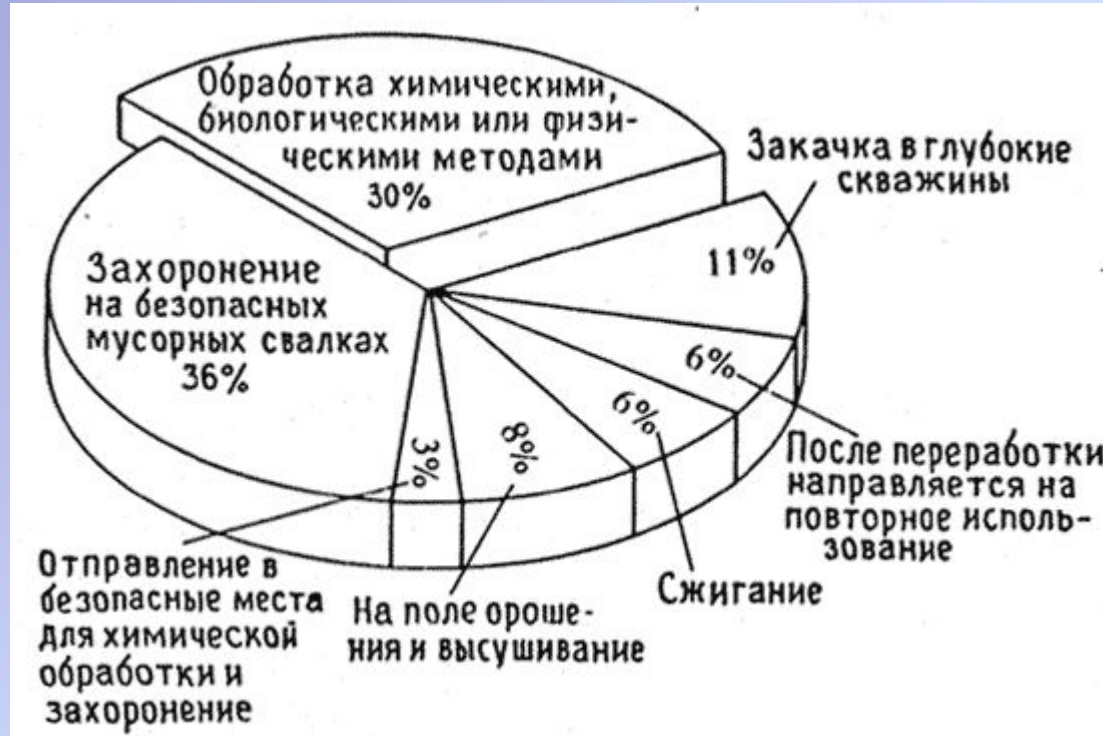
# Переробка побутових відходів



# Тверді промислові відходи і їх переробка

- Розрізняють нетоксичні і токсичні промислові відходи.
- Токсичні відходи підрозділяють на чотири класи токсичності:
  - надзвичайно токсичні,
  - високотоксичні,
  - помірковано токсичні
  - малотоксичні.
- Основними видами твердих промислових відходів є:
  - шлаки теплових електростанцій і металургійних заводів,
  - природні відвали гірничодобувних підприємств і горнозбагачувальних комбінатів,
  - будівельне сміття і т.д.
- Знешкодження, утилізація й розміщення відходів - це обов'язок підприємства, відповідальні за забруднення навколишнього середовища.
- Знешкодження відходів - це видалення з них шкідливих домішок.
- Утилізація відходів означає й знешкодження й одночасний витяг з них корисних продуктів.
- Токсичні відходи піддають знешкодженню й похованню на спеціально організованих полігонах. Навколо ділянок поховання токсичних відходів відводять санітарно-захисні зони з радіусом не менш 3 км.

# Сучасна практика переробки ТОКСИЧНИХ ВІДХОДІВ



Розміщення відходів - складування або поховання відходів.

Складування - це розміщення відходів на поверхні землі.

Поховання - це розміщення відходів на глибині, у контейнерах