

ГІГІЄНА та ЕКОЛОГІЯ

За редакцією члена-кореспондента НАМН України,
професора В. Г. Бардова



ГІГІЄНА та ЕКОЛОГІЯ

За загальною редакцією члена-кореспондента
НАМН України, професора *В. Г. Бардова*

**Підручник для студентів закладів вищої
медичної освіти**



Вінниця
Нова Книга
2020

Рекомендовано вченою радою Національного медичного університету імені О. О. Богомольця як підручник для студентів II–III курсів медичного, педіатричного та стоматологічного факультетів закладів вищої освіти IV рівня акредитації (протокол № 5 від 28 березня 2019 року)

Авторський колектив:

В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна, В. Д. Алексійчук, Є. М. Анісімов, А. М. Антоненко, Г. П. Бардов., Е. М. Білецька, А. В. Благая, А. А. Борисенко, О. П. Вавріневич, О. М. Власенко, С. І. Гаркавий, А. М. Гринзовський, А. В. Дубнов, К. Ю. Загороднюк, Т. І. Зінченко, Н. Д. Козак, М. В. Кондратюк, В. О. Коробчанський, М. М. Коршун, О. О. Новохацька, І. М. Пельо, І. В. Сергета, П. В. Ставніченко, І. В. Ткаченко, С. М. Ткаченко, В. І. Федоренко, О. А. Шевченко.

Рецензенти:

І. П. Козярін – д. мед. н., професор кафедри громадського здоров'я Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика.

В. І. Чернюк – член-кореспондент НАМН України, д. мед. н., професор, директор ДУ “Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України”.

В. В. Станкевич – д. мед. н., старший науковий співробітник, завідувач лабораторії гігієни ґрунту та відходів ДУ “Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзеєва НАМН України”.

За загальною редакцією члена-кореспондента НАМН України, професора В. Г. Бардова

Упорядник: А. О. Подуст

Г46 **Гігієна та екологія** : підручник / [В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна та ін.] ; за заг. ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2020. – 472 с.
ISBN 978-966-382-830-5

Підручник підготовлено співробітниками гігієнічних кафедр Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, а також провідними співробітниками інших профільних закладів України. Значна частина ілюстративних матеріалів книги є результатом оригінальних напрацювань видавництва та колективу авторів. Видання організовано за загальною редакцією члена-кореспондента НАМН України професора В. Г. Бардова.

З урахуванням сучасних досягнень науки про здоров'я людини та біосферу у підручнику викладено теоретичні основи, методологію, мету і задачі, глобальні проблеми екології, структуру й характеристики сучасного стану атмосфери, гідросфери та літосфери Землі, вивчення закономірностей впливу фізичних, хімічних, біологічних та психологічних факторів на здоров'я людини і громадське здоров'я, використання встановлених закономірностей для розробки методів та систем профілактики впливу негативних градацій цих факторів.

У вигляді окремих 38 розділів підручник включає всі теми навчальної програми та всі основні теми дисципліни “Загальна гігієна та екологія людини”: пропедевтику гігієни, екологію людини, основи вчення про біосферу, глобальні проблеми забруднення біосфери, закономірності впливу природних та антропогенних компонентів біосфери на здоров'я людини і громадське здоров'я, основні положення комунальної гігієни, гігієни харчування, гігієни праці, гігієни дітей та підлітків, гігієни лікувально-профілактичних закладів, радіаційної гігієни, гігієни надзвичайних станів, військової гігієни, тропічної гігієни, особистої гігієни тощо.

Для студентів закладів вищої медичної освіти IV рівня акредитації, лікарів-інтернів, практичних лікарів, викладачів та науковців.

УДК 613(075)

Авторський колектив

Бардов В. Г.	Член-кореспондент НАМН України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України, д. мед. н., професор, завідувач кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Омельчук С. Т.	Заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д. мед. н., професор, директор Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Мережкіна Н. В.	К. мед. н, доцент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Алексійчук В. Д.	К. мед. н, доцент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Анісімов Є. М.	К. мед. н, доцент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Антоненко А. М.	Д. мед. н, професор кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця,
Бардов Г. П.	Магістр медицини, лікар-дерматолог
Білецька Е. М.	Д. мед. н, професор, завідувач кафедри загальної гігієни Дніпропетровської медичної академії МОЗ України
Благая А. В.	К. мед. н, доцент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Борисенко А. А.	К. мед. н, доцент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Вавріневич О. П.	Д. мед. н, професор кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Власенко О. М.	Полковник медичної служби, д. мед. н, професор, проректор з науково-педагогічної роботи Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Гаркавий С. І.	Лауреат Державної премії України, д. мед. н, професор, завідувач кафедри гігієни та екології №3 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Гринзовський А. М.	Д. мед. н, професор, завідувач кафедри медицини надзвичайних ситуацій та тактичної медицини Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Дубнов А. В.	Доктор філософії (Ph. D) у галузі медицини, лікар щелепно-лицевий та ортогнатичний хірург, запрошений професор у Міжнародному Університеті Каталонії (м. Барселона, Іспанія)
Загороднюк К. Ю.	К. мед. н, доцент кафедри медицини надзвичайних ситуацій та тактичної медицини Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Зінченко Т. І.	К. мед. н, доцент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Козак Н. Д.	Полковник медичної служби, д. мед. н, доцент, декан факультету підготовки лікарів для Збройних сил України Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Кондратюк М. В.	К. мед. н, асистент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Коробчанський В. О.	Д. мед. н, професор, директор Науково-дослідного інституту гігієни праці та професійних захворювань, професор кафедри гігієни та екології Харківського національного медичного університету
Коршун М. М.	Д. мед. н, професор кафедри гігієни та екології №3 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Новохацька О. О.	К. мед. н., асистент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Пельо І. М.	Д. мед. н, професор кафедри гігієни та екології №1, декан медичного факультету №4 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Сергета І. В.	Д. мед. н, професор, завідувач кафедри загальної гігієни та екології Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова
Ставніченко П. В.	К. мед. н., асистент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Ткаченко І. В.	К. мед. н., асистент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Ткаченко С. М.	К. мед. н, доцент кафедри гігієни та екології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця
Федоренко В. І.	Д. мед. н, професор, завідувач кафедри загальної гігієни з екологією Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького
Шевченко О. А.	Д. мед. н, професор, директор НДІ медико-біологічних проблем Дніпропетровської медичної академії МОЗ України

Короткий зміст

Передмова	14
Перелік основних умовних скорочень	15
РОЗДІЛ 1. Профілактична медицина. Гігієна як наука. Санітарія	18
РОЗДІЛ 2. Екологія як наука. Біосфера	30
РОЗДІЛ 3. Науково-технічний прогрес і його вплив на біосферу Землі	48
РОЗДІЛ 4. Забруднення атмосфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення	54
РОЗДІЛ 5. Забруднення гідросфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення	88
РОЗДІЛ 6. Забруднення літосфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення	100
РОЗДІЛ 7. Сонячна радіація. Взаємодія з магнітосферою та атмосферою Землі	110
РОЗДІЛ 8. Сонячна радіація. Взаємодія з біосферою Землі. Використання сонячних променів для профілактики захворювань і санації повітря, води та предметів	120
РОЗДІЛ 9. Гігієнічне значення погоди. Гігієнічні аспекти профілактики геліометеотропних реакцій	143
РОЗДІЛ 10. Гігієнічне значення клімату. Акліматизація	165
РОЗДІЛ 11. Гігієнічне значення природного та штучного освітлення, шуму, електромагнітного випромінювання в умовах населених місць	181
РОЗДІЛ 12. Мікроклімат та його вплив на здоров'я. Шляхи та засоби оптимізації мікроклімату закритих приміщень	203
РОЗДІЛ 13. Гігієнічне значення атмосферного повітря, його денатурація, шляхи та засоби збереження природного складу	220
РОЗДІЛ 14. Гігієна ґрунту та очистки населених місць. Проблеми урбанізації	229
РОЗДІЛ 15. Вода та здоров'я. Гігієнічне значення питної води	242
РОЗДІЛ 16. Проблеми водопостачання населених місць. Гігієнічні вимоги та методи покращення якості питної води	253
РОЗДІЛ 17. Гігієна лікувально-профілактичних закладів. Особливості планування, благоустрою та обладнання медичних закладів	263
РОЗДІЛ 18. Внутрішньолікарняні інфекції, заходи їх профілактики. Гігієна праці медичних працівників	275
РОЗДІЛ 19. Актуальні питання гігієни праці	278
РОЗДІЛ 20. Шкідливі та небезпечні виробничі чинники, профілактика їх впливу	285
РОЗДІЛ 21. Значення гігієни у вирішенні проблем охорони та зміцнення здоров'я дітей і підлітків	291
РОЗДІЛ 22. Гігієна дитячих закладів. Вимоги до планування, благоустрою та оснащення	306
РОЗДІЛ 23. Харчування як фактор здоров'я, наукові основи раціонального харчування	314
РОЗДІЛ 24. Функції харчових речовин. Гігієнічні проблеми голодування та надлишкового харчування	324
РОЗДІЛ 25. Захворювання, пов'язані з порушенням основ раціонального харчування та вживанням недоброякісних продуктів	333
РОЗДІЛ 26. Гігієнічне значення вітамінів та мікроелементів	341
РОЗДІЛ 27. Іонізуюче випромінювання як чинник навколишнього середовища та виробнича шкідливість	349
РОЗДІЛ 28. Основи гігієнічного нормування іонізуючого випромінювання	359
РОЗДІЛ 29. Санітарна охорона навколишнього середовища від радіоактивного забруднення як гігієнічна проблема	371
РОЗДІЛ 30. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи для населення України	383
РОЗДІЛ 31. Гігієнічні основи тимчасового розміщення військових та цивільних формувань при надзвичайних ситуаціях	398
РОЗДІЛ 32. Гігієнічні особливості забезпечення водою військових та цивільних формувань при надзвичайних ситуаціях та в особливий період	406
РОЗДІЛ 33. Гігієна харчування у польових умовах при надзвичайних ситуаціях	411
РОЗДІЛ 34. Гігієна праці при ліквідації наслідків надзвичайних станів	418
РОЗДІЛ 35. Здоровий спосіб життя та особиста гігієна	423
РОЗДІЛ 36. Шкідливі звички як загроза здоров'ю людини, їх профілактика	429
РОЗДІЛ 37. Особливості гігієнічного забезпечення населення в тропічних регіонах (організація місць проживання)	438
РОЗДІЛ 38. Гігієнічні вимоги до води і водопостачання та харчування, пов'язані з особливостями тропічних регіонів	448
Список літератури	458

Розгорнутий зміст

Авторський колектив	3
Передмова	14
Перелік основних умовних скорочень	15
РОЗДІЛ 1. Профілактична медицина. Гігієна як наука. Санітарія (В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна) ...	18
1.1. Вступ у гігієну	18
1.2. Організаційно-методичне забезпечення вивчення гігієни та екології	18
1.3. Здоров'я як об'єкт гігієни	20
1.4. Навколишнє середовище як об'єкт гігієни	20
1.5. Профілактичні пріоритети в медицині	21
1.6. Гігієна як наука. Мета, завдання, зміст, методи, зв'язок з іншими науками	22
1.7. Історичний нарис розвитку гігієни	26
1.8. Санітарія. Види санітарії	27
1.9. Санітарно-епідеміологічна служба України	28
1.10. Санітарне законодавство в Україні	29
1.11. Значення знання гігієни для лікаря лікувального фаху	29
РОЗДІЛ 2. Екологія як наука. Біосфера (В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна, С. І. Гаркавий, І. В. Сергета, В. І. Федоренко)	30
2.1. Екологія як наука	30
2.2. Екологія людини. Завдання, глобальні екологічні проблеми, методи екології	30
2.3. Біосфера та її структура	31
2.4. Кругообіг речовин у біосфері. Функції біосфери	32
2.5. Структура, склад та властивості, гігієнічне значення атмосфери	38
2.6. Структура, склад та властивості, гігієнічне значення літосфери	43
2.7. Структура, склад і властивості, гігієнічне значення гідросфери	44
РОЗДІЛ 3. Науково-технічний прогрес і його вплив на біосферу Землі (В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна)	48
3.1. Науково-технічний прогрес. Визначення	48
3.2. Еволюційна та революційна форми науково-технічного прогресу	48
3.3. Позитивні та негативні наслідки науково-технічного прогресу	48
3.4. Позитивний вплив науково-технічного прогресу на здоров'я населення	49
3.5. Глобальне забруднення біосфери	49
3.6. Масштаби екологічної проблеми на планеті Земля	51
3.7. Наукові основи та шляхи охорони біосфери від забруднення	51
РОЗДІЛ 4. Забруднення атмосфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення (В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна)	54
4.1. Забруднення атмосферного повітря та його вплив на здоров'я населення	54
4.2. Основні хімічні забруднювачі атмосфери	62
4.3. Фізичне забруднення атмосфери	64
4.4. Атмосферні ефекти забруднення атмосфери	64
4.4.1. Парниковий ефект	65
4.4.2. Ефект "ядерної зими"	69
4.4.3. Ефект "озонових дір"	71

4.4.4. Кислотні дощі	72
4.4.5. Смог, його різновиди	74
4.5. Захист атмосфери від забруднення	82

РОЗДІЛ 5. Забруднення гідросфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення

(В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна, С. І. Гаркавий, В. І. Федоренко)	88
5.1. Проблеми кількості та якості води у гідросфері	88
5.2. Антропогенний вплив на гідросферу	90
5.3. Забруднення води та його вплив на здоров'я людини	91
5.4. Проблеми питної води в Україні	93
5.5. Захист гідросфери	97

РОЗДІЛ 6. Забруднення літосфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення

(В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна, Е. М. Білецька, С. І. Гаркавий, В. І. Федоренко, О. А. Шевченко)	100
6.1. Забруднення літосфери (ґрунту) та його вплив на здоров'я людини	100
6.2. Природні та антропогенні забруднення ґрунту	100
6.3. Джерела забруднення ґрунту	101
6.4. Класифікація забруднювачів ґрунту	101
6.5. Екзогенні хімічні речовини цілеспрямованого внесення в ґрунт	102
6.6. Забруднювачі ґрунту з побутовими та промисловими відходами	103
6.7. Промислові атмосферні викиди	106
6.8. Вихлопні гази автотранспорту	107
6.9. Радіоактивне забруднення ґрунту	108
6.10. Захист ґрунту від забруднення	108

РОЗДІЛ 7. Сонячна радіація. Взаємодія з магнітосферою та атмосферою Землі

(В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна, Г. П. Бардов)	110
7.1. Сонячна радіація, її склад та властивості	110
7.2. Основи геліофізики	110
7.3. Взаємодія сонячної радіації з магнітосферою Землі	112
7.4. Радіаційні пояси Землі (пояси Ван-Алена)	116
7.5. Вплив сонячної радіації на атмосферу Землі	116

РОЗДІЛ 8. Сонячна радіація. Взаємодія з біосферою Землі. Використання сонячних променів для профілактики захворювань і санації повітря, води та предметів

(В. Г. Бардов; С. Т. Омельчук; Н. В. Мережкіна, Г. П. Бардов)	120
8.1. Вплив сонячної радіації на біосферу Землі	120
8.2. Вплив складових сонячної радіації на організм	122
8.2.1. Біологічна дія інфрачервоних променів	122
8.2.2. Біологічна дія видимих променів	123
8.2.3. Біологічна дія ультрафіолетових променів	124
8.3. Світлове "голодування" організму, його клініка та профілактика	132
8.4. Використання сонячного випромінювання для профілактики та лікування захворювань	133
8.5. Використання сонячного і штучного ультрафіолетового випромінювання для санації повітря, води та предметів	137
8.6. Негативні наслідки гіперінсоляції людини та їх профілактика	139
8.7. Гігієнічне значення сонячної радіації	141

РОЗДІЛ 9. Гігієнічне значення погоди. Гігієнічні аспекти профілактики геліометеотропних реакцій

(Н. В. Мережкіна; В. Г. Бардов)	143
---------------------------------	-----

9.1. Погода, визначення поняття	143
9.2. Погодоформуючі фактори навколишнього середовища	144
9.3. Погодохарактеризуючі фактори	144
9.4. Загальна схема формування погоди на планеті Земля	144
9.5. Повітряні маси. Атмосферні фронти, циклони, антициклони	146
9.6. Прямий вплив погоди на організм людини	152
9.7. Опосередкований вплив погоди на здоров'я через спотворення динаміки атмосферних забруднень. Смог	154
9.8. Опосередкований вплив погоди на здоров'я через спотворення біологічних ритмів людини	157
9.9. Геліометеотропні реакції здорової та хворої людини, їх патогенез та класифікація	159
9.10. Профілактика геліометеотропних реакцій: перманентна, сезонна, термінова	160
9.11. Медична класифікація погоди	162
9.12. Медико-метеорологічне прогнозування	163

РОЗДІЛ 10. Гігієнічне значення клімату. Акліматизація

<i>(Н. В. Мережкіна, В. Г. Бардов)</i>	165
10.1. Клімат, визначення поняття	165
10.2. Кліматоформуючі фактори	165
10.3. Кліматохарактеризуючі компоненти	166
10.4. Класифікації клімату	166
10.5. Кліматичне районування України	167
10.6. Медична класифікація клімату: щадний та подразливий (холодний, високогірний і спекотний)	169
10.7. Акліматизація людини, її фази. Гігієнічні методи покращення акліматизації здорових та хворих людей	173
10.8. Кліматопрофілактика, кліматотерапія, кліматичні курорти	175

РОЗДІЛ 11. Гігієнічне значення природного та штучного освітлення, шуму, електромагнітного випромінювання в умовах населених місць *(О. П. Вавріневич, Т. І. Зінченко)*

<i>(О. П. Вавріневич, Т. І. Зінченко)</i>	181
11.1. Значення освітлення в житті людини	181
11.2. Вплив видимого світла на людину та оточуюче середовище	182
11.3. Основні положення, що характеризують фізичні основи освітлення	183
11.4. Функції зорового аналізатора	183
11.5. Гігієнічні вимоги до природного освітлення	184
11.6. Штучне освітлення (світлові поняття та одиниці)	189
11.7. Джерела штучного освітлення (їх переваги та недоліки)	190
11.8. Класифікація світильників	194
11.9. Види штучного освітлення	196
11.10. Гігієнічні вимоги до штучного освітлення	196
11.11. Норми загального штучного освітлення	196
11.12. Гігієнічне значення шуму в умовах населених міст	198
11.13. Електромагнітне випромінювання в умовах сучасних населених пунктів	200

РОЗДІЛ 12 Мікроклімат та його вплив на здоров'я. Шляхи та засоби оптимізації мікроклімату закритих приміщень *(О. П. Вавріневич, А. М. Гринзовський)*

<i>(О. П. Вавріневич, А. М. Гринзовський)</i>	203
12.1. Мікроклімат, визначення поняття	203
12.2. Короткі відомості про теплообмін організму людини з навколишнім середовищем (хімічна та фізична терморегуляція)	203
12.3. Вплив температури, вологості, швидкості руху повітря та радіаційної температури на витрати організмом тепла різними шляхами	207
12.4. Види мікроклімату. Фізіологічні реакції, патологічні порушення і захворювання, пов'язані з впливом дискомфортного мікроклімату на організм та здоров'я	210

12.5. Методи комплексної оцінки мікроклімату і їх гігієнічна характеристика	214
12.6. Нормування та контроль за параметрами мікроклімату в приміщеннях різного призначення	216
12.7. Загальні заходи нормалізації мікроклімату приміщень і шляхи профілактики захворювань, що обумовлені впливом дискомфортного мікроклімату на організм, підвищення працездатності людини	218

РОЗДІЛ 13. Гігієнічне значення атмосферного повітря, його денатурація, шляхи та засоби

збереження природного складу (О. П. Вавріневич)	220
13.1. Хімічний склад атмосферного повітря та повітря, яке видихає людина	221
13.2. Гігієнічне значення атмосферного повітря	222
13.3. Джерела забруднення атмосферного повітря	223
13.4. Вплив забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення	224
13.5. Заходи з охорони атмосферного повітря	225
13.6. Джерела забруднення повітря закритих приміщень	226
13.7. Вплив різних концентрацій діоксиду вуглецю на організм	226
13.8. Гігієнічне значення вентиляції приміщень. Види, класифікація вентиляції приміщень комунально-побутового та виробничого призначення	227
13.9. Показники ефективності вентиляції. Необхідний та фактичний об'єм і кратність вентиляції, методи їх визначення	227

РОЗДІЛ 14. Гігієна ґрунту та очистки населених місць. Проблеми урбанізації

(О. П. Вавріневич, Т. І. Зінченко, А. О. Шевченко)	229
14.1. Урбанізація як об'єктивна реальність науково-технічного прогресу. Особливості умов життя і санітарно-гігієнічного забезпечення населення в сучасних містах і селах	229
14.2. Ґрунт: визначення поняття, склад, типи ґрунту	232
14.3. Гігієнічне, епідемічне й ендемічне значення ґрунту	234
14.4. Джерела забруднення ґрунту, їх класифікація та гігієнічна характеристика	236
14.5. Показники санітарного стану ґрунту, їх класифікація та гігієнічне значення	237
14.6. Основи санітарної очистки населених місць від рідких та твердих відходів	238
14.7. Шляхи та способи видалення, знешкодження та утилізації твердих відходів у сучасних населених пунктах	239
14.8. Використання ґрунту для знешкодження відходів господарсько-побутової та виробничої діяльності людини	239
14.9. Заходи із санітарної охорони ґрунту	240

РОЗДІЛ 15. Вода і здоров'я. Гігієнічне значення питної води (О. П. Вавріневич, І. М. Пельо, Е. М. Білецька)

15.1. Вода і здоров'я як гігієнічна проблема	242
15.2. Гігієнічне значення питної води	242
15.2.1. Фізіологічне значення	242
15.2.2. Епідемічне значення води	245
15.2.3. Ендемічне значення води	247
15.2.4. Токсикологічне значення води	248
15.2.5. Господарсько-побутове та народногосподарське значення води	250
15.2.6. Оздоровче значення води	252

РОЗДІЛ 16. Проблеми водопостачання населених місць. Гігієнічні вимоги та методи

покращення якості питної води (О. П. Вавріневич, І. М. Пельо)	253
16.1. Джерела водопостачання, їх порівняльна гігієнічна характеристика	254
16.2. Системи водопостачання населених місць та їх гігієнічна характеристика	255
16.3. Загальні гігієнічні вимоги до якості питної води, норми споживання води, показники якості води	257

16.4. Методи поліпшення якості води	259
16.5. Санітарне законодавство в галузі гігієни води та водопостачання	261
РОЗДІЛ 17. Гігієна лікувально-профілактичних закладів. Особливості планування, благоустрою та обладнання медичних закладів (С. М. Ткаченко; А. М. Гринзовський)	
17.1. Значення знання гігієни лікарні для лікаря лікувального профілю	263
17.2. Гігієнічні вимоги до земельної ділянки, яку відводять під будівництво лікарні	264
17.3. Особливості внутрішнього планування основних підрозділів лікарні	269
17.4. Мікроклімат, повітряне середовище та освітлення лікарняних приміщень	271
РОЗДІЛ 18. Внутрішньолікарняні інфекції, заходи їх профілактики. Гігієна праці медичних працівників (С. М. Ткаченко, А. М. Гринзовський)	
18.1. Актуальність проблеми внутрішньолікарняних інфекцій у сучасних лікарняно-профілактичних закладах	275
18.2. Профілактика внутрішньолікарняних інфекцій	277
18.3. Гігієна праці медичного персоналу	277
РОЗДІЛ 19. Актуальні питання гігієни праці (Є. М. Анісімов, В. О. Коробчанський)	
19.1. Історичні аспекти розвитку гігієни праці	278
19.2. Гігієна праці (визначення поняття), ознаки гігієни праці, предмет вивчення та мета гігієни праці	280
19.3. Завдання та методи дослідження гігієни праці	280
19.4. Фактори трудового процесу (важкість та напруженість), ергонометричні та фізіологічні показники праці	281
19.5. Форми праці, особливості впливу факторів виробничого середовища на організм працюючих	282
19.6. Заходи підвищення працездатності та профілактики втоми	283
РОЗДІЛ 20. Шкідливі та небезпечні виробничі чинники, профілактика їх впливу (Є. М. Анісімов, В. О. Коробчанський)	
20.1. Гігієнічна класифікація умов праці	285
20.2. Фактори виробничого середовища	286
20.3. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників	286
20.4. Основні види впливу факторів виробничого середовища на організм людини	287
20.5. Поняття про професійну захворюваність та виробничо-обумовлену захворюваність. Перелік професійних захворювань	288
20.6. Профілактика професійних захворювань	289
20.7. Пріоритетні завдання вітчизняної та світової медицини праці	290
РОЗДІЛ 21. Значення гігієни у вирішенні проблем охорони та зміцнення здоров'я дітей і підлітків (С. М. Ткаченко, І. В. Сергета)	
21.1. Значення гігієни у вирішенні проблем охорони та зміцнення здоров'я дітей і підлітків	291
21.2. Основні закономірності росту і розвитку дитячого організму	292
21.3. Стан здоров'я дітей і підлітків. Критерії його оцінки	295
21.4. Методика гігієнічної оцінки фізичного розвитку дитини	296
21.5. Гігієнічна оцінка організації фізичного виховання і трудового навчання в дитячих закладах	302
21.6. Режим дня та гігієна навчально-пізнавальної діяльності	304
РОЗДІЛ 22. Гігієна дитячих закладів. Вимоги до планування, благоустрою та оснащення дитячих закладів (С. М. Ткаченко, І. В. Сергета)	
22.1. Особливості основних чинників та умов навчально-виховного процесу, що впливають на здоров'я дітей та підлітків	306

22.2. Гігієнічні вимоги до планування та благоустрою дитячих закладів	307
22.3. Гігієнічні вимоги до оснащення дитячих закладів	308
22.4. Методики обстеження умов перебування учнів у навчальних закладах та гігієнічна оцінка навчальних меблів	309

РОЗДІЛ 23. Харчування як фактор здоров'я, наукові основи раціонального харчування

(А. М. Антоненко, А. М. Гринзовський, П. В. Ставніченко, М. В. Кондратюк)	314
23.1. Гігієна харчування як наука: визначення поняття, задачі	314
23.2. Наукові теорії та концепції харчування	314
23.2.1. Класичні теорії та концепції харчування	314
23.2.2. Альтернативні теорії та концепції харчування	316
23.3. Значення харчування для здоров'я та фізичного розвитку населення	319
23.4. Основні функції та біологічна дія їжі	319
23.5. Види харчування	320
23.6. Наукові основи та умови раціонального харчування	321
23.7. Задачі гігієнічної науки та санітарної практики при вирішенні сучасних проблем харчування населення	321
23.8. Експертна оцінка харчових продуктів. Показники та ступені якості харчових продуктів	322

РОЗДІЛ 24. Функції харчових речовин. Гігієнічні проблеми голодування та надлишкового харчування

(А. М. Антоненко, М. М. Коршун, О. О. Новохацька, І. В. Ткаченко)	324
24.1. Класифікація та фізіологічні функції основних харчових речовин	324
24.2. Оцінка адекватності харчування. Харчовий статус організму, його види, показники та методика вивчення	326
24.3. Основні види та методи визначення енерговитрат організму	328
24.4. Кількісна та якісна повноцінність харчування. Фізіологічні норми харчування	329
24.5. Проблеми загального голодування та переїдання. Їх соціальна сутність, вплив на здоров'я, профілактика	330
24.6. Нові методи отримання та джерела харчових речовин	332

РОЗДІЛ 25. Захворювання, пов'язані з порушенням основ раціонального харчування та вживанням недоброякісних продуктів

(А. М. Антоненко)	333
25.1. Визначення поняття і класифікація захворювань, пов'язаних з порушенням основ раціонального харчування та вживанням недоброякісних продуктів	333
25.2. Харчові отруєння: визначення та класифікація	333
25.3. Харчові токсикоінфекції: визначення, види, етіологія, характерні ознаки, профілактика	335
25.4. Бактеріальні токсикози: визначення, види, етіологія, характерні ознаки, профілактика	336
25.5. Харчові мікотоксикози: визначення, види, етіологія, характерні ознаки, профілактика	336
25.6. Отруєння рослинними продуктами, отруйними за певних умов: види, етіологія, характерні ознаки, профілактика	338
25.7. Отруєння грибами: характерні ознаки, профілактика, лікування	338
25.8. Основні заходи лікаря, який першим встановив діагноз харчового отруєння	340

РОЗДІЛ 26. Гігієнічне значення вітамінів та мікроелементів

(А. М. Антоненко)	341
26.1. Поняття про вітаміни та вітаміноподібні сполуки, їх класифікація і основні функції та фактори, що визначають потребу організму людини у вітамінах	341
26.2. Поняття про гіповітаміноз, авітаміноз, гіпервітаміноз та основні причини їх виникнення	341
26.3. Гіповітамінози: специфічні та неспецифічні симптоми, приклади, профілактика	342
26.4. Авітамінози: симптоми, приклади, профілактика	342
26.5. Гіпервітамінози: причини, симптоми, приклади, профілактика	342

26.6. Основні функції та фактори, що визначають потребу організму в мікроелементах	346
26.7. Клінічні ознаки основних макро- та мікроелементозів і лабораторні методи їх діагностики	346
26.8. Харчові добавки	348

РОЗДІЛ 27. Іонізуюче випромінювання як чинник навколишнього середовища та виробнича

шкідливість (С. Т. Омельчук, І. М. Пельо)	349
27.1. Історія розвитку радіаційної гігієни як науки, її мета і завдання	349
27.2. Фізичні основи радіаційної гігієни	350
27.3. Класифікація джерел іонізуючого випромінювання, їх внесок у променеве навантаження людини	353
27.4. Протирадіаційний захист як гігієнічна проблема	356
27.5. Біологічна дія іонізуючого випромінювання	356
27.6. Основні види променевих уражень організму та умови їх виникнення	357

РОЗДІЛ 28. Основи гігієнічного нормування іонізуючого випромінювання (І. М. Пельо, С. Т. Омельчук) ... 359

28.1. Значення гігієнічного нормування іонізуючого випромінювання, його історія, методи, наукові концепції	359
28.2. Санітарне законодавство в галузі радіаційної гігієни	360
28.3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), їх зміст та практичне застосування	361
28.4. Радіаційно-гігієнічні регламенти першої групи	363
28.5. Радіаційно-гігієнічні регламенти другої групи	365
28.6. Радіаційно-гігієнічні регламенти третьої групи	367
28.7. Радіаційно-гігієнічні регламенти четвертої групи	369

РОЗДІЛ 29. Санітарна охорона навколишнього середовища від радіоактивного забруднення як гігієнічна проблема (І. М. Пельо, С. Т. Омельчук) ... 371

29.1. Атомна енергетика, її переваги та ризики	371
29.2. Будова, принцип роботи та класифікація ядерних реакторів	374
29.3. Характеристика радіонуклідів, які утворюються при роботі ядерного реактора	375
29.4. Загальні уявлення про аварії та класифікація радіаційних аварій ядерних реакторів	376
29.5. Характеристика фаз (етапів) розвитку ядерної аварії. Основні шляхи радіаційного впливу на різні категорії населення	378
29.6. Контрзаходи залежно від фази аварії	379

РОЗДІЛ 30. Медичні наслідки чорнобильської катастрофи для населення України

(С. Т. Омельчук, І. М. Пельо)	383
30.1. Особливості аварії на ЧАЕС	383
30.2. Концепція проживання населення України на територіях з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення	386
30.3. Характеристика основних дозостворюючих радіонуклідів. Категорії постраждалих і шляхи впливу аварії на здоров'я	388
30.4. Медичні наслідки аварії на ЧАЕС	397

РОЗДІЛ 31. Гігієнічні основи тимчасового розміщення військових та цивільних формувань при надзвичайних ситуаціях (А. А. Борисенко, К. Ю. Загороднюк, В. Д. Алексійчук, О. М. Власенко, Н. М. Козак) ... 398

31.1. Основи організації санітарно-гігієнічних заходів у ЗСУ	398
31.2. Типи тимчасового розміщення військових та цивільних (постраждалого населення, спеціальних формувань тощо). Санітарно-епідеміологічна розвідка	400
31.3. Види захисних споруд, їх гігієнічна характеристика	403
31.4. Висновки	405

РОЗДІЛ 32. Гігієнічні особливості забезпечення водою військових та цивільних формувань при надзвичайних ситуаціях та в особливий період (А. А. Борисенко, К. Ю. Загороднюк, В. Д. Алексійчук, О. М. Власенко, Н. М. Козак)	406
32.1. Роль та місце забезпечення водою у формуванні боєздатності (працездатності) військовослужбовців і резистентності організму при надзвичайних ситуаціях та в особливий період	406
32.2. Вибір джерела водопостачання. Методи обробки води в польових умовах. Загальні вимоги до якості питної води	407
32.3. Табельні засоби польового водозабезпечення	409
32.4. Санітарний нагляд за організацією та здійсненням водопостачання військових формувань та потерпілого населення	410
32.5. Висновки	410
РОЗДІЛ 33. Гігієна харчування у польових умовах при надзвичайних ситуаціях (А. А. Борисенко, В. Д. Алексійчук, О. М. Власенко, Н. М. Козак, А. М. Гринзовський)	411
33.1. Основи організації і проведення санітарного нагляду за харчуванням особового складу	411
33.2. Норми харчування військовослужбовців Збройних сил та інших військових формувань	412
33.3. Етапи медичної експертизи продовольства у польових умовах.	417
33.4. Особливості організації харчування в умовах забруднення місцевості радіоактивними, хімічними речовинами та зараження біологічними засобами.	417
33.5. Висновки	417
РОЗДІЛ 34. Гігієна праці при ліквідації наслідків надзвичайних станів (А. А. Борисенко, В. Д. Алексійчук, О. М. Власенко, Н. М. Козак, А. М. Гринзовський)	418
34.1. Гігієна військової праці: предмет, завдання	418
34.2. Характеристика основних чинників, що визначають умови праці	419
34.3. Особливості умов праці в різних родах військ Збройних сил України	420
34.4. Висновки	422
РОЗДІЛ 35. Здоровий спосіб життя та особиста гігієна (Є. М. Анісімов)	423
35.1. Здоров'я, визначення поняття. Показники, різновиди та рівні здоров'я	423
35.2. Чинники ризику та їх роль у формуванні патології населення	425
35.3. Здоровий спосіб життя та його основні складові елементи	426
35.4. Об'єктивні та суб'єктивні методи і засоби здорового способу життя	427
35.5. Програма здорового способу життя	428
35.6. Особиста гігієна, її зміст, значення та біоетичні аспекти	428
РОЗДІЛ 36. Шкідливі звички як загроза здоров'ю людини, їх профілактика (Є. М. Анісімов)	429
36.1. Звичка, етапи вироблення звички	429
36.2. Чинники ризику, класифікація чинників ризику	429
36.3. Шкідливі звички та їх профілактика	429
36.4. Фізична культура та її місце в здоровому способі життя	435
36.5. Загартовування організму, його значення та основні принципи	436
36.6. Психогігієна, розділи та завдання психогігієни	436
36.7. Провідні психогігієнічні принципи оптимізації повсякденної діяльності людини	437
РОЗДІЛ 37. Особливості гігієнічного забезпечення населення в тропічних регіонах (організація місць проживання) (А. В. Благая)	438
37.1. Гігієнічний опис тропічних регіонів	438
37.1.1. Недоліки, пов'язані з урбанізацією, в тропічних регіонах світу	439
37.1.2. Гігієнічні особливості забудови міст у тропічних регіонах	444

37.1.3. Механізм теплообміну і теплового балансу в тропічних умовах	446
37.2. Гігієнічні вимоги до одягу, тканин і взуття в тропічних регіонах.....	446

РОЗДІЛ 38. Гігієнічні вимоги до води і водопостачання та харчування, пов'язані з особливостями тропічних регіонів (А. В. Благая)

38.1. Гігієнічні вимоги до води та водопостачання в тропічних умовах і його особливості в хумідних та аридних тропічних регіонах.	448
38.1.1. Ендемічні хвороби, пов'язані зі споживанням води в хумідних та аридних тропічних регіонах.....	448
38.1.2. Епідемічні хвороби, пов'язані зі споживанням води в хумідних та аридних тропічних регіонах	450
38.1.3. Характеристика джерел водопостачання і особливості гігієнічних вимог до якості води в тропічних умовах	452
38.2. Гігієнічні вимоги до харчових продуктів у тропічних умовах, особливості в хумідних та аридних тропічних регіонах	454
38.2.1. Раціональне харчування та його гігієнічне забезпечення в тропічних регіонах	454
38.2.2. Гігієнічна характеристика поширених харчових продуктів тропічних регіонів.....	456
38.2.3. Методи та заходи профілактики аліментарних захворювань і харчових інфекцій та інвазій мікробного і немікробного походження.....	457

Список літератури	458
--------------------------------	------------

Навчальне видання

Бардов Василь Гаврилович
Омельчук Сергій Тихонович
Мережкіна Наталія Володимирівна та ін.

Гігієна та екологія

Підручник

За редакцією В. Г. Бардова

Редактор: *О. В. Марчук,*
Технічний редактор: *Ж. С. Швець*
Коректор *Л. Я. Шутова*
Ілюстратори: *І. І. Савчук, А. В. Ільчук*
Комп'ютерна верстка: *О. С. Парфенюк*

Підписано до друку 22.06.20. Формат 84×108/16. Папір офсетний.
Гарнітура Mugiad Pro. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 49,56. Зам. № 1988.

ПП “Нова Книга”
21029, м. Вінниця, вул. М. Ващука, 20
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2646 від 11.10.2006 р.
Тел. (0432) 56-01-87. Факс 56-01-88
E-mail: info@novaknyha.com.ua
www.nk.in.ua

2

РОЗДІЛ

ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА. БІОСФЕРА

В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна, С. І. Гаркавий, І. В. Сергета, В. І. Федоренко

2.1. Екологія як наука

Термін **екологія** походить від грецьких слів *oikos* (дім, помешкання, місце перебування) та *logos* (наука). Уперше термін "екологія" запропонував німецький учений, біолог Е. Геккель у 1866 р. *Екологія* – це наука, що вивчає організацію та функціонування надорганізмів систем різних рівнів: видів, популяцій, біоценозів (спільнот), екосистем (біогеоценозів) та біосфери.

Із позицій сьогодення **екологія** – це комплексна інтегральна наука, яка досліджує стан навколишнього середовища та закономірності його впливу на людину зокрема і суспільство загалом, а також особливості зворотних реакцій довкілля у відповідь на діяльність людства. Отже, екологія як наука досліджує організацію життя рослин і тварин, вивчає взаємодію живих організмів з оточенням, умовами їхнього існування, способом життя тощо.

Історично склалося, що екологію вважають складовою частиною біології. На думку американського еколога Ю. Одума (1975), екологія – це біологія навколишнього середовища. Загальна екологія займається дослідженням усіх типів екосистем. Екологія рослин досліджує зв'язки рослинних організмів із середовищем. Екологія тварин досліджує динаміку та організацію тваринного світу. Крім того, існує екологія людини та екологія мікроорганізмів.

Предметом екології є детальне вивчення основ структури і функціонування природних систем та систем, що створені людиною, за допомогою кількісних методів оцінки.

Основні завдання екології:

1. Дослідження особливостей організації життя у зв'язку з антропогенним впливом на природні системи.
2. Створення наукових основ раціональної експлуатації біологічних ресурсів.

3. Прогнозування змін природи, що виникають унаслідок впливу діяльності людини.
4. Збереження середовища існування людини.

2.2. Екологія людини. Завдання, глобальні екологічні проблеми, методи екології

На сучасному етапі розвитку екології однією з найбільш динамічних її галузей, незаперечно, слід визнати *екологію людини*, яка є комплексною наукою, що вивчає взаємовідношення людини і людського суспільства з навколишнім середовищем, розробляє науково-методологічні основи збереження і зміцнення здоров'я в умовах постійного впливу різноманітних чинників довкілля та соціальних умов життя.

З огляду на це, *об'єктом вивчення екології людини* є система "людина – навколишнє середовище", або антропоєкосистема. Водночас *основними завданнями екології людини* як дисциплінарної науки слід вважати:

- вивчення стану здоров'я людей та встановлення особливостей динамічних змін з боку його основних показників у природно-історичному, соціально-економічному та фізіолого-гігієнічному аспектах;
- вивчення впливу окремих факторів середовища на здоров'я і життєдіяльність окремих популяцій;
- дослідження процесів збереження та відновлення здоров'я і соціально-трудоного потенціалу населення;
- прогнозування стану здоров'я майбутніх поколінь;
- аналіз глобальних і регіональних проблем екології людини;

- розроблення шляхів підвищення рівня здоров'я та соціально-трудового потенціалу окремих верств населення;
- проведення антропоєкологічного моніторингу, тобто запровадження ефективної системи спостережень за змінами процесів життєдіяльності людей у зв'язку з дією на них різних чинників навколишнього середовища;
- складання медико-географічних карт, що відображають територіальну диференціацію захворювань населення, пов'язаних з погіршенням стану довкілля;
- визначення науково обґрунтованих значень граничнодопустимих техногенних навантажень на людський організм тощо.

Сучасний етап розвитку і становлення екології відзначається насамперед тим, що проблеми охорони і збереження навколишнього середовища є предметом зацікавлення населення усіх країн світу, всього суспільства. Чітко визначені та потребують адекватного вирішення глобальні екологічні проблеми, а саме: забруднення навколишнього середовища, запобігання кліматичним змінам, "парниковому ефекту" й глобальному потеплінню, руйнуванню озонового шару, "кислотним опадам", фотохімічному смогу, утилізації відходів, деградації та ерозії ґрунтів, опустелюванню, вирубуванню лісів, скороченню чисельності різних видів тварин тощо.

Екологія як комплексна наука використовує широкий арсенал методів, що є властивими і для інших фундаментальних наук.

Відповідно до змісту досліджень, виділяють природні (польові) й експериментальні методи екологічних досліджень, а також методи моделювання.

Природні (польові) методи передбачають вивчення популяцій видів та їхніх спільнот у природних умовах, надають можливість визначити закономірності впливу на організм або популяцію комплексу екологічних факторів, вияснити загальну картину розвитку та життєдіяльності виду в конкретних умовах перебування.

Експериментальні методи дають можливість виявити в натурних та лабораторних умовах, тобто спеціально створених, відмінних від звичайних умов, причини і встановити характер взаємовідношень та існування окремих видів і окремих екосистем.

Методи моделювання передбачають відтворення або в штучних лабораторних системах і на біологічних моделях, або на підставі застосування методів статистичного аналізу і прогнозування різноманітних процесів, що властиві для навколишнього середовища.

2.3. Біосфера та її структура

Біосфера – це зовнішня оболонка планети Земля, в якій концентрується вся жива речовина (*bios* – життя, *sphere* – оболонка). Засновником сучасного уявлення про біосферу є російський природознавець, академік В. І. Вернадський.

Компоненти біосфери:

1. Жива.
2. Біогенна.
3. Абіогенна (неорганічна) речовина.
4. Біонеорганічна речовина.

В результаті взаємодії організмів між собою та з навколишнім середовищем, у біосфері утворились біогеоценози, або екологічні системи, тобто специфічні системи живих та неживих компонентів, пов'язаних між собою обміном (рухом) речовин та енергії.

Біосфера – надзвичайно складна система постійно взаємодіючих та взаємопов'язаних живих і неживих компонентів природи. Ця система перебуває в стані динамічної рівноваги: живі організми пов'язані й взаємодіють між собою.

Склад біосфери:

1. Атмосфера.
2. Літосфера.
3. Гідросфера.

Біосфера має велику потужність. Вона включає частину літосфери, тобто твердої оболонки Землі на глибину до 10 км, частину атмосфери (до 20–25 км) та всю гідросферу до глибини 12 км (+ 0,5 км літосфери під дном) (рис. 2.1).

Рух (обмін) речовин у біосфері:

1. Біологічний.
2. Геологічний.

Основними компонентами біосфери є повітря, вода, численні види рослин, тварин та мікроорганізмів. Усі вони беруть участь у біологічному кругообігу речовин, який відбувається в біосфері. Важливу роль у перебігу цих процесів відіграє сонячна радіація. Зміни у будь-якій частині з перерахованих компонентів впливають на всю біосферу. Наприклад, інтенсивна вирубка лісів веде до зміни погоди та клімату, зниження кількості атмосферних опадів, ресурсів поверхневих та підземних вод, ерозії ґрунту, зміни видового складу тварин та рослин.

Якщо біологічний кругообіг речовин не порушується, тоді біосфера, навколишнє середовище забезпечує людину їжею, підтримує у рівновазі склад атмосфери, води та їх чистоту, плодючість ґрунту тощо.

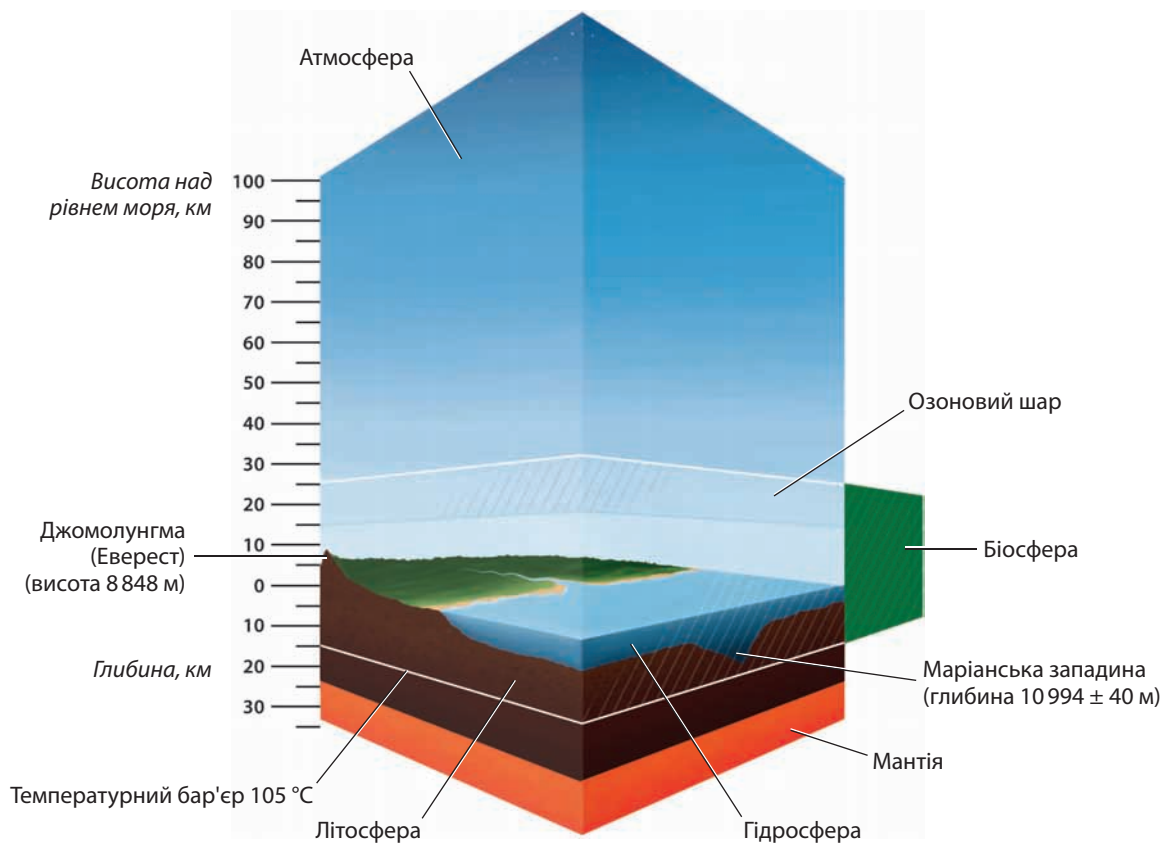


Рис. 2.1. Розташування біосфери в гідросфері, літосфері та атмосфері Землі

Навколишнє середовище, біосфера – це домівка людства.

Людина, що виникла в процесі еволюції, – продукт довкілля та його невід’ємна складова. Біологічна єдність людини і навколишнього середовища полягає в тому, що вона є одним із ланцюгів кругообігу речовин у природі; це означає, що ресурси, які організм людини бере від природного середовища, – такі як повітря, вода, їжа – використовуються нею в процесі життєдіяльності, а потім (звісно, у зміненому вигляді) виділяються та повертаються у навколишнє середовище; в ньому розпадаються на складові елементи й знову потрапляють у біологічний кругообіг речовин на Землі.

Як творіння земного середовища, людина пристосувалась до життя в його умовах, адаптувалась у процесі свого розвитку та поступової еволюції. Саме здоров’я та хвороба людини розглядаються як продукти взаємодії людського організму з навколишнім середовищем.

На відміну від інших видів живих організмів, людина, керуючись життєвим досвідом, гігієнічними

знаннями та можливостями, які дають їй соціальний та науково-технічний прогрес, на певних етапах свого розвитку почала активно пристосовувати довкілля до фізіологічних потреб свого організму. В результаті вона сформувала для себе життєве середовище, тобто йдеться про довкілля в широкому розумінні. Це пов’язано, зокрема, з освоєнням космічного простору.

2.4. Кругообіг речовин у біосфері. Функції біосфери

Утворення живої речовини та її розкладання – це дві сторони єдиного процесу, який називається біологічним кругообігом хімічних елементів. Життя – це кругообіг елементів між організмом і середовищем.

Процеси кругообігу речовин у біосфері прийнято поділяти на великий (геологічний) та малий (біологічний) кругообіг.

Рушійною силою великого (геологічного) кругообігу є тектонічні процеси і сонячна енергія. Малий (біологічний) кругообіг речовин пов’язаний з діяль-

ністю живої речовини. Обидва кругообіги відбуваються одночасно і пов'язані між собою. Вони утворюють єдиний біогеохімічний цикл – циклічне постійне перетворення речовин та зміну потоків енергії з просторовим масоперенесенням за рахунок сукупної дії біотичних та абіотичних трансформацій речовини.

Просторове переміщення (міграція) речовин у межах геосфер. Основні типи:

1. Механічне перенесення (відбувається без зміни хімічного складу речовин).
2. Водне (розчинені речовини переміщуються у формі іонів або колоїдів). Це один із найважливіших видів переміщення речовин у біосфері.
3. Повітряне (переміщення речовин у формі газів, пилу або аерозолів із потоками вітру).
4. Біогенне (переміщення відбувається за активної участі живих організмів).
5. Техногенне (є наслідком господарської діяльності людини).

В межах єдиного біогеохімічного циклу біосфери найбільше значення мають кругообіги 6 елементів: води, кисню, вуглецю, азоту, фосфору і сірки (рис. 2.2, рис. 2.3, рис. 2.4, рис. 2.5, рис. 2.6, рис. 2.7).

Біогеохімічний цикл води (рис. 2.2). Вода вкриває поверхню Землі. За одну хвилину під дією сонячного тепла з поверхні водойм Землі випаровується 1 млрд тонн води. Внаслідок конденсації водяної пари утворюються хмари, випадають атмосферні опади. Опади проникають у ґрунт, ґрунтові води повертаються на поверхню землі через джерела. Атмосфера містить близько $1,3-1,5 \times 10^{16}$ кг води, основна маса якої зосереджена у тропосфері. Швидкість циркуляції води

дуже велика: вода океанів поновлюється за 2 млн років, ґрунтові води – за рік, річкові – за 12 діб, водна пара в атмосфері – за 10 діб. Щорічно для створення первинної продукції біосфери в процесах фотосинтезу використовується близько 1% води, що потрапляє у вигляді опадів. Людина для побутових і промислових потреб використовує вже близько 2,5% загальної кількості опадів за рік.

Біогеохімічний цикл кисню (рис. 2.3). Природними продуцентами вільного молекулярного кисню на Землі є зелені рослини, що утворюють його в процесі фотосинтезу. Атмосфера містить $1,2-2,0 \times 10^{15}$ тонн кисню. Щорічно цей запас поповнюється на 70–100 млрд тонн за рахунок фотосинтезу зелених рослин, при цьому 55 млрд тонн кисню виробляють лісові масиви. Для абсолютної більшості живих організмів кисень життєво необхідний. Він забезпечує здійснення окислювальних реакцій, під час яких вивільнюється необхідна для життєдіяльності організмів енергія. У природі відбувається постійний кругообіг цього газу в результаті збалансованих процесів використання атмосферного кисню для дихання, окислювальних процесів і виділення його у вільному вигляді при фотосинтезі. За розрахунками, повний кругообіг кисню у біосфері здійснюється за 2000 років.

Біогеохімічний цикл вуглецю (рис. 2.4). Маса вуглецю в біосфері перевищує 12 000 млрд тонн. Кругообіг вуглецю відбувається фактично між живою речовиною та двоокисом вуглецю (CO_2). У процесі фотосинтезу, здійснюваного рослинами, двоокис вуглецю (вуглекислий газ) і вода за допомогою енергії сонячного світла перетворюються на складні орга-

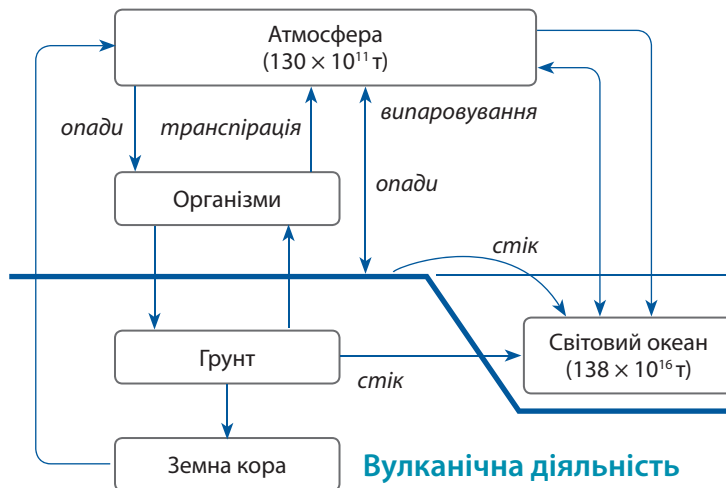


Рис. 2.2. Біогеохімічний цикл води

нічні сполуки. Щорічно зелені рослини поглинають 200 млрд тонн вуглецю. Більша його частина повертається в атмосферу завдяки процесам дихання. Відмерлі рослинні і тваринні організми розкладаються грибами та мікроорганізмами, що супроводжується виділенням CO_2 , який теж повертається в атмосферу. Загальний запас вуглецю в атмосфері становить 711 млрд тонн. Ще більше його містить так звана "карбонатна система" Світового океану – 390 трлн т. Карбонатну систему океанів складають різноманітні живі організми – найпростіші, водорості, корали, молюски тощо, які нагромаджують вуглекислий кальцій у своїх тілах. Повний цикл обміну біосферного вуглецю здійснюється протягом 300–1000 років.

Біогеохімічний цикл азоту (рис. 2.5). Атмосфера є найбільшим резервуаром газоподібного азоту ($3,9 \times 10^{19}$ тонн, або 78% за об'ємом). Для більшості організмів він є нейтральним газом. Лише для великої групи мікроорганізмів азот є фактором життєдіяльності. Засвоюючи молекулярний азот, такі мікроорганізми після відмирання забезпечують корені вищих рослин доступними формами цього елемента, який включається до складу амінокислот, білків та пігментів. Кругообіг азоту здійснюється за допомогою

двох взаємно збалансованих процесів – нітрифікації (послідовне окислення вільного азоту до нітратів, що поглинаються коренями рослин) і денітрифікації (відновлення азотомісних сполук до вільної форми). Обидва процеси здійснюються бактеріями. Біологічна фіксація азоту становить приблизно 126 млн тонн на рік. За рахунок абіогенної фіксації (наприклад, при розрядах блискавок чи виверженнях вулканів) у біосферу додатково надходить 26 млн тонн азоту в нітратній формі.

Біогеохімічний цикл фосфору (рис. 2.6). Цей важливий і необхідний для живих організмів елемент циркулює, поступово переходячи з органічних сполук у фосфати, які знову можуть використовуватись рослинами. На відміну від азоту, резервуаром фосфору слугує не атмосфера, а гірські породи та інші відкладення, що утворились у минулі геологічні епохи. Ці породи поступово піддаються ерозії, вивільнюючи фосфати в екосистеми, але велика кількість фосфатів потрапляє в море, де частково відкладається у мілководних осадах, а частково губиться у глибоководних. Механізми повернення фосфору в кругообіг вірогідно недостатньо ефективні і не поповнюють втрат. Діяльність людини призводить до

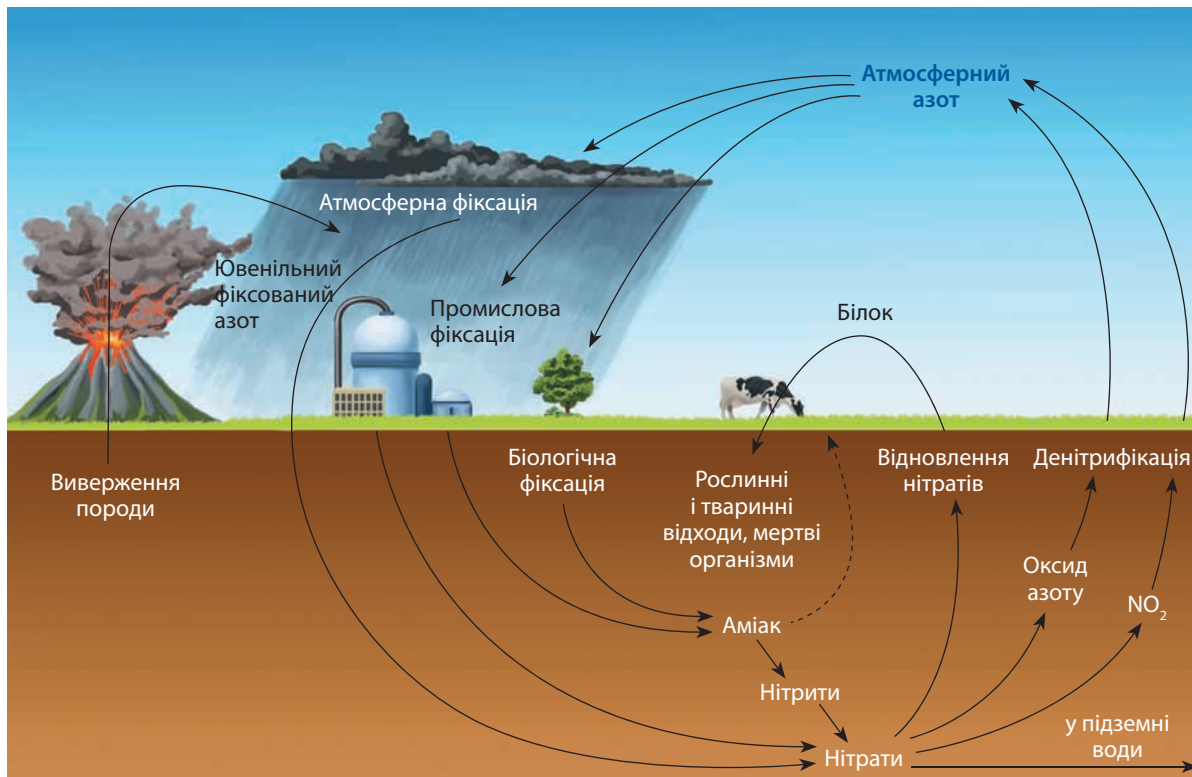


Рис. 2.5. Біогеохімічний цикл азоту



Рис. 2.6. Біогеохімічний цикл фосфору

поширеної втрати фосфору за рахунок ерозії ґрунтів. З іншого боку, активне використання фосфору в добривах призводить до евтрофікації (“надудобрення”) вод, що супроводжується бурхливим розмноженням водоростей (“цвітіння води”), які поглинають розчинений у воді кисень і виділяють токсичні продукти обміну. Сформовані природні екосистеми при цьому руйнуються.

Біогеохімічний цикл сірки (рис. 2.7). Охоплює повітря, води і ґрунти, де відбуваються процеси окислення і відновлення, завдяки яким відбувається обмін сірки між фондом доступного для рослин сульфату (SO_4) та фондом сульфідів заліза, що знаходяться глибоко в ґрунті і в осадах. Ці хімічні реакції виконують спеціалізовані мікроорганізми – сіркобактерії.

Кругообіги азоту й сірки все більше підпадають під вплив промислового забруднення повітря. Окиси азоту (N_2O і NO_2) і сірки (SO_2), на відміну від нітратів і сульфатів, токсичні. Основне джерело SO_2 – спалювання вугілля, а NO_2 – вихлопні гази та інші промислові викиди. Двоокис сірки реагує з водяною парою повітря, утворюючи крапельки сірчаної кислоти, котрі випадають на землю з кислим дощем. Кислі дощі стали серйозною проблемою, оскільки спричиняють всихання дерев і закислення озер на величезних територіях Європи і Північної Америки.

Промислові викиди в атмосферу вуглекислого газу і паралельне збільшення споживання кисню, яке до того ж супроводжується зведенням лісових масивів, загрожує руйнуванням балансу O_2 – CO_2 в атмосфері, що може стати причиною глобальних кліматичних катаклізмів.

Необережне втручання людини в природний перебіг біогеохімічних циклів, які формувалися протягом десятків і сотень мільйонів років еволюції біосфери, може мати катастрофічні наслідки.

Біогеохімічні ланцюги хімічних елементів (рис. 2.8). Мікроелементи – це група хімічних елементів, котрі містяться в організмі людини і тварин у межах 10^{-3} – 10^{-12} % від їхньої загальної маси тіла. Мікроелементи дуже нерівномірно розповсюджені в біосфері, і всі вони включаються до кругообігу біогеоценозів, впливають на ріст, розвиток, розмноження, морфологічну й фізіологічну мінливість живих організмів.

Накопичення хімічних елементів живими організмами визначається біологічною природою, геохімічними властивостями середовища, харчовими ланцюгами.

Склад ґрунту неоднорідний за вмістом хімічних елементів. Є регіони (області) з підвищеною або зниженою концентрацією мікроелементів, і це по-різному впливає на місцеву флору та фауну. Такі місцевості отримали назву “біогеохімічні провінції”.

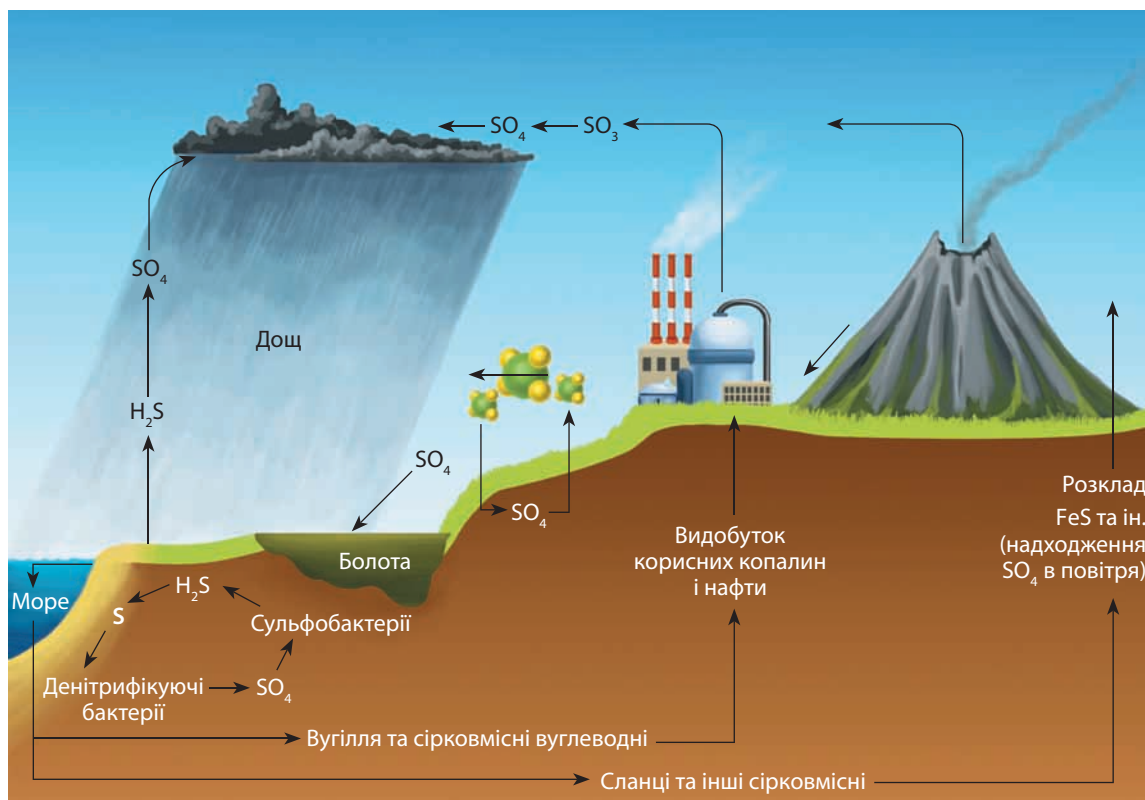


Рис. 2.7. Біогеохімічний цикл сірки

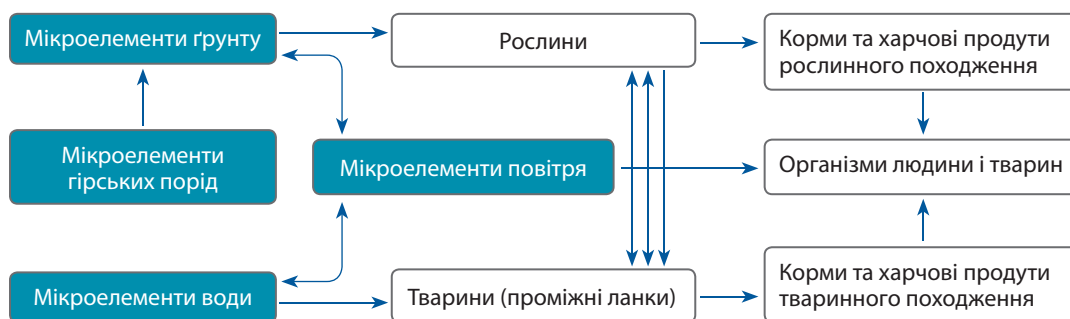


Рис. 2.8. Біогеохімічні ланцюги хімічних елементів

Кругообіг важких металів. Важкі метали – це хімічні елементи з високою відносною атомною масою та щільністю (від 5,36 г/см³ для германію до 22,48 г/см³ для осмію). З екологічного погляду заслуговують на увагу передусім ті, котрі найширше використовуються у виробничій діяльності людини і за біологічною активністю токсичні та небезпечні для живих організмів. До таких елементів належать свинець, ртуть, кадмій, цинк, бісмут, кобальт, нікель, мідь, олово, сурма, ванадій, марганець, хром, молібден і миш'як.

Важкі метали створюють “металевий пресинг” на біосферу. Кругообіг важких металів відбувається за наступною схемою: природні поклади або джерело забруднення (викиди, скиди, тверді відходи, пестициди, мінеральні добрива тощо) → середовище депонування (повітря, ґрунт, вода, харчові продукти) → живі організми, у т. ч. людина.

Кругообіг кадмію. Світове виробництво кадмію сягає 14 000 тонн на рік. Середня концентрація у навколишньому середовищі становить $1,6 \times 10^{-5}$. Щоріч-

но в атмосферу надходить близько 9000 тонн кадмію. Кадмій у навколишньому середовищі не розкладається, акумулюється у верхніх шарах ґрунту. Біля 70% кадмію, який потрапляє в ґрунт, зв'язується з груповими хімічними комплексами і засвоюється рослинами. Кадмій біологічно доступний, тому акумулюється бактеріями, молюсками, гідробіонтами. Цинк заважає надходженню кадмію у рослини. У корінні рослин кадмію більше, ніж в листках. Він негативно впливає на фізіологічні процеси в рослинах, зокрема гальмує процеси фотосинтезу. Кадмій накопичується у великих концентраціях у лугових печерицях, листках тютюну. Кадмій розчиняється в органічних кислотах, тому легко переходить у харчові продукти.

Кругообіг ртуті. У світі нагромаджено близько 590 000 тонн ртуті, обсяг світового виробництва становить 8400 тонн на рік. Середня концентрація ртуті у біосфері – 2×10^{-5} %. Кругообіг ртуті є інтенсивним завдяки її високій леткості, розчинності в атмосферних осадах, здатності існувати в різних фазових станах, добрій абсорбції у ґрунті, зелених насадженнях. У рослини ртуть потрапляє з ґрунту й повітря. Небезпечнішими для рослин є атмосферні викиди, оскільки листя вбирає ртуть та акумулює її. Ртуть у різних частинах рослин знаходиться нерівномірно, наприклад, у зерні злакових концентрація ртуті менша, ніж у соломі.

У харчових продуктах може знаходитися атомарна ртуть, окиснена (Hg_2^{2+}), й алкілртуть, яка є найнебезпечнішою. Ця сполука з планктоном або навіть через зябра надходить в організм риб (щука, тунець, меч-риба). З продуктами тваринного походження в організм людини надходить у вигляді метилртуті. З організму вона виводиться із сечею, з жовчю. Із жовчі метилртуть знову абсорбується в кишках. Метилртуть акумулюється в еритроцитах, у мозку в органічній формі. В інших тканинах її органічні сполуки деметилуються і перетворюються в неорганічну ртуть.

Кругообіг свинцю. Світові запаси свинцю становлять 85×10^6 тонн, світове виробництво сягає $4,1 \times 10^6$ тонн на рік. Середній вміст свинцю у біосфері 8×10^6 %. Найбільший вміст у ґрунті: 3–189 мг/кг. Із ґрунту свинець мігрує у рослини і зв'язується з органічними сполуками, накопичується в більших концентраціях у корінні рослин. Свинець, який потрапляє з атмосфери, накопичується в листках. Він знижує фотосинтез та абсорбцію води у рослинах. При надходженні у водойми метал накопичується у рибі, ракоподібних та інших гідробіонтах. У водоймах свинець повільно зв'язується з комплексними сполуками, органічними

й неорганічними лігандами. Людина отримує свинець з їжею, водою та з повітрям.

Таким чином, біосфера виконує ряд функцій:

1. *Енергетична функція.* Поглинання сонячної енергії (фотосинтез), виробництво біомаси та її перетворення. Частина енергії розсіюється у вигляді тепла, частина утворює запаси викопного палива (нафту, торф, вугілля, газ тощо).
2. *Концентраційна функція.* Це вибіркоче накопичення речовин, необхідних для побудови біомаси.
3. *Деструктивна функція.* Розкладання органічної речовини на прості неорганічні – це завдання виконують мікроконсументи-сапрофаги (від *sapros* – гнила). Біосфера здійснює кругообіг речовин, залучаючи в цей кругообіг біотичні й абіотичні складові.
4. *Транспортна функція.* Полягає у різних перенесеннях речовини проти сили тяжіння, переміщенні Землі, опадах тощо.
5. *Середовищеутворююча функція.* Атмосферне повітря, ґрунт, склад води, клімат – це результат діяльності біосфери: вона забезпечує необхідний для життя вміст біогенних елементів. В. І. Вернадський вважав, що таке життя саме створює умови, сприятливі для його існування.

2.5. Структура, склад та властивості, гігієнічне значення атмосфери

Атмосфера (грец. *atmos* – повітря, *sphaira* – куля) – це газоподібна оболонка, що оточує нашу планету. Суміш газів, яка становить атмосферу, називається повітрям. Причому атмосферним повітрям вважається повітря відкритих просторів, а не повітря житлових, громадських та виробничих приміщень.

В атмосфері відбуваються всі життєво важливі процеси. У ній, як у всякому океані, одні течії надзвичайно повільні, інші – стрімкі, а ще інші – неначе вихор. Якби не було атмосфери, Земля перетворилась би тоді на безживну планету. Сонячні промені й холод космічного простору вбили б усе живе. Змінився б не тільки зовнішній вигляд поверхні Землі, а й зникли б усі процеси та явища, пов'язані з атмосферою: не було б вітрів, хмар, опадів, полярного снігу, небо з блакитного перетворилося б назавжди на червоне.

Склад атмосфери та її фізичні властивості неоднакові і залежать від відстані до земної поверхні. У міру

віддалення від Землі сила земного тяжіння послаблюється і атмосфера стає менш щільною.

Залежно від складу і властивостей земну атмосферу поділяють на 5 шарів:

1. Тропосферу.
2. Стратосферу.
3. Мезосферу.
4. Термосферу.
5. Екзосферу (рис. 2.9).

Тропосфера є найнижчою частиною атмосфери. Її висота сягає 8–10 км у полярних широтах і 16–18 км – у зоні екватора. У тропосфері зосереджено майже 80% усієї маси атмосфери. Межа між верхнім шаром тропосфери і нижнім шаром стратосфери називається тропопаузою. Вона лежить над екватором на висоті 17–18 км, у середніх широтах – на висоті 10–12 км і в помірних – на висоті 8–9 км.

Повітря у тропосфері характеризується інтенсивними горизонтальними та вертикальними переми-

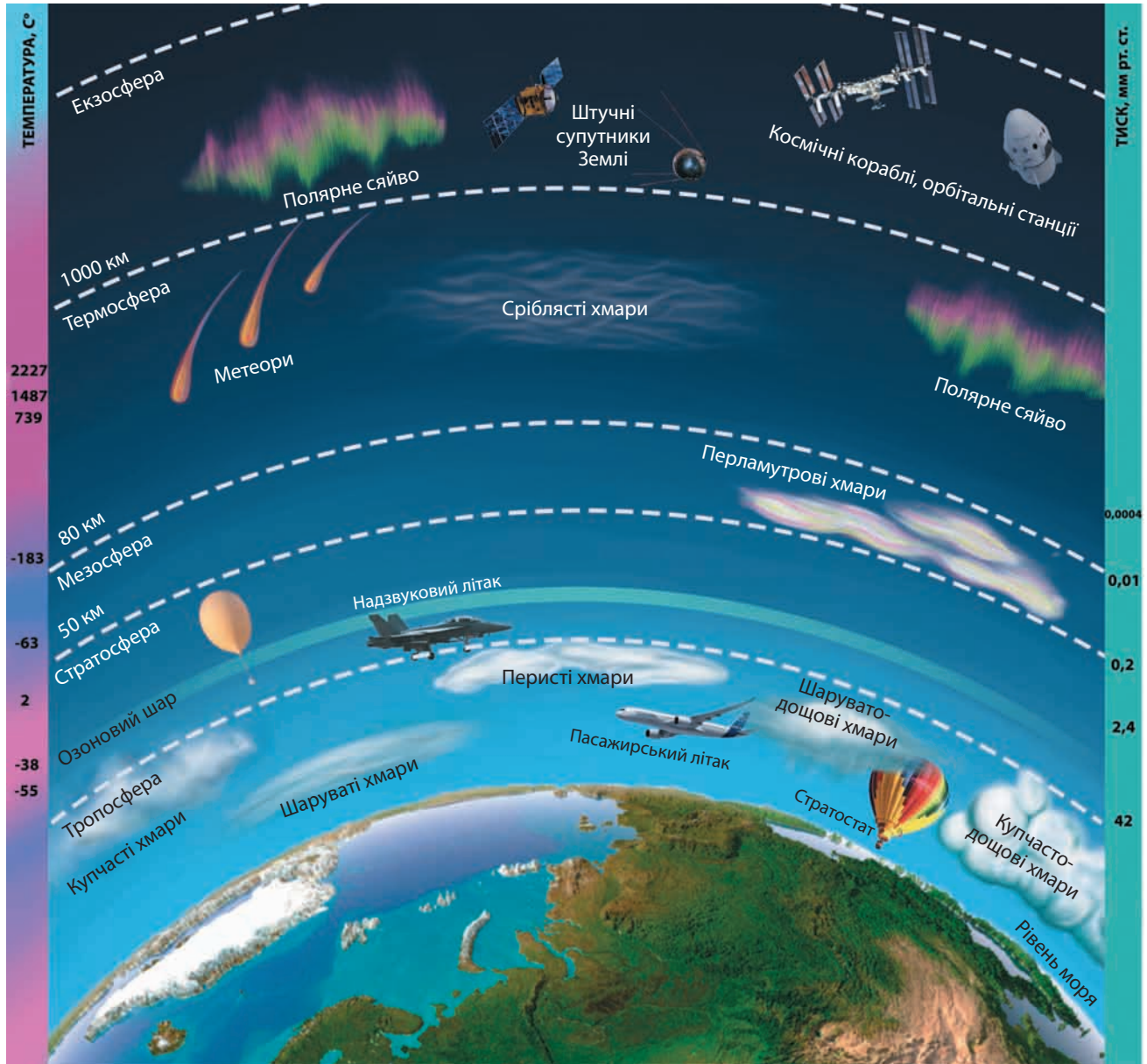


Рис. 2.9. Будова атмосфери Землі

щеннями. За рахунок активного руху повітря і його переміщення в цій частині атмосфери найактивніше відбуваються теплові, гідродинамічні та хімічні процеси з утворенням зон із підвищеним або зниженим тиском, нагріванням та охолодженням великих повітряних мас. Тут зосереджена майже вся водяна пара, відбуваються явища випаровування води та конденсації водяної пари з утворенням хмар і опадів. Це є наслідком інтенсивного нагрівання земної поверхні за рахунок сонячної радіації.

Температура повітря у тропосфері залежить від висоти, і найвищою вона буває біля поверхні Землі, а в разі віддалення від поверхні поступово знижується до $-60\text{...}-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, що пов'язано зі зменшенням густини повітря з висотою і погіршенням теплопередачі. Повітря не встигає прогріватися. Зниження температури на кожний кілометр висоти в середньому становить $6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Стратосфера міститься вище від тропосфери та поширюється до висоти 60 км, причому її маса дорівнює лише 5–15% маси атмосфери, що пояснюється великою розрідженістю повітря у стратосфері. Водяної пари практично немає. У нижній частині стратосфери зниження температури з висотою припиняється, і приблизно на висоті до 25 км її показники залишаються постійними. Залежно від товщини шару тропосфери вони досягають: над екватором $-70\text{...}-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, у полярних широтах $-45\text{...}-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. На висоті понад 30 км температура повітря підвищується в середньому на 1–2 $^{\circ}\text{C}$ на кожен кілометр, на висоті 40 км уже сягає $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Наявність озону зумовлює оптичні явища (міражі), викликає відображення звуків та здійснює вплив на електромагнітні випромінювання. Повітря тут переміщується, швидкість вітру може перевищувати 100 км/год.

Мезосфера розміщена на висоті 60–80 км та містить у собі 0,3–5% маси всієї атмосфери, тому характеризується великим розрідженням газового середовища. Тут температура падає до $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Переміщення повітряних мас зберігається попереднім, досягаючи 100 км/год.

Термосфера простягається на висоті від 80 до 1000 км і також вирізняється крайньою розрідженістю газового середовища. Вона містить менше ніж 0,05% атмосфери. Про температуру можна говорити лише виходячи з енергії та швидкості молекули. Ця газова оболонка електропровідна.

Екзосфера розміщена на висоті понад 1000 км. Низька густина повітря та висока швидкість руху молекул зумовлюють їхній перехід після подолання земного тяжіння у міжпланетний простір. Атмосферні

гази звідси розсіюються у світовий простір за рахунок дисипації, і тому екзосферу називають ще сферою розсіювання.

Таким чином, атмосфера не має чіткої межі. Поступово розріджуючись, вона плавно переходить у міжпланетний простір. Хоча деякі автори умовною межею атмосфери та космічного простору вважають лінію Кармана, що пролягає на висоті 100 км (наприклад, такою межею вважає її Міжнародна авіаційна федерація, *Fédération Aéronautique Internationale*, FAI).

Для життя на Землі мають значення не лише склад і властивості нижніх шарів атмосфери, а й процеси, що відбуваються у її верхніх шарах. Верхні шари атмосфери, що перебувають під постійною дією сонячного випромінювання, є великою ареною хімічних, фотохімічних та іонізаційних перетворень. Під дією випромінювань Сонця молекули газів у верхніх шарах атмосфери розпадаються на окремі атоми та іонізуються. До впливу електромагнітного випромінювання Сонця приєднується корпускулярне ("сонячний вітер"), яке складається з електронів, протонів, альфа-частинок, нейтронів та інших елементарних частин матерії, котрі викидає Сонце.

Атмосферне повітря – це фізична суміш газів, які у зв'язку зі зміною густини атмосфери на різних висотах змінюють лише свій парціальний тиск (табл. 2.1). Практично співвідношення різних газів атмосфери однакове до висоти 80–100 км. Крім складових атмосфери, у ній можуть міститися як різноманітні домішки природного походження, так і забруднення, зумовлені антропогенною дією. Постійний газовий склад атмосфери підтримується за рахунок біологічного кругообігу речовин екологічних систем біосфери, невід'ємною складовою частиною якої є атмосфера, а також за рахунок безперервного переміщення мас повітря в горизонтальному і вертикальному напрямках.

Головними компонентами цієї складної суміші газів, які не є хімічною сполукою, слід вважати азот і кисень.

Азот – безбарвний газ, без запаху і смаку, малоактивний, не підтримує дихання і горіння. Через це й називається "безживним". Але виявилось, що азот є важливою складовою амінокислот, які утворюють білки, а також відіграє незамінну роль у природному кругообігу речовин. Бобові рослини за допомогою специфічних мікроорганізмів, бульбочкових та інших бактерій засвоюють азот безпосередньо з повітря і фіксують у ґрунті у вигляді азотнокислих і амонійних солей. Звідси азот у зв'язаному вигляді надходить в організм травоядних тварин і, таким чином, входить

Таблиця 2.1. Вміст і концентрація газів (%) у сухому повітрі за температури 0 °С та атмосферного тиску 760 мм рт. ст.

Газ	Вміст, %		Концентрація, мг/м ³
	за об'ємом	за вагою	
Азот	78,09	75,51	976 300
Кисень	20,95	23,15	299 300
Аргон	0,93	1,28	16 550
Діоксид вуглецю	0,03	0,046	591
Неон	0,001 8	0,001 25	16,2
Гелій	0,000 52	0,000 072	0,9
Метан	0,000 22	0,000 12	3,7
Криптон	0,0001	0,000 29	–
Закис азоту	0,000 05	0,000 09	0,98
Водень	0,000 05	0,000 003 5	0,045
Ксенон	0,000 008	0,000 036	0,45
Озон	0,000 001	0,000 001 7	0,21
Радон	0,10–18	–	–

до складу тваринних білків, а згодом і білкових речовин людини. Азот потрапляє в атмосферу переважно під час розкладання рослин і викидів вулканів. Він належить до інертних газів. При підвищеному тиску азот є наркотиком.

Фізіологічна його роль визначається участю у створенні рівня атмосферного тиску, потрібного для життєво важливих процесів. Збільшення вмісту азоту в повітрі може призвести до гіпоксії та асфіксії внаслідок зниження парціального тиску кисню.

З підвищенням тиску розчинність азоту в крові й тканинах збільшується, і це спричиняє у людей вкрай тяжкий стан, оскільки через швидкий перехід до нормального тиску азот утворює у крові дрібненькі пухирці, які закупорюють кровоносні судини, що є причиною розвитку кесонної хвороби.

Кисень є основною складовою повітря. Без нього неможливе життя. Це безбарвний газ, що добре розчиняється у воді; все живе на Землі йому зобов'язане своїм виникненням. Кисень входить майже до всіх органічних речовин. Його наявність у повітрі потрібна для дихання, горіння і гниття. Джерелом кисню у природі є фотосинтез.

У стані спокою людина поглинає за годину 25 л кисню і видихає 22,6 л вуглецю діоксиду. Усі тканини і клітини організму безперервно поглинають кисень, що приводить до суттєвої зміни складу повітря (табл. 2.2).

Вуглецю діоксид (CO₂) – це безбарвний газ, кислуватий на смак, зі своєрідним запахом, розчинний у воді. Джерелом вуглецю діоксиду слугує в основному дихання людей, тварин, частинки рослин, процеси

Таблиця 2.2. Склад атмосферного і видихнутого повітря (в об'ємних відсотках)

Повітря	Азот	Кисень	Діоксид вуглецю	Водяна пара
Атмосферне	78,09	20,7–20,9	0,03–0,04	Різної кількості
Видихнуте	78,26	15,4–16,0	3,4–4,7	Насичена