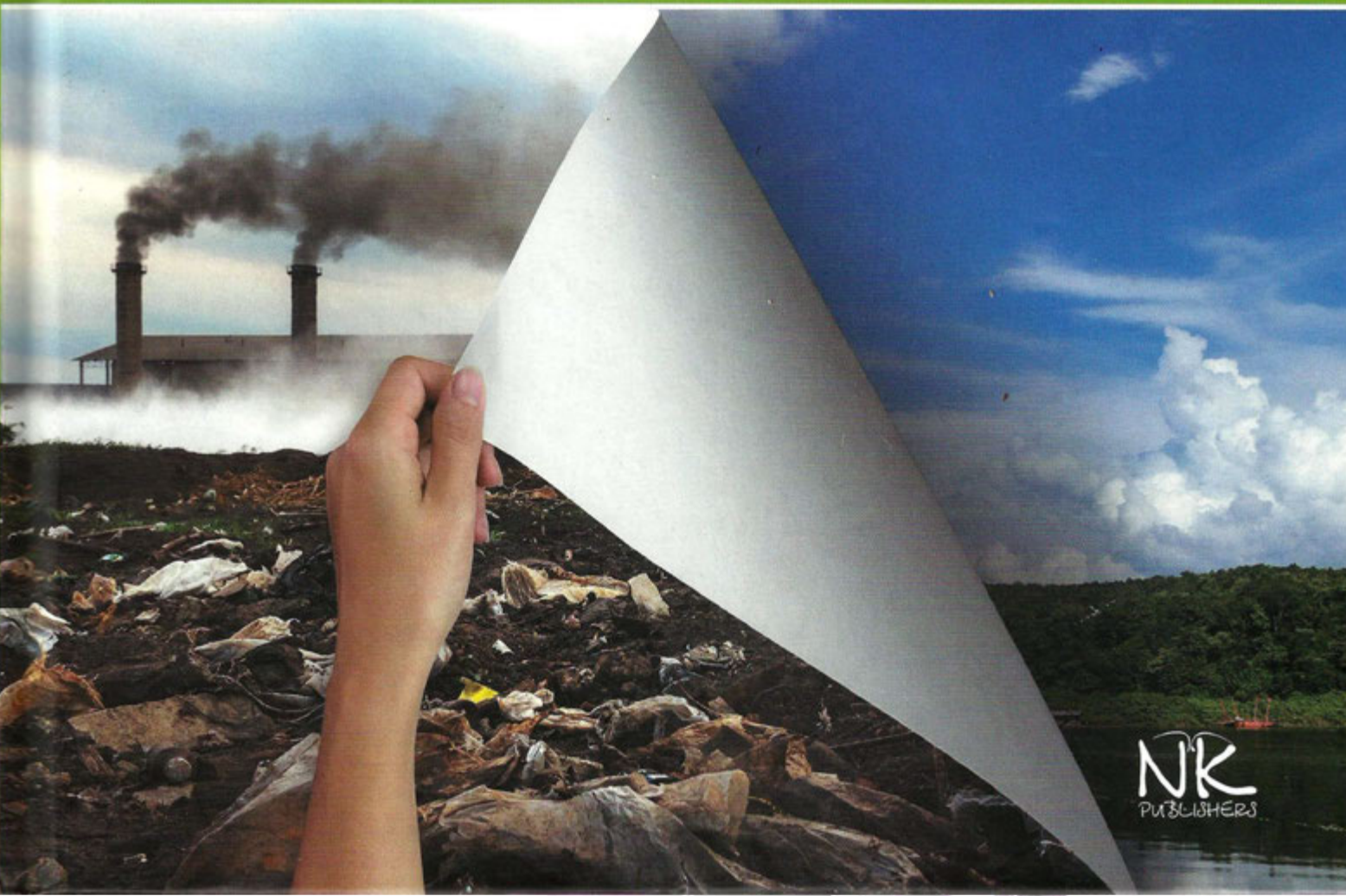
ГІГІЄНА та ЕКОЛОГІЯ

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



До 180-річчя Національного медичного університету імені О. О. Богомольця

До 150-річчя кафедри гігієни та екології

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

УДК 613(075)
Г46

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. Марзєєва 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)

ISBN 978-966-382-830-5

© Автори, 2020
© Нова Книга, 2020

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

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
(Н. В. Мережкіна, В. Г. Бардов) . . . 165
10.1. Клімат, визначення поняття . . . 165
10.2. Кліматоформуючі фактори . . . 165
10.3. Кліматохарактертизуючі 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)* . . . 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)* . . . 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)* 242
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)* . . . 263
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)* . . . 275
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)* . . . 278
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)* . . . 285
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)* . . . 291
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)* . . . 306
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)* 448
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

Передмова

У Всесвітній організації охорони здоров'я склали список із 10 головних загроз здоров'ю людства у 2019 році. На першому місці серед цих загроз – забруднення повітря і зміни клімату. У світі 9 із 10 людей щодня дихають забрудненим повітрям. За даними ВООЗ, забруднене повітря щороку вбиває 7 млн осіб, викликаючи такі хвороби, як рак, інсульт, хвороби серця і легень.

Забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери, тобто біосфери Землі, набрало загрозливого глобального характеру, що перетворило ряд багатомільйонних міст у місця екологічної катастрофи.

Внаслідок глобального парникового ефекту наступають такі страшні явища, як смоги лондонського, лос-анджелеського та аляскинського типів, кислотні дощі, збільшення площі пустельних мертвих зон на планеті, глобальне зменшення об'єму питної води, глобальні кліматичні катастрофи, урагани та смерчі, повені, затоплення, спека, лісові пожежі і як наслідок – конфлікти, війни та міграція населення, загрози всесвітнього потопу, масового голоду, вимирання багатьох видів тварин і рослин.

Ці обставини мотивували МОН України прийняти ряд постанов про "екологізацію" викладання у всіх вишах держави.

У зв'язку тим, що курс "Гігієна та екологія" у медичних університетах завжди був призначений для вивчення закономірностей впливу довкілля на здоров'я окремої людини та громадське здоров'я і використання встановлених закономірностей для розробки заходів профілактики захворювань людства, при створенні цього підручника використано останні наукові досягнення у галузі гігієни, загальної екології та екології людини.

Даний підручник укладено у відповідності до приблизних навчальних програм підготовки магістрів зі спеціальностей 221 "Стоматологія", 222 "Медицина" у вищих навчальних закладах України IV рівня акредитації.

У підручнику "Гігієна та екологія" у вигляді 38 розділів викладено навчальні матеріали лекцій, практичних занять, самостійної роботи та науково-дослідницької роботи студентів у галузях гігієни, загальної екології та екології людини.

Член-кореспондент НАМН України,
професор В. Г. Бардов

Перелік основних умовних скорочень

GMP	Good Manufacturing Practices (належна виробнича практика)
АЕС	Атомна електростанція
БНіП	Будівельні норми і правила
ВВЕР	Водо-водяні енергетичні реактори
ВЛІ	Внутрішньолікарняна інфекція
ВМО	Всесвітна метеорологічна організація
ВООЗ	Всесвітня організація охорони здоров'я
ВС	військовослужбовець
ГВС	Галогеновмісні сполуки
ГДД	Граничнодопустима доза
ГДК	Граничнодопустима концентрація
ГДП	Гігієна дітей та підлітків
ГКІ	Гостра кишкова інфекція
ГХЦГ	Гексахлорциклогексан
ДБН	Державні будівельні норми
ДДД	Допустима добова доза
ДДТ	Дихлордифенілтрихлорметилметан
ДІВ	Джерела іонізуючого випромінювання
ДР	Допустимі рівні
ДРЛ	Дугові ртутні лампи
ДСанПіН	Державні санітарні правила і норми
ДСН	Державні санітарні норми
ЕМП	Електромагнітні поля
ЕРОА	Еквівалентна рівноважна об'ємна активність
ЕХР	Екзогенні хімічні речовини
ЄС	Європейський Союз
ЗСО	Зони санітарної охорони
ЗСУ	Збройні сили України

ЗТВП	Захворюваність з тимчасовою втратою працездатності
ІВ	Інонізуюче випромінювання
ІМО	International Maritime Organization – Міжнародна морська організація
КМУ	Кабінет Міністрів України
КПО	Коефіцієнт природної освітленості
КР	Контрольні рівні
КФА	Коефіцієнт фізичної активності
ЛПЗ	Лікувально-профілактичний заклад
МАГАТЕ	Міжнародне агентство з атомної енергії
МДР	Максимально допустимий рівень
МЕД	Мінімальна еритемна доза
МКРЗ (ICRP)	Міжнародна комісія з радіаційного захисту
МКХ-10	Міжнародна класифікація хвороб 10-го перегляду
МСОП	Міжнародний союз охорони природи
НВЧ-	Надвисокочастотн(ий)
НКДАР	Науковий комітет з питань дії атомної радіації
НКРЗУ	Національна комісія з радіаційного захисту населення України
НРБУ	Норми радіаційної безпеки України
НС	Надзвичайна ситауція
НТП	Науково-технічний прогрес
НТР	Науково-технічна революція
ОБР	Орієнтований безпечний рівень (впливу)
$О_{осн}$	Основний обмін
ООН	Організація Об'єднаних Націй
ОСПУ	Основні санітарні правила (радіаційної безпеки) України
ПАВ	Поліциклічні ароматичні вуглеводні
ПАР	Поверхнево-активні речовини
ПНЖК	Поліненасичені жирні кислоти
ПРЗ	Протирадіаційний захист
ПРН	Природні радіонукліди
ПХБ	Поліхлоровані біфеніли
ПХК	Поліхлоркамфен
ПХП	Поліхлорпінен

РА-	Радіоактивн(ий)
РАВ	Радіоактивні відходи
РВП	Реактори великої потужності
РВПК	Реактори великої потужності канальні
РФП	Радіофармацевтичні препарати
СанПіН	Санітарні правила і норми
СЕС	Санітарно-епідеміологічна служба
СЗЗ	Санітарно-захисні зони
СК	Світловий коефіцієнт
СНіП	Санітарні норми і правила
СОТ	Світова організація торгівлі
СПАР	Синтетичні поверхнево-активні матеріали
ТВЕЛ	Тепловиділяючі елементи
ТЕС	Теплова електростанція
ТЕЦ	Теплова електроцентраль
ТПВ	Тверді побутові відходи
ТПДПП	Техногенно-підсилені джерела природного походження
ТУ	Технічні умови (виробництва)
ТЧ	Тверді частинки
УФ-	Ультрафіолет(овий)
УФО	Ультрафіолетове опромінення
ФАО	FAO, Food And Agriculture Organization – Міжнародна продовольча сільськогосподарська організація при ООН
ЧАЕС	Чорнобильська атомна електростанція
ЩЗ	Щитоподібна залоза
ЮНЕП	UNEP, United Nations Environment Programme – Програма ООН з питань довкілля
ЮНЕСКО	UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – міжнародна організація, спеціалізована установа ООН з питань освіти, науки і культури

1 РОЗДІЛ

ПРОФІЛАКТИЧНА МЕДИЦИНА. ГІГІЄНА ЯК НАУКА. САНІТАРІЯ

В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна

1.1. Вступ у гігієну

Протягом 6 років студенти медичних університетів навчаються, а потім упродовж усього життя лікарі ведуть боротьбу за збереження та зміцнення головного капіталу людини – її здоров'я.

При опануванні практично всіх дисциплін у стінах медичного університету студенти вивчають окремі питання профілактики захворювань, проте основною профілактичною дисципліною є гігієна.

Цей предмет протягом четвертого та п'ятого семестрів студенти вивчають на кафедрах гігієни та екології. В кінці кожного семестру вони складають підсумковий модульний контроль або іспит. Особливу значимість знанню гігієни надає та обставина, що цей предмет – випускний. Державні випробування у вигляді тестового контролю "Крок-2" і державного іспиту з гігієни та екології людини, громадського здоров'я та організації охорони здоров'я студенти складають після закінчення навчання на 6 курсі.

1.2. Організаційно-методичне забезпечення вивчення гігієни та екології

У бібліотеці університетів є такі підручники з дисципліни "Гігієна та екологія" (рис. 1.1 та рис. 1.2):

1. Гігієна та екологія. Підручник. /За редакцією В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 720 с.
2. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. / І. І. Даценко, Р. Д. Габович. – Київ : Здоров'я, 2004. – 792 с.
3. Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни. / Є. Г. Гончарук, Ю. І. Кундієв, В. Г. Бардов та ін./ За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища школа, 1995. – 552 с.
4. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – 424 с.
5. Комунальна гігієна /Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий та ін. / За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – 726 с.
6. Гігієна праці / ред. Ю. І. Кундієв, О. П. Яворовський. – К. : Медицина, 2011. – 904 с.
7. Гігієна харчування з основами нутриціології, у двох книгах /За ред. В. І. Ципріяна. – К. : Медицина, 2007. – кн. 1 – 528 с., кн. 2 – 544 с.
8. Радіаційна гігієна / В. О. Мурашко, Д. С. Мечев, В. Г. Бардов та ін. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – 376 с.
9. Гигиена и экология /Под общей ред. В. Г. Бардова. – Винница : Нова Книга, 2008. – 720 с.
10. Коммунальная гигиена / Е. И. Гончарук, В. Г. Бардов, С. И. Гаркавый и др. / Под ред. Е. И. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – 792 с.
11. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены /Е. И. Гончарук, Ю. И. Кундиев, В. Г. Бардов и др. – К. : Вища школа, 2000. – 652 с.
12. Oxford textbook of Public Health / Under Roger Detels, James McEwen, Robert Beaglehole and Heizo Tanaka edition. – USA, Oxford. – Fourth edition, 2005. – 1955 p.
13. General Hygiene and Environmental Health / Under M. M. Nadvornyi edition. – Odessa, 2005. – 242 p.
14. Korobchanskiy V. A., Vorontsov M. P., Musulbas A. A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – 207 p.
15. Hygiene and ecology: textbook for students of higher medical educational establishments / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V. G. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2009. – 688 p.
16. Medicine of emergency situations: textbook for students of higher medical institutions / V. V. Chaplyk, P. V. Oliynyk, S. T. Omelchuk, V. V. Humenyuk. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2012. – 344 p.

Рис. 1.1. Україномовні підручники (та декілька російськомовних аналогів, прим. ред.)

Рис. 1.2. Англомовні підручники

17. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 767.
18. General nutrition: Study guide for the 4th accreditation level Medical School Students / edited by S.T. Omelchuk, O.V. Kuzminska. – Kyiv, 2016. – 146 p.
19. Hygiene and ecology: textbook for students of higher medical educational establishments / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V. G. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2018. – 688 p.

Можна користуватися будь-якими, але перевагу слід надати підручникам останніх років видання.

1.3. Здоров'я як об'єкт гігієни

Всесвітня організація охорони здоров'я вважає, що серед соціальних завдань найважливіше – турбота про здоров'я людей. Здоров'я населення – головний капітал будь-якої держави.

За визначенням ВООЗ (1946), **ЗДОРОВ'Я** – це стан повного фізичного, душевного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних дефектів (рис. 1.3).

Вітчизняні вчені дали більш об'ємне і конкретизоване визначення (Р. Д. Габович): "Здоров'я – це нормальний і гармонійний фізичний та психічний розвиток людини, нормальне функціонування всіх органів та систем, здатність до адаптації при несприятливій дії у звичайних умовах існування і відтворення здорового потомства, відсутність захворювань та схильності до них, висока фізична і розумова працездатність, що дозволяє людині виконувати свої соціальні функції".

В Україні існує система державних заходів з питань охорони та покращення здоров'я населення. Ці заходи здійснюються різними службами і закладами, однак провідну роль відіграє служба охорони здоров'я.

Турбота про здоров'я – найважливіша задача медичної науки та практичної охорони здоров'я. Вирішення цієї задачі досягається здійсненням двох комплексів заходів:

- профілактикою, тобто зміцненням здоров'я і попередженням захворювань;
- лікуванням або відновленням здоров'я.

Обидва комплекси заходів боротьби за здоров'я населення і окремої людини здійснюються одночасно. Більш ефективною, а отже, й пріоритетною в діяльності медичного працівника будь-якого профілю повинна бути профілактика.

1.4. Навколишнє середовище як об'єкт гігієни

Життя живого організму, в тому числі і людини, неможливе без довкілля. "Життя, – казав Ф. Енгельс, – є спосіб існування білкових тіл, суттєвим моментом якого є постійний обмін речовин із природою, причому з припиненням цього обміну речовин припиняється життя". Видатний російський фізіолог І. М. Сєчєнов говорив, що будь-який організм без навколишнього середовища, яке підтримує його існування, неможли-

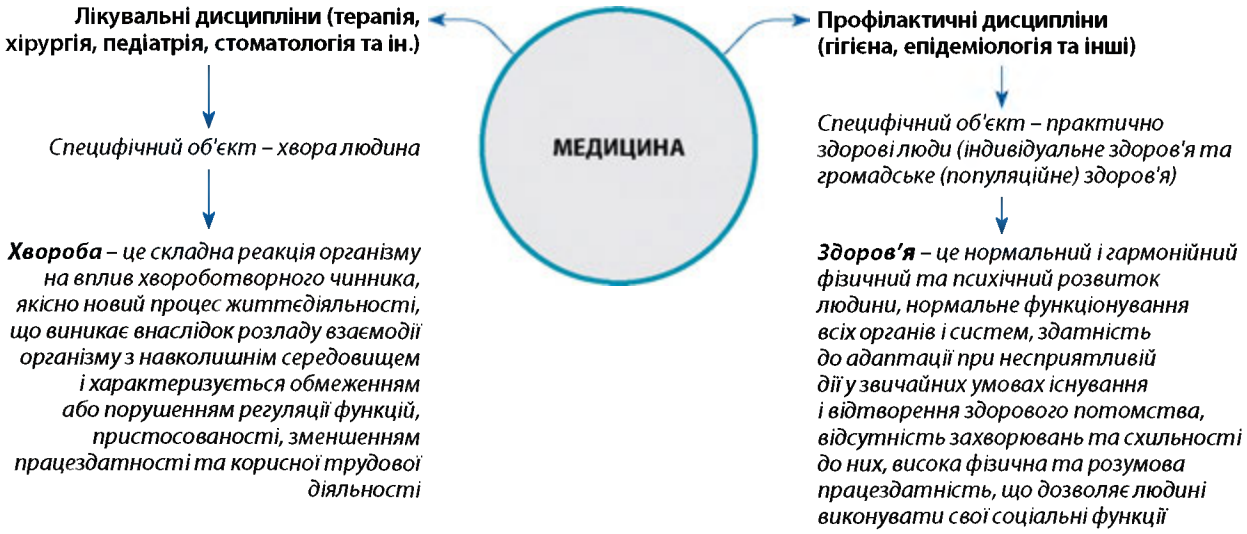


Рис. 1.3. Лікувальна та профілактичні галузі медицини

вий, і тому в наукові визначення організму повинне входити й середовище, яке його оточує.

Під визначенням "навколишнє середовище" в науці вважається все те, що нас оточує, що прямо чи опосередковано діє на наше життя і діяльність. До складу навколишнього середовища, в широкому розумінні слова, входить уся наша планета і космічний простір. У вужчому, спрощеному визначенні навколишнього середовища мають на увазі лише біосферу. Довкілля впливає на організм людини і відповідно на її здоров'я, тому воно також є об'єктом гігієни. Як саме воно впливає, буде розглянуто на наступних розділах.

1.5. Профілактичні пріоритети в медицині

До профілактичного пріоритету в медицині емпірично людство підійшло досить давно.

Ще у IV ст. до н.е. "батько медицини" Гіппократ учив: "Перша задача лікаря – турбуватися про здоров'я здорових заради того, щоб вони не хворіли". За 2 тисячі років до н.е. в Древньому Китаї про діяльність сімейного лікаря заможні мандарини судили просто: якщо в сім'ї всі здорові, лікар отримує свій гонорар; коли в сім'ї хтось хворіє – гонорару немає.

Емпіричні ідеї профілактики культивувалися в Древньому Єгипті, Вавилоні, Греції та Римській імперії: культ фізичного здоров'я, спартанський спосіб життя, будівництво водопроводів-акведуків, баньтерм для зміцнення здоров'я, ізоляція заразних хворих, спалювання трупів з метою попередження епідемій і багато інших профілактичних заходів здійснювали древні.

Практичні висновки медицини дали підстави видатним медикам минулого висловити ідеї пріоритету профілактики. Видатний хірург М. І. Пирогов писав: "Я вірю в гігієну. Ось у чому справжній прогрес нашої науки. Майбутнє належить медицині запобіжній. Ця наука, йдучи рука в руку з лікувальною, принесе безперечну користь людству". Великий терапевт С. П. Боткін казав: "Перша задача лікаря – запобігти хворобі; якщо не спромігся на це – лікувати хворого; при невиліковній хворобі – полегшити страждання". Знаменитий російський гігієніст Ф. Ф. Ерісман казав так: "Лікар повинен не тільки лікувати хворих, а й запобігати хворобам, і власне у цьому ідеальний бік його покликання, найкраще і найкорисніше в його діяльності".

ПРОФІЛАКТИКА (від грец. *prophylaktikos* – запобіжний) – це широка система державних, медичних і суспільних заходів, спрямованих на збереження та зміцнення здоров'я населення, виховання здорового молодого покоління, підвищення працездатності та тривалості активного життя.

Профілактика – головний принцип охорони здоров'я. Одним з найважливіших обов'язків медичних працівників є проведення заходів з попередження захворювань у здорових і загострень, ускладнень, рецидивів у хворих.

В Україні під профілактикою розуміють широку систему державних, медичних і суспільних заходів, спрямованих на збереження і зміцнення здоров'я людей, на виховання здорового молодого покоління, на підвищення працездатності й тривалості активного життя (рис. 1.4).

Профілактику виділяють громадську та індивідуальну. Громадська профілактика забезпечується державними заходами, які відображені в Конституції, основах законодавства про охорону здоров'я. Ці заходи передбачають право людей на працю, житло, відпочинок, навчання та лікування, пенсійне забезпечення, тобто створення таких умов, які дозволяють людині гармонійно розвиватися фізично і духовно, зберігати своє здоров'я, працездатність, жити не хворіючи.

Індивідуальна профілактика передбачає боротьбу з перевантаженням нервової та інших систем, пору-

Рис. 1.4. Громадська та індивідуальна профілактика в медицині

Рис. 1.5. Первинна, вторинна й третинна профілактика в медицині

шеннями режиму праці, відпочинку, харчування, гіподинамією, зловживанням алкоголем та палінням.

Стосовно конкретних видів патології профілактику поділяють на первинну, вторинну та третинну (рис. 1.5).

Первинна профілактика – профілактичні технології попередження захворювань шляхом усунення ризико-факторів (причин та умов виникнення) і підвищення загальної резистентності організму до дії ризико-факторів. Вторинна профілактика – медико-профілактичні технології з виявлення хвороби, попередження її прогресування, загострень та можливих ускладнень. Третинна профілактика – медико-профілактичні технології з усунення негативних наслідків хвороби (рецидивів, ускладнень, тимчасової чи постійної втрати працездатності, інвалідності, смерті).

Чим повніше населення буде охоплене заходами профілактики, тим здоровішими будуть широкі маси населення.

Життя підтверджує мудрий висновок видатного російського терапевта Г. А. Захар'їна: "Чим досвідченіший практичний лікар, тим краще він розуміє всесильність гігієни та відносну слабкість лікувальної терапії. Переможно сперечатися з недугами мас може лише гігієна".

1.6. Гігієна як наука. Мета, завдання, зміст, методи, зв'язок з іншими науками

Гігієна – основна профілактична наука в медицині. Вона узагальнює всі дані теоретичних та клінічних дисциплін у галузі профілактики, інтегрує знання про комплексний вплив навколишнього середовища на здоров'я людини, розробляє загальні принципи та системи профілактичних заходів.

Слово "ГІГІЄНА" походить від грецького *higieinos*, що означає "той, що приносить здоров'я".

Походження назви пов'язане з давньогрецькою легендою. У бога Сонця Аполлона був син Асклепій (Ескулап), який від народження був кволою дитиною. Батько поселив хворого Асклепія в сонячну грецьку долину, приставив до нього лікарів, які вилікували його від усіх недуг. Після одужання Асклепій сам почав лікувати, зцілюючи жителів долини. Йому допомагали дві доньки: Гігієя та Панакея. У зв'язку з тим, що Гігієя більше займалася оздоровленням здорових, попередженням захворювань, її ім'я послужило основою для назви науки гігієни, яка й вирішує питання профілактики захворювань. Панакея займалась лікуванням хворих. Тому її ім'я послужило основою для назви "панацея" в лікувальній медицині.

Було запропоновано різні визначення гігієни як науки.

Основоположник вітчизняної гігієни Ф. Ф. Ерісман (1901) писав, що гігієна – це наука, яка за допомогою "...експериментального та статистичного дослідження застосовує набуті цими шляхами істини для покращення громадського здоров'я". "Якщо здоров'я визначається як гармонійний розвиток організму і як нормальне співіснування всіх його органів, то предметом вивчення гігієни є всі ті умови у його зовнішньому оточенні, які так чи інакше можуть впливати на організм, порушувати його гармонійний розвиток або нормальні функції його частин".

Творець російського тлумачного словника В. В. Даль (1898) визначив: "Гігієна – мистецтво або знання зберігати здоров'я, оберігати його від шкоди".

У Великій медичній енциклопедії СРСР дано такі визначення відомих гігієністів:

1. А. А. Лєтавєта (1958): "Гігієна – галузь медичної науки, що вивчає вплив умов життя на здоров'я людини, розробляє заходи, спрямовані на попередження виникнення хвороб та створення умов, що забезпечують збереження здоров'я".
2. Ф. Г. Кроткова (1977): "Гігієна – наука, що вивчає вплив різних факторів навколишнього середовища і виробничої діяльності на здоров'я людини, її працездатність, тривалість життя і розробляє практичні заходи, спрямовані на оздоровлення умов життя і праці людини".

Нині прийнято таке визначення (Р. Д. Габович, 1983): "Гігієна – це наука, що вивчає закономірності впливу навколишнього середовища на організм людини і громадське здоров'я з метою обґрунтування гігієнічних нормативів, санітарних правил і санітарних заходів, реалізація яких забезпечує оптимальні умови для життєдіяльності, зміцнення здоров'я та попередження захворювань".

Узагальнюючи розглянуті визначення, можна сказати, що **ГІГІЄНА** – галузь медичних знань, наука про збереження та зміцнення громадського (колективного) та особистого (індивідуального) здоров'я шляхом проведення профілактичних заходів.

Мета і задачі гігієни

Видатний англійський учений Е. А. Паркс сказав, що гігієна як наука переслідує велику і благородну мету – зробити розвиток людського організму "найбільш досконалим, життя найбільш сильним, згасання найбільш уповільненим, а смерть найбільш віддаленою".

Задачі гігієни

1. Вивчення природних та антропогенних факторів навколишнього середовища і соціальних умов, що мають вплив на здоров'я людини.
2. Вивчення закономірностей впливу факторів і умов навколишнього середовища на організм людини або популяцію.
3. Наукове обґрунтування та розробка гігієнічних нормативів, правил і заходів з максимального використання сприятливих для організму людини факторів довкілля та усунення або обмеження до безпечних рівнів шкідливих чинників.
4. Впровадження у практиці народного господарства та охорони здоров'я розроблених гігієнічних рекомендацій, правил і нормативів, перевірка їх ефективності та удосконалення.
5. Прогнозування санітарної ситуації на ближчу та віддалену перспективу з урахуванням планів розвитку народного господарства, визначення відповідних гігієнічних проблем, що виходять з прогнозованої ситуації, наукова розробка цих проблем.

Зміст гігієни

Зміст гігієни як науки визначається переліком її основних галузей: соціальна гігієна, комунальна гігієна, гігієна праці, гігієна дітей та підлітків, гігієна лікувально-профілактичних закладів, військова гігієна, радіаційна гігієна, особиста гігієна, морська гігієна, авіаційна гігієна, гігієна залізничного транспорту, спортивна гігієна, космічна гігієна, герогігієна.

Методи гігієни

Виділяють: 1. Специфічні методи гігієни, які виділили гігієну в самостійну наукову дисципліну. 2. Методи гігієнічних досліджень.

Специфічні методи гігієни:

1. Епідеміологічний метод.
2. Метод санітарного обстеження та опису.
3. Метод гігієнічного експерименту:
   - метод натурного експерименту;
   - метод лабораторного експерименту.
4. Метод санітарної експертизи.

Епідеміологічний метод має за мету вивчити закономірності поширення неінфекційних та інфекційних захворювань залежно від впливу шкідливих факторів (хімічних, фізичних, біологічних) навколишнього середовища.

Метод санітарного обстеження і опису призначений для вивчення стану довкілля за спеціальними картами або алгоритмами санітарного обстеження з обов'язковими кількісними та якісними оцінками за допомогою фізичних, хімічних, біологічних та інших методів гігієнічних досліджень.

Метод гігієнічного експерименту застосовується в гігієні у вигляді: а) натурного експерименту – наприклад, дослідження здоров'я популяції людей в реальних умовах проживання після аварії на Чорнобильській АЕС; б) метод лабораторного експерименту у вигляді лабораторного моделювання на тваринах

процесів у реальному навколишньому середовищі з розробкою гігієнічних нормативів: МДР (максимально допустимий рівень) ГДК (граничнодопустима концентрація), ОБР (орієнтований безпечний рівень впливу), ДДД (допустима добова доза) тощо.

Методи гігієнічних досліджень (рис. 1.6) поділяються на:

- методи вивчення навколишнього середовища;
- методи вивчення впливу навколишнього середовища на організм та здоров'я.

Детально ці методи розглядаються на практичних заняттях та при самостійній роботі.

Понятійний апарат теми

- **Внутрішнє середовище** – це живе середовище організму, яке відмежоване від зовнішнього середовища роговим шаром шкіри, епітелієм слизових оболонок органів дихання, сечостатевої і травної систем та секреторних залоз, а також екстеро- та інтерорецепторами і сукупністю тканин, у тому числі рідких (крові, лімфи і тканинної речовини), які омивають клітини міжклітинної структури.
- **Внутрішнє середовище** – середовище обміну речовин, у якому воно бере участь, забезпечує нервові й гуморальні механізми регуляції та гомеостаз організму.
- **Навколишнє середовище** – це середовище проживання і виробничої діяльності людини. Воно охоплює умови праці, побуту, відпочинку і харчування (загальне для популяції).
- **Зовнішнє середовище** – це частина навколишнього середовища, що беспосередньо контактує з епітелієм шкіри і слизових оболонок, впливає на всі види рецепторів, які сприймають навколишній світ кожною людиною з її індивідуальними особливостями (індивідуальне).
- **Середовище проживання** – комплекс взаємопов'язаних абіотичних та біотичних чинників, що знаходяться поза організмом і визначають його життєдіяльність.
- **Виробниче середовище** – частина середовища, що оточує людину, утворена природно-кліматичними умовами та професійними чинниками, які впливають на неї в процесі трудової діяльності.
- **Незмінене природне навколишнє середовище** – це не змінена внаслідок прямого чи опосередкованого впливу людини або суспільства частина навколишнього природного середовища, що вирізняється здатністю до саморегуляції без коригуючого впливу людини.
- **Змінене природне навколишнє середовище** – це середовище, змінене нерозумним використанням його людиною в процесі діяльності,

Рис. 1.6. Методи гігієнічних досліджень

внаслідок чого з'являється негативний вплив його на здоров'я людини, її діяльність, умови життя.

Синоніми: *антропогенне, антропічне, техногенне, денатуроване середовище.*

- **Штучне навколишнє середовище** – це середовище, створене людиною для тимчасового підтримання свого життя і діяльності в штучно створених замкнених просторах (кабіна космічного корабля, міжпланетна орбітальна станція, підводний човен, кесон тощо).
- **Соціальне середовище** – це частина навколишнього середовища, яка визначає суспільні, матеріальні, духовні умови його формування, існування та діяльності: житло, побут, сім'я, виробництво, освіта, наука, мистецтво, охорона здоров'я, спорт, соціальне забезпечення тощо.

При вивченні впливу навколишнього середовища на організм людини або громадське здоров'я в гігієні чітко використовується строгий понятійний апарат: внутрішнє середовище, навколишнє середовище, зовнішнє середовище, середовище проживання, виробниче середовище, незмінене природне середовище, змінене природне навколишнє середовище, штучне навколишнє середовище, соціальне середовище.

Вплив навколишнього середовища на організм і здоров'я людини в гігієні описується загальною схемою (табл. 1.1).

А питому вагу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення у вигляді факторів ризику в 1984 році визначила Всесвітня організація охорони здоров'я:

1. Спосіб життя – 49–53 %:
   - нераціональне харчування; стресові ситуації;
   - високі рівні урбанізації та щільності проживання населення;
   - незадовільні матеріально-побутові умови;
   - шкідливі умови праці;
   - низький виховний та культурний рівень;
   - шкідливі звички.
2. Навколишнє середовище – 18–21 % (з ростом до 35 %):
   - різка зміна атмосферних явищ;
   - геліокосмічні, магнітні та радіаційні випромінювання; висока концентрація виробництва; несприятливі природно-антропогенні процеси; забруднення навколишнього середовища.
3. Генетичні фактори – 18–22 %:
   - схильність до спадкових хвороб.
4. Медичні фактори – 8–10 %:
   - відсутність та неефективність профілактичних заходів; неякісна та несвоєчасна медична допомога.

Зв'язок гігієни з іншими науками

Гігієна пов'язана практично з усіма науками (рис. 1.7). Цей зв'язок визначається наступними обставинами.

Гігієна використовує дані інших наук для характеристики навколишнього середовища, як одного із своїх об'єктів. Звідси – зв'язок гігієни з астрономією, географією, геофізикою, геологією, кліматологією, метеорологією, океанологією, радіологією.

Гігієна користується матеріалами інших наук про здоров'я людини і популяції як об'єкта науки. Цим визначено зв'язок гігієни з анатомією, гістологією, ембріологією, фізіологією, біохімією, біофізикою, патологічною анатомією, патологічною фізіологією, геронтологією.

При проведенні гігієнічних досліджень використовують методи інших наук, що вказує на наявність тісного зв'язку гігієни з фізикою, хімією, біологією, мікробіологією, математикою, кібернетикою.

Таблиця 1.1. Загальна схема впливу навколишнього середовища на організм

Організм та здоров'я людини	Фактори навколишнього середовища	Умови	Соціально-економічний стан
	• фізичні	Праці Побуту Харчування Виховання Навчання Відпочинку Лікування	Суспільства Сім'ї Людини
	• хімічні		
	• біологічні		
	• психогенні		

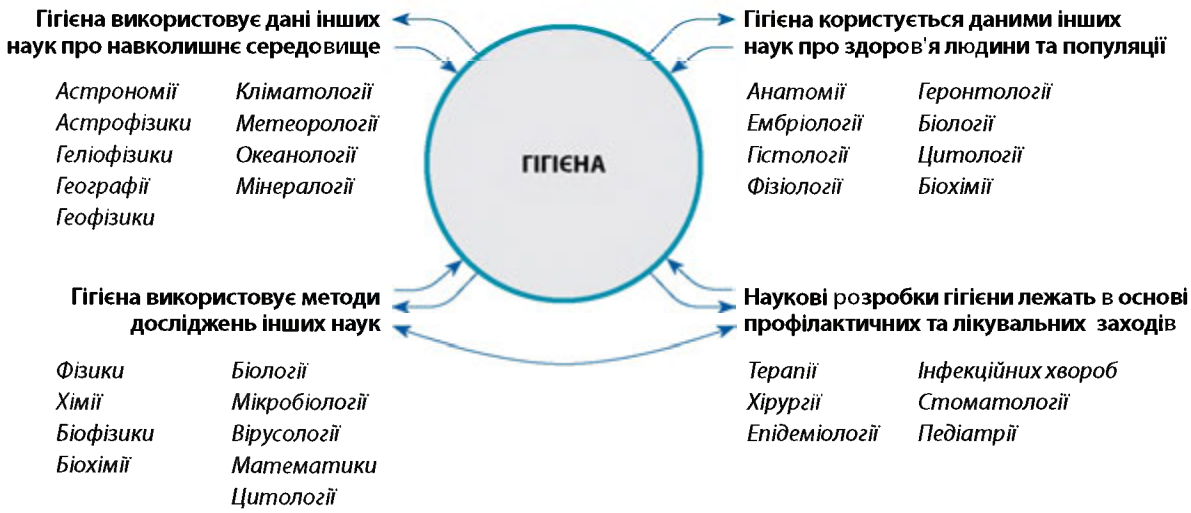


Рис. 1.7. Зв'язок гігієни з іншими науками

Результати гігієнічних досліджень використовуються для профілактичної та лікувальної практики в інших науках; звідси простежується зв'язок гігієни з іншими клінічними науками.

Гігієнічні нормативи і рекомендації використовуються при проведенні наукових досліджень у всіх галузях науки і при здійсненні всіх видів виробництва, забезпеченні сприятливих умов навчання і виховання, побуту, праці, відпочинку і харчування людей. Цим забезпечується універсальний характер функціонального зв'язку гігієни з усіма галузями людського пізнання.

1.7. Історичний нарис розвитку гігієни

У розвитку гігієни як науки можна виділити наступні основні етапи:

1. Період емпіричної (донаукової) гігієни (рис. 1.8).
2. Період науково-експериментальної гігієни (рис. 1.9).

Перший період бере свій початок у глибокій давнині, коли ціною трагічних помилок, на основі життєвого досвіду людина створювала гігієнічні заходи по збереженню життя, збереженню і зміцненню здоров'я. Ці заходи з попередження розповсюдження інфекційних хвороб (дотримання чистоти тіла, ізоляція заразних хворих, захоронення або спалювання трупів померлих), щодо вживання в їжу безпечних рослинних і тваринних продуктів, дотримання режиму праці, відпочинку і сну тощо. Емпірична гігієна була системою практичних навичок, які відображались у побутових правилах або релігійних приписах. У цей період розроблено споруди, які вирішували гігієнічні задачі. Це акведуки (водопроводи), лазні (терми), каналізації Древнього Риму, російські бані, Корсунський водопровід X століття, Новгородські водопровід і каналізація XI століття та інші.

Розвиток капіталізму в кінці XVIII і в першій половині XIX століття і, як наслідок, – ріст індустріальних центрів, серйозне погіршення санітарних умов життя трудящих, розвиток природничих наук стали об'єктивними передумовами другого етапу розвитку гігієни – науково-експериментального періоду, який розпочався в середині XX століття.

Основоположниками цього нового науково-експериментального напрямку в гігієні стали у Німеччині М. Петтенкофер і М. Рубнер, в Англії – Е. Паркс, у Франції – Л. Леві, у Росії – О. П. Доброславін та Ф. Ф. Ерісман.

О. П. Доброславін – перший професор гігієни в Росії, засновник Санкт-Петербурзької гігієнічної школи, в 1871 році очолив першу кафедру гігієни в Медико-хірургічній академії, заснував одну з перших санітарних лабораторій для дослідження харчових продуктів, води, повітря і ґрунту, написав керівництво з гігієни.

Ф. Ф. Ерісман – засновник Московської гігієнічної школи, в 1892 році очолив кафедру гігієни МГУ, у 1892 р. створив Московське гігієнічне товариство, засновник шкільної гігієни та гігієни праці, автор керівництва з гігієни.

Кафедра гігієни у Києві – одна з найстаріших гігієнічних кафедр царської Росії. Рішення про її створення вчена рада медичного факультету Київського університету Святого Володимира прийняла ще у 1863 році, тобто раніше, ніж в інших навчальних закладах Росії. Для підготовки спеціалістів-лікарів кафедра

I. Емпіричний

До X століття	Медико-гігієнічна практика у вигляді народної гігієни (традиції та обряди, спрямовані на охорону здоров'я)
X–XVII століття	Фіксація народної гігієни в письмових джерелах. Початок державно-суспільної та релігійної регламентації
Кінець XVII – початок XVIII століть	Медико-топографічні описи навколишнього середовища та його впливу на здоров'я людини
Друга половина XVIII – початок XIX століть	Становлення гігієни, дієтетики та медичної поліції як предмета викладання, впровадження санітарного нагляду. Видання перших праць з гігієни
10–60 роки XIX століття	Медико-географічні дослідження (з використанням статистичного матеріалу) як метод вивчення впливу способу життя та умов праці на здоров'я людини

Рис. 1.8. Період розвитку емпіричної (донаукової) гігієни

II. Науково-експериментальний

70-ті роки XIX століття – 20-ті роки XX ст.	В основі вивчення впливу та оцінки факторів навколишнього середовища на стан здоров'я використовується експеримент та систематичний гігієнічний аналіз. Створюються самостійні гігієнічні кафедри. В суспільстві формується гігієнічне мислення
30-ті роки XX століття – теперішній час	Диференціація та спеціалізація гігієни, формування гігієнічних шкіл, введення точних гігієнічних регламентацій. Сформована практична санітарна служба.
80-ті роки XX століття – сучасність	Системний аналіз, комп'ютеризація досліджень. Постійне вивчення стану навколишнього середовища та впливу його на здоров'я населення, гігієнічний моніторинг за станом здоров'я – як показником стану навколишнього середовища.

Рис. 1.9. Період розвитку науково-експериментальної гігієни

була відкрита у 1871 році. Очолив кафедру приват-доцент, а потім професор В. А. Субботін.

Нині в Україні функціонує мережа гігієнічних інститутів і кафедр. В окремі науки розвинуто розділи гігієни – гігієна харчування, комунальна гігієна, гігієна дітей та підлітків, гігієна праці і профзахворювань та інші.

У 1922 році декретом уряду СРСР було створено державну санітарну службу і чітко окреслено її задачі.

Розвиток гігієнічної науки сприяв появі ряду наукових досягнень, становленню видатних вчених у різних галузях гігієни. В галузі комунальної гігієни це О. М. Сисін, З. Г. Френкель, О. М. Марзєєв, Л. І. Медведь, Р. Д. Габович, О. О. Мінх, Є. Г. Гончарук, Г. І. Сидоренко, М. Г. Шандала; гігієни праці – В. О. Левицький, О. О. Летавет, Г. Х. Шахбазян; гігієни дітей та підлітків – Н. А. Семашко, А. В. Мальков, Г. Н. Сердюковська; військової гігієни – В. А. Улов, Ф. Г. Кротков та інші.

Завдяки профілактичному напрямку гігієнічної науки в Україні відбулися позитивні зміни в здоров'ї населення: ліквідовано багато інфекційних захворювань (чума, холера, натуральна віспа, висипний тиф та інші), суттєво знижена захворюваність і смертність від багатьох інфекційних захворювань, загальна смертність населення знизилась більше ніж утричі, дитяча – більше ніж у 10 разів; тривалість життя зросла більше ніж удвічі: від 32 років у 1913 році до 71 року на теперішній час; суттєво покращились інші показники здоров'я.

Але не все так однозначно. В подальших розділах буде розглянуто велику кількість проблем, пов'язаних як із забрудненням навколишнього середовища, так і зі зміцненням та збереженням індивідуального і громадського здоров'я.

1.8. Санітарія. Види санітарії

Санітарія (від лат. *sanitas* – здоров'я) – це практичне застосування розроблених гігієнічною наукою нормативів, санітарних правил і рекомендацій, що забезпечують оптимізацію умов навчання, виховання, побуту, відпочинку, харчування з метою зміцнення та збереження здоров'я людини.

Видатний радянський гігієніст Г. В. Хлопін сказав: "Якщо гігієна – це наука про збереження і зміцнення здоров'я, то санітарія – це практична діяльність, за допомогою якої цього можна досягнути".

Санітарія забезпечується санітарними та протиепідемічними заходами. Виконавцями санітарних заходів є все населення країни, державні органи, підприємства, заклади й організації, фермери, профспілки та інші суспільні організації. Контроль за проведенням санітарних і протиепідемічних заходів здійснює санітарно-епідеміологічна служба, а зараз – Держпродспоживслужба.

Виділяють санітарію шкільну, житлово-комунальну, виробничу і харчову (рис. 1.10).

Шкільна санітарія – система дотримання санітарних норм, правил та гігієнічних вимог по відношенню до фізичного розвитку і стану здоров'я дітей та підлітків, їх режиму дня, організації навчання, праці, відпочинку, фізичної культури, проектування, створення й експлуатації будівель, меблів, обладнання в дитячих, дошкільних, шкільних та підліткових закладах.

Житлово-комунальна санітарія забезпечує проведення заходів санітарної охорони атмосферного повітря, води і ґрунту від забруднення, здійснення раціонального науково обґрунтованого планування, озеленення, забудови, санітарного благоустрою і санітарного стану населених міст, житлових будівель, закладів просвіти, культури, охорони здоров'я, споруд для спорту і фізичної культури.

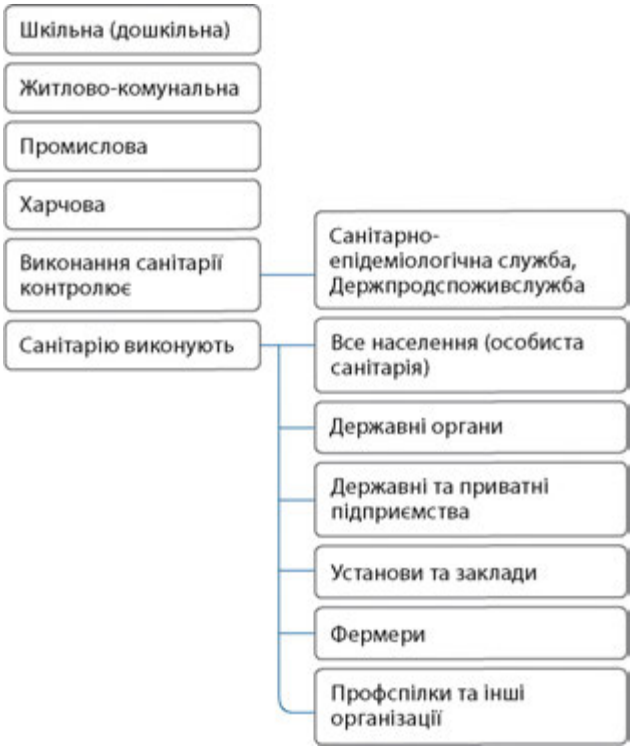


Рис. 1.10. Виконання та контроль за виконанням санітарії

Виробнича санітарія являє собою комплекс заходів з дотримання нормативів виробничого середовища, які забезпечують сприятливі умови праці і попереджають можливість виникнення професійних захворювань, забезпечення розробки санітарно-технічних та інженерних засобів боротьби зі шкідливими для здоров'я умовами виробництва.

Харчова санітарія – це комплекс заходів з дотримання гігієнічних вимог при проектуванні, будівництві й експлуатації харчових підприємств і закладів, матеріалів та обладнання для них, при розробці рецептури і технології харчових продуктів, при виробництві, консервуванні, транспортуванні, збереженні харчових продуктів, при проведенні заходів з попередження аліментарних захворювань.

1.9. Санітарно-епідеміологічна служба України

Контролем за дотриманням заходів санітарії повинна займатися санітарно-епідеміологічна служба України. Державна санітарна служба створена у 1922 році декретом Раднаркому "Про санітарні органи республіки". Ця служба постійно удосконалювалась. Із 1933 року в Українській РСР, а з 1939 року по всьому СРСР були організовані й визнані основними закладами санітарно-епідеміологічної служби санітарно-епідеміологічні станції (СЕС).

СЕС – це медичний заклад, який здійснював усі види санітарної й протиепідемічної діяльності в районі, місті чи області. Санітарно-епідеміологічні станції розробляли рішення відповідних директивних органів з питань санітарної охорони навколишнього середовища, проведення заходів з оздоровлення умов навчання і виховання, праці, побуту та відпочинку населення, керували санітарною й протиепідемічною діяльністю всіх лікувально-профілактичних закладів, проводили запобіжний і поточний державний санітарний нагляд, санітарну просвіту населення.

Детальніше розглянемо основні форми діяльності запобіжного і поточного державного санітарного нагляду.

Запобіжний державний санітарний нагляд – це контроль за дотриманням гігієнічних норм і санітарних правил у ході проектування і будівництва об'єктів.

Поточний державний санітарний нагляд – це систематичний контроль за санітарним станом усіх об'єктів регіону в процесі їх експлуатації. А у випадку

порушення санітарних правил працівники СЕС могли застосовувати будь-які відповідні заходи, аж до припинення діяльності людей, притягнення до адміністративної та карної відповідальності порушників незалежно від їх посади.

Слід ще раз зазначити, що санітарно-епідеміологічна станція здійснювала насамперед державний нагляд, тобто компетентний контроль, а санітарні заходи здійснюють самі підприємства і заклади, у тому числі й лікувально-профілактичні. У всіх санітарно-епідеміологічних станціях були санітарно-гігієнічні відділи, в яких працювали державні санітарні лікарі з комунальної гігієни, гігієни праці, харчування, дітей та підлітків, радіаційної гігієни та епідеміологічні відділи, при яких працювали бактеріологічні й вірусологічні лабораторії.

У 2014 році функції санітарно-епідеміологічної служби України передані Державній службі України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів (Держпродспоживслужбі).

1.10. Санітарне законодавство в Україні

Найважливішим складовим елементом суспільної та індивідуальної профілактики є відповідне законодавче забезпечення.

Що таке санітарне законодавство України? Це:

1. Конституція України.
2. Закони про охорону здоров'я.
3. Закон "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення".
4. Закони та Постанови уряду про охорону природи, повітря, води, ґрунту.
5. Державні стандарти якості промислових виробів, харчових продуктів, ліків.
6. Санітарні правила і норми (СанПіН), будівельні норми і правила (БНіП).
7. Гігієнічні нормативи (ГДК, МДР, ГДД та інші).

Названі складові санітарного законодавства обов'язкові для всіх підприємств і закладів країни. Мало країн у світі, які мають таке прогресивне санітарне законодавство. На жаль, ці нормативні документи, як буде показано далі, виконуються далеко не всіма і не завжди.

1.11. Значення знання гігієни для лікаря лікувального фаху

Переважна більшість хвороб виникла внаслідок помилок окремих людей, в першу чергу внаслідок недостатньої профілактичної діяльності працівників охорони здоров'я. А профілактична діяльність заснована на знанні гігієни. Кваліфікаційна характеристика лікаря лікувального фаху законодавчо це підтверджує. Знання гігієни необхідне для багатьох видів діяльності лікаря лікувального фаху.

Види діяльності лікаря лікувального профілю, що вимагають знання гігієни:

1. Аналіз стану здоров'я населення у зв'язку з умовами життя.
2. Діагностика, визначення етіології й патогенезу аліментарних, професійних та інфекційних захворювань.
3. Призначення лікувального (в лікувально-профілактичних закладах) та лікувально-профілактичного (на шкідливих виробництвах) харчування, яке сприяє виведенню з організму шкідливих речовин, підвищує опірність організму до їхньої дії.
4. Професійна орієнтація (встановлення відповідності стану здоров'я професії, яку вибирає людина), лікарсько-трудова експертиза.
5. Рекомендації відносно додержання режиму дня, особистої гігієни.
6. Профілактика внутрішньолікарняної (госпітальної) інфекції.
7. Проведення санітарно-просвітницької роботи серед населення (в лікувально-профілактичних закладах), дитячих закладах (лікар-педіатр), на підприємстві (лікар здоровпункту медсанчастини), сільських умовах (лікар сільської лікарської дільниці), лікар сімейної медицини.

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 надорганізмових 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 антропоекосистема. 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-трудового 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 антропоекологічного 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.

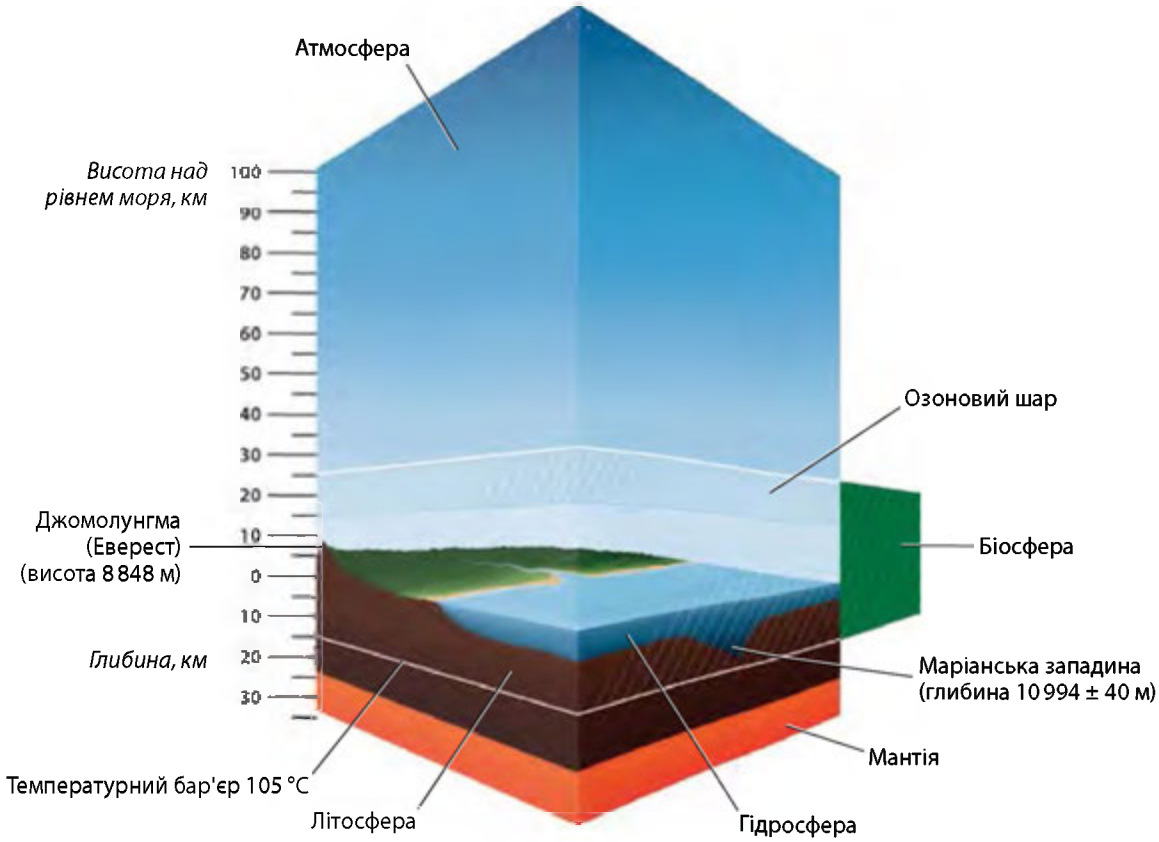


Рис. 2.1. Розташування біосфери в гідросфері, літосфері та атмосфері Землі

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 поверхні 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 12000 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-

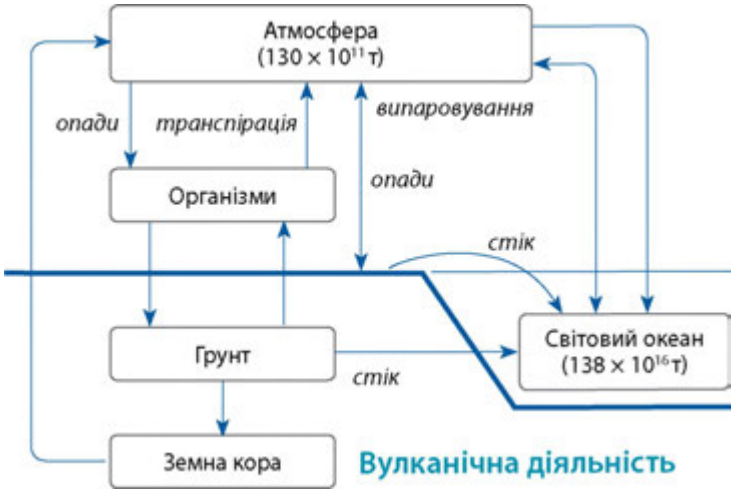


Рис. 2.2. Біогеохімічний цикл води

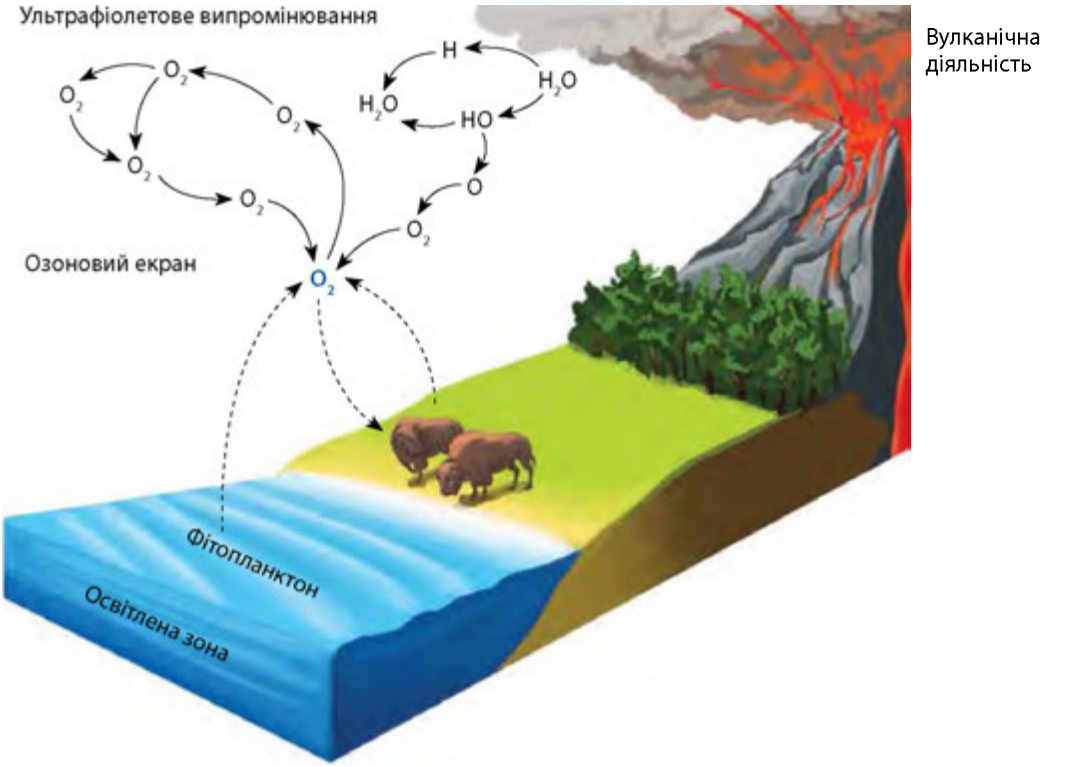


Рис. 2.3. Біогеохімічний цикл кисню

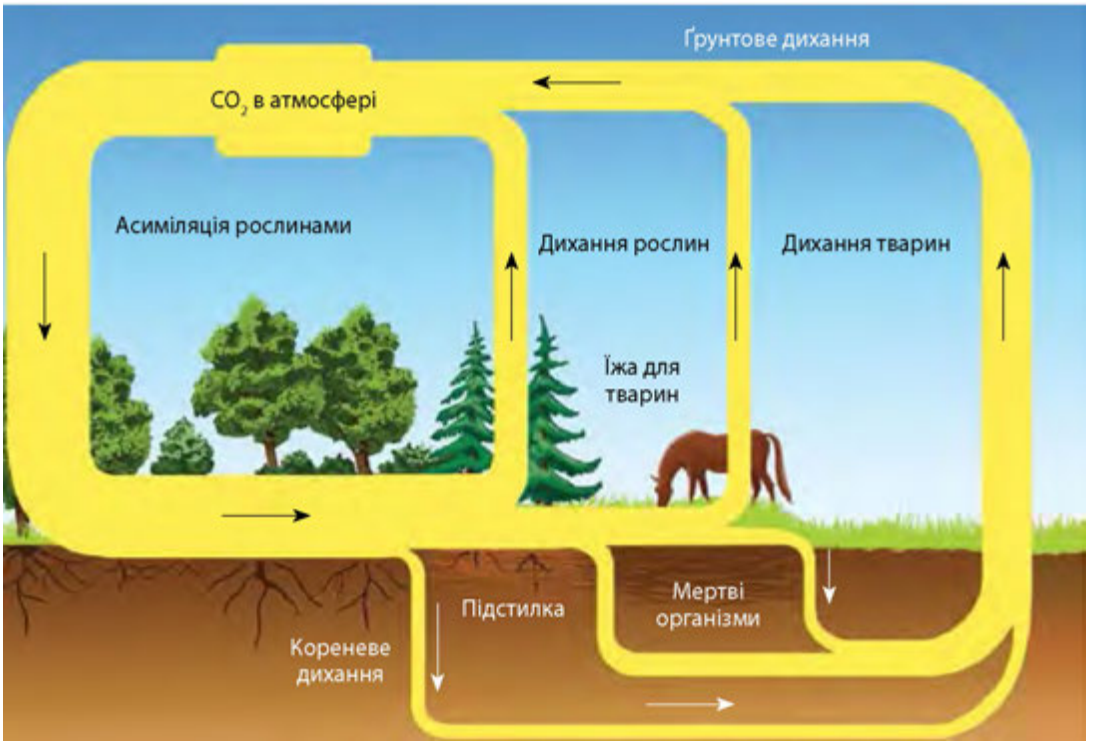


Рис. 2.4. Біогеохімічний цикл вуглецю

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 елементу, 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 азотовмісних 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

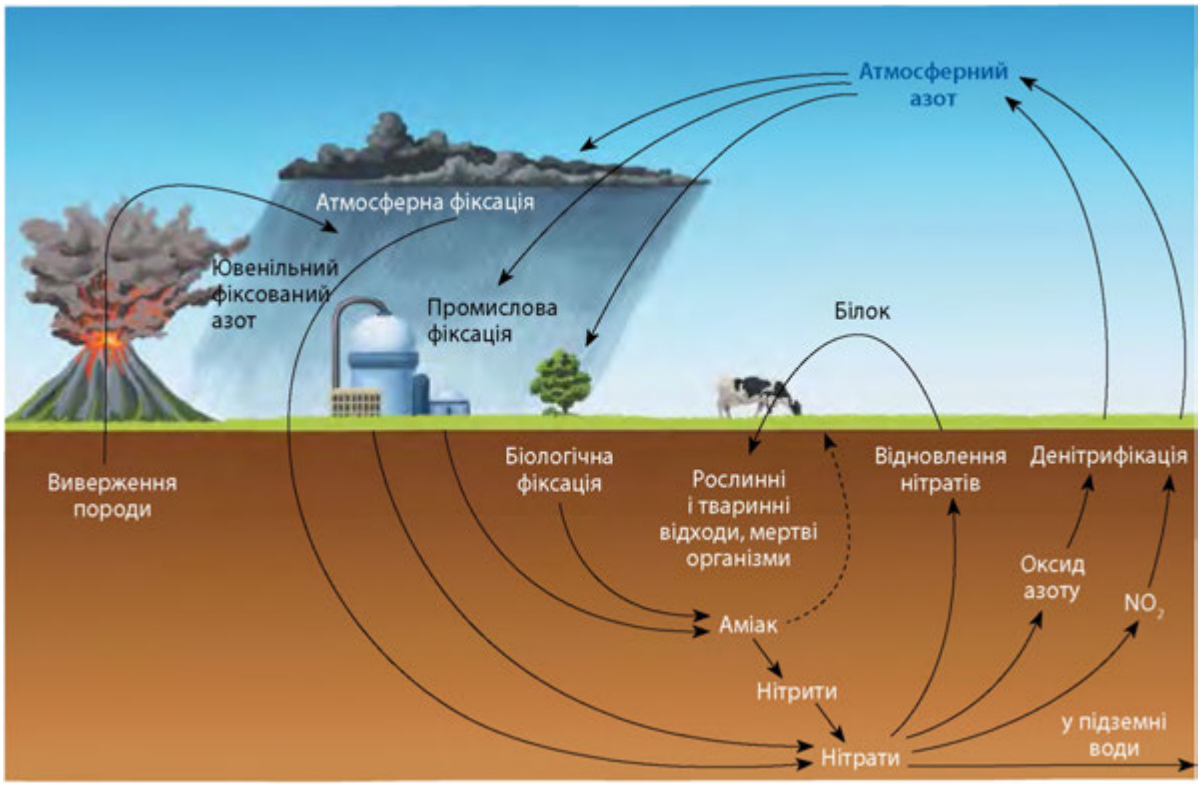


Рис. 2.5. Біогеохімічний цикл азоту

Рис. 2.6. Біогеохімічний цикл фосфору

посиленої 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".

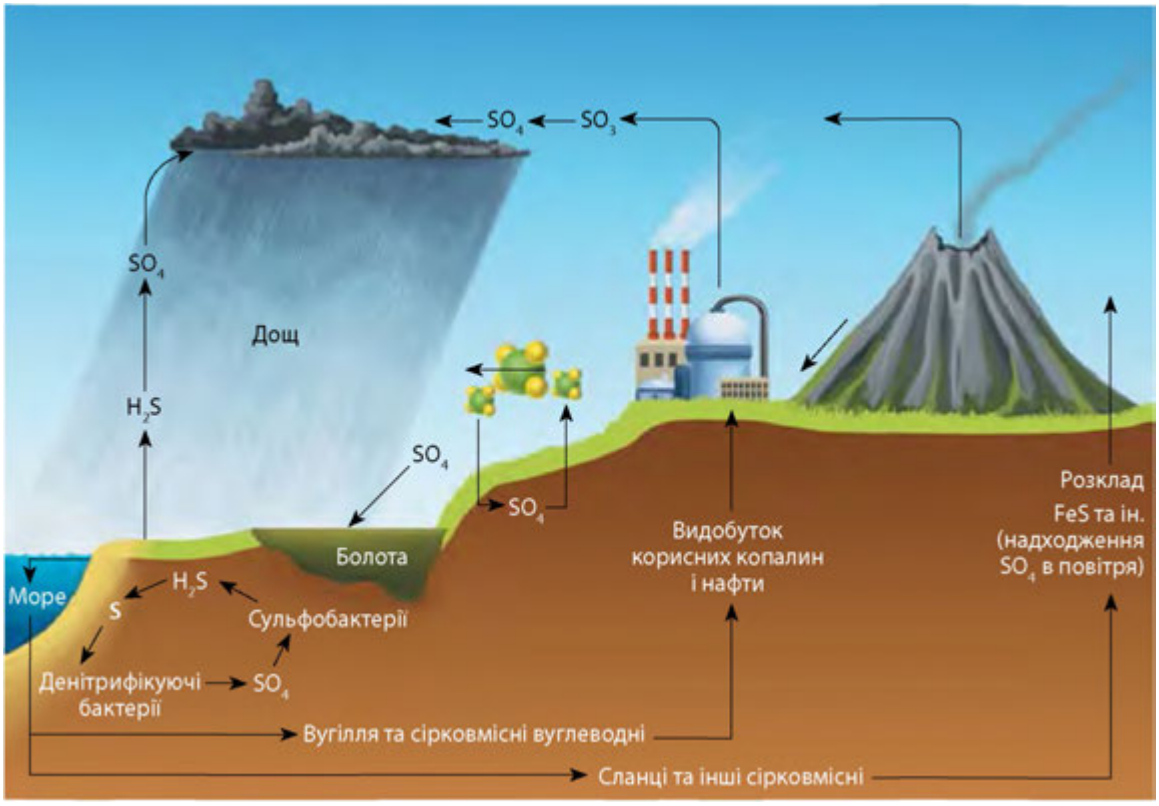


Рис. 2.7. Біогеохімічний цикл сірки

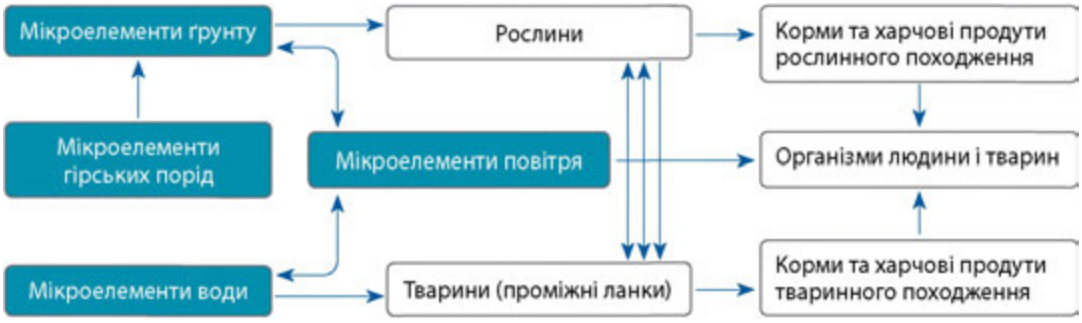


Рис. 2.8. Біогеохімічні ланцюги хімічних елементів

Кругообіг важких металів. Важкі метали – це хімічні елементи з високою відносною атомною масою та щільністю (від 5,36 г/см^3 для германію до 22,48 г/см^3 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 деметилюються 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 вибіркове 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 круговорот 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 сяйва, 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 перемі-

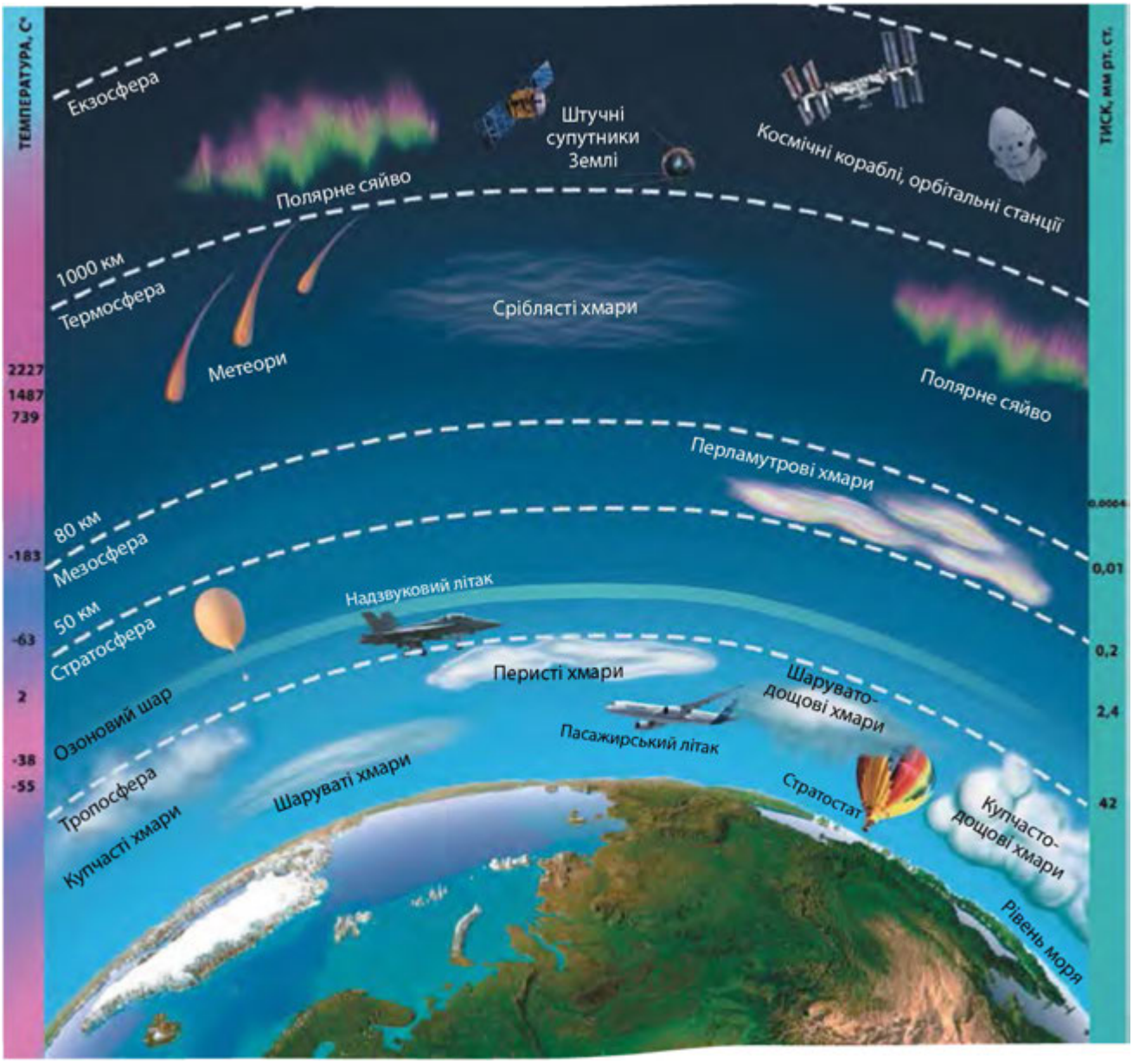


Рис. 2.9. Будова атмосфери Землі

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...-70 °С, 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 °С.

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…-80 °С, у полярних широтах -45…-50 °С. На висоті понад 30 км температура повітря підвищується в середньому на 1–2 °С на кожен кілометр, на висоті 40 км уже сягає -30 °С.

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 °С. 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-часток, 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 містися 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 виявилося, 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 травоїдних 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/м³
	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 (CO_2) – 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

розкладання органічних речовин та виділення газу з ґрунту.

Підвищення вмісту вуглецю діоксиду у вдихуваному повітрі негативно впливає на організм. За наявності 1% CO_2 у повітрі дихання людини прискорюється і поглиблюється, а поступове його підвищення спричинює відчуття тиску в голові та головний біль, шум у вухах, психічне збудження. Наявність у повітрі 20% вуглецю діоксиду через кілька секунд зумовлює параліч мозкових центрів.

Озон (O_3) міститься в атмосфері у незначній кількості. Він утворюється під час громовиці за рахунок електричних розрядів, а також унаслідок фотохімічної дії на кисень УФ-випромінювання. Це проста речовина, що є видозміною кисню. Озон вирізняється сильною окисною дією. Внаслідок взаємодії з органічними речовинами озон дуже легко розпадається і при цьому виділяється атом кисню. Отже, озон активно окислює всі речовини, що забруднюють повітря, а тому слугує показником чистоти повітря. Він характеризується знезаражувальною дією, отож застосовується для очищення повітря і води.

Озон, який утворюється внаслідок взаємодії високоенергійних квантів гамма-, рентгенівських та коротких (область С) ультрафіолетових променів сонячної радіації з киснем атмосфери, зумовлює утворення озонового шару атмосфери (озоносфера) на висоті 18–30 км над поверхнею Землі. В межах озоносфери концентрація молекул озону в 10 разів вища, ніж біля поверхні Землі.

Інертні гази (гелій, неон, криптон, ксенон) є в атмосфері у незначній кількості і пов'язані з безперервними процесами природного радіоактивного розпаду.

Атмосфера Землі виконує ряд функцій, які визначають її велике гігієнічне значення:

1. Метеоритозахисна.
2. Теплозахисна.
3. Біозахисна.
4. Кліматоутворююча.
5. Погодоформуюча.
6. Промислова.
7. Виробнича.
8. Теплотехнічна.
9. Токсикологічна.
10. Епідеміологічна.
11. Санітарно-очищувальна.
12. Біогенна.
13. Фізіологічна.
14. Теплообмінна.

Метеоритозахисна роль – атмосфера захищає поверхню Землі від метеоритів, 99% яких згоряє переважно в мезосфері на висоті 80–400 км. (Метеорит – тверде тіло небесного походження, що впало на поверхню Землі з космосу). Вважають, що за добу падає 5–6 тонн метеоритів, або 2000 тонн на рік. Крім того, за добу на земну поверхню падає від 300 до 20000 тонн метеоритного пилу, тобто твердих частинок, утворених при розпаді метеоритів в атмосфері.

Теплозахисна роль – атмосфера забезпечує регулювання сезонного і добового коливання температури (якби не існувало атмосфери Землі, добові коливання температури на поверхні Землі сягали б 2000 °С).

Біозахисна роль – атмосфера захищає живі організми від згубного впливу γ-променів Сонця з довжиною хвилі λ менше 0,1 нм, рентгенівських променів з λ = 10–0,1 нм та коротких ультрафіолетових променів області С з λ = 280–10 нм.

Кліматоутворююча роль – кут падіння сонячних та інфрачервоних променів визначає товщину атмосфери, тобто шлях цих променів до поверхні Землі. Чим гостріший кут падіння, тим довший шлях теплових променів в атмосфері, тим менше їх доходить до поверхні Землі, тим менше нагрівається ця поверхня. А ступінь нагрівання підстилаючої поверхні є важливим кліматоутворюючим фактором.

Погодоформуюча роль – внаслідок нерівномірного прогрівання атмосфери сонячними променями та дії обертання Землі (сили Каріоліса) формується так звана атмосферна циркуляція, як основний погодоформуючий фактор з наступним утворенням циклонів, атмосферних фронтів та інших проявів погоди на Землі.

Промислова роль – атмосфера Землі є джерелом видобування кисню, азоту та інших газів для потреб промисловості.

Виробнича роль – атмосферне повітря під високим тиском використовується при роботі пневматичних молотків та інших приладів у виробництві, для забивання паль при будівництві (на шахтах, при будівництві доріг тощо).

Теплотехнічна роль – підігріте повітря використовується для обігрівання метро, торгівельних центрів, громадських та житлових приміщень.

Токсикологічна роль – за допомогою повітряних потоків відбувається навмисне (атака отруйною речовиною Іприт біля міста Іпр у Першій світовій війні, використання окислу вуглецю, бойових отруйних речовин "Циклон Б" у газових камерах концентрацій-

них таборів Освенцім, Аушвіц та інших, СО в автомобілях-"душогубках" під час Другої світової війни, наркотичних газів у концертному залі "Норд Ост" у Москві тощо) або ненавмисне отруєння (побутовий чадний газ) людей, тварин тощо.

Епідеміологічна роль – збудники ряду інфекційних захворювань (грипу, гострих респіраторних захворювань, дифтерії, кашлюку, скарлатини, менінгіту, вітряної віспи, туберкульозу, легіонельозу, епідемічного паротиту) передаються аерогенним повітряно-крапельним шляхом, тобто через вдихання збудників з повітрям, що стає провідним фактором розвитку епідемій.

Санітарно-очищувальна роль. Викиди забруднень (сажа, дим, інші) з високих труб промислових підприємств перемішуються з повітрям, розчиняються в атмосфері, зменшуючи концентрацію. Таким чином, повітря очищує ці викиди.

Біогенна роль – виникнення життя на Землі, утворення органічних речовин, білків, жирів, вуглеводів, вітамінів як ознак життя, при фотосинтезі і диханні можливе при наявності кисню атмосфери.

Фізіологічна роль. Якщо без їжі людина проживе 5 тижнів, без води – 5 діб, то без повітря – до 5 хвилин. Кисень атмосфери необхідний для дихання усім живим організмам і витрачається на окиснювальні процеси. За 1 хвилину людина робить 18 дихальних рухів, вдихаючи при кожному по 0,5 л повітря; за годину людина поглинає з атмосфери 16 г кисню.

Теплообмінна роль – терморегуляцію організму людина здійснює в тому числі й механізмом конвекції, тобто нагріваючи повітря.

2.6. Структура, склад та властивості, гігієнічне значення літосфери

Ґрунтом називають складну багатокомпонентну малодинамічну дисперсну систему, в якій дисперсне середовище представлене мінеральними речовинами (кристалічним кварцом, алюмосилікатами, глинистими мінералами, природними макро- й мікроелементами), а дисперсними фазами є органічні речовини, всі види ґрунтової вологи (гігроскопічної, плівкової, капілярної, вільної гравітаційної), повітря, мікро- та макроорганізми. Ця система, за В. В. Докучаєвим, сформована з материнської гірської породи під впливом місцевого клімату, мікроорганізмів, рослин і тварин, рельєфу місцевості й часу.

Крім терміну "ґрунт", у науковій юридичній літературі використовують термін "земля". В адміністративно-господарській та юридичній діяльності терміном "земля" позначають поверхневий шар суші, зайнятий будь-яким видом землекористування під населені пункти, сільськогосподарські або лісові угіддя, шляхи, залізниці та інше.

Основні властивості ґрунту. Ґрунти надзвичайно різноманітні залежно від умов їхнього формування, передусім кліматичних умов та рослинності.

На території України зустрічається понад 90 видів ґрунтів, серед яких домінують 3 типи: дерново-підзолисті, сірі лісові, чорноземи. Гігієністи умовно поділяють ґрунти за їхнім призначенням на три види:

1. Природні за межами населених місць, які можуть бути використані для нового будівництва або вирощування сільськогосподарських культур.
2. Штучно створені ґрунти населених місць, які утворилися з природних унаслідок їхнього перемішування з відходами антропогенного походження (побутовими, промисловими). До цього виду також належать пересунуті ґрунти, утворені внаслідок вертикального планування місцевості. Обидва різновиди штучно створених ґрунтів об'єднанні терміном "культурний шар ґрунту населених місць".
3. Штучні покриття ґрунту (асфальтові, щебеневі, бетонні тощо).

Ґрунт складається з мінеральних, органічних сполук і органічно-мінеральних комплексів, а також ґрунтових розчинів, повітря та ґрунтових мікроорганізмів (абіотичний та біотичний компонент). Для гігієнічного оцінювання ступеня забруднення ґрунту важливо знати його природний склад, позаяк будь-яке статистично вірогідне відхилення від природного складу типу ґрунту або появу сторонніх речовин потрібно розглядати як забруднення того чи іншого ступеня.

Ґрунт – величезна природна лабораторія, в якій постійно перебігають різноманітні складні процеси руйнування та синтезу органічних речовин, утворення нових неорганічних сполук, відмирання патогенних бактерій, вірусів, найпростіших, яєць гельмінтів. Ґрунт використовують для очищення та знешкоджування господарсько-побутових стічних вод, рідких та твердих побутових відходів, що утворилися внаслідок життєдіяльності людей у населених пунктах. Ґрунт чинить значний вплив на клімат місцевості, розвиток рослинності, планування й забудову населених місць та окремих будівель, їх благоустрій та експлуатацію.

В умовах сільськогосподарського виробництва в ґрунт цілеспрямовано вносять велику кількість різноманітних мінеральних добрив, структуроутворювачів ґрунту, пестицидів, стимуляторів росту рослин. З рідкими та твердими побутовими й промисловими відходами, стічними водами, викидами промислових підприємств та автотранспорту в ґрунт потрапляють поверхнево-активні речовини (ПАР), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), велика кількість важких металів, нафтопродукти. Ці забруднювачі з ґрунту мігрують в інші середовища: надходять у підземні та поверхневі водойми – джерела водопостачання, а звідти у питну воду; накопичуються в сільськогосподарських рослинах, а відтак – у продуктах харчування рослинного походження, кормах для худоби та продуктах харчування тваринного походження; випаровуються в атмосферне повітря. Ґрунт може бути чинником поширення та передачі людині інфекційних захворювань та інвазій. Саме тому він дуже впливає на здоров'я населення.

Гігієнічна роль літосфери (ґрунту):

1. Геологічна.
2. Промислова.
3. Сільськогосподарська (харчова).
4. Кліматоутворююча.
5. Погодоформуюча.
6. Ендемічна.
7. Токсикологічна.
8. Епідеміологічна.
9. Санітарно-очищувальна.
10. Харчова.

Геологічна роль – у літосфері знаходяться корисні копалини: рудні, нерудні, горючі (нафта, газ, вугілля).

Промислова роль – із ґрунту добувають метали (залізо, золото, срібло, свинець, олово тощо).

Сільськогосподарська (харчова) роль – у ґрунті вирощують пшеницю, рис, кукурудзу, інші продовольчі культури.

Кліматоутворююча роль – підстилаюча поверхня (чорнозем, пісок, сніг) мають різний коефіцієнт відбиття тепла (альбедо), внаслідок чого формуються різні клімати (полярний, пустель, лісів, степів тощо).

Погодоформуюча роль – взаємодія підстилаючої поверхні, нерівномірність розподілу сонячної радіації та особливості атмосферної циркуляції формують режим погод у даній місцевості.

Ендемічна роль – аномальний природний вміст певних хімічних речовин у ґрунті призводить до розвитку певних хвороб у людей або тварин, які споживали фітомасу, вирощувану на землі цих ендемічних регіонів (надлишок селену в ґрунті – селеновий токсикоз або лужна хвороба у людей чи сільськогосподарських тварин; селеновий гіпомікроелементоз – хвороба Кешана, надлишок молібдену у ґрунті – молібденова подагра (гіпермікроелементоз молібдену), гіпомікроелементоз йоду – ендемічний зоб, гіпермікроелементоз фтору – флюороз, гіпомікроелементоз фтору – карієс зубів тощо).

Токсикологічна роль – внаслідок забруднення ґрунту промисловими викидами миш'яку у населення розвивається копитна хвороба, нікелю – шизофренія, рак легень і шлунка, ртуті – хвороби нервової та ендокринної систем, бору – борного ентериту, свинцю – злоякісні новоутворення, поліхлорованих біфенілів – хвороба Юшо, або масляна хвороба, тощо.

Епідеміологічна роль – збудники інфекційних захворювань можуть тривалий час зберігати у ґрунті життєздатність, вірулентність та патогенність. За цей час вони можуть забруднювати підземні джерела водопостачання і заражати фекально-оральним шляхом людину. Забруднений ґрунт може виконувати роль чинника передачі збудників інфекційних захворювань та інвазій людей: кишкових інфекцій бактеріальної (черевний тиф, паратифи А і В, бактеріальна дизентерія, холера, ешерихіоз), вірусної (гепатит А, ентеровірусні інфекції: поліомієліт, Коксакі, ЕСНО) та протозойної етіології (амебіаз, лямбліоз); зооантропонозів (лептоспірози: інфекційна жовтуха або хвороба Васильєва – Вейля, безжовтушний лептоспіроз, бруцельоз, туляремія, сибірка); мікобактерій туберкульозу; спороутворюючих клостридій – збудників правцю, газової гангрени, ботулізму; геогельмінтозів – аскаридозу, трихоцефальозу, анкілостомідозу.

Санітарно-очищувальна роль – ґрунт є природним середовищем для знешкодження рідких і твердих побутових та промислових відходів.

2.7. Структура, склад і властивості, гігієнічне значення гідросфери

Вода, як і повітря, є невід'ємним складником існування всього тваринного і рослинного світу. Вона є в усіх клітинах, тканинах і соках тваринного організму і рослин. Саме у водах первинного океану виникло життя. Вода завжди була символом безсмертя і родючості, без неї перестало б існувати людство й усе створене ним.

Проблема чистої води є однією з тих, розв'язання яких неможливе без екологічних та гігієнічних знань. Гігантські темпи розвитку промисловості, сільського господарства з кожним роком потребують подання дедалі більшої кількості води, а з розвитком міст та зростанням населення загострюється потреба в чистій воді на комунальну діяльність та комунально-гігієнічні заходи. Одночасно зі збільшенням споживання води людиною, промисловістю і сільським господарством зростає й рівень її забрудненості, що вже є загрозою для здоров'я людини. Наявність у воді патогенних мікроорганізмів та отруйних хімічних домішок стає причиною багатьох захворювань. Це створює дуже нагальну проблему санітарної охорони водних джерел.

Водна оболонка Землі – гідросфера – об'єднує всі води планети: океани і моря, річки й озера. Вона зв'язана в полярні води, ґрунтову вологу і пари атмосфери. Вона пов'язана в єдине ціле за допомогою кругообігу води на Землі у закритій системі "океан – атмосфера – материк – океан".

Суть фізіологічного значення води зводиться до того, що для людського та будь-якого іншого живого організму вода є вкрай потрібною речовиною. Вона входить до складу всіх тканин і органів, є основою всіх рідких середовищ. Організм дорослої людини містить приблизно 65 % води. Вода в організмі розподіляється таким чином: у крові близько 81 % води, у щільних тканинах – 75 %, у кістках – майже 20 %. В організмі людини існує складний механізм, який забезпечує нормальний водний баланс, тобто кількість спожитої води повинна дорівнювати витратам. Водний і сольовий баланс людини розраховують за добовим вживанням води і солей і за їх виведенням з організму.

Людина отримує за добу в середньому 2,5 л води за рахунок пиття рідини, 1 л – разом з продуктами харчування і 0,3 л утворюється в самому організмі в процесі обміну речовин; це – ендогенна вода. Таку саму кількість рідини за 24 години організм має вивести.

Вода (гідросфера) Землі має велике гігієнічне значення:

1. Сонцезахисна.
2. Теплозахисна.
3. Кліматоутворююча.
4. Погодоформуюча.
5. Ґрунтоутворююча.
6. Чинник геологічного руху біосфери.
7. Промислова.
8. Сільськогосподарська.
9. Транспортна.
10. Санітарно-очищувальна.
11. Санітарно-побутова.
12. Ендемічна.
13. Токсикологічна.
14. Епідеміологічна.
15. Біогенна.
16. Фізіологічна.
17. Біохімічна.
18. Харчова.
19. Лікувальна.
20. Бальнеологічна.
21. Загартовуюча.

Сонцезахисна роль – хмари, які складаються з водяної пари, відбивають у космос 26 % сонячної радіації, що надходить до Землі.

Теплозахисна роль – із сонячного діапазону довжини хвилі 100 000–760 нм до поверхні Землі доходять лише короткі теплові інфрачервоні промені з довжиною хвилі 4000–760 нм. Водяна пара атмосфери поглинає 16 % сонячної радіації, чим визначає теплозабезпечення атмосфери.

Кліматоутворююча роль – нерівномірне нагрівання сонячною радіацією морів і океанів, формування теплих (Гольфстрім) та холодних (Лабрадорська) морських течій є важливою основою формування різновидів клімату. Морські течії впливають на тепловий режим, циркуляцію атмосфери і тим самим формують клімат.

Погодоутворююча роль – теплозабезпечення атмосферної водяної пари являється одним із рушійних факторів атмосферної циркуляції, яка формує погоду на Землі.

Ґрунтоутворююча роль – великий, або світовий кругообіг води в природі супроводжується розмиванням гір (вивітрювання гірських порід) і утворенням долин із ґрунтів.

Чинник геологічного руху біосфери – глобальна циркуляція води (випадання атмосферних опадів – поверхневий та підземний стік – інфільтрація – випаровування – конденсація – опади) є обов'язковою умовою руху хімічних речовин у біосфері, обміну хімічних речовин між органічною та неорганічною природою.

Промислова роль – вода використовується для виробничих потреб на всіх без винятку промислових підприємствах. Для виробництва 1 тонн чавуну необхідно 200 м^3 води, 1 тонн міді – 500 м^3 води, 1 тонн нікелю – 4000 м^3 води.

Сільськогосподарська роль – великі кількості води використовуються у рослинництві й садівництві, у теплицях, тваринництві. Для виробництва 1 тонни пшениці необхідно 1500 т води, 1 тонни бавовни – 10 000 тонн води.

Транспортна роль – морські, річкові перевезення складають 40–60 % від усіх видів перевезень більшості країн світу (а в острівних держав – Велика Британія, Японія – до 90–95 % перевезень).

Санітарно-очищувальна роль – вода використовується для очищення (миття) приміщень, будинків, прибудинкових територій, вулиць міста у цілому, тваринницьких комплексів, птахоферм тощо.

Санітарно-побутова роль – вода використовується для підтримання чистоти тіла людини, житла (приготування їжі, миття посуду, прання білизни, прибирання приміщень, підтримання в чистоті предметів ужитку та догляду). Господарсько-побутова потреба складає 200–500 л на 1 людину за добу.

Ендемічна роль – ендемічний флюороз (вміст фтору у воді понад 1,5 мг/л), ендемічний карієс (фтору менше 0,5 мг/л), водно-нітратна метгемоглобінемія (нітратів понад 45 мг/л), молібденова подагра (молібдену понад 0,25 мг/л), ендемічний зоб (нестача йоду < 0,1–0,5 мг), урівська хвороба, або хвороба Кашина – Бека (полігіпермікроелементоз Sr, Fe, Zn, Pb, F на фоні низького вмісту Ca), селенова хвороба Кешана (гіпомікроелементоз Se), селеноз (гіпермікроелементоз Se), борний ентерит (надлишок бору), ендемічна нефропатія (надлишок кремнію).

Токсикологічна роль – інтоксикації внаслідок забруднення води хімічними речовинами у концентрації з перевищенням ГДК: масляна хвороба (хвороба Юшо) – поліхлорованих біфенілів (ПЧБ) у воді понад 0,5 мг/л, сатурнізм (свинцю понад 0,03 мг/л), Ітай-ітай (кадмію понад 0,001 мг/л), ратицева (копитна) хвороба (миш'яку понад 0,05 мг/л), хромові дерматити і виразки (понад 0,5 мг/л), хвороба Мінамата (сполук ртуті понад 0,0005 мг/л), канцерогенез печінки та нирок тригалометанами (хлороформ понад 0,06 мг/л), політропна дія діоксинів (понад 20 мг/л) або поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ГДК 3,4-бензпірену – 0,01 мг/л).

Епідемічна роль у механізмі передачі збудників кишкових інфекцій, виникненні епідемій та пандемій дуже велика.

Наймасовіші водні епідемії з найтяжчими наслідками порушення громадського здоров'я пов'язані з можливістю поширення з водою збудників кишкових інфекцій, яким притаманний фекально-оральний механізм передачі. Доведено можливість поширення через воду збудників холери, черевного тифу, паратифів А і В, сальмонельозів, шигельозу, ешерихіозів, лептоспірозу, туляремії, бруцельозу. У джерелах водопостачання часто виявляють віруси епідемічного гепатиту (хвороби Боткіна), ротавірусного гастроентериту, аденовіруси й ентеровіруси (поліомієліту, Коксакі та ЕСНО).

Наводимо основні положення запропонованої експертами ВООЗ класифікації інфекційних хвороб, у механізмі передачі яких бере участь вода.

I. Хвороби, які виникають унаслідок використання забрудненої води для питних потреб:

1. Кишкові інфекції (провідний механізм передачі – фекально-оральний).
2. Інфекції дихальних шляхів, збудники яких інколи можуть поширюватися фекально-оральним шляхом.
3. Інфекції шкіри та слизових оболонок, які можуть мати фекально-оральний механізм передачі (сибірка).
4. Кров'яні інфекції, які можуть мати фекально-оральний механізм передачі (Ку-гарячка).
5. Зооантропонози, які можуть мати фекально-оральний механізм передачі (туляремія, лептоспіроз та бруцельоз).
6. Гельмінтози.

II. Хвороби шкіри і слизових оболонок, які виникають унаслідок контакту з забрудненою водою: трахома, проказа, сибірка, контагіозний молюск, грибкові захворювання (епідермофітія, мікози тощо).

III. Захворювання, зумовлювані гельмінтами, що живуть у воді (шистосомоз, дракункульоз або ришта).

IV. Трансмісивні інфекції, які поширюють комахи-переносники, що розмножуються у воді (малярія, жовта гарячка).

Біогенна роль – за теорією академіка Опаріна, життя на Землі виникло у водному середовищі – "первинному бульйоні" при взаємодії сонячної радіації та хімічних комплексів поживних речовин – "коацерватів".

Фізіологічна роль – у середньому організм людини на 65 % складається з води. У водному середовищі людини відбуваються всі життєво важливі біохімічні, фізіологічні та фізико-хімічні процеси обміну речовин та енергії: травлення, дихання, анаболізм (асиміляція) та катаболізм (дисиміляція), синтез білків, жирів, вуглеводів тощо. Вода в організмі людини бере участь у всіх життєво важливих процесах: всмоктування, транспорту, розщеплення, окиснення, гідролізу, син-

тезу, осмосу, дифузії, резорбції, фільтрації, виведення тощо. Потреба організму у воді – 1,5–3 л (3–12 л) за добу.

Біохімічна роль – всі біохімічні процеси в організмі проходять у водному середовищі.

Харчова роль – вода є одним із шести основних харчових елементів здорового харчування людини поряд з вуглеводами, білками, жирами, вітамінами та мінеральними речовинами.

Лікувальна роль – залежно від мінерального складу води (більше 1000 мг/л) внутрішнє споживання води використовують для лікування хвороб шлунково-кишкового тракту, урологічних, хвороб органів руху тощо.

Бальнеологічна роль – зовнішнє використання води з певним мінеральним складом (ванни, термальні води) сприяє видужуванню при неврологічних, онкологічних, професійних хворобах, захворюваннях опорно-рухового апарату.

Загартовуюча роль – водні процедури (контрастні душі, обмивання, купання, моржування, обтирання снігом, бані, сауни) використовуються для підвищення загальної неспецифічної резистентності (опірності) організму людини.

3
РОЗДІЛ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС І ЙОГО ВПЛИВ НА БІОСФЕРУ ЗЕМЛІ

В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна

3.1. Науково-технічний прогрес. Визначення

Організм живої істоти перебуває у постійному контакті з навколишнім середовищем. З одного боку, середовище впливає на організм. З іншого боку – живі істоти, і насамперед людина, суспільство, мають вплив на навколишнє середовище.

У різні історичні епохи взаємовідносини людини з природою, її вплив на довкілля залежали від ступеня оволодіння можливостями їх використання в суспільній практиці, рівня розвитку наукового пізнання.

Протягом тисячоліть ці форми взаємовідносин змінювались мало та характеризувались безпосереднім присвоєнням і використанням людиною готових продуктів природи за допомогою примітивних знарядь праці, з великими енерговитратами.

Із середини XX сторіччя в історії людства почався новий етап виробничих відносин, який отримав назву науково-технічного прогресу. Що це таке?

Науково-технічний прогрес – це етап розвитку суспільства, який характеризується комплексною механізацією виробничих процесів, використанням нових видів енергії (атомної), розвитком радіоелектроніки та кібернетики, хімізації промисловості, сільського господарства та побуту, урбанізації (тобто різким збільшенням кількості міст та населення у них), лавиноподібним потоком нової наукової інформації.

Науково-технічний прогрес (НТП) – це поступальний рух науки і техніки, еволюційний розвиток усіх елементів продуктивних сил суспільного виробництва на основі широкого пізнання та освоєння зовнішніх сил природи; це об'єктивна, постійно діюча закономірність розвитку матеріального виробництва, результатом якої є послідовне вдосконалення техніки, технології та організації виробництва, підвищення його ефективності.

3.2. Еволюційна та революційна форми науково-технічного прогресу

Науково-технічний прогрес здійснюється у двох формах: еволюційній та революційній.

Еволюційна форма НТП має місце, коли техніка і технологія, що застосовуються у виробництві, удосконалюються на основі вже відомих наукових знань. Прикладом цієї форми НТП є розвиток та вдосконалення енергії пари, електроенергії чи атома тощо.

Революційна форма НТП – перехід до техніки і технології, що побудовані на принципово нових наукових ідеях. Наприклад, перехід від ручних знарядь праці до машинних, заміна енергії пари на електричну або атомну, застосування лазерної та інших сучасних технологій тощо.

Науково-технічна революція (НТР) – це якісний стрибок у розвитку продуктивних сил суспільства на основі докорінних зрушень у наукових знаннях. Наприклад, останній переворот розпочався в середині 50-х років XX ст., коли було створено перший комп'ютер, коли почали використовувати енергію атомного ядра, займатися генною інженерією, використовувати синтетичні матеріали (пластмаси, штучні алмази), впроваджувати нанотехнології тощо.

3.3. Позитивні та негативні наслідки науково-технічного прогресу

Науково-технічний прогрес має безліч позитивних наслідків у суспільстві:

- у промисловості;
- у транспорті;
- в енергетиці;
- у сільському господарстві;
- у медицині.

Сутність науково-технічного прогресу у цих галузях полягає в таких новаціях:

- електронізація народного господарства – забезпечення усіх сфер виробництва і суспільного життя високоефективними засобами обчислювальної техніки аж до використання принципів штучного інтелекту, нового покоління супутникових систем зв'язку тощо;
- комплексна автоматизація всіх галузей народного господарства на базі електронізації: впровадження гнучких виробничих систем, промислових роботів, багатоопераційних верстатів, систем автоматизованого проектування, автоматизованих систем управління технологічними процесами;
- створення і використання матеріалів, що мають нові властивості: надпровідність, радіаційну стійкість, стійкість до зношування; надчистих матеріалів із заданими властивостями;
- освоєння принципово нових технологій: мембранної, лазерної, плазмової, вакуумної, детонаційної тощо;
- прискорений розвиток біотехнології, яка сприяє створенню безвідходних технологічних процесів, нарощуванню обсягів виробництва сировини, продовольчих ресурсів.

Наприклад, якщо швидкість пересування людини за 10 000 років до середини минулого сторіччя збільшилась у два рази – з 10–15 км/год на власних ногах, до 25–30 км/год на конях, то за 130 років після НТП швидкість збільшилась у 500 разів – до 15–20 тис. км/год на сучасній ракеті.

Однак нині вже виявляються два основних аспекти глобальної проблеми відносин "людина та біосфера", тобто ***негативні наслідки*** науково-технічного прогресу:

1. Технічно-економічний, пов'язаний зі зростаючим виснаженням природних ресурсів, що ставить перед ученими та спеціалістами багато нових наукових та технічних завдань.
2. Екологічний, пов'язаний з глобальним забрудненням біосфери.

3.4. Позитивний вплив науково-технічного прогресу на здоров'я населення

Здобутки науково-технічного прогресу дозволили досягти суттєвих змін у стані здоров'я населення:

1. Зниження показників смертності.
2. Збільшення тривалості життя.
3. Акселерація.
4. Зміна епідемічного профілю захворюваності населення неепідемічним.

Ці зміни у стані здоров'я населення стали можливими внаслідок досягнень медичних наук: імунології, трансплантології, хірургії, терапії, генної інженерії, фармакології та інших.

Досягнення НТП в медицині – це такі результати революційних технологій, як апарати штучного кровообігу, гемодіалізу, апарат "штучна нирка", виробництво інсуліну для діабетиків за допомогою генної модифікації бактерій, електронна й оптична операційна апаратура, комп'ютерні технології, комплекси гіпербаричної оксигенації, гуманні методи знеболення, застосування полімерів, нових антибіотиків, гормонів, ферментів, здійснення синтезу білка і гена, розшифрований генетичний код, просторова організація мітохондрій і хромосом, ультрацентрифугування, електрофорез, хроматографія, фотометрія, телевізійна мікроскопія, телемедицина, мікрофотокінозйомка тощо.

3.5. Глобальне забруднення біосфери

Внаслідок науково-технічного прогресу у різних галузях виробництва відбувається інтенсивне забруднення біосфери.

Забруднення біосфери – внесення у біосферу або виникнення в ній нових, як правило, не характерних фізичних чинників, хімічних і біологічних речовин, які шкодять людині та природним екосистемам.

Основні типи забруднення біосфери:

1. Фізичне:
   - теплове;
   - шумове;
   - електромагнітне;
   - світлове;
   - радіоактивне.

2. Хімічне:
   - аерозолі;
   - хімічні речовини;
   - важкі метали;
   - пестициди;
   - пластмаси;
   - СПАР (синтетичні поверхнево-активні матеріали).
3. Біологічне:
   - біотичне (біогенне);
   - мікробіологічне;
   - генна інженерія.

Основні джерела забруднення біосфери:

1. Природні процеси: виверження вулканів, землетруси, лісові пожежі, пилові бурі.
2. Антропогенні забруднення:
   - промислове виробництво (важкої, легкої, харчової, мінерально-сировинної галузей тощо);
   - паливно-енергетичний комплекс (теплоелектростанції, гідроелектростанції, атомні електростанції);
   - транспорт (автотранспорт, морський, річковий, залізничний, авіація);
   - сільськогосподарське виробництво (хімізація сільського господарства, тваринницькі комплекси, птахофабрики);
   - фармацевтична промисловість;
   - специфічні лікарняні відходи;
   - техногенні хімічні й природні катастрофи;
   - процеси технології і нанотехнології;
   - військова діяльність;
   - космічна галузь;
   - масовий спорт, аматорське і професійне полювання тощо.

При цьому у довкілля викидаються величезні кількості забруднень (табл. 3.1)

Таблиця 3.1. Об'єм викидів у навколишнє середовище у світі у 2015 році (млн тонн)

Газоподібні викиди в атмосферу	50,8
Пилоподібні викиди в атмосферу	0,7
Викиди вуглеводнів в атмосферу	0,25
Хімічні добрива в ґрунт	0,6
Отрутохімікати в ґрунт	0,015
Рідкі відходи у воду	5800
Фекалії у воду та ґрунт	24,3
Органічні відходи в атмосферу, ґрунт та воду	13

Біологічна забруднення біосфери. Під біологічним забрудненням розуміють привнесення в екосистеми результатів господарської діяльності людини не характерних для їх видів живих організмів (рослин, тварин, вірусів, бактерій тощо), які погіршують умови існування біоценозів або впливають на здоров'я людини.

Основними джерелами біологічного забруднення є стічні води практично всіх видів промислового виробництва, сільського господарства, комунального господарства міст і селищ, побутові та промислові звалища, цвинтарі тощо. Із джерел різноманітні органічні сполуки заліза і патогенні мікроорганізми потрапляють у ґрунт та підземні води.

Особливу небезпеку становить біологічне забруднення збудниками інфекційних і паразитарних хвороб, як-от чума, віспа, холера, дизентерія, кліщовий енцефаліт, СНІД та інші, знищення яких являє значні труднощі.

Останніми роками виникла нова екологічна небезпека – потенційна можливість вилучення з лабораторій чи заводів у навколишнє середовище мікроорганізмів та біологічно активних речовин, які мають негативний вплив на живий організм та його співтовариства, здоров'я та його генофонд, що пов'язані з бурхливим розвитком біотехнології та генної інженерії.

На відміну від повітря, вода і особливо нерухомий ґрунт здатні накопичувати й зберігати забруднення, зокрема біологічні. Ґрунт і вода – середовище проживання нижчих тварин і мікроорганізмів, як-от бактерії, грибки, віруси тощо. Деякі з них є хвороботворними: палички сибірки, правця, ботулізму, газової гангрени, збудники дизентерії, холери, тифу, чуми, ящуру, бруцельозу та інших.

Хвороботворні забруднення поступають з недостатньо знешкодженими твердими і рідкими господарсько-побутовими відходами (особливо закладів охорони здоров'я), зі скотомогильників, викидів тваринницьких комплексів і низки підприємств – боєнь, біофабрик тощо.

Інший вид біологічного забруднення – це комахи та інші організми – переносники хвороб, наприклад, комарі (малярія), кліщі (енцефаліт), воші (тиф), миші й пацюки (чума) тощо.

Серйозної шкоди завдають тварини та рослини, які потрапили з іншої екосистеми в нову екосистему, де вони не мають природних ворогів (екофагів). Приклади: масове розмноження і розселення гризунів у Австралії, де немає вовків і лисиць; швидке поширення колорадського жука з Америки у Європі та Азії; наступ на місцеві ліси Колхіди (Грузія) евкаліптів, завезених з Австралії та висаджених для осушення боліт.

Загальні закономірності забруднення біосфери:

- глобальний характер;
- постійне концентрування;
- циркуляція між об'єктами;
- перехід по харчових ланцюгах;
- комбінована, комплексна та сполучна дія;
- перервна дія;
- віддалені (мутагенні, ембріотоксичні, канцерогенні) наслідки.

3.6. Масштаби екологічної проблеми на планеті Земля

1. Щорічно виснажується близько 20 млрд гектарів ґрунту.
2. 6 млн гектарів земель, що були в обігу, стають пустелями.
3. Відбувається розширення площі пустель (Сахара за рік "захоплює" 50 кв. км землі).
4. За останні 60 років площа лісів скоротилась із 15 % від площі земель до 7 %.
5. Щорічно вирубка лісів губить їх на 11 млн гектарів.
6. Площа спалюваних за рік тропічних лісів складає ½ площі Франції (тобто понад 300 тис кв. км).
7. Щороку в атмосферу надходить 20 млрд тонн CO_2. Його кількість з початку століття зросла на 10%, що складає основу парникового ефекту.
8. У води Світового океану за рік потрапляє 30 млрд тонн продуктів переробки нафти, 50 тис. тонн пестицидів та 5 тис. тонн ртуті.
9. Вихлопні гази автомобілів складають у різних країнах 30–60% від загальної кількості атмосферних забруднень.

У зв'язку з цим перед людством постала нагальна потреба захисту біосфери від забруднення.

3.7. Наукові основи та шляхи охорони біосфери від забруднення

Вплив забруднень навколишнього середовища на здоров'я населення ВООЗ узагальнила у вигляді табл. 3.2.

Цей негативний вплив зареєстрований і в якості здоров'я населення України.

Негативні зрушення у здоров'ї населення України за 10 років (2005–2015 рр.):

1. Приріст населення – в 3 рази нижчий, ніж в цілому в країнах СНД.
2. Приріст загальної захворюваності на 35 %.
3. Приріст інвалідизації – у 2 рази.
4. Невпинність росту захворюваності населення на:
   - злоякісні новоутворення;
   - хвороби системи кровообігу;
   - бронхіальну астму;
   - цукровий діабет;
   - алергічні захворювання;
   - хвороби шлунково-кишкового тракту.

Подібний вплив відзначається при аналізі причин смерті населення України (табл. 3.3).

І це не випадково!

За даними Pollution Index 2018 Mid-year, у рейтингу найбільш забруднених міст Європи за якістю повітря і питної води, загальним забрудненням води, станом з вивозом сміття, суб'єктивним сприйняттям екологічної ситуації у місті з боку населення, рівнем шуму, наявністю парків та зелених зон місто Київ займає 10-те місце, Львів – 30-те і Харків – 31-ше місце.

У світі шириться рух щодо захисту навколишнього середовища та зменшення впливу його забруднень на здоров'я населення. Для цього Генеральна асамблея Організації Об'єднаних Націй створила спеціальну економічну і соціальну раду, яка розробила програму ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП), в рамках якої активно діє ряд Міжнародних організацій з охорони здоров'я (рис. 3.1).

Ці організації розробляють та контролюють захист біосфери від забруднення комплексами захисту атмосфери, літосфери та гідросфери (див. далі).

Таблиця 3.2. Фактори навколишнього середовища, що впливають на здоров'я населення

	Забруднення повітря	Незадовільний рівень санітарії та організації видалення відходів	Забруднення води або незадовільне управління водними ресурсами	Забруднення їжі	Незадовільні побутові умови	Глобальні зміни у навколишньому середовищі
Гострі респіраторні інфекції	*				*	
Шлунково-кишкові захворювання		*	*	*		*
Інші інфекції		*	*	*	*	
Малярія та інші трансмісійні захворювання		*	*		*	*
Травми та отруєння	*		*	*		*
Психічні розлади					*	
Серцево-судинні захворювання	*					*
Онкологічні захворювання	*			*		*
Хронічні респіраторні захворювання	*					

Таблиця 3.3. Смертність населення України від захворювань органів дихання (на 100 тис. населення)

Причина смерті	Міста з населенням			Сільська місцевість
	100 тис. осіб і більше	*50–100 тис. осіб*	*менше 50 тис. осіб*	
Пневмонія	47,9	39,22	35,75	31,55
Бронхіт	61,56	53,82	48,77	36,94
Інші хвороби органів дихання (крім грипу)	11,19	9,71	10,6	9,66
Разом:	120,65	102,75	95,12	78,15

Рис. 3.1. Світовий порядок організацій з питань захисту біосфери від забруднення

4 РОЗДІЛ

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ, ЇХ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я. ОХОРОНА ВІД ЗАБРУДНЕННЯ

В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна

4.1. Забруднення атмосферного повітря та його вплив на здоров'я населення

Про характер і ступінь впливу побутової діяльності людини на стан атмосфери свідчать наступні дані.

На даний час у небо планети викидається понад 700 млн тонн у рік шкідливих речовин, які забруднюють атмосферу.

Забруднювачі атмосфери поділяються на (табл. 4.1):

1. Природні: мінеральні, органічні та космічний пил.
2. Штучні (антропогенні):
   - механічні: пил цементний, дим, сажа;
   - хімічні: пил, газ.

Кожні 10 років кількість викидів в атмосферу збільшується удвічі (табл. 4.2). Це забруднення з гігієнічної точки зору дуже небезпечне, тому що забруднюються

Таблиця 4.2. Кількість щорічних викидів в атмосферу (за даними 2015 р.)

Речовина	Викиди, млн тонн	
	природні	*антропогенні*
Тверді частки (зола, пил тощо)	3700	1000
SO_2	650	100
NOx	770	53
CO	5000	304
CnHm	2600	8
CO_2	485 000	18 300

Таблиця 4.1. Джерела викидів в атмосферу

Домішки	Основні джерела	
	природні	*антропогенні*
Тверді частки (зола, пил тощо)	Вулканічні виверження, пилові бурі, лісові пожежі тощо	Спалювання палива в промислових та побутових об'єктах
SO_2	Вулканічні виверження, окислення сірки, сульфатів, розсіяних в морі	Те саме
NOX	Лісові пожежі	Промисловість, автотранспорт, теплоелектростанції
CO	Лісові пожежі, виділення океанів, окислення терпенів	Автотранспорт, промислові енергоустановки, чорна металургія
Леткі вуглеводні	Лісові пожежі, природний метан, природні терпени	Автотранспорт, допалювання відходів, випаровування нафтопродуктів
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	–	Автотранспорт, хімічні та нафтопереробні заводи
Засоби захисту рослин (пестициди, агрохімікати)	–	Сільське господарство, обробка полів

переважно нижні шари атмосфери, особливо над великими містами, промисловими центрами та поблизу них.

Потужними джерелами викидів в атмосферу є теплові електростанції, металургійна, нафтохімічна, цементна та інші ланки промисловості (рис. 4.1, рис. 4.2, рис. 4.3, рис. 4.4). Одні лише електростанції викидають в атмосферу щорічно 100–120 млн т золи та біля 60 млн т сірчаного ангідриду. Враховуючи, що до 2020 року очікується збільшення потужності теплових електростанцій у 10 разів, передбачають, що викиди золи збільшаться до 1 млрд т, а сірчаного ангідриду –

Рис. 4.1. Забруднення атмосфери промисловістю та тепловими електростанціями. Джерело фото: *Wikimedia Commons*

Рис. 4.2. Забруднення атмосфери при видобування нафти та газу. Джерело фото: *REUTERS*

Рис. 4.3. Забруднення атмосфери промисловими та побутовити об'єктами. Джерело фото: *Дірк Мейстер Getty Images*

Рис. 4.4. Забруднення атмосфери нафтопереробним заводом. Джерело фото: *sibpress.ru*

до 450 млн т. Забруднення повітря у багатьох містах у 10–60 разів перевищує граничнодопустиму концентрацію.

Різні джерела забруднення повітря у різних країнах мають свою питому вагу (табл. 4.3).

Міністерство екології України склало рейтинг підприємств, які наносять найбільшу шкоду навколишньому середовищу. Найбільше забруднюють повітря України: Арселор Міттал, Кривий Ріг; ММК ім. Ілліча, Маріуполь; Бурштинська ТЕЦ, Бурштин; Курахівська ТЕЦ, Курахів; ДТЕК Павлоградвугілля, Павлоград; Запорізька ТЕЦ, Енергодар; Вуглегірська ТЕЦ, Світлодарськ; Ладижинська ТЕЦ, Ладижин; Азовсталь, Маріуполь; Запоріжсталь, Запоріжжя.

Таблиця 4.3. Внесок різних джерел у забруднення атмосфери

Джерело	США	Англія	Франція	Україна
Автотранспорт	60,6	33,5	32	35
Промисловість, енергетичні системи та опалення	39,4	66,5	78	65

Автомобіль – основне джерело забруднення повітря

Близько 300 млн автомобілів щорічно викидають в атмосферу Землі 400 млн тонн оксидів вуглецю (CO та CO_2), понад 190 млн тонн вуглеводнів, сотні тисяч тонн свинцю. У великих містах близько 60 відсотків викидів припадає на вихлопні гази автотранспорту (рис. 4.5, рис. 4.6, рис. 4.7, рис. 4.8, рис. 4.9). Забруднення повітря міст оксидом вуглецю перевищує граничнодопустиму концентрацію у 3–40 разів. Аналогічно збільшується забруднення повітря сірчистим газом.

В результаті роботи двигуна внутрішнього згоряння, якими оснащена більшість сучасних автомобілів, відбувається згорання гідрокарбонатного палива, і в атмосферу викидається величезна кількість різноманітних хімічних сполук. Починаючи з середини 60-х років минулого століття викид вихлопних газів почав хвилювати багатьох людей.

Кліматичні зміни на глобальному рівні є однією з важливих особливостей XXI століття. Багато в чому

Рис. 4.5. Забруднення атмосфери транспортом. Джерело фото: *beatify.org*

Рис. 4.6. Забруднення атмосфери автомобілями. Джерело фото: *recambioscolon.com*

Рис. 4.7. Забруднення атмосфери автомобілями. Джерело фото: *actualidadmotor.com*

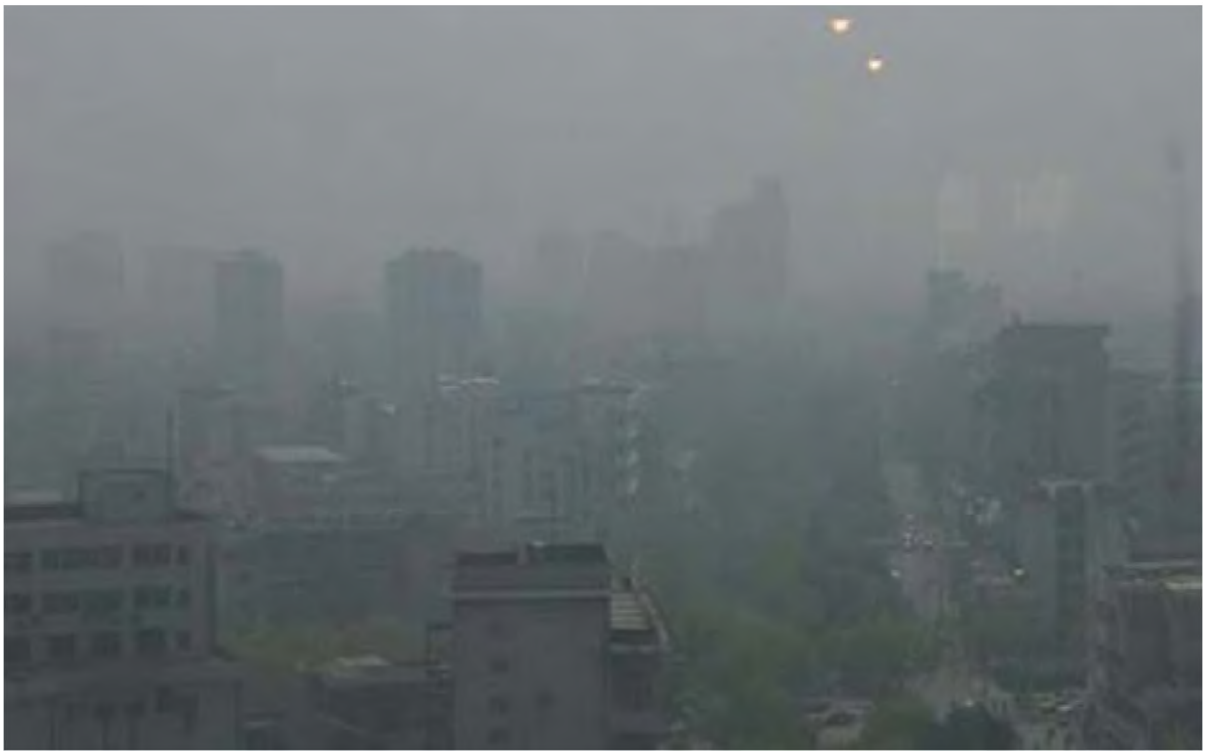


Рис. 4.8. Забруднення атмосфери міста автотранспортом (фотохімічний смог лос-анджелеського типу). Джерело фото: *carmenvidal.wordpress.com*

Рис. 4.9. Хімічний сільськогосподарський смог. Джерело фото: *actualidadmotor.com*

ці зміни обумовлені діяльністю людства, зокрема, в останні десятиліття значно збільшилися викиди парникових газів в атмосферу. Основним джерелом викидів є вихлопні гази автомобілів, 30% яких є парниковими.

Парникові гази існують у природних умовах і покликані регулювати температуру нашої блакитної планети, однак навіть незначне збільшення їх кількості в атмосфері може призвести до серйозних глобальних наслідків. Найнебезпечнішим парниковим газом є CO_2, або вуглекислий газ. На його частку припадає близько 80% усіх викидів, велика частина яких пов'язана зі згорянням пального у двигунах автомобілів. Вуглекислий газ залишається тривалий час в атмосфері в активному стані, що збільшує його небезпеку.

Крім CO_2, вони викидають в атмосферу чадний газ CO, залишки вуглеводнів, оксиди азоту, сполуки сірки і свинцю, а також тверді частки. Всі ці сполуки у величезних кількостях потрапляють у повітря, призводять до глобального збільшення температури і появи серйозних хвороб у людей, які живуть у великих містах. Крім того, різні автомобілі викидають вихлопні гази різного складу: все залежить від типу використовуваного пального – наприклад, бензин чи дизельне паливо. Так, при згорянні бензину виникає цілий "букет" хімічних сполук, які складаються в основному з чадного газу, оксидів азоту, вуглеводнів і сполук свинцю. Вихлопи дизельних двигунів містять сажу, яка призводить до утворення смогу, незгорілі вуглеводні, оксиди азоту та сірчаний ангідрид.

Постійна і тривала дія вихлопних газів на організм призводить до ослаблення імунітету людини, бронхіту. Шкода наноситься кровоносним судинам і нервовій системі.

Нині у всіх країнах світу автомобілі проходять обов'язкову перевірку на відповідність встановленим екологічним стандартам. У більшості випадків називають такі вихлопні гази, шкода екології від яких максимальна:

- монооксид вуглецю і вуглекислий газ;
- різні залишки вуглеводнів.

Однак сучасні стандарти розвинених країн світу також пред'являють вимоги щодо рівня викидання в атмосферу оксидів азоту і до системи контролю процесу випаровування пального з паливного бака.

Вуглекислий газ (CO_2). З усіх забруднювачів навколишнього середовища найнебезпечнішим є вуглекислий газ, оскільки він не має ні кольору, ні запаху. Шкода для здоров'я вихлопних газів автомобілів значна, тому що концентрація в повітрі всього 0,5% здатна викликати у людини втрату свідомості і подальшу смерть протягом 10–15 хвилин, а така концентрація, як 0,04%, призводить до виникнення головного болю. Цей продукт роботи двигуна внутрішнього згоряння утворюється у великій кількості, коли бензинова суміш багата вуглеводнями і бідна киснем. У цьому випадку відбувається неповне згоряння палива і утворюється CO_2. Проблема може бути вирішена шляхом правильного налаштування карбюратора, заміною або очищенням брудного повітряного фільтра, регулюванням клапанів, які впорскують горючу суміш, і деякими іншими заходами.

Виділяється велика кількість CO_2 у вихлопних газах у процесі прогріву автомобіля, оскільки його двигун холодний і спалює частково бензинову суміш. Тому прогрів автомобіля слід здійснювати в добре провітрюваному приміщенні або на відкритому повітрі.

Вуглеводні та органічні масла. Вуглеводні та органічні масла, які не догорають у двигуні, а випарувалися, є речовинами, які визначають основну шкоду вихлопних газів автомобілів для навколишнього середовища. Самі по собі ці хімічні сполуки не представляють небезпеки, однак, потрапляючи в атмосферу, вони вступають у реакцію з іншими речовинами під дією сонячних променів, і отримані сполуки спричинюють різь в очах, утруднюють дихання. Крім того, вуглеводні є основною причиною смогу у великих містах.

Оксиди азоту. Близько 78% атмосферного повітря складається з азоту. Він є досить інертним газом, але при температурах спалювання пального понад 1300 °C азот розщеплюється на окремі атоми і вступає в реакцію з киснем, утворюючи різного типу оксиди.

Шкода вихлопних газів для здоров'я людини також пов'язана з цими оксидами. Зокрема, найбільше страждає дихальна система. При великих концентраціях і тривалій дії оксиди азоту можуть викликати головні болі та гострий бронхіт. Шкідливі оксиди і для навколишнього середовища. Потрапивши в атмосферу, вони утворюють смог і руйнують озон. Для зниження викидів оксидів азоту в автомобілях застосовують спеціальну систему рециркуляції викидів газів, принцип роботи якої полягає у підтримці температури двигуна нижче порогу утворення цих оксидів.

Таким чином, шкода вихлопних газів для навколишнього середовища безсумнівна. В даний час ведеться робота щодо зменшення кількості викидів кожним авто, а також заміна використання бензину альтернативними і більш екологічними джерелами енергії, наприклад, сонячної чи вітрової енергії. Вели-

ка увага приділяється водневому пальному, результатом згоряння якого є звичайна водяна пара.

Вплив викидів на здоров'я людини. Шкоду, яку наносять вихлопні гази здоров'ю людини, може бути дуже серйозною. В першу чергу небезпечний чадний газ, який викликає втрату свідомості і навіть смерть, якщо його концентрація в атмосфері підвищена. Крім нього, шкідливими є оксиди сірки та сполуки свинцю, які вилітають у великій кількості з вихлопної труби авто. Сірка та свинець відомі своєю сильною отруйною дією і можуть залишатися в організмі тривалий час.

Вуглеводні і частинки сажі, які також потрапляють в атмосферу в результаті часткового згоряння палива у двигуні, здатні викликати важкі захворювання дихальної системи, включаючи розвиток злоякісних пухлин.

Забруднення атмосфери має значний вплив на здоров'я населення.

Цей вплив може носити гострий або хронічний характер.

Вплив забруднення атмосфери на здоров'я населення:

1. *Вплив гострий (смог).*
2. *Вплив хронічний:*
   - захворювання дихальної системи (бронхіти, бронхіальна астма);
   - алергічні захворювання;
   - онкологічні захворювання;
   - професійна пилова патологія (пневмоконіози) тощо.

В цілому у світі, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, встановлено, що у 2012 році забруднення повітря стало причиною кожної восьмої смерті на планеті. Структура смертей, викликаних забрудненим атмосферним повітрям у світі (ВООЗ), наведена у таблиці 4.4, а в Україні – таблиця 4.5.

Таблиця 4.4. Смерті населення, викликані забрудненням атмосфери (у %)

Причина смерті	% від загальної кількості смертей
Ішемічна хвороба серця	40
Інсульт	40
Хронічна обструктивна хвороба легень	11
Рак легень	6
Гострі інфекції дихальних шляхів у дітей	3

У Всесвітній організації охорони здоров'я склали список із 10 головних загроз людства у 2019 році:

1. Забруднення повітря і зміни клімату.
2. Неінфекційні захворювання.
3. Глобальна пандемія грипу.
4. Вразливість населення, яке живе в умовах кризи.
5. Стійкість бактерій до антибіотиків.
6. Лихоманка Денге.
7. Лихоманка Ебола.
8. Первинна медицина.
9. Відмова від вакцинації.
10. ВІЛ.

На першому місці серед головних загроз здоров'ю людства знаходиться забруднення повітря і зміни клімату. Дев'ять із десяти людей у світі дихають забрудненим повітрям щодня. У 2019 році забруднення повітря розглядається ВООЗ як найбільш серйозний екологічний ризик для здоров'я. За даними ВООЗ, забруднення повітря щороку вбиває 7 млн осіб, викли-

Таблиця 4.5. Смертність населення України від захворювань органів дихання (на 100 тис населення)

Причина смерті	Міста з населенням			Сільська місцевість
	100 тис. осіб і більше	*50–100 тис. осіб*	*менше 50 тис. осіб*	
Пневмонія	47,9	39,22	35,75	31,55
Бронхіт	61,56	53,82	48,77	36,94
Інші хвороби органів дихання (крім грипу)	11,19	9,71	10,6	9,66
Разом	120,65	102,75	95,12	78,15

каючи такі хвороби, як рак, інсульт, хвороби серця і легень.

4.2. Основні хімічні забруднювачі атмосфери

Для порівняльної оцінки вмісту хімічних забруднювачів атмосфери вчені розробили систему оцінки шкоди для здоров'я людини за допомогою граничнодопустимої концентрації (ГДК).

ГДК – це граничнодопустима концентрація хімічних елементів і їх сполук у повітрі, яка не викликає негативних наслідків у живих організмах. Нормативи граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин затверджуються в законодавчому порядку і контролюються санітарно-епідеміологічними службами (в Україні – Держпродспоживнаглядом) за допомогою токсикологічних досліджень. ГДК кожної небезпечної для здоров'я речовини входять до складу нормативних документів, дотримання яких обов'язкове. У разі порушення норм ГДК будь-яким підприємством на нього накладають штраф або зовсім закривають. Граничнодопустима концентрація встановлюється для людей, які найбільше схильні до впливу хімікатів (дітей, людей похилого віку, людей із захворюваннями дихальної системи тощо). Величина ГДК для повітря вимірюється в мг/м³ (табл. 4.6). Також граничнодопустима концентрація існує для води, ґрунту і продуктів харчування.

ГДК шкідливих речовин в атмосферному повітрі буває різна:

1. $ГДК_{мр}$ – максимальна разова концентрація речовини. Вона не повинна впливати на живі організми протягом 20–30 хвилин.
2. $ГДК_{сд}$ – середньодобова концентрація. Ця ГДК не повинна надавати негативного впливу на живі організми протягом невизначено довгого часу.

Класи небезпеки речовин. **За ступенем впливу на організм шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки. Для кожного класу небезпеки встановлена своя ГДК. Виділяють наступні класи небезпеки речовин в атмосферному повітрі:**

- речовини надзвичайно небезпечні (ГДК менше 0,1 мг/м³);
- речовини високонебезпечні (ГДК 0,1–1 мг/м³);
- речовини помірно небезпечні (ГДК 1,1–10 мг/м³);
- речовини малонебезпечні (ГДК більше 10 мг/м³).

Також існує класифікація шкідливих речовин за ефектом впливу на живий організм. При цьому деякі речовини належать відразу до кількох класів:

1. Загальнотоксичні – речовини, що викликають отруєння організму в цілому. При їх впливі спо-

Табл. 4.6. ГДК деяких шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Речовина	Клас небезпеки	мг/м³	$ГДК_{сд}$, мг/м³
Оксид вуглецю (CO)	4	5	3
Аміак (NH_3)	4	0,2	0,04
Ксилол (C_8H_{10})	3	0,2	–
Оксид азоту (NO)	3	0,4	0,06
Діоксид сірки (SO_2)	3	0,5	0,05
Толуол (C_7H_8)	3	0,6	–
Сірководень (H_2S)	2	0,008	–
Хлор (Cl_2)	2	0,1	0,03
Формальдегід (HCOH)	2	0,035	0,003
Діоксид азоту (NO_2)	2	0,085	0,04
Фенол (C_6H_6O)	2	0,01	0,003
Бензол (C_6H_6)	2	0,3	0,1
Озон (O_3)	1	0,16	0,03

стерігаються судоми, розлади нервової системи, параліч.

2. Подразнюючі – речовини, що вражають шкіру, слизову оболонку дихальних шляхів, легень, очей, носоглотки. Тривала дія призводить до порушень дихання, інтоксикації і смерті.
3. Сенсибілізатори – хімічні речовини, які викликають алергічну реакцію.
4. Канцерогени – одна з найнебезпечніших груп речовин, що провокує виникнення онкологічних захворювань.
5. Мутагени – речовини, що змінюють генотип людини. Вони знижують опірність організму до захворювань, викликають передчасне старіння і можуть позначитися на здоров'ї потомства.
6. Речовини, що впливають на репродуктивне здоров'я – викликають відхилення в розвитку у потомства (не обов'язково в першому поколінні).

Оксид вуглецю (CO). Ще одна назва оксиду вуглецю – чадний газ. Він часто зустрічається в побуті – наприклад, CO виділяється через несправності газових колонок та кухонних плит. Для отруєння цим газом потрібна зовсім невелика його концентрація. У оксиду вуглецю немає кольору і запаху, що робить його ще небезпечнішим. Інтоксикація відбувається стрімко, людина може втратити свідомість в лічені секунди. Незважаючи на те, що клас небезпеки оксиду вуглецю – четвертий, його вплив призводить до летального результату буквально за кілька хвилин. Відчувши труднощі з диханням, головний біль, відсутність концентрації, зниження слуху і зору, необхідно по можливості відкрити всі вікна і двері та як можна швидше покинути приміщення.

Аміак (NH_3). Аміак – безбарвний газ з різким, їдким запахом. Нашатирний спирт – десятипроцентний водний розчин аміаку. Вдихання парів аміаку має збудливу дію і допомагає при непритомності. Але аміак подразнює слизову оболонку очей, викликає задуху, а при високій концентрації призводить до опіків рогівки і сліпоти, уражує нервову систему аж до незворотних змін, знижує когнітивні функції мозку, провокує виникнення галюцинацій.

Ксилол (C_8H_{10}). Ксилол відноситься до третього класу небезпеки, він здатний викликати гострі та хронічні ураження кровотворних органів. Ксилол – це рідина без кольору, але з характерним запахом, яка застосовується як органічний розчинник для виготовлення пластмаси, лаків, фарб, будівельного клею. У малих концентраціях ксилол ніяк не шкодить людині, однак при тривалому вдиханні парів ксилолу з'являється наркотична залежність. Також ксилол уражує нервову систему, викликає подразнення шкірного покриву і слизової очей.

Оксид азоту (NO). Оксид азоту – токсичний безбарвний газ. Він не подразнює дихальні шляхи, тому людині складно його відчути. NO взаємодіє з гемоглобіном і утворює метгемоглобін, який блокує дихальні шляхи і викликає кисневе голодування. Взаємодіючи з киснем, газ перетворюється в діоксид азоту (NO_2).

Діоксид сірки (SO_2). Діоксид сірки, або сірчистий газ, відрізняється характерним запахом, схожим на запах палаючого сірника. Вдихання SO_2 навіть у невеликій концентрації може призвести до запалення дихальних шляхів, викликати кашель, нежить і хрипоту. Тривала дія провокує виникнення дефектів мовлення, почуття нестачі повітря, набряку легень. Також можливе ураження легеневої тканини, але воно проявляється лише через кілька днів після впливу. Люди із захворюваннями дихальної системи, наприклад, астматики, найтяжче переносять вплив SO_2.

Толуол (C_7H_8). Толуол проникає в організм людини не тільки через органи дихання, але й через шкіру. Симптоми отруєння толуолом – подразнення слизової оболонки очей, загальмованість, порушення роботи вестибулярного апарату, галюцинації. Також толуол вкрай пожежонебезпечний і володіє наркотичним впливом. Толуол входив до складу клею "Момент" і досі міститься в деяких розчинниках для лаків і фарб.

Сірководень (H_2S). Сірководень – безбарвний газ із запахом, що нагадує тухлі яйця. Будучи дуже токсичним, H_2S впливає в першу чергу на нервову систему, викликає сильні головні болі, судоми і може призвести до коми. Смертельна концентрація сірководню становить приблизно 1000 мг/м^3. При концентрації від 6 мг/м^3 починаються головні болі, запаморочення і нудота.

Хлор (Cl_2). Хлор у вигляді газу має жовто-зелений колір і гострий дратівливий запах. Одні з перших симптомів отруєння хлором – почервоніння очей, напади кашлю, біль у грудях, підвищення температури тіла. Можливий розвиток бронхопневмонії, бронхіту. Будучи сильним канцерогеном, хлор провокує виникнення ракових пухлин і туберкульозу. При високій концентрації летальний результат може настати після кількох вдихів.

Формальдегід (HCOH). Вміст формальдегіду в повітрі особливо підвищений у великих містах, оскільки він є продуктом горіння автотранспортного пального. Також викиди формальдегіду відбуваються на хімічних, шкіряних та деревообробних підприємствах. Він

негативно впливає на генетичний матеріал, репродуктивну і дихальну системи, печінку, нирки. Отруєння починається із зростаючого ураження нервової системи – запаморочення, відчуття страху, тремтіння, нерівна хода тощо. Формальдегід офіційно визнаний канцерогеном, проте володіє також алергенною, мутагенною і сенсибілізуючою дією.

Діоксид азоту (NO_2). Діоксид азоту – отруйний газ червоно-бурого кольору з характерним гострим запахом. Утворюється він в результаті згоряння автомобільного палива, діяльності ТЕЦ та промислових підприємств. На початковому етапі впливу діоксид азоту порушує роботу верхніх дихальних шляхів, а згодом здатний викликати бронхіт, запалення або набряк легень. Найбільш небезпечний цей газ для людей, що страждають на бронхіальну астму та інші легеневі захворювання. Через колір діоксиду азоту його викиди називають "лисячим хвостом". З лисицею цей газ пов'язує не тільки колір, але ще й хитрість: щоб "сховатися" від людей, він погіршує нюх і зір, тому його не так-то просто виявити.

Фенол (C_6H_5OH). Фенол – один із промислових забруднювачів, що згубний для тварин і людини. При вдиханні парів фенолу виникає занепад сил, нудота, запаморочення. Фенол негативно впливає на нервову і дихальну системи, а також на нирки, печінку тощо. Використання фенолу часто призводить до сумних наслідків. У сімдесятих роках в СРСР його використовували при будівництві житлових будинків. Люди, що жили у "фенольних будинках", скаржилися на погане самопочуття, алергію, виникнення онкологічних захворювань та інші недуги. Хоча фенолформальдегідні смоли використовуються при виготовленні меблів, будівельних матеріалів і багато чого іншого, недобросовісні виробники можуть перевищувати допустиму норму або застосовувати неякісні хімічні речовини.

Бензол (C_6H_6). Бензол – небезпечний канцероген. При отруєннях парами бензолу у людини спостерігається головний біль, нудота, перепади настрою, порушення серцевого ритму, іноді – непритомність. Постійний вплив бензолу на організм проявляється втомою, розладом сну, порушеннями функцій кісткового мозку, лейкозом, анемією. Найчастіше перша ознака отруєння бензолом – ейфорія, позаяк вдихання його парів має наркотичний ефект. Дана хімічна сполука входить до складу бензину, використовується для виробництва пластмас, барвників, синтетичної гуми.

Озон (O_3). Це газ із характерним запахом, при високих концентраціях має блакитний колір. Озон є природним антисептиком, знезаражує воду і повітря. На жаль, озон викликає вкрай негативні наслідки. Він посилює алергію, загострює серцеві захворювання, знижує імунітет і викликає порушення дихання. Озон діє повільно, але вкрай згубно у довгостроковій перспективі – особливо небезпечний даний газ для дітей, літніх людей та астматиків.

Свинець (Pb). Забруднення довкілля свинцем відбувається внаслідок промислової діяльності: кольорової металургії, виробництва акумуляторів, консервної промисловості. Клас небезпеки свинцю – перший, а значить, він вкрай небезпечний для організму людини. Отруєння свинцем проявляється не моментально. Ця підступна речовина залишається в організмі надовго, накопичуючись у кістках і тканинах. Свинець порушує функції серцево-судинної та кровоносної систем, слухового апарату, а також призводить до зниження інтелектуальних здібностей. Перші симптоми схожі з ознаками сильної перевтоми – млявість, запаморочення, поганий настрій тощо. Якщо вчасно не звернутися до лікаря по допомогу, симптоми будуть тільки посилюватися. При тривалому впливі свинцю на організм у людини з'являються судоми, біль у м'язах, дефекти мови. Важке отруєння може призвести до паралічу, коми та смерті.

4.3. Фізичне забруднення атмосфери

Окрім хімічного забруднення, зараз особливий інтерес представляє зміна фізичного середовища життя (за кордоном – так звані "емісії"), наприклад, "забруднення" атмосфери шумом та електромагнітними полями радіочастотного діапазону. Сьогодні тисячі радіо- та телевізійних, а також радіолокаційних станцій працюють у всіх куточках планети. Випромінювання Землі у метровому діапазоні стало у сотні разів більшим від подібного випромінювання Сонця.

4.4. Атмосферні ефекти забруднення атмосфери

Атмосферні ефекти внаслідок забруднення атмосфери:

- "парниковий" ефект (CO_2, метан, окисли азоту, хлорфторвуглеводні, трифторвуглеводні, водяна пара);
- ефект "ядерної зими" (аерозолі – пил, сажа);
- ефект "озонових дір" (фреони, хлорфторвуглеводні);

- кислотні дощі (розчинення окислів SO_2, CO, NO_2 у водяній парі хмар);
- смог:
  - сірчаний лондонського типу;
  - сухий фотохімічний лос-анджелеського типу;
  - вулканічний смог *(vog)*;
  - крижаний аляскинського типу;
  - смог лісових пожеж;
  - хімічний сільськогосподарський смог

4.4.1. Парниковий ефект

Парниковий ефект призводить до накопичення теплового випромінювання з поверхні Землі і, як наслідок, до потепління клімату і до нагріву планети в цілому (рис. 4.10).

Природні причини (джерела) парникового ефекту (глобального потепління):

1. Пожежі в лісах: виділяється багато CO_2. Зменшується кількість дерев, які поглинають CO_2 і дають O_2.
2. Вічна мерзлота: в замерзлому ґрунті утримується багато метану, який забруднює атмосферу.
3. Океани дають багато водяної пари.
4. Виверження вулканів дають багато CO_2, сажі, попелу.
5. Живі організми видихають CO_2.
6. Тварини виділяють метан.

Антропогенні причини – основні причини глобального потепління:

1. Нафтопромисел та промисловість. Спалювання газу і нафти призводить до виділення в атмосферу великої кількості CO_2, сажі тощо.

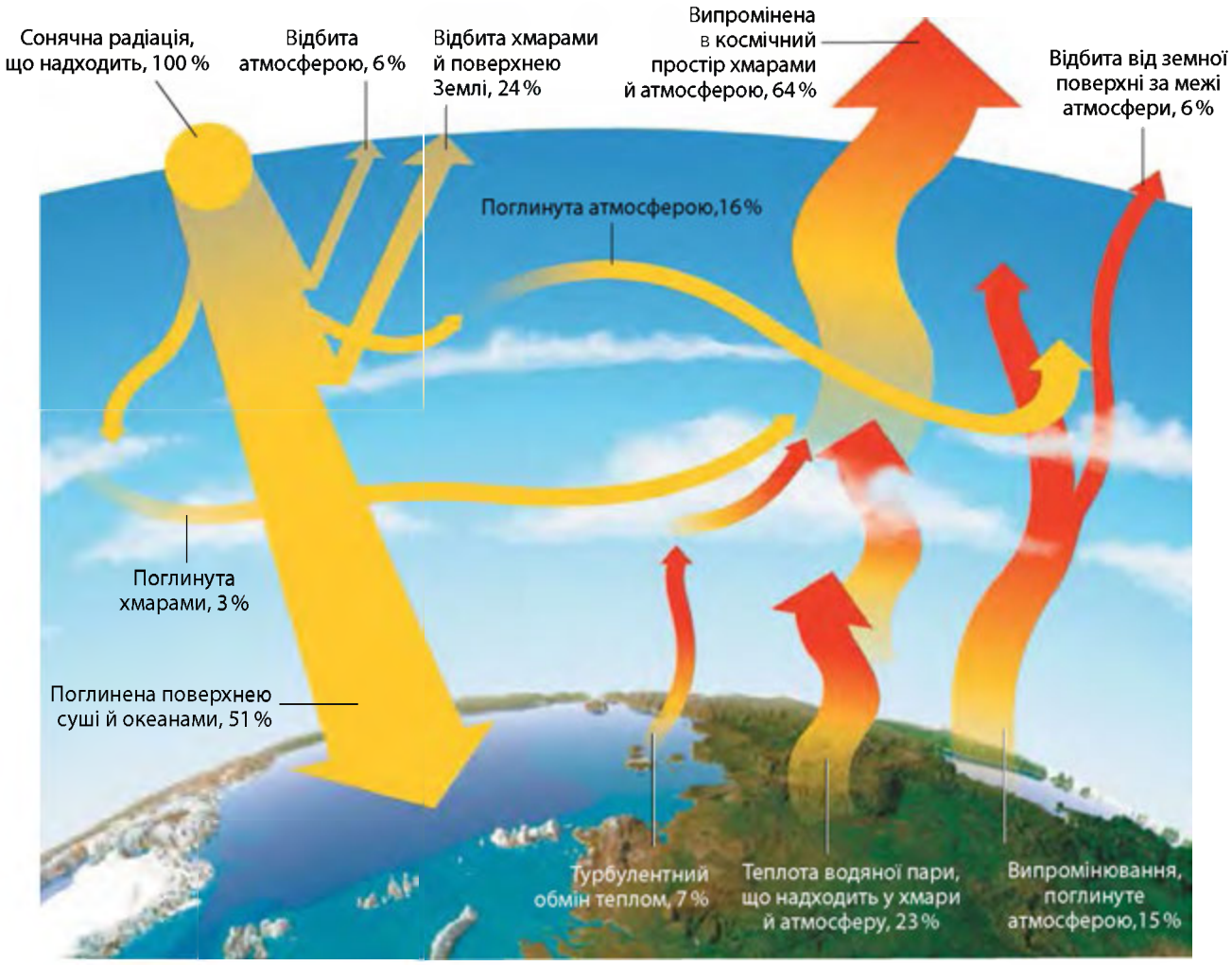


Рис. 4.10. Явища теплоперенесення в земній атмосфері

2. Мінеральні та органічні добрива сприяють виділенню парникового газу діоксиду азоту NO_2.
3. Вирубка лісів приводить до збільшення кількоті парникового газу CO_2 та зменшення кількості O_2.
4. Перенаселення планети Земля.
5. Створення великої кількості сміттєзвалищ.

Британські та шведські вчені встановили, що 56 млн років тому на планеті Земля розпочалось глобальне потепління внаслідок надзвичайно сильного виверження вулкана на шотландському острові Скай. Тоді температура повітря на планеті піднялась на 5–8 °С. Цей відрізок історії Землі вчені назвали палеоцен-еоценовим термічним максимумом (журнал Scientific Reports).

Глобальне потепління призведе до багатьох негативних наслідків, які вже спостерігаються у багатьох регіонах.

1. При піднятті середньої температури на 2 °С внаслідок танення льодовиків в Арктиці та Антартиці рівень води Світового океану підніметься на 50–60 см, і тоді настане всесвітній потоп (рис. 4.11), будуть затоплені Нідерланди (рис. 4.12), Лондон (рис. 4.13), Нью-Йорк, Маямі, Мумбай.

Південь України буде під водою, півострів Крим стане островом, під водою можуть опинитися Одеса, Херсон, Бердянськ, Маріуполь, Феодосія та інші міста України (рис. 4.14)

В Україні до 2100 року Чорним та Азовським морями можуть бути підтоплені 34 міста, затоплені 62 села та 660 небезпечних об'єктів, 200 тисяч гектарів сільськогосподарських земель та 98 об'єктів природно-заповідного фонду. 75 тисяч жителів України ризикують стати кліматичними переселенцями.

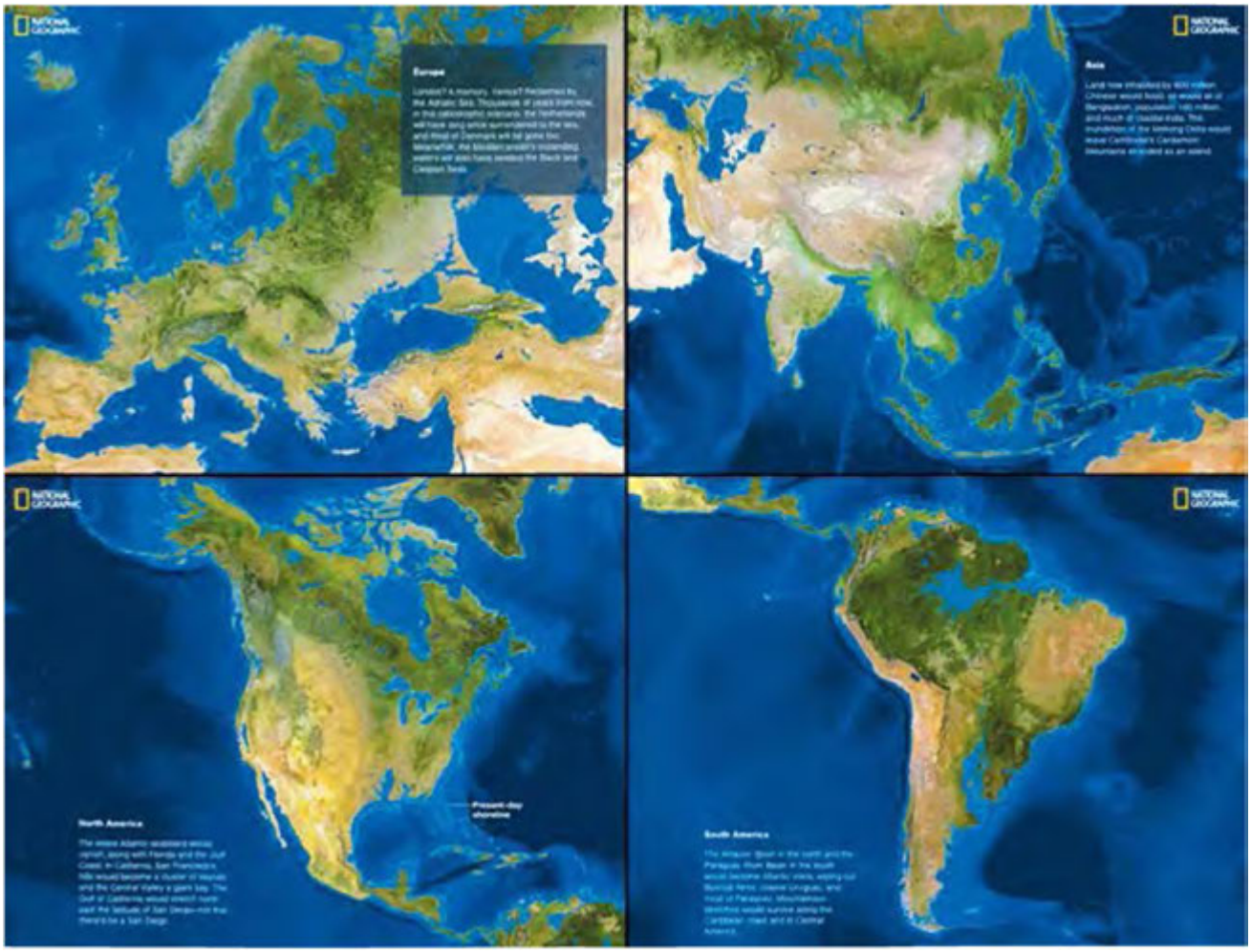


Рис. 4.11. Всесвітній потоп (блакитним кольором показані території суші, які будуть затоплені) при піднятті температури на 2°С. Джерело фото: *National Geographic*

Рис. 4.12. Прогноз затоплення Нідерландів при всесвітньому потопі (+2°С). Джерело фото: *air-worldwide.com*

Рис. 4.13. Прогноз затоплення Лондона при всесвітньому потопі (+2°С). Кадр із фільму-катастрофи "Повінь" *(Flood, 2007)*

Ступінь солоності води Світового океану також зменшуватиметься.

1. Збільшення кількості мертвих зон на планеті (рис. 4.15). Одні пустелі стануть більшими, а в Сахарі випадатиме сніг.
2. Урожай на полях буде значно меншим, деякі культури зникнуть зовсім.
3. Глобальне потепління може скоро взагалі залишити людство без ряду продуктів харчування. У майбутньому Земля настільки розігріється, що деякі

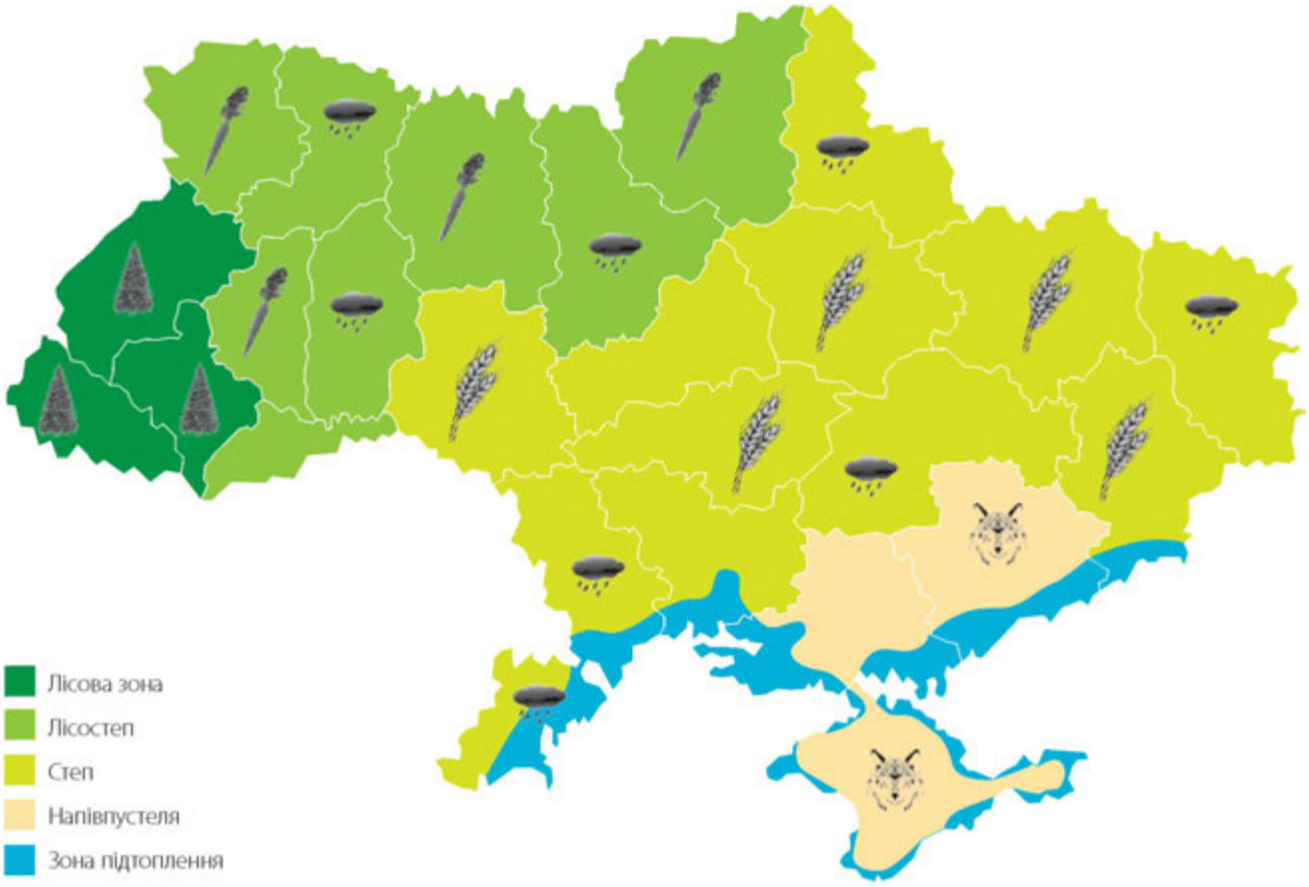


Рис. 4.14. Прогноз затоплення регіонів України в результаті кліматичних змін (блакитним кольором вказано затоплені території). Джерело фото: *newsplot.org*

рослини просто не виживуть. Внаслідок цього людству стануть недоступні шоколад (зникнуть дерева какао), вино (зникне виноград) та пиво (зникне ячмінь).

4. Взимку буде значно холодніше, влітку або аномально спекотно, або досить холодно.
5. Відбудеться глобальне зменшення об'єму питної води.
6. Глобальні кліматичні катастрофи, урагани та смерчі, зливи, циклони, вітри стануть постійним явищем у місцях, де раніше їх не було.
7. Різкі зміни клімату призведуть до вимирання багатьох видів тварин і рослин.

Вчені повідомляють, що 2019 рік став найспекотнішим в історії людства. Фаза Ель-Ніньо почалася (Ель-Ніньо – це потепління поверхневих вод східної частини Тихого океану), спонукаючи екстремальні погодні умови, які й так погіршилися через зміни клімату. Наслідки Ель-Ніньо були більш значними в останні роки через глобальне потепління, і ці впливи будуть ще гіршими, оскільки температури продовжують зростати.

Потепління у світі означає все більше і більше проявів руйнівної стихії та небезпечних умов, таких як спека, лісові пожежі, затоплення і нищівні шторми.

У 2018 році в Північній півкулі було 79 тропічних циклонів або ураганів, що більше середнього значення 53 попередніх періодів. Потужні і часто рекордні шторми викликали спустошення, завдали величезних економічних збитків і призвели до втрат людських життів. Теплові хвилі призвели до вражаючої втрати продуктивності, позаяк було надто жарко не тільки щоб працювати, а й виходити на вулицю.

Зміни клімату у вигляді потепління та посух спричиняють конфлікти, війни та міграцію населення, зокрема останні хвилі міграції з країн Близького Сходу.

Зупинити парниковий ефект реально. Для цього необхідно:

- замінити вихлопні гази палива на гідро-, геліо- або аквaенергію;
- застосовувати безвідходні технології;
- домогтися мінімізації метанових викидів;

Рис. 4.15. Мертва зона замість плодючих земель внаслідок зміни клімату. Джерело фото: *osservatorioagr.eu*

- розвивати технології поглинання CO_2;
- зупинити масову вирубку лісів;
- збільшити кількість зелених насаджень.

Із грудня 2018 року прийшло повідомлення, що Світовий банк виділить на боротьбу зі зміною клімату 200 млрд доларів США. Про це заявлено напередодні 24-ї конференції ООН з питань клімату у польському місті Катовіце.

Раніше організація контролю за кліматичною політикою країн G20 Climate Transparency опублікувала звіт з моніторингу за дотриманням правил виконання Паризької кліматичної угоди.

За результатами звіту, більшість країн, за винятком Індії, використовують викопне паливо, що суперечить умовам Паризької кліматичної угоди. За теперішніх умов до кінця XXI століття світова температура може піднятися на 3,2 °C. Для того щоб потепління не перевищило 1,5 °C, передбачених Паризькою угодою, країни G20 до 2030 року повинні скоротити свої викиди наполовину.

Вчені закликають світових політиків і все людство утримати глобальне потепління до 2030 року на рівні 1,5 °C, інакше повернути назад викликані людською діяльністю зміни клімату буде дуже дорого або й взагалі неможливо. А щоб утримати підвищення температури в межах 1,5 °C, людству потрібно витратити 2,4 трильйона доларів.

4.4.2. Ефект "ядерної зими"

"Ядерна зима" – гіпотетичний глобальний стан клімату Землі в результаті широкомасштабної ядерної війни (рис. 4.16, рис. 4.17, рис. 4.18).

В результаті викиду в атмосферу великої кількості (мільйонів тонн) диму, сажі, масштабних пожеж внаслідок вибуху 30–40% накопичених у світі ядерних бомб, температура на планеті повсюдно знизиться до арктичної (-30 °C) внаслідок суттєвого підвищення кількості відбитої у космос сонячної радіації (рис. 4.19, рис. 4.20).

Хмари диму і попелу утримаються в атмосфері протягом кількох років ("ядерна ніч"). У ході такого рукотворного льодовикового періоду більша частина життя на Землі повинна зникнути. Коли пил і сажа осядуть на землю, після "ядерної зими" настає "ядерне літо", викликане викидами вуглекислого газу і парниковим ефектом – різке потепління клімату й опустелювання. Поверхня Землі повинна перетворитися на голу пустелю.

Автор YouTube-каналу Kurzgesagt повідомив, що у світі створено 15 000 ядерних бомб, і 14 000 з них знаходяться на території Росії та США.

Рис. 4.16. Вибух ядерної бомби над містом. Джерело фото: *picserio.com*

Рис. 4.17. Вибух ядерної бомби за полярним колом. Джерело фото: *U.S. Air Force via Reuters*

Рис. 4.18. Вибух ядерної бомби в умовах тропічного клімату. Джерело фото: *wikimedia.org*

Рис. 4.19. "Ядерна ніч" внаслідок ядерної війни (гіпотеза). Джерело фото: *artofgregmartin.com*

Якщо підірвати всю ядерну зброю у світі, то можна зруйнувати 4500 великих міст і вбити близько 3 мільярдів людей.

Якби всі запаси ядерної зброї вибухнули в одному місці, то утворилася б вогненна куля діаметром 50 кілометрів. Вибухова хвиля знищить усе на площі три тисячі квадратних кілометрів і огинатиме землю десятки разів протягом кількох тижнів. Крім того, в радіусі 250 кілометрів від епіцентру загориться кожна жива істота.

4.4.3. Ефект "озонових дір"

Проходячи через атмосферу Землі, високоенергійні кванти γ-променів, рентгенівських променів та коротких ультрафіолетових променів Сонця на різних висотах (від 80 км над земною поверхнею) вступають у взаємодію з молекулами кисню O_2, втрачають свою енергію й утворюють озон O_3. При цьому нижче 34 км випромінювань із довжиною хвилі коротше 280 нм не зареєстровано. Далі до Землі летять позитивно діючі

Рис. 4.20. "Ядерна зима" внаслідок ядерної війни (гіпотеза). Джерело фото: *retroreport.org*

(біогенні) ультрафіолетові промені з довжиною хвилі 281–400 нм.

Таким чином, усе живе на Землі від жорсткого γ-, рентгенівського та ультрафіолетового випромінювання Сонця з довжиною хвилі коротше 280 нм захищає кисень атмосфери на висоті 34–100 км, а озон є побічним продуктом цього процесу.

У зв'язку з тим, що озон в 1,62 раза важчий від повітря, він концентрується на висоті 18–30 км (максимум 20–25 км), де щільність атмосфери перебуває з озоном у стані рівноваги.

Ця смуга атмосфери на висоті 18–30 км з підвищеним вмістом озону носить назву "озоновий шар". В озоновому шарі концентрація молекул озону O_3 в 10 разів вища, ніж в атмосфері біля земної поверхні. Він не бере ніякої участі в поглинанні біологічно небезпечного (абіогенного) випромінювання Сонця з довжиною хвилі коротше 280 нм.

"Озонові діри" – це зменшення кількості озону в озоновому шарі атмосфери більше ніж на 30%.

"Озонові діри" зафіксовані в озоновому шарі над Антарктикою у вересні – жовтні, а над Арктикою – в січні – березні. Причиною цих "озонових дір" є відсутність сонячного випромінювання при находженні цих ділянок атмосфери у тіні Землі під час полярної ночі.

Інші "озонові діри" зафіксовані над промисловими регіонами високорозвинених країн (Рурський промисловий регіон у Німеччині, Силіконова долина в США, Донецько-Дніпровський регіон України до війни).

Ці "діри" виникають внаслідок руйнування озону леткими хімічно активними забрудненнями повітря (хлорфторметани, трифторметани, фреони тощо. Одна молекула хлору руйнує 100 000 молекул озону). "Озонові діри" виникають при запуску ракет із космодромів внаслідок забруднення атмосфери хімічно активними продуктами згорання ракетного палива та окислювачів.

Таким чином, "озонові діри" є лише індикатором інтенсивного забруднення повітря тропосфери в регіоні Землі під ними.

4.4.4. Кислотні дощі

Кислотні дощі – всі види метеорологічних опадів (сніг, дощ, град, туман, дощ зі снігом), при випаданні яких pH стає нижчим 5,5 внаслідок їх з'єднання з оксидами [оксид сірки SO_2, оксиди азоту NO_x (N_2O, NO_2)], вуглекислого газу і хлору, утворюються кислоти (H_2SO_4, HNO_3, $HClO_4$, H_2CO_3).

Кислотні опади в кінці XX і на початку XXI ст. стали істотними компонентами атмосфери. Вони випадають у країнах Європи, Північної Америки, а також у районах найбільших агломерацій Азії і Латинської Америки.

Проблема кислотних дощів на одній території абсолютно відрізняється від іншої території; це залежить від концентрації в атмосфері газів. Особливо великої шкоди від випадання кислотних опадів зазнають у деяких країнах: Німеччині, США, Чехії, Нідерландах, Словаччині, Австралії, Швейцарії та інших.

Справжній кислотний дощ, який завдає негативних наслідків, утворюється в результаті хімічної реакції між різними оксидами азоту, оксидом сірки і водою.

Основні джерела кислотоутворюючих викидів:

1. Природні джерела викидів газів:
   - виверження вулканів;
   - лісові пожежі.
2. Антропогенні джерела:
   - викиди від автомобільного транспорту;
   - діяльність теплових електростанцій, металургійних підприємств;
   - при видобутку руд і вугілля;
   - викиди від сміттєпереробних заводів і від горіння несанкціонованих звалищ.

Однією з причин кислотних опадів є також тваринництво. Справа у великій кількості відходів, що їх залишають тварини. У гної міститься аміак, який переробляють бактерії на кислоту. Кислота, випаровуючись, з'єднується з окисом азоту, який є в добривах. Це сприяє випаданню кислотних дощів.

Шкідливий вплив кислотних дощів на екосистеми, пам'ятки та людей

Негативний вплив кислотних дощів на довкілля:

- загибель лісів, рослинності і врожаїв;
- руйнування будівель і пам'яток культури;
- негативний вплив на трубопроводи;
- збільшується корозія автомобільних кузовів;
- pH ґрунтів збільшується, отже, знижується врожайність;
- збільшується можливість просочування в джерельні шари ґрунту токсичних металів;
- підвищення кислотності водойм (ставки, озера, річки, затоки), як наслідок – загибель усього живого (флори і фауни).

У водних екосистемах кислотні опади викликають загибель риб та інших водяних мешканців. Підкислення води рік і озер серйозно впливає і на тварин суходолу, тому що багато звірів і птахів входять до складу харчових ланцюгів, які починаються у водних екосистемах. Разом із загибеллю озер стає очевидною і деградація лісів. Кислоти порушують захисний восковий покрив листя, роблячи рослини уразливішими для комах, грибів та інших патогенних мікроорганізмів. Під час посухи через ушкоджені листки випаровується більше вологи. Вилуговування біогенів з ґрунту і вивільнення токсичних елементів є чинником сповільнення росту і загибелі дерев. Коли гинуть ліси, мігрують або гинуть дикі види тварин. Якщо руйнується лісова екосистема, починається ерозія ґрунту, засмічення водоймищ, повінь і погіршення запасів води стають катастрофічними. Підкислення ґрунту азотнокислими дощами стимулює розвиток лісових шкідників. У результаті закислення в ґрунті відбувається розчинення живильних речовин, життєво необхідних рослинам; ці речовини виносяться дощами в ґрунтові води. Одночасно вилуговуються з ґрунту і важкі метали, які потім засвоюються рослинами, викликаючи в них серйозні ушкодження. Використовуючи такі рослини в їжу, людина також одержує разом з ними підвищену дозу важких металів. Коли деградує ґрунтова фауна, знижуються врожаї, погіршується якість сільськогосподарської продукції, а це спричиняє погіршення здоров'я населення. Під дією кислот з гірських порід і мінералів вивільняються алюміній, а також ртуть і свинець, які потім потрапляють у поверхневі та ґрунтові води.

Алюміній здатний викликати хворобу Альцгеймера – різновид передчасного старіння. Важкі метали, що потрапляють у природні води, негативно впливають на нирки, печінку, центральну нервову систему, викликаючи різні онкологічні захворювання. Генетичні наслідки отруєння важкими металами можуть проявитися через 20 років і більше не тільки в тих, хто вживає забруднену воду, але й у їхніх нащадків.

Забруднення повітря кислотоутворюючими викидами робить різноманітним шкідливий вплив і на організм людини. Вдихання вологого повітря, що містить діоксид сірки, особливо небезпечне для людей похилого віку, що страждають серцево-судинними і легеневими захворюваннями. У важких випадках може виникнути набряк легень. Шкідливо це і для здорових людей, оскільки SO_2 і сульфатні частки мають канцерогенну дію. Установлено тісний взаємозв'язок між підвищенням смертності від бронхітів і ростом концентрації діоксиду сірки в повітрі. Під час небезпечного лондонського туману 1952 р. понад 4000 смертей було віднесено за рахунок підвищеного вмісту у вологому повітрі діоксиду сірки і сульфатних часток. Численні дослідження показали збільшення

числа захворювань дихальних шляхів у районах, повітря яких забруднене діоксидом азоту NO_2. Потрапляючи в дихальні шляхи, він взаємодіє з гемоглобіном крові, утруднюючи перенесення кисню до органів і тканин, викликає респіраторні, астматичні й серцеві захворювання. У лютому 1972 р. у Японії з цієї причини занедужало понад 70000 чоловік; для багатьох з них захворювання скінчилося летально.

Пошкодження пам'яток та лісів. Кислотні дощі роз'їдають метали, фарби, синтетичні сполуки, руйнують архітектурні пам'ятки. Багато скульптур і будинків у Римі, Венеції й інших містах, пам'ятники зодчества, такі як Парфенон у Афінах, Кельнський собор та інші, за кілька останніх десятиліть отримали значно більші ушкодження, ніж за весь попередій час. Під загрозою повного руйнування внаслідок дії кислотних опадів перебувають понад 50 тис. скульптур скельного "Міста Будд" під Юньанем у Китаї, побудованого 15 століть тому. Найхарактернішими є кислотні дощі для індустріальних країн з високорозвиненою енергетикою. Найбільшу втрату вони нанесли лісам Центральної Європи, зокрема 35% лісів Німеччини (на площі понад 2,5 млн га) ушкоджені ними (рис. 4.21). Збиток від кислотних дощів для європейських лісів оцінюється в 118 млн м³ деревини в рік (з них близько 35млн м³ – на європейській території Росії). У меншому ступені від кислотних дощів страждають сільськогосподарські рослини (рис. 4.22), оскільки підкислення ґрунтів тут можна контролювати агрохімікатами.

Боротьба з кислотними опадами. Проблему кислотних дощів можна розв'язати кількома способами:

- зменшити вихлопи автомобільного транспорту, перейшовши на використання якісного палива, з мінімумом присадок;
- промисловим великим підприємствам необхідно вести екологічну політику. Встановлювати ефективні очисні споруди з кількома етапами очищення повітря (викидів);
- використовувати в якості палива низькосірчисте вугілля;
- використовувати альтернативні джерела енергії (сонячна, вітрова тощо).

4.4.5. Смог, його різновиди

Одним із поширених видів забруднення повітря у великих містах є смог (англ. *Smoky fog* – "димовий туман") – аерозоль, який складається з диму, туману,

Рис. 4.21. Пошкоджений кислотними дощами ліс

Рис. 4.22. Урожай кукурудзи, що загинув внаслідок кислотного дощу

Рис. 4.23. Вологий смог лондонського типу. Джерело фото: *pinterest.com*

Рис. 4.24. Смог лондонського типу у місті. Джерело фото: *@Tatiana Yanushkova flickr.com*

пилу, окислів сірки, вуглецю, азоту та інших викидів (рис. 4.23, рис. 4.24).

Виділяють такі типи смогу:

1. Вологий (сірчаний) смог лондонського типу.
2. Фотохімічний (сухий) смог лос-анджелеського типу.
3. Крижаний смог аляскинського типу.
4. Вулканічний смог.
5. Смог лісових пожеж

1. Вологий (димовий, сірчаний) смог лондонського типу (рис. 4.25) – це густий туман з домішками сажі й SO_2.

"Великий смог" вперше зареєстрований у 1952 році в Лондоні. Формується при вологості повітря 100 %, штильовій погоді, високій концентрації продуктів спалювання сірковмісних видів палива, наприклад, вугілля чи мазуту. Під час "великого смогу" у Лондоні померло близько 4000 людей від легеневих або серцево-судинних захворювань, близько 100 000 захворіли респіраторними захворюваннями.

2. Фотохімічний (сухий, білий) смог лос-анджелеського типу (рис. 4.26, рис. 4.27, рис. 4.28) вперше зареєстрований у 1944 році у Лос-Анджелесі під час великого скупчення автомобілів.

Смог формується при високій забрудненості повітря (особливо викидами автотранспорту), ясній сонячній погоді, низькій вологості повітря, відсутності вітру. Під дією довгохвильової (понад 290 нм) ультрафіолетової радіації Сонця відбуваються реакції розкладання складових викидів автотранспорту: фотоліз (розкладання під дією світла), окислення (роз-

Рис. 4.25. Вологий смог лондонського типу. Джерело фото: *WordPress.com*

Рис. 4.26. Смог лос-анджелеського типу в сучасному місті. Джерело фото: *shutterstock.com*

Рис. 4.27. Місто під час фотохімічного смогу та без смогу. Джерело фото: *dailymail.co.uk*

кладання під дією кисню), піроліз (розкладання при нагріванні), гідроліз (розкладання водяною парою), озоноліз (розкладання озоном).

Внаслідок цього часто утворюються речовини, токсичніші за початкові: оксиди азоту (діоксид азоту), тропосферний (приземний) озон, випаровуються лет-

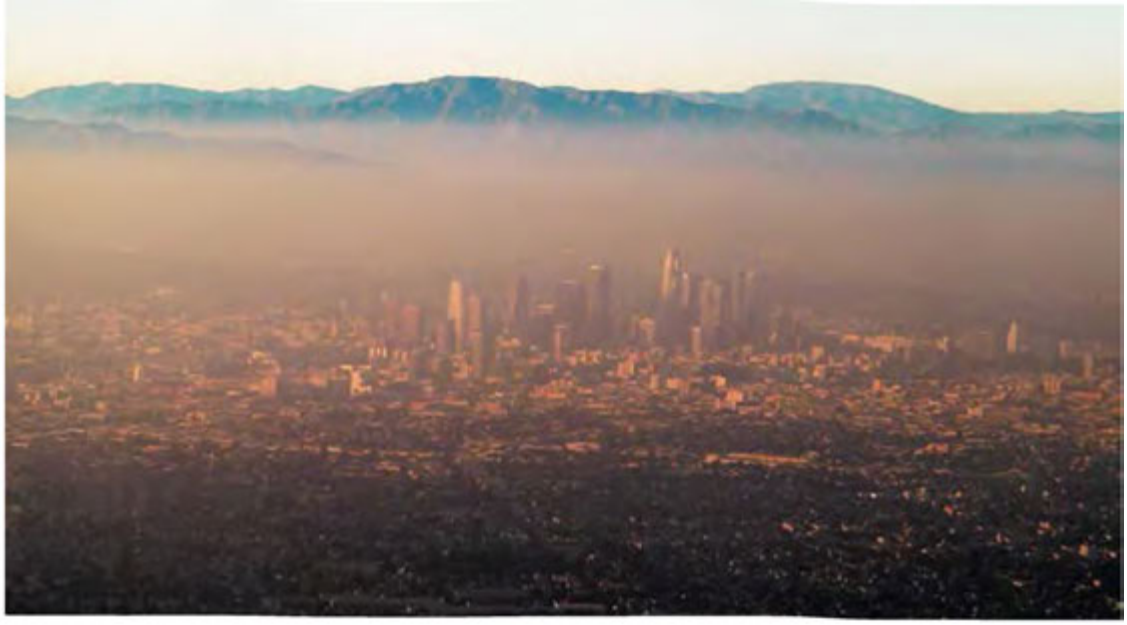


Рис. 4.28. Смог лос-анджелеського типу. Джерело фото: *capal.org*

Рис. 4.29. Виверження вулкана Фуего у Гватемалі 18 листопада 2018 року. Вулкан Фуего розташований приблизно за 40 кілометрів від столиці Гватемали і поряд з популярним серед туристів містом Антигуа

кі органічні сполуки (пари бензину фарб, розчинників, пестицидів тощо), перекис нітратів. Формується світло-коричнева або жовто-синя мла, погіршується видимість, спостерігаються сильне подразнення слизових оболонок, масові отруєння людей, загибель рослин і тварин. Смог підсилює корозію металів, руйнування будівель, пам'ятників, гуми та інших матеріалів.

Рис. 4.30. 13 жовтня в районі Белласта, північна Суматра, Індонезія, вулкан Сінапенг викинув вулканічні уламки і вулканічний попіл. Вулкан спав 400 років і вибухнув з 15 вересня 2013 року. Це викликало десятки смертей, і тисячі людей були змушені залишити свої будинки

Рис. 4.31. Виверження вулкана Кілауеа на острові Гаваї створило нові вулканічні отвори в землі, що повільно випускають лавову масу і токсичний газ

Рис. 4.32. Виверження вулкана Кілауеа на острові Гаваї

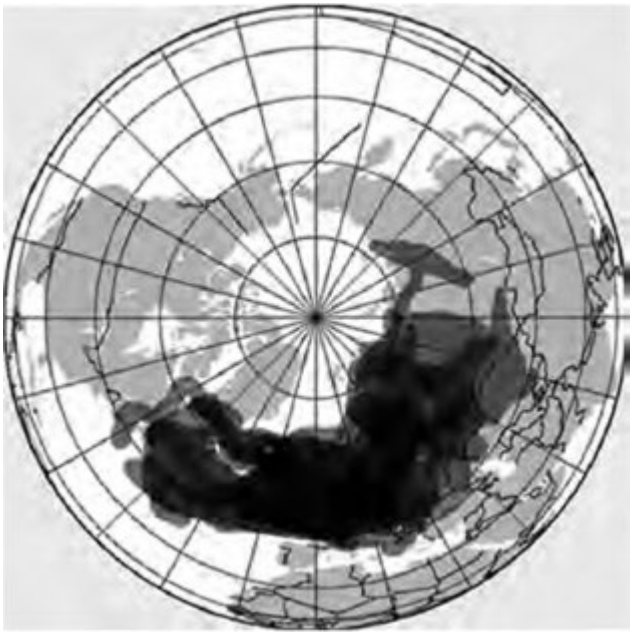


Рис. 4.33. Композитна карта хмари вулканічного попелу з вулкана Ейяф'ятлайокютль в Ісландії, в період 14–25 квітня 2010 р.

3. Вулканічний смог (англ. *vog*) утворюється внаслідок виверження вулкана (рис. 4.29, рис. 4.30, рис. 4.31, рис. 4.32, рис. 4.33), при якому токсичні викиди вступають в реакцію з сонячною радіацією та киснем атмосфери. Токсичні речовини, що утворюються, викликають загострення хвороб легень та інших захворювань. Цей вид смогу часто зустрічається на островах Індонезії, Ісландії, Гавайських островах тощо.

Виверження Йєллоустонського супервулкана також призведе до "вулканічної зими" – різкого охолодження нижньої поверхні атмосфери Землі внаслідок викиду величезної кількості золи та газів (попіл надовго закриє Сонце). В результаті людство більше не зможе забезпечити себе необхідним запасом їжі: за даними ВООЗ, наявного продовольства вистачить на 74 дні, після чого почнеться голод у всьому світі.

4. Смог крижаного аляскинського типу (рис. 4.34) формується при наявності потужних джерел забруднення атмосфери, дуже низьких температурах повітря, відсутності вітру, високій вологості повітря. На кришталиках льоду, які утворюються, адсорбуються частинки пилу й аерозолів. Утворюється туман, який

Рис. 4.34. Крижаний смог (Сибір)

Рис. 4.35. Лісові пожежі на Суматрі та Калімантані

Рис. 4.36. Сильний смог із торф'яних пожеж поблизу м. Москви

негативно впливає на людей з легеневими та серцево-судинними захворюваннями.

Палаючі ліси в Індонезії створюють серпанок – димку, схожу на смог. Він поширюється на території Малайзії, Філіппін, Сінгапуру і Таїланду (рис. 4.35).

Через торф'яні пожежі Київ, Санкт-Петербург, Москву часто протягом кількох тижнів накриває димка, схожа на смог (рис. 4.36).

4.5. Захист атмосфери від забруднення

Учені вважають, що вивести атмосферу Землі з екологічної кризи можна такими шляхами:

1. Обмежити кількість населення.
2. Зменшити споживання і використання енергії.
3. Скоротити викиди в атмосферу.
4. Використовувати природні джерела енергії.
5. Використовувати очисні споруди (фільтри) на сильно забруднених дільницях.

Для захисту атмосфери використовують різні групи заходів:

1. Законодавчі заходи.
2. Технологічні заходи.
3. Покращення палива.
4. Очисні споруди.
5. Планування.
6. Зелені насадження.
7. Гігієнічний контроль.
8. Міжнародне співробітництво.

1. Законодавчі заходи:

- Конституція України 28.06.1996 р.
- Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", 1991 р.
- "Основи законодавства України про охорону здоров'я", 19.11.1992 р.
- Закон України "Про охорону атмосферного повітря", 16.10.1992 р.
- Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", 24.02.1994 р.
- "Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць від забруднення хімічними та біологічними речовинами", ДСП-201–97.

2. Технологічні заходи, спрямовані на забезпечення екологічно чистого виробництва:

- застосування екологічно безпечних джерел енергії: енергію припливів і відпливів, геліоустановок, вітряних двигунів тощо;
- безвідходні технології виробництва: відходи однієї ланки в екосистемі використовуються іншими ланками.

3. Покращення палива і боротьба з вихлопними газами автомобілів: заміна двигунів внутрішнього згорання на електричні (рис. 4.37), газобалонні, заміна дизельного палива чи бензину сумішшю спиртів, воднем тощо.

4. Очисні споруди – розробка і впровадження очисних фільтрів (механічних, електричних, магнітних, звукових та інших) для вловлювання пилу, парів і газів. Наприклад, проект "гори-губки" із цементу в Турині (Італія) (рис. 4.38), фасади будівель-фільтрів, що покриті двоокисом титану (Мехіко, Лондон), вежі-очисники повітря ("Smog Free Tower", Пекін).

5. Планування: фабрики і заводи, транспортні магістралі повинні відділятись від житлових кварталів буферною системою зелених насаджень (водойм), бути розміщені з підвітряного боку (з урахуванням рози вітрів) на підвищених ділянках тощо.

6. Озеленення міст і промислових центрів: зелені насадження за рахунок фотосинтезу звільняють повітря від оксиду вуглецю та збагачують його киснем (рис. 4.39).

7. Гігієнічний контроль – державний санітарний нагляд у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється у вигляді запобіжного державного нагляду при виборі та відведенні земельної ділянки для будівництва промислових підприємств, експертизи проектів їх будівництва та реконструкції, введенні в експлуатацію, та поточного державного санітарного нагляду за станом населених місць діючих об'єктів і дотримання в них санітарних норм і правил, ГДК чи ОБДР.

8. Міжнародне співробітництво з питань захисту атмосфери. Найважливіші заходи у рамках роботи ЮНЕП, ЮНЕСКО, ВООЗ тощо:

- "Кіотський протокол" (конференція Сторін Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату, Кіото, Японія, 1997 р.).
- Рамкова Конвенція про зміну клімату, Ріо-де-Жанейро, 1992 р.
- Паризька угода в рамках Конвенції ООН про зміну клімату (2016 р.) щодо:
  - утримання зростання Світової температури до +1,5 °С (значно нижче +2 °С);
  - збільшення здатності адаптуватись до впливів змін клімату, підтримка протидій змін клімату;
  - гармонізація фінансових потоків зі шляхом розвитку з протидіями змінам клімату та низькими викидами промислових газів.
- Катовіцька XXIV конференція (2018 р.) в рамках Рамкової Конвенції ООН про зміни клімату за Кіотським протоколом.

Рис. 4.37. Автомобіль з електричним двигуном

Рис. 4.38. Гора-губка з цементу в Турині. (Італія). Джерело фото: *archdaily.com*

Рис. 4.39. Футуристичне еко-село в промисловій зоні Брюсселя (Бельгія). Джерело фото: *vincent.callebaut.org*

Вирішення проблеми викидів у великих містах

Випаровування палива. Просте випаровування палива з бака може стати одним із потужних джерел забруднення навколишнього середовища. У зв'язку з цим останні кілька десятиліть виготовляють спеціальні баки, конструкція яких покликана вирішувати дану проблему. Бак із пальним повинен "дихати". Для цього придумана спеціальна система, яка полягає в тому, що сама порожнина бака з'єднана за допомогою шлангів з резервуаром, що заповнений активованим вугіллям. Це вугілля здатне поглинати виникаючі пари палива, коли двигун автомобіля не працює. Як тільки двигун заводиться, відкривається відповідний отвір і у двигун надходять поглинені вугіллям пари для їх спалювання. За працездатністю всієї цієї системи з бака і шлангів потрібно постійно стежити, оскільки у них може виникати витік парів пального, які забруднюватимуть навколишнє середовище.

У великих сучасних містах зосереджені десятки тисяч заводів, проживають мільйони людей і по вулицях їздять сотні тисяч автомобілів. Усе це сильно забруднює атмосферу, що стало основною проблемою XXI століття. Для її розв'язання міська влада запроваджує ряд адміністративних заходів. Так, у 2003 році в Лондоні було прийнято протокол проти забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом. Згідно з цим протоколом із водіїв, які їздять через центральні райони міста, стягується додаткова плата в розмірі 10 фунтів стерлінгів. У 2008 році лондонська влада затвердила новий закон, який почав ефективно регулювати переміщення вантажного транспорту, автобусів і особистих авто по центральній частині міста, встановивши для них верхній швидкісний поріг. Ці заходи забезпечили скорочення вмісту шкідливих газів в атмосфері над Лондоном на 12%. Починаючи з 2000-х років подібні заходи були прийняті у багатьох містах-мільйонниках. Серед них: Токіо, Берлін, Афіни, Мадрид, Париж, Стокгольм, Брюссель та інші.

Протилежний ефект закону проти забруднення. Боротьба з вихлопними газами автомобілів не є простим завданням, що яскраво демонструє приклад двох найбрудніших міст на планеті: Мехіко і Пекіна. Із 1989 року в столиці Мексики діє закон, згідно з яким забороняється використовувати особистий автомобіль по певних днях тижня. У перший час цей закон став приносити позитивні результати і викиди газів скоротилися, проте через деякий час жителі почали придбавати другий старий автомобіль, завдяки чому почали їздити щодня на особистому транспорті, замінюючи одне авто іншим протягом тижня. Така ситуація ще сильніше погіршила стан міської атмосфери. Подібна ситуація спостерігається і в столиці Китаю. За даними 2015 року, близько 80% жителів Пекіна володіють кількома автомобілями, що дозволяє їм переміщатися на них кожен день. Крім того, в цьому мегаполісі фіксується величезна кількість порушень закону проти забруднення.

Програму припинення продажів та реєстрації автомобілів з двигунами внутрішнього згорання (бензиновими та дизельними) до 2030–2040 року з метою зменшення викидів транспорту та нарощування зусиль для досягнення цілей Паризької кліматичної угоди оголосили 10 країн. Серед них: Норвегія, Данія, Нідерланди, Великобританія, Ірландія, Франція, Ісландія, Швеція, Ізраїль, Німеччина. Приблизно такі ж терміни називають Індія та Китай.

Як боротися окремій людині з забрудненням повітря?

1. Більше ходити, їздити на велосипеді або в громадському транспорті.
2. Користуватись індивідуальними, засобами захисту органів дихання (рис. 4.40, рис. 4.41).
3. При перебуванні на відкритому повітрі триматись подалі від джерел забруднення повітря (автомагістралі, теплові електростанції й теплоцентралі, заводи тощо).
4. Замість газових побутових приладів використовувати електричні.
5. Використовувати кондиціонери, фільтри тощо.
6. Уникати речовин (фарби, розчинники) з високим вмістом летких органічних сполук.

Якщо вікна квартири виходять на вулицю з активним рухом автотранспорту або на промислове підприємство, приміщення необхідно правильно провітрювати. Відкриті вікна, впускаючи небезпечні гази, лише погіршують атмосферу в будинку. У такій ситуації допоможе бризер: система фільтрації пристрою очищатиме повітря від шкідливих речовин, що надходять з вулиці.

Під час відпустки або на вихідних найкраще вибиратися на природу, в місця, де є гори, ліси і чисті водойми. Чисте, свіже повітря благотворно впливає на імунітет і здоров'я.

Багато хто вважає, що справлятися зі шкідливими речовинами в повітрі допомагають кімнатні рослини. Але це не зовсім так. Хоча вони поглинають вуглекислий газ і деякі інші речовини, їх очисні здатності

Рис. 4.40. Індивідуальний захист органів дихання (маска). Джерело фото: *AFP/Getty Images*

Рис. 4.41. Індивідуальний захист органів дихання (протигаз). Джерело фото: *pinterest.com*

сильно перебільшені. Краще допоможуть очищувачі повітря.

Перед виходом на відкрите повітря у містах використовують telegram-боти "Індекс якості повітря" відповідно до даних Air Visual.

У м. Києві виділяють 4 рівні безпеки згідно з індексом якості повітря:

- 0–50 – все в порядку; можна прогулюватися та займатись спортом;
- 51–100 – ризик незначний; можна прогулюватись та провітрювати приміщення;
- 101–150 – є ризик для здоров"я; не варто прогулюватись без необхідності;
- більше 151 – небезпечно виходити на вулицю без захисної маски;
- Медичний прогноз індексу якості повітря у м. Києві щодня публікується в інтернеті (рис. 4.42).

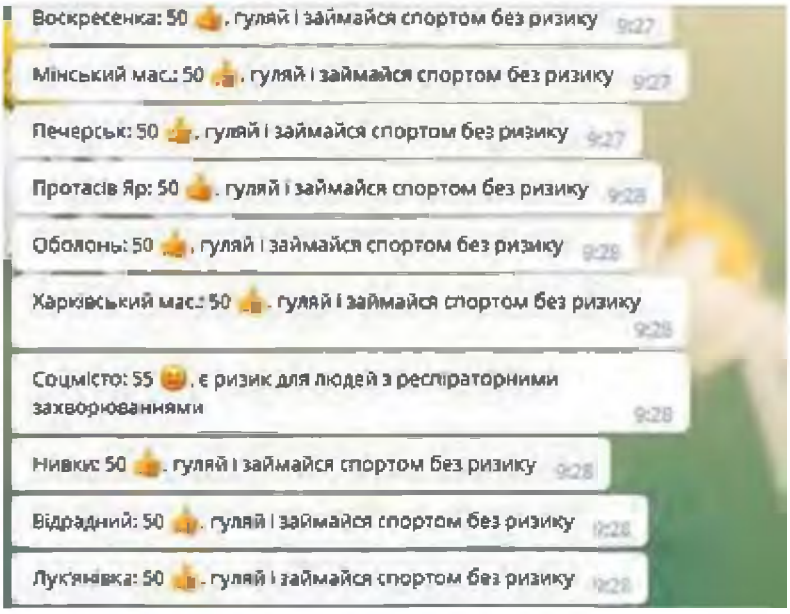


Рис. 4.42. Індес якості повітря у Києві

5 РОЗДІЛ 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

5.1. Проблеми кількості та якості води у гідросфері

Існує безліч проблем, які безпосередньо пов'язані з гідросферою, проте найбільш глобальними є наступні:

Підвищення рівня моря. Підвищення рівня моря є новою проблемою, яка може торкнутися багатьох людей і екосистеми в усьому світі. Вимірювання рівня припливу показують всесвітнє збільшення рівня моря на 15–20 см, і МГЕЗК (Міжурядова група експертів зі зміни клімату) припустила, що зростання обумовлене розширенням океанічної води через підвищення температури навколишнього середовища, танення гірських льодовиків і крижаних шапок. Більшість льодовиків Землі тануть через глобальну зміну клімату, і швидкість цього процесу збільшується, що значно впливає на глобальний рівень моря.

Приблизно 93 % сонячної енергії, яку захоплює CO_2 та інші парникові гази, накопичуються у Світовому океані. Цей показник мало залежить від таких річних варіацій, як Ель-Ніньо або сильні виверження вулканів. Якщо не буде ніяких заходів щодо зменшення викидів парникових газів, то до кінця сторіччя температура морської води у верхньому шарі товщиною у 2 тисячі метрів підвищиться на 0,78 °С. Це підніме рівень моря за рахунок теплового розширення на додаткові 30 см до підйому берегової лінії внаслідок танення льодовиків.

Підйом температури води Світового океану спровокує більш потужні шторми, урагани та екстремальні опади.

Зменшення кількості арктичного морського льоду. За останні кілька десятиліть арктичний морський лід значно зменшився в розмірах. Недавні дослідження NASA показують, що він скорочується зі швидкістю 9,6 % за десятиліття. Таке стоншення і відведення льоду впливає на солоність океану, баланс тепла і місця проживання тварин. Наприклад, популяції білих ведмедів знижуються через розрив льоду, який відокремлює їх від суші, і більшість тварин у спробах перепливти тонуть (рис. 5.1, рис. 5.2). Ця втрата морського льоду також впливає на альбедо, або відбивну здатність поверхні Землі, внаслідок чого темні океани поглинають більше тепла.

Коли температура підніметься на 2 °С, Північний Льодовитий океан залишиться без льоду, у північних країнах збільшиться кількість тропічних хвороб, що передаються комахами, буде знищено 18 % видів комах, 16 % рослин та 8 % хребетних.

Зміна кількості опадів. Збільшення кількості опадів може призвести до повеней і обвалів, а зниження – до засух і пожеж. Події Ель-Ніньо, мусони й урагани також впливають на короткострокову глобальну зміну клімату. Наприклад, зміна океанічних течій біля берегів Перу, пов'язана з подією Ель-Ніньо, може призвести до змін погодних умов на всій території Північної Америки. Зміни характеру мусонів через підвищення температури здатні викликати посуху в районах по всьому світу, які залежать від сезонних вітрів. Урагани, що посилюються з підвищенням температури морської поверхні, в майбутньому стануть більш згубними для людей.

Танення вічної мерзлоти. При підвищенні глобальної температури вічна мерзлота тундри тане. Це найбільше впливає на людей, що живуть у цій природній зоні, оскільки ґрунт, на якому розташовані будинки, стає нестабільним. Мало того, що є негайний ефект, – учені побоюються, що танення вічної мерзлоти вивільнить в атмосферу величезну кількість двоокису вуглецю (CO_2) і метану (CH_4), що значною мірою вплине на навколишнє середовище в довгостроковій перспективі. Вивільнені парникові гази сприятимуть подальшому глобальному потеплінню за рахунок виділення тепла в атмосферу.

Рис. 5.1. Глобальне потепління зменшує площу арктичного льоду, призводить до зменшення кількості білих ведмедів.
Джерело фото: *pic2.me*

Рис. 5.2. Танення арктичного льоду призводить до зменшення популяцій та знищення колоній арктичних пінгвінів.
Джерело фото: *@Pauline Askin, Reuters*

5.2. Антропогенний вплив на гідросферу

Люди мали значний вплив на гідросферу нашої планети, і це триватиме й далі, оскільки населення Землі і потреби людства у воді збільшуються. Глобальна зміна клімату, забруднення водних ресурсів, затоплення річок, дренаж водно-болотних угідь, скорочення потоку і зрошення чинили тиск на існуючі прісноводні системи гідросфери. Стабільний стан порушується викидом токсичних хімічних речовин, радіоактивних речовин та інших промислових відходів, а також витоком мінеральних добрив, гербіцидів і пестицидів у водні джерела Землі.

Кислотні дощі, викликані викидом діоксиду сірки та оксидів азоту від спалювання викопного палива, стали всесвітньою проблемою. Вважається, що підкислення прісноводних озер і підвищена концентрація алюмінію в їх водах відповідальні за значні зміни в екосистемах озер. Зокрема, у багатьох озерах сьогодні немає значних популяцій риб (рис. 5.3).

Евтрофікація, викликана втручанням людини, стає проблемою для прісноводних екосистем. У міру того як надлишкові поживні та органічні речовини зі стічних вод від сільського господарства і промисловості випускаються у водні системи, вони стають штучно збагаченими. Це впливає на прибережні морські екосистеми, а також на введення органічної речовини в океани. Це викликало біотичні зміни в деяких областях, таких як Північне море, де краще розвиваються ціанобактерії і гірше – діатомові водорості.

Рис. 5.3. Масова загибель риби внаслідок забруднення води

Проблема кількості води все гостріше постає перед людством. Далеко не всім відомо, що в середньому кожна людина споживає за рік 1 тонну води, ще 600 тонн використовує на промислове виробництво всіх необхідних продуктів харчування та приготування їжі, 300 тонн – для гігієнічних потреб. Побутові потреби складають 200–500 л на 1 людину за добу. Головними споживачами води є промисловість і сільське господарство (табл. 5.1).

Для виготовлення однієї цеглини необхідно кілька літрів води, для виплавляння 1 кг сталі – 350 літрів, вирощування 1 кг пшениці – 4 тонни, а для отримання 1 кг м'яса – 20 тонн. У той же час джерела прісних вод уже не задовольняють усіх потреб людей. Багато країн світу, зокрема Індія, Ізраїль, ОАЕ, Катар, Туркменістан, Ботсвана та інші, перебувають в зоні ризику дефіциту води.

Водні ресурси України становлять 50–70 млрд м^3. На території нашої країни є понад 22 тисячі рік. Запаси підземних вод становлять близько 16 млрд м^3. Однак у багатьох місцях вже вичерпуються запаси підземних прісних артезіанських вод. Нестача води часто обмежує розвиток промисловості, негативно впливає на врожайність, ставить під загрозу життя людей. Проте внаслідок недбалої господарської діяльності

Таблиця 5.1. Витрати води (м^3) на обробку 1 тонни продукту

Продукт	Об'єм води
Сільське господарство	
Пшениця	1500
Бавовна	10 000
Промисловість	
Чавун	200
Мідь	500
Нікель	4000

триває забруднення річок і озер, в які скидаються мільярди кубометрів недостатньо очищених промислових і господарських стічних вод.

5.3. Забруднення води та його вплив на здоров'я людини

У результаті людської діяльності гідросфера змінюється як у кількісному (об'єм води, придатний для використання), так і в якісному стані (забруднення води).

Із розвитком промисловості річки й озера стали все більше забруднюватися викидами недостатньо очищених стічних вод, промисловими відходами і термічними водами гідроелектростанцій. У більш пізній період забруднення річок і озер зросло внаслідок змивання добрив, пестицидів і гербіцидів із сільськогосподарських угідь, а також кислотних дощів. Забруднення промисловими відходами, сільськогосподарськими добривами і пестицидами стало реальною загрозою всій гідрографічній системі Землі та існуванню людини.

Особливим видом забруднення гідросфери є теплове забруднення, спричинене спуском у водойми теплих вод від енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в річки й озера, істотно змінює їхній термічний та біологічний режим. Серед теплових забруднювачів гідросфери перше місце посідають АЕС (рис. 5.4).

Як свідчать спостереження, у ріках, які розташовані нижче від діючих ТЕС і АЕС, порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби уражуються хворобами і паразитами.

Основні шляхи забруднення гідросфери (рис. 5.5).

Основними джерелами забруднення і засмічення водойм є:

- стічні води промислових та комунальних підприємств;
- відходи від розробок рудних і нерудних копалин;
- атмосферні забруднення;
- води рудників, шахт, нафтопромислів;
- відходи деревини при заготівлі, обробці, сплаві лісових матеріалів;
- викиди водного, залізничного та автомобільного транспорту;

Рис. 5.4. Теплове забруднення водоймища атомною електростанцією. Джерело фото: *eurosense.com*

Рис. 5.5. Основні шляхи забруднення гідросфери

- первинна переробка льону, коноплі та інших технічних культур;
- забруднення радіоактивними відходами;
- змивання мінеральних добрив і отрутохімікатів із сільськогосподарських угідь, стоки тваринницьких ферм.

Найінтенсивнішими забруднювачами поверхневих вод є великі целюлозно-паперові, хімічні, нафтопереробні, харчові й текстильні підприємства, гірничорудні і металургійні комбінати, а також сільськогосподарське виробництво (рис. 5.6), витоки нафти (рис. 5.7).

Рис. 5.6. Забруднення моря стічними водами промислових підприємств. Джерело фото: *dailymotion.com*

Рис. 5.7. Забруднення моря витоками нафти

Дуже небезпечним є сплавляння лісу, обробленого сильнодіючими отрутохімікатами – антисептиками, що застосовуються в лісовій промисловості. Вода стає непридатною для споживання і для життя водних організмів. Під час сплавляння розсипом багато деревини тоне і загниває на дні, що також призводить до підвищення смертності живих організмів водного середовища.

5.4. Проблеми питної води в Україні

Згідно з даними ООН, Україна знаходиться на 95 місці рейтингу щодо чистоти питної води.

Центральне водопостачання охоплює близько 70% українців. Потреби 20% з них забезпечуються за рахунок підземних прісних вод, інші 80% п'ють із поверхневих водойм на зразок річок Дніпро і Десна.

40% промислових і господарсько-побутових відходів, які підприємства зливають в річки, не очищаються або не відповідають встановленим санітарним вимогам (рис. 5.8).

Проблема давно набула загальнонаціональних масштабів. 60% води в нашій країні екологи визнають непридатними для пиття. Найгірша ситуація в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Київській, Херсонській, Одеській областях.

До найбрудніших річок України відносять Сіверський Донець, Сулу, Дністер, Кальміус і Західний Буг. В останньому концентрація азоту в 15, а важких металів – у 8 разів вища за норму. У притоках Дністра рівень марганцю перевищує допустиму позначку у 29 разів. Результати досліджень Каховського, Київського, Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ вказують, що міді та марганцю тут у 80 разів більше, ніж прописано в стандартах. Навіть купання в такій воді може призвести до шкірних захворювань. Без додаткового очищення пити її неможливо.

Україна не входить до числа країн з високим рівнем водозабезпечення. А за показником використання водних поновлюваних ресурсів перебуває на межі кризової риски. При цьому основним методом очищення була і залишається коагуляція, а методом знезараження – хлорування, що призводить до утворення небезпечних для здоров'я хлорорганічних сполук.

Забруднення води поділяють на такі види: хімічне, механічне, радіоактивне, промислове, сільськогосподарське, біологічне, теплове, господарсько-побутове.

Хімічне забруднення відбувається при потраплянні у водоймища кислот, лугів, нафтопродуктів, солей важких металів, отрутохімікатів та міндобрив.

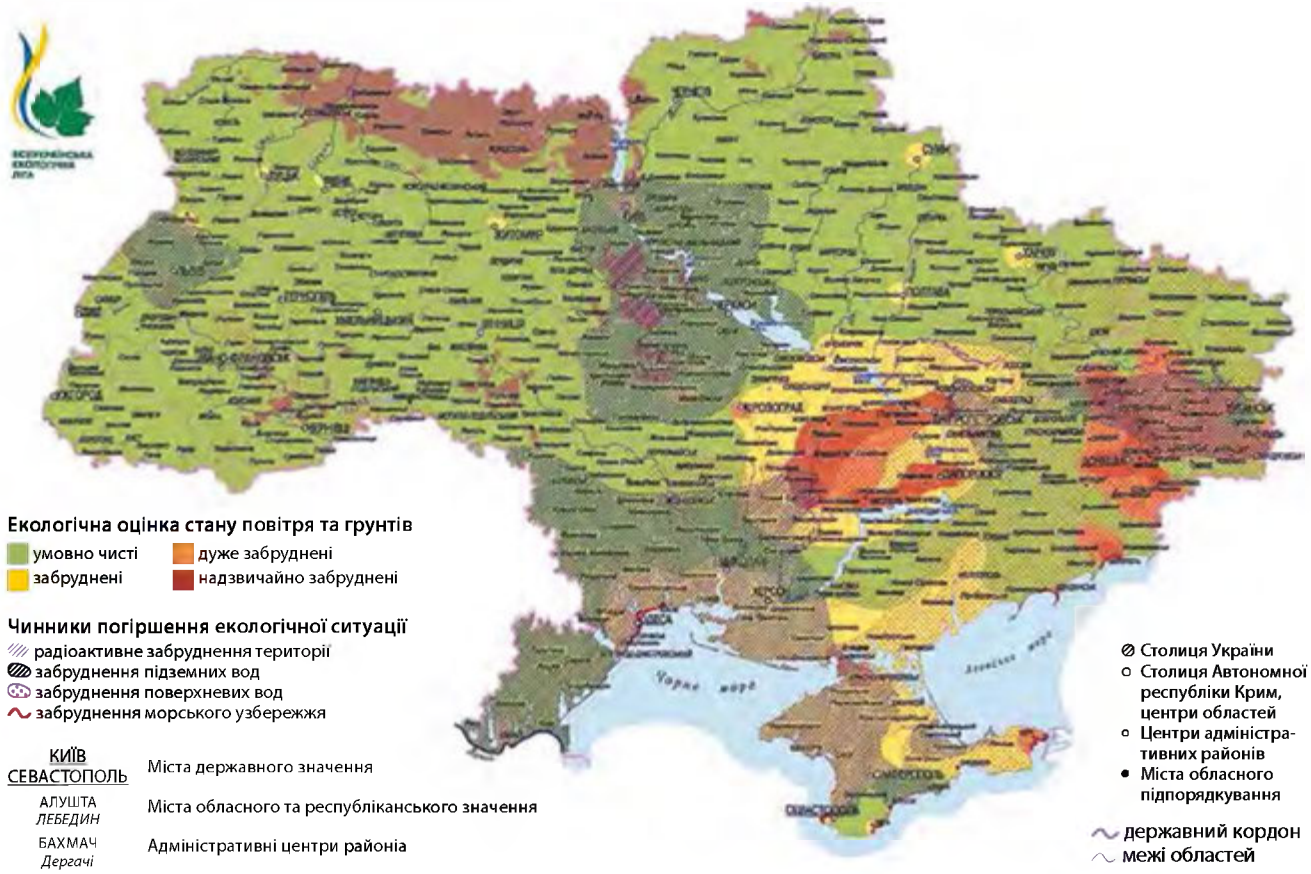


Рис. 5.8. Екологічна ситуація і стан питних вод України

Особливу небезпеку становить вода, забруднена солями ртуті, свинцю, міді, хрому, кадмію та інших важких металів (табл. 5.2). Основними постачальниками цих речовин є підприємства целюлозно-паперової промисловості, нафтопереробні підприємства, металургійні та коксохімічні комбінати, тваринницькі комплекси.

Особливо небезпечні синтетичні миючі засоби: наявність їх у воді призводить до інтенсивного розвитку синьозелених водоростей, цвітіння води, загибелі флори і фауни.

Кількість хімічних речовин у воді постійно зростає, їх зафіксовано вже близько 1000 (959 різновидів). Граничнодопустима концентрація деяких хімічних речовин у питній воді наведена у табл. 5.3.

Механічне забруднення води пов'язане зі зміною її фізичних властивостей: прозорості, наявності суспензій, температурного режиму. Суспензії (пісок, частинки глини, радіоактивні речовини) сповільнюють процеси фотосинтезу водних рослин, забруднюють зябра риб, погіршують смак води.

Біологічне забруднення води відбувається в результаті потрапляння у воду різних видів мікроорганізмів (віруси, грибкові захворювання), більшість з яких небезпечні для людей, тварин і рослин (табл. 5.4). Серед джерел біологічного забруднення перше місце посідають енергетично-комунальні стоки, а також стоки підприємств мікробіологічної, м'ясомолочної промисловості та цукрових заводів.

Теплове забруднення водойм пов'язане з викидом у водоймища теплових вод з різних енергетичних установок (ТЕС, АЕС). Передусім це викиди атомних електростанцій, температура яких сягає до 45 °С (рис. 5.4). Теплове забруднення призводить до захворювань і загибелі риби, загнивання водоростей і мікроорганізмів.

Господарсько-побутове забруднення водойм (рис. 5.9). Забруднення води особливо небезпечне у місцях масового відпочинку. Стоки водних басейнів в Україні не відповідають сучасним вимогам. Наприклад, основними причинами кризових ситуацій у басейнах Дніпра є: споруди водосховищ, масштабна

Таблиця 5.2. Наслідки споживання людиною води, забрудненої хімічними чинниками

Характер споживання води	Забруднювач	Захворювання
Пиття та їжа	Нітрати	Метгемоглобінемія
	Сполуки фтору	Ендемічний флюороз
	Миш'як	Інтоксикація
	Селен	Селеноз, інтоксикація
	Свинець	Інтоксикація
	Поліциклічні ароматичні вуглеводні	Рак
	Надто м'яка вода	Атеросклероз, гіпертонія
	Хром	Урівська хвороба
	Нікель	Алергія шкіри, руйнування рогівки ока
	Мідь	Ураження нервової системи
	Фенол	Отруєння

Таблиця 5.3. Граничнодопустима концентрація хімічних речовин у питній воді

Речовина	ГДК, мг/л
Нітрити	0
Нітрати	45
Сульфати	500
Фосфати	1
Хлориди	100
Фториди	0,75
Ціаніди	0
Залізо	0,5
Мідь	0,1
Хром-4	0,01
Хром (загальний)	0,5
Миш'як (загальний)	0,05
Фосфорорганічні отруйні хімікати	0,03
Ефіророзчинні речовини	0,1
Нафтопродукти	0,1–0,3
Ацетати	45
Форміати	45
2,4-дихлорфенолоцтова кислота	1
Феноли	0,001

Таблиця 5.4. Наслідки споживання людиною води, забрудненої біологічними чинниками

Характер споживання води	Забруднювач	Захворювання
Пиття та їжа	Патогенні бактерії	Холера, дизентерія, черевний тиф, гастроентерит, лептоспіроз, туляремія
	Віруси	Інфекційний гепатит
	Паразити	Амебна дизентерія, дракункульоз, гельмінтоз, ехінококоз
Вмивання, прання у воді	Паразити	Шистосомоз, дерматит, стронгілоїдоз
Проживання або знаходження біля води	Через комах-переносників	Малярія, жовта лихоманка, сонна хвороба, філяріатоз

меліорація, будівництво великих промислових комплексів, значні обсяги водозабору, скиди недоочищених чи погано очищених стічних вод.

За даними Міністерства екології України, найбільше забруднені стічні води на таких підприємствах: Київводоканал, Київ; Меткомбінат "Азовсталь", Маріуполь; Львівводоканал, Львів; Дніпровський меткомбінат, Каменське; Дніпроводоканал, Дніпро; Запоріжсталь, Запоріжжя; Миколаївводоканал, Миколаїв; Павлоградське регіональне управління

Рис. 5.9. Забруднення води побутовими відходами. Джерело фото: *baomoi.com*

з водопостачання та очистки каналізаційних стоків, Павлоград; Чернігівводоканал, Чернігів; Міськводоканал, Суми.

Щорічно внаслідок скидання стічних вод у Дніпро та водосховища потрапляє до 500 тисяч тонн азотних сполук, 40 тисяч тонн фосфорних, 20 тисяч тонн калійних, 1 тисяч тонн заліза, 40 тонн нікелю, 2 тонни цинку, 1 тонна міді, 0,5 тонни хрому.

У водосховищах Дніпра постійно підвищується радіоактивне забруднення, збільшується концентрація заліза, хрому, кобальту, ртуті, свинцю, фенолів та нафтопродуктів, а відтак Дніпро втратив здатність самоочищатися.

Не краща ситуація й з іншими річками. Наприклад, Десна забруднюється Шосткинським хімкомбінатом, підприємствами Чернігова, Сум, Смоленська і Курської АЕС, тваринницькими фермами й дачними ділянками.

Тільки в Україні за рік у Десну зливають 10 млн м^3 забруднених недостатньо очищених стічних вод. Унаслідок цього вода у Десні все більше нагадує суміш з амінів, фенолів, органічних кислот, альдегідів, фосфорних хлорорганічних сполук, важких металів. Якість цієї води вже давно не відповідає вимогам нормативів.

Азовське море – зона екологічної катастрофи. У недалекому минулому це море було унікальним. За кількістю різновидів рибних запасів йому не було рівних у світі. Нині води Азовського моря забруднені пестицидами, важкими металами та отрутохімікатами. Екологічна ситуація у басейні Чорного моря не набагато краща. Унаслідок забруднення отруйними продуктами внутрішніх водоймищ, морів та океанів небезпечною є не тільки вода, а й риба та інші продукти моря.

У річках України, у Чорному та Азовському морях є риба, забруднена солями важких металів. До того ж, у Дніпрі вона ще й уражена радіонуклідами.

Якість питної води залежить не лише від ступеня забруднення рік токсичними відходами промисловості та сільського господарства, а й від стану водопровідних станцій і водопроводів. Сьогодні потрібно вдосконалювати та вводити в експлуатацію нові очисні споруди, щоб уникнути проникнення шкідливих речовин.

Особливо загрозливий стан з водопроводами у Сумській, Луганській, Харківській і Тернопільській областях. Питна вода, яку подають населенню, характеризується високим вмістом мікроорганізмів.

Сьогодні понад 240 населених пунктів споживають водопровідну воду, фізико-хімічне та бактеріоло-

гічне забруднення якої перевищує всі існуючі норми. З кожним днем кількість міст і сіл, які споживають забруднену воду, збільшується.

У першу чергу цей процес пов'язаний із зношенням очисних та каналізаційних споруд. За даними Державного житлово-комунального господарства, цілодобово комунальні каналізації скидають у річки та озера 350 тисяч зовсім не очищених та 4,5 млн м^3 недоочищених стоків. У Миколаєві, де вже не один рік спостерігаються спалахи холери, у Бузький лиман цілодобово скидають 60 тисяч м^3 неочищених каналізаційних стоків.

Київ для господарсько-питного водопостачання використовує 900 тисяч м^3 води на добу, яка надходить з Десни, 400 тисяч м^3 дніпровської води і 320 тисяч м^3 з підземних джерел.

Дніпровська та деснянська вода, що надходить на водозабірні станції, має незадовільний бактеріальний стан, забруднена різними хімічними сполуками, радіонуклідами, синтетичними миючими засобами. Тому повністю очистити її від шкідливих домішок неможливо. Проте за висновком водоканалу вода, що надходить до Київського водопроводу, придатна до вживання.

Для біологічної очистки на Дніпровській та Деснянській водозабірних станціях застосовують зріджений хлор, хлорування та перехлорування. Це призводить до підвищення вмісту хлору у воді, а також до утворення хлорофосу, що дуже шкідливий для організму людини. Той, хто п'є некип'ячену хлоровану воду з крана, збільшує ризик захворіти на рак сечового міхура (21 %) і рак прямої кишки (38 %).

5.5. Захист гідросфери

Для захисту гідросфери використовуються різні технології:

- законодавчі заходи;
- безвідходні технології;
- оборотні технології;
- утилізація забруднень;
- очистка стічних вод;
- використання підземних вод.

Законодавчі заходи регулює водне законодавство України, яке вирішує питання водокористування, права власності та охорони вод від забруднення, до якого належать:

1. Конституція України; Основи Законодавства України "Про охорону здоров'я", Закони України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про питну воду та питне водопостачання", "Водний кодекс України", "Про загальнодержавну цільову програму "Питна вода України" на 2011–2020 роки" та інші.
2. Міжнародні нормативно-правові акти, які регулюють міжнародні водні відносини. Наприклад: конвенції Організації Об'єднаних націй з водного права 29 від 10.12.1982 р.; "Про захист Чорного моря від забруднення" від 21.04.1992 р.; "Про охорону ріки Дунай" від 28.06.1994 р.; "Про охорону підводної культурної спадщини" від 06.11.2001 р. та інші.
3. Постанови Верховної Ради України "Про концепцію розвитку водного господарства України"; "Про національну програму екологічного оздоровлення басейна Дніпра та поліпшення якості питної води" та інші.
4. Укази Президента України: "Про положення про Державне агентство водних ресурсів України" від 27.02.2009 р.; "Про стан безпеки водних ресурсів держави та забезпечення населення якісною питною водою в населених пунктах України" від 11.11.2002 р. та інші.
5. Нормативні акти Уряду України, наприклад, Постанова Кабінету міністрів "Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами" від 25.03.1999 р.
6. Відомчі нормативні акти Міністерства екології та природних ресурсів, Міністерства охорони здоров'я України, наприклад, "Про затвердження Державних санітарних правил і норм "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання"", Держводагентства України, Держподаткової адміністрації України, Держземагентства України, нормативно-правові акти державної влади, локальні нормативні акти.
7. Водне законодавство СРСР при відсутності чинного нормативно-правового акту України, наприклад, "Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення СанПіН 4630–88" та інші.

Безвідходні технології дозволяють розділити забруднену стічну воду на очищену воду і забруднювач, з якого отримують чистий продукт для подальшого використання в технологічних процесах.

Оборотні технології водозабезпечення передбачають схеми очистки стічної води і використання оборотного циклу, який створює повністю замкнуті

безстічні системи водопостачання. Використовуються в більшості металургійних комбінатів України та інших держав.

Замкнуті водооборотні технології, як найбільш ефективний метод охорони гідросфери.

Замкнуті водооборотні цикли припускають таке використання природних вод, при якому вода закачується в систему один раз, а потім відпрацьовані води повертаються у виробничий цикл або після очищення, або без нього. Використана вода може доповнюватися природною водою через втрати в процесі виробництва. Позитивом такого водоспоживання є практично повне припинення утворення стічних вод та їх потрапляння в гідросферу. Застосування водооборотного водопостачання дозволяє в 10–50 разів зменшити споживання природної води. Оборотну воду можна використовувати і як теплоносій, і як охолоджуючий агент, що підвищує ефективність виробництва.

Утилізація забруднень – це переробка відходів від очистки води з метою раціонального використання. У цьому випадку відходи і є вторинною сировиною. Наприклад, в результаті застосування біохімічних методів очистки стічних вод утворюється активний мул. Мул піддається певним методам обробки (зневоднення, ущільнення, термічна обробка), після чого його утилізують у сільському господарстві або в будівництві.

Очистка стічних вод. Розрізняють механічну, хімічну, фізико-хімічну, біохімічну та біологічну очистку стічних вод.

Механічна очистка стічних вод є обов'язковою складовою частиною водоочищення й випереджає інші методи очистки. Завдяки їй з вод видаляються нерозчинні домішки, в тому числі й ті, що перебувають у колоїдному стані. Перед механічною очисткою в стічні води додають коагулянти (речовини, що викликають укрупнення колоїдних частинок) і флокулянти (речовини, що сприяють процесам флотації, тобто виділенню часток із суміші за рахунок сил відштовхування від розчинника з наступним укрупненням). В якості флокулянтів використовують поліетиленаміни і деякі інші високомолекулярні речовини, а як коагулянти – сульфати алюмінію, заліза (III) та ін. При виділенні укрупнених частинок нерозчинних речовин застосовують процеси фільтрування (на різних фільтрах і електрофільтрах), відстоювання (у відстійниках) та центрифугування (на гідроциклонах і центрифугах – тут використовують дію відцентрових сил).

Хімічна очистка стічної води заснована на тому, що розчинні домішки вступають в реакції з осаджувачами або речовинами іншої дії (окислювачами, відновлювачами). При цьому утворюються або нерозчинні речовини, які потім видаляються механічно, або нетоксичні речовини, що не наносять шкоди природі. У ролі осаджувачів і нейтралізаторів широко застосовують вапняк, вапняне молоко (суспензія гідроксиду кальцію) та інші луги, окислення активним хлором, киснем або озоном тощо. Однак необхідно зазначити, що окислення хлором хоч і ефективне, але з екологічної точки зору небезпечне через виникнення екологічно небезпечних хлорорганічних сполук.

Фізико-хімічні методи очистки води засновані на фізико-хімічних процесах, іонному обміні, на перебігу хімічних процесів від впливом фізичних явищ (електроліз, електрокоагуляція та ін.). Найбільш ефективними з екологічної точки зору є процеси повного видалення домішок із стічних вод (наприклад, повне знесолення при використанні іонообмінних смол, що містять іони водню і гідроксид-іони (OH^-). При використанні фізико-хімічних методів видаляються стійкоемульговані та суспензовані домішки, а також колоїдні та розчинені речовини. Однак ці методи дуже дорогі й використовуються лише у спеціальних випадках.

Біохімічні та біологічні методи очистки стічних вод засновані на тому, що деякі мікроорганізми здатні використовувати забруднюючі речовини як їжу, засвоївши яку, вони очищають стічні води від таких домішок. Це застосовується, як правило, для очищення стічних вод від органічних та біологічних домішок. Розрізняють аеробні та анаеробні різновиди даних методів. Їх реалізують в аеротенках і біофільтрах (аеробні методи) або в основному у відстійниках. В результаті застосування біохімічних методів утворюється активний мул, який піддається утилізації.

Біохімічні та фізико-хімічні методи, пов'язані з повним видаленням домішок, є найперспективнішими, незважаючи на їх дорожнечу і труднощі реалізації.

Використання підземних вод. Існують стічні води, які не можна очистити зазначеними вище методами (їх близько 3 % від решти стічних вод). Такі води піддають термічному знешкодженню або закачують у глибокі горизонти (останнє вкрай небезпечно з екологічної точки зору і вимагає викорінювання).

Для конкретного виробництва використовують такі методи, які дозволяють отримати води, що відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Як правило, ці методи застосовують у комплексі для отримання найбільш позитивних результатів.

Перераховані методи сприяють охороні природних вод від їх забруднення промисловими та побуто-

вими стічними водами. Як вказувалося вище, очищення газів сприяє запобіганню забруднення гідросфери забруднювачами з атмосфери. Однак існують і інші джерела забруднення – зокрема сільське господарство (тваринництво і землеробство), а також водний транспорт. Велику небезпеку забруднення вод Світового океану представляють аварії кораблів та аварії при транспортуванні різних матеріалів (нафти, вугілля, продовольства, різної сировини). Природоохоронні заходи в цих сферах діяльності людини полягають у строгому дотриманні правил перевезень, виробленні у персоналу правильного світогляду з позицій екологічної свідомості, в участі кожної людини в діяльності, що сприяє мінімальному забрудненню природного середовища, в тому числі й гідросфери, що приведе людство до отримання чистої води (рис. 5.10).

Рис. 5.10. Для дитячого харчування використовується абсолютно чиста питна вода. Джерело фото: *ok.gov*

6 РОЗДІЛ

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

6.1. Забруднення літосфери (ґрунту) та його вплив на здоров'я людини

Забруднювачами ґрунту, згідно з визначенням експертів ВООЗ, називають хімічні речовини, біологічні організми (бактерії, віруси, найпростіші, гельмінти) і продукти їх життєдіяльності, які зустрічаються в неналежному місці, в неналежний час і в неналежній кількості. Під забрудненням ґрунту слід розуміти лише той вміст хімічних і біологічних забруднювачів, який стає небезпечним для здоров'я при прямому контакті людини із забрудненим ґрунтом або через середовища, що контактують з ґрунтом за екологічними ланцюжками: ґрунт – вода – людина; ґрунт – атмосферне повітря – людина; ґрунт – рослина – людина; ґрунт – рослина – тварина – людина та ін. (рис. 6.1).

6.2. Природні та антропогенні забруднення ґрунту

Забруднювачі ґрунту поділяються на природні та антропогенні.

До природних забруднювачів відносяться:

- корисні копалини – рудні, нерудні, горючі;
- хімічні елементи: древні – 19 елементів, 18 ст. – 29 елементів, 19 ст. – 59 елементів, а 20 ст. і тепер – 80 елементів (із 107) і 200 мінералів (із 400);
- запаси нафти, вугілля . Зараз є 10 000 платформ видобування нафти;
- у Світовому океані – 6,5 млрд тонн Na, 10 млн тонн Au. Сіль моря – 153 м товщиною по всій планеті Земля.

До антропогенних забруднювачів належать:

- промислові комплекси металургії;
- теплоенергетика;
- хімічна промисловість;
- комунальні підприємства;
- сільське господарство (тваринницькі комплекси, пестициди);
- радіоактивні речовини (шахти);
- зрошення земель – (засолення);
- меліорація;
- ерозія.

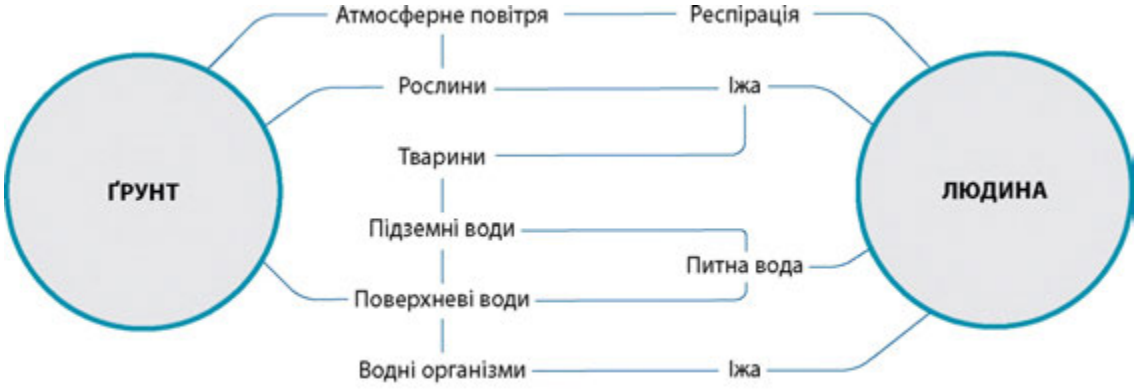


Рис. 6.1. Шляхи міграції хімічних речовин з ґрунту в організм людини

6.3. Джерела забруднення ґрунту

Існують різні джерела забруднення ґрунту. Ґрунт може забруднюватись при:

1. Використанні пестицидів у сільському господарстві.
2. Видобуванні корисних копалин.
3. Внесенні в ґрунт мінеральних і органічних добрив, надходженні промислових і побутових відходів різних видів, які застосовують в якості добрив з метою зволоження, в тому числі й внесення в ґрунт відходів тваринницьких комплексів (ферм) та індивідуальних господарств.
4. Попаданні у ґрунт хімічних речовин з атмосферними викидами промислових підприємств і автотранспорту.
5. Попаданні у ґрунт радіонуклідів унаслідок аварій на ядерних реакторах.

Внаслідок виробничої діяльності людини у природі відбувається накопичення відходів, які стають забруднювачами ґрунту (табл. 6.1).

6.4. Класифікація забруднювачів ґрунту

Всі забруднювачі ґрунту можна розділити на біологічні (віруси, бактерії, яйця гельмінтів, найпростіші) та хімічні.

Хімічні забруднювачі ґрунту поділяються на дві великі групи. До першої групи належать хімічні речовини, які вносяться в ґрунт цілеспрямовано, найчастіше – у сільському та лісовому господарствах: пестициди, мінеральні добрива, структуроутворювачі ґрунту, стимулятори росту рослин тощо. Цей процес є керованим. При недотриманні агрохімічних та гігієнічних регламентів застосування (внесення в ґрунт надлишку) екзогенні хімічні речовини (ЕХР) стають забруднювачами ґрунту і можуть становити небезпеку для здоров'я людей.

До другої групи хімічних забруднювачів відносяться хімічні речовини, які надходять у ґрунт випадково з техногенними (антропогенними) рідкими, твердими і газоподібними відходами. Це речовини, які надходять у ґрунт разом з побутовими та промисловими стічними водами і твердими відходами, атмосферними викидами промислових підприємств, вихлопними газами автотранспорту тощо.

Небезпека забруднення ґрунту хімічними речовинами пов'язана, по-перше, з їх токсичними властивостями (гострою і хронічною загальнотоксичною дією, наявністю алергенної, мутагенної, канцерогенної, ембріотоксичної, тератогенної дії, репродуктивною токсичністю тощо), а по-друге, з особливостями їх поведінки в навколишньому середовищі (стабільністю в ґрунті і воді водойм, міграційною здатністю).

Всі екзогенні хімічні речовини (ЕХР) за ступенем небезпеки для здоров'я населення ділять на три класи: 1-й – високонебезпечні; 2-й – помірно небезпечні; 3-й – малонебезпечні.

До *1-го класу* відносять миш'як, кадмій, ртуть, свинець, бенз(а)пірен, стійкі хлорорганічні пестициди: дихлордифенілтрихлорметилметан (ДДТ), гексахлорциклогексан (ГХЦГ), поліхлоркамфен (ПХК), поліхлорпінен (ПХП) та ін. До *2-го* – бор, кобальт, нікель, молібден, хром, гербіциди групи 2,4-Д та ін. До *3-го* – барій, ванадій, вольфрам, марганець, нерадіоактивний стронцій та ін.

Таблиця 6.1. Накопичення виробничих відходів у світі за 2000–2015 роки (млрд тонн)

Корисні копалини	Нагромаджене добування	Виробничі відходи	Співвідношення відходи/добування
Вугілля	74	518	7
Нафта	60	60	1
Залізна руда	18	108	6
Боксити	1,6	11,2	7
Калійні солі	0,8	3,4	4
Фосфати	2,3	16,1	7

На думку більшості вчених, погіршення здоров'я населення, що спостерігається за останні десятиліття, пов'язане з негативним впливом хімічних факторів навколишнього середовища. Аналіз причинно-наслідкових зв'язків свідчить про значну роль хімічного забруднення ґрунту в погіршенні здоров'я населення. Це пояснюється тим, що ґрунт займає центральне місце в кругообігу речовин у біосфері. Крім того, він є основним депо, де накопичуються стійкі хімічні речовини в природному середовищі, а також виступає початковою ланкою в їх міграції від джерела забруднення до організму людини.

6.5. Екзогенні хімічні речовини цілеспрямованого внесення в ґрунт

У зв'язку з високим економічним ефектом, пов'язаним з використанням препаратів для боротьби зі шкідниками і хворобами рослин та підвищення врожайності, їх застосування в усьому світі у XX ст. зросло. Тому з кожним роком в ґрунт надходить усе більша кількість пестицидів, мінеральних речовин, структуроутворювачів ґрунту, стимуляторів росту рослин та ін.

Пестициди (від лат. *pestis* – зараза + *caedo* – вбивати) – загальноприйнята у світовій практиці збірна назва хімічних засобів захисту рослин. Пестициди використовують для знищення або припинення розвитку живих організмів (комах, кліщів, бактерій, вірусів, спор грибів, шкідливої рослинності та ін.), що завдають шкоди рослинництву і тваринництву. Як синоніми використовують терміни "сільськогосподарські отрутохімікати", "агрохімікати" і "хімічні засоби захисту рослин". Широке застосування пестицидів пояснюється тим, що потенційні щорічні втрати врожаю у світі можуть досягати внаслідок дії шкідників 13,8%, в результаті хвороб – 11,6% і через бур'яни – 9,5%, тобто понад третю частину (34,9%) світового врожаю (дані Міжнародної продовольчої сільськогосподарської організації при ООН – ФАО / ВООЗ).

Використання хімічних засобів захисту рослин дає можливість зберегти п'яту частину світового врожаю пшениці, шосту – картоплі, половину врожаю яблук. Застосування пестицидів дозволяє додатково зібрати з кожного гектара сільськогосподарських угідь 2–3 ц зерна, 5 ц рису, 15–20 ц картоплі.

Світовий асортимент пестицидів нараховує сьогодні понад 1000 найменувань діючих речовин, з яких найширше використовують майже 700.

Забруднення ґрунту пестицидами небезпечне як при прямому контакті людини із забрудненим ґрунтом, так і при міграції пестицидів з ґрунту в середовища, які з ним контактують (вода, повітря, рослини). Крім того, під дією пестицидів можуть відбуватися кількісні та якісні зміни популяцій ґрунтових мікроорганізмів, зміни мікробіоценозу ґрунту, що порушують процеси його самоочищення. Тому безконтрольне використання хімічних засобів захисту рослин призводить до необоротних змін у середовищі проживання людини.

Розширення асортименту й обсягів використання хімічних засобів захисту рослин у другій половині XX ст. призвело до збільшення кількості випадків професійного отруєння людей пестицидами. Так, якщо за період 1945–1965 рр. у світі було зареєстровано 40 тис. випадків отруєння людей пестицидами, то в наступні 20 років тільки в країнах, що розвиваються, – 500 тис. випадків гострих отруєнь агрохімікатами, в тому числі 5 тис. випадків з летальним результатом.

Міграція пестицидів у рослини, атмосферне повітря, підземні та поверхневі водойми призводить до збільшення навантаження пестицидів не тільки на професійні контингенти (сільськогосподарських працівників), а й на все населення в цілому, що створює реальну загрозу його здоров'ю. При цьому насамперед страждає дитяче населення. Ряд агрохімікатів, що надходять в організм людини з ґрунту по міграційних ланцюжках, надає мутагенну дію, що виявляється збільшенням частоти точкових мутацій і хромосомних аберацій у соматичних і статевих клітинах, які призводять до розвитку новоутворень, спонтанних абортів та перинатальної загибелі плода, вроджених аномалій розвитку, безпліддя тощо.

Сьогодні приділяється велика увага підвищенню безпеки застосування пестицидів. З цією метою у всіх країнах світу строго обмежено використання пестицидів 1-го класу небезпеки та стійких хлорорганічних сполук (ДДТ, ГХЦГ), зупинено виробництво і заборонено використання поліхлорованих біфенілів. Токсичні та стійкі діючі речовини пестицидів замінюють більш безпечними. Вдосконалюють препаративні форми пестицидів з метою зменшення рухливості і міграційної здатності їх діючих речовин. Науково обґрунтовуються гігієнічні нормативи і регламенти застосування пестицидів: допустима добова доза; ГДК у ґрунті, воді водойм господарсько-питного водопо-

стачання, атмосферному повітрі та повітрі робочої зони; МДР в продуктах харчування; терміни виходу сільськогосподарських працівників на оброблені угіддя; терміни очікування між застосуванням пестицидів і збором урожаю тощо.

Мінеральні добрива. До мінеральних добрив належать неорганічні хімічні сполуки, застосовувані в сільському господарстві з метою підвищення родючості ґрунтів. Розрізняють макро- і мікродобрива. Мінеральні макродобрива – речовини, до складу яких входять основні елементи, що підвищують родючість (азот, фосфор, калій). Відповідно макродобрива поділяються на азотні, фосфатні, калійні та комплексні.

За відносно нетривалий період виробництво і застосування в сільському господарстві мінеральних макродобрив істотно збільшилося. Розширився асортимент мінеральних добрив. Наприклад, група азотних добрив включає аміачні (аміачна вода), амонійні (амонію сульфат), нітратні (калійна, натрієва і кальцієва селітра), амонійно-нітратні (аміачна селітра) і амідні (карбамід, сечовина) добрива. У групу фосфатних добрив входять простий і подвійний суперфосфати, преципітат, основні шлаки та ін. До групи калійних добрив відноситься калійна сіль (калію хлорид), калій-магнезіальне добриво, калійно-аміачна селітра.

Сучасна технологія застосування мінеральних добрив попереджає їх максимальне накопичення фітомасою сільськогосподарських рослин.

Значна частина добрив вимивається в підземні води, мігрує з поверхневим стоком, розкладається в ґрунті, утворюючи леткі продукти, що надходять у приземний шар атмосферного повітря. Сьогодні в науковій літературі є достатньо переконливих даних про те, що при нераціональному використанні мінеральних добрив виникає реальна небезпека для здоров'я людини і навколишнього середовища.

Мінеральні мікродобрива вносять в ґрунт у відносно невеликих кількостях (у 10–100 разів менше, ніж макродобрив) для підвищення його родючості. До їх складу входять різноманітні мікроелементи. Найпоширенішими мікродобавками є: борні (0,5–1 кг/га), молібденові, мідні (10–15 кг/га), марганцеві (3–5 кг/га), цинкові (3–5 кг/га), кобальтові (0,1–0,2 кг/га) і полімікродобрива (ПМУ-7, ПМУ-8 тощо). При перевищенні норм витрати мікродобрив мікроелементи можуть накопичуватися в ґрунті і рослинах у надмірних кількостях, надаючи негативний вплив на здоров'я населення. До складу мікродобрив входить досить багато свинцю (від 0,3 до 1%), іноді – кадмію та миш'яку. Таким чином, при нераціональному використанні мікродобрив існує реальна загроза забруднення ґрунту важкими металами.

Структуроутворювачі ґрунту. Під структуроутворювачами ґрунту розуміють хімічні речовини, що вносяться в ґрунт сільськогосподарських полів з метою поліпшення його структури. До них належать поверхнево-активні речовини, що є нестабільними сполуками і відносно швидко руйнуються під дією ґрунтових мікроорганізмів.

Регулятори росту рослин – це природні та синтетичні органічні сполуки, які в малих дозах активно впливають на обмін речовин у рослин. До них належать похідні етилену, нікотинові сполуки, карбамати, фосфонієві сполуки та ін. Залишкова кількість цих речовин у ґрунті і рослинах залежить від норм витрати. Терміни збереження препаратів у ґрунті, наприклад, хлорхолінхлориду, збільшуються у разі застосування в поєднанні з азотними добривами. Синтетичні регулятори росту стабільні в ґрунті і володіють токсичністю.

6.6. Забруднювачі ґрунту з побутовими та промисловими відходами

До цієї групи належать забруднювачі, що потрапили в ґрунт з побутовими, промисловими, зливними стічними водами, стічними водами тваринницьких комплексів, твердими побутовими та промисловими відходами, атмосферними викидами промислових підприємств, авто- та авіатранспорту. Хімічні речовини, що надходять з побутовими відходами, стічними водами населених місць і тваринницьких комплексів, є в основному тими органічними сполуками, до знешкодження і мінералізації яких ґрунт пристосувався за мільйони років еволюції. Крім того, в ґрунт із зазначених вище джерел забруднення надходять біологічні забруднювачі – патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, найпростіші, віруси, яйця геогельмінтів.

Побутові відходи – це залишки речовин і предметів, які утворюються в результаті побутової та господарської діяльності людини і які не можуть бути використані на місці утворення, а їх накопичення і зберігання порушують санітарний стан навколишнього середовища. Всі побутові відходи поділяють на рідкі та тверді. До рідких побутових відходів відносять

нечистоти з вигребів туалетів, помиї (від приготування їжі, миття посуду, підлоги, прання білизни тощо) і стічні води (побутові, зливові). До твердих побутових відходів відносять: сміття (побутові відходи), покидьки (відходи кухонні), відходи підприємств громадського харчування, торгівельних закладів, лікувально-профілактичних, освітніх (шкіл, дитячих дошкільних установ, середніх і вищих навчальних закладів) та інших установ, будівельне сміття, що утворилося під час індивідуального ремонту квартир (рис. 6.2).

До складу твердих побутових відходів входять:

1. Вторинна сировина (папір, картон, текстиль, метал, шкіра тощо); становить приблизно 25% від маси відходів.
2. Органічна частина, яку можна знешкодити, – приблизно 60–70% від маси відходів. Частка легкозагниваючих, особливо в теплу пору року, органічних речовин сягає 20–30%.
3. Баласт (скло, камінь тощо) – 6–8%.
4. Горючі матеріали, які не вдається утилізувати (вугілля, деревина, гума тощо) – 8–10%.

В епідеміологічному відношенні побутові відходи дуже небезпечні. У побутових відходах міститься величезна кількість збудників різних інфекційних захворювань, насамперед кишкових інфекцій; у 30–40% проб твердих побутових відходів містяться яйця гельмінтів. Патогенні мікроорганізми досить тривалий час зберігають у відходах патогенність та вірулентність.

У населених пунктах тверді побутові відходи утворюються безперервно і накопичуються у великих кількостях (рис. 6.3). У великих містах середня норма накопичення твердих побутових відходів становить від 1 до 30 тонн на рік на одного жителя.

Проблема твердих побутових відходів як джерела антропогенного забруднення ґрунту набула сьогодні надзвичайної актуальності. З твердими побутовими відходами потрапляє велика кількість органічних речовин, мікроорганізмів, яєць геогельмінтів. Із ґрунту компоненти твердих побутових відходів можуть змиватися атмосферними опадами у відкриті водойми і призводити до забруднення води джерел водопостачання. Внаслідок розщеплення органічних речовин відходів, особливо легкозагниваючих, утворюються гази з неприємним запахом: аміак, сірководень, індол, скатол, меркаптани, які забруднюють атмосферне повітря.

Промислові відходи. Значна частина належала відходам підприємств хіміко-металургійної переробки сировини, а також сталеплавильного, титаномагнієвого, залізо- і марганцеворудного, гальванічного та коксохімічного виробництв, виробництва мінеральних добрив, золошлакам енергетики та глиноземним шламам (рис. 6.4).

Рис. 6.2. Побутові відходи сучасного міста. Джерело фото: *gordon.ua*

Рис. 6.3. Гора побутових відходів в Газіпурі (Нью-Делі, Індія). Джерело фото: *theprint.in*

Рис. 6.4. Промислові та побутові відходи. Джерело фото: *@M.R. Hassan*

Промислові відходи в умовах накопичення при недотриманні санітарно-гігієнічних норм і правил поводження з ними стають небезпечними для навколишнього середовища і здоров'я людей. Всі тверді промислові відходи залежно від токсичності, зумовленої фізичними, хімічними та біологічними характеристиками, поділяють на чотири класи: I – надзвичайно небезпечні; II – високонебезпечні; III – помірно небезпечні; IV – малонебезпечні. Клас небезпеки промислових відходів встановлюють за величиною сумарного індексу небезпеки, який визначають розрахунковим методом за спеціальними формулами, що враховують: ГДК хімічних речовин у ґрунті; їх розчинність у воді при температурі 25 °С; леткість хімічних речовин, тобто тиск насиченої пари (в міліметрах ртутного стовпа) при температурі 25 °С; кількість кожної речовини в загальній масі відходів.

Особливу небезпеку становлять так звані токсичні промислові відходи, що містять шкідливі фізіологічно активні речовини і дають виражений токсичний ефект. Такі відходи при контакті з ними людини можуть викликати захворювання або відхилення в стані здоров'я нинішнього і майбутнього поколінь, а також негативні зміни в об'єктах довкілля (рис. 6.5). Токсичні відходи можуть містити берилій, свинець, ртуть, миш'як, хром, фосфор, кобальт, кадмій, талій, металоорганічні і ціанисті сполуки, канцерогенні речовини різної хімічної природи: бенз(а)пірен, нітрозаміни, афлатоксини.

У місцях їх тимчасового зберігання при порушенні гігієнічних вимог утилізації, знешкодження та захоронення токсичних промислових відходів забруднюються ґрунти, що може сприяти міграції токсичних хімічних речовин у середовища, які контактують з ґрунтом, особливо в підземні та поверхневі водойми.

У цілому на планеті Земля побутовими та промисловими відходами зайнято 4 % від загальної площі поверхні.

6.7. Промислові атмосферні викиди

З викидами промислових підприємств в атмосферу надходять різні хімічні речовини, якісний і кількісний склад яких залежить від особливостей технологічного процесу. Так, з викидами підприємств теплоенергетики в повітря надходять зола, сажа, сірки діоксид, азоту оксиди, циклічні вуглеводні, сполуки миш'яку та фтору; підприємства чорної металургії забрудню-

Рис. 6.5. Вплив токсичних промислових відходів на довкілля. Джерело фото: *hi-news.ru*

ють повітря рудничним пилом, оксидами заліза і марганцю; об'єкти кольорової металургії – оксидами свинцю, цинку, кадмію, міді, миш'яку та ртуті. Викиди підприємств хімічної промисловості забруднюють атмосферу ароматичними та аліфатичними вуглеводнями, сполуками сірки, кислотами, фенолами, ефірами тощо.

В результаті процесів природного самоочищення атмосфери за рахунок гравітаційної седиментації (випадання під дією сили тяжіння) і вимивання атмосферними опадами зазначені хімічні речовини з повітря потрапляють спочатку на поверхню ґрунту, а потім починають мігрувати. Внаслідок поверхневого стоку вони надходять у відкриті водойми. Міграція вглиб ґрунту призводить до забруднення всього шару ґрунту і надходження в підземні, передусім ґрунтові, води. Із ґрунту хімічні речовини мігрують у рослини. З ґрунтовим пилом і внаслідок випаровування леткі сполуки надходять в атмосферне повітря. У ґрунт із атмосфери в глобальному масштабі щорічно надходить 3 млн тонн сірки діоксиду, 3,1 млн тонн азоту оксидів, 8,2 млн тонн вуглецю оксиду, 1,75 млн тонн органічних сполук, 7 тис. тонн цинку, 6,5 тис. тонн свинцю, 80 тонн кадмію, близько 600 інших хімічних речовин.

В останні десятиліття у зв'язку з різким прискоренням темпів науково-технічного прогресу літосфера, особливо її поверхневий шар – ґрунт, інтенсивно забруднюється важкими металами, зокрема такими як ванадій, бісмут, залізо, кадмій, кобальт, мідь, молібден, нікель, олово, свинець, селен, сурма, телур, хром, ртуть та інші, атомна маса яких перевищує 50.

Характерною особливістю забруднення ґрунту металами є чітко виражена локалізація зон забруднення. Найбільша кількість металів, що забруднюють ґрунт, фіксується поблизу промислових підприємств (у радіусі 1–2 км). На відстані 3–5 км вміст металів у ґрунті починає зменшуватися, і це відбувається до відстані 20–30 км. За межами цих кордонів воно в більшості випадків не перевищує фонового значення.

Накопичення в ґрунті важких металів у кількостях, що перевищують фонові, а тим більше ГДК, призводить до зміни хімічного складу ґрунту, появи у нього токсичних властивостей, порушення ґрунтових біоценозів, пригнічення процесів самоочищення ґрунту, зниження його родючості. У зоні впливу викидів металургійних виробництв формуються штучні техногенні біогеохімічні провінції. Основними їх особливостями є: високий вміст важких металів у ґрунті щодо регіонального фону; утворення стійких техногенних циклів міграції важких металів (атмосфера – ґрунт, ґрунт – рослини, ґрунт – вода); прогресуючі процеси забруднення; наявність кореляційного зв'язку між концентраціями важких металів у навколишньому середовищі та біологічних об'єктах (біосередовищах рослин і тварин).

Важкі метали мають виражені кумулятивні властивості, високу біохімічну активність щодо сульфгідрильних, тіолових, карбоксильних та інших активних груп білків. Комплекси "метал – білок" можуть індукувати алергічну реакцію Деякі важкі метали мають мутагенні й канцерогенні (кадмій, миш'як, нікель, хром), гонадотоксичні, ембріотоксичні й тератогенні (ртуть, кадмій) властивості. Тому в штучних біогеохімічних провінціях спостерігається зростання захворюваності та смертності населення. Крім того, важкі метали (ртуть, миш'як, хром та ін.) мають здатність проникати крізь плаценту, що підвищує ризик розвитку передпатологічних і патологічних станів у новонароджених і немовлят.

6.8. Вихлопні гази автотранспорту

Автомобільні викиди в атмосферу містять вуглецю діоксид, вуглеводні, бенз(а)пірен, сполуки свинцю, кадмію, міді, марганцю, цинку. Встановлено, що рівень забруднення ґрунту уздовж автомагістралей залежить від інтенсивності руху автотранспорту, тривалості експлуатації доріг, відстані від автошляхового полотна. У поверхневому (0–5 см) шарі ґрунту на відстані 10–15 м від автомагістралі з інтенсивністю руху до 10 тис. транспортних одиниць на добу міститься 600–1000 мг/кг заліза, 20 мг/кг цинку, 10 мг/кг свинцю, 0,2 мг/кг кадмію.

При значній інтенсивності руху машин з бензиновими двигунами концентрація свинцю в ґрунті вздовж автодоріг може сягати 300–500 мг/кг, концентрація бенз(а)пірену – 50 мг/кг. До того ж, встановлено, що бенз(а)пірен міститься не тільки в поверхневому шарі ґрунту, але й поширюється вглиб (до 2 м), що робить ймовірним його надходження в підземні води. Природно, що вирощування будь-яких сільськогосподарських рослин поблизу автомагістралей небезпечне для здоров'я населення внаслідок їх забруднення важкими металами та бенз(а)піреном.

6.9. Радіоактивне забруднення ґрунту

Це забруднення відбувається внаслідок випробувань ядерної зброї та аварій на ядерних реакторах. Аварія на ЧАЕС призвела до забруднення радіонуклідами ґрунту значної частини території: забруднено понад 4,6 млн га, у тому числі 3,1 млн га орних земель.

До територій, що постраждали від радіоактивного забруднення, відносять місцевості, на яких виникло стійке забруднення ґрунту радіоактивними речовинами, що перевищує доаварійний рівень. За рівнями щільності забруднення ґрунту нуклідами цезію, стронцію і плутонію виділено чотири зони радіоактивного забруднення: відчуження, обов'язкового відселення, гарантованого добровільного відселення, посиленого радіоекологічного контролю. Внаслідок забруднення радіонуклідами з користування вилучено 119 тис. га сільськогосподарських угідь, у тому числі 65 тис. га орних земель.

У даний час на радіаційно забруднених територіях проживають майже 1,8 млн осіб. Понад 150 тис. осіб (у тому числі 60 тис. дітей) отримали дози опромінення, вищі за допустимі. Внаслідок аварії на ЧАЕС в Україні постраждало майже 8% населення: 3,2 млн осіб проживають на забрудненій території, 130 тис. евакуйовано та відселено із забрудненої території, 350 тис. брали участь у ліквідації аварії. У період 1986–1997 рр. було зареєстровано 953 випадки захворювання раком щитоподібної залози у дітей та підлітків, понад 1000 дітей визнані інвалідами внаслідок захворювань, пов'язаних з Чорнобильською катастрофою. Спостерігається загальна тенденція до щорічного зростання захворюваності постраждалих внаслідок аварії дорослих і дітей, як у загальній захворюваності, так і по всіх класах хвороб. За період 1987–1995 рр. захворюваність серед постраждалих дорослих зросла в 3,8 раза, удвічі збільшилася захворюваність злоякісними новоутвореннями.

По окремих класах хвороб захворюваність населення радіаційно забруднених територій значно перевищує показники у всього населення України: хвороби системи крові та кровотворних органів – у 2,4 раза, ендокринної системи – в 1,7 раза, органів травлення – на 39,8%, системи кровообігу – на 36,4%. Післяаварійна динаміка показників захворюваності та смертності дітей і підлітків (віком від 0 до 14 років) відображає чітку тенденцію до випереджаючого погіршення здоров'я потерпілого дитячого населення. Якщо серед усіх дітей України загальна і первинна захворюваність за період 1987–1995 рр. знизилася (на 15,0 та 20,8% відповідно), то серед постраждалих збільшилася: загальна – у 2,4 раза, первинна – у 2,5 раза.

Таким чином, забруднення ґрунту екзогенними хімічними речовинами призводить до утворення штучних техногенних біогеохімічних провінцій, в яких опосередковано, через пов'язані з ґрунтом середовища (питну воду, продукти харчування, атмосферне повітря), формується підвищене хімічне навантаження на організм людини, небезпечне для її здоров'я. Щоб люди мали безпечні в хімічному відношенні харчові продукти, питну воду, атмосферне повітря і не порушувався процес самоочищення в ґрунті, необхідно обмежити (регламентувати) надходження хімічних речовин у ґрунт до певних концентрацій. Сьогодні такими критеріями надходження екзогенних хімічних речовин у ґрунт є їх ГДК, на дотриманні яких і базуються всі заходи з санітарної охорони ґрунту.

6.10. Захист ґрунту від забруднення

Захист ґрунту від забруднення – це комплекс заходів (організаційних, законодавчих, гігієнічних або наукових, санітарних, санітарно-технічних, планувальних, землевпорядних, агротехнічних), спрямованих на обмеження надходження в ґрунт механічних, хімічних та біологічних забруднювачів до величин, які не порушують процеси самоочищення ґрунту, не призводять до накопичення у рослинах шкідливих речовин у небезпечних для здоров'я людей і тварин кількостях, не викликають забруднення атмосферного повітря, поверхневих та підземних водойм, а також не обмежують використання ґрунту в сільському господарстві.

Заходи із санітарної охорони ґрунту:

1. Законодавчі, організаційні та адміністративні заходи.
2. Технологічні заходи, спрямовані на створення безвідходних та маловідходних технологічних схем виробництва.
3. Санітарно-технічні заходи, які передбачають збирання, видалення, знезаражування та утилізацію відходів, які забруднюють ґрунт (санітарне очищення населених місць).
4. Планувальні заходи, які стосуються вибору земельних ділянок для будівництва очисних споруд, наукового обґрунтування та дотримання величини санітарно-захисних зон між очисними споруда-

ми та житловими будинками і місцями водозабору, вибору схем руху спецавтотранспорту.

5. Наукові заходи, які полягають у розробленні гігієнічних нормативів для оцінювання санітарного стану ґрунту в разі надходження органічних, біологічних (патогенні та умовно-патогенні віруси, бактерії, найпростіші, яйця гельмінтів) і хімічних (пестициди, важкі метали, бенз(а)пірен тощо) забруднювачів.
6. Санітарно-просвітницька робота.

Існують різні способи боротьби з побутовими відходами в різних країнах – за певну кількість зібраних та зданих у спеціальні автоматичні контейнери пластикових відходів можна:

- безкоштовно проїхати у громадському транспорті в Італії (Рим), Туреччині (Стамбул), Китаї (Пекін), Індонезії (Сурабая);
- розрахуватися за вечерю в ресторані у Великобританії (Лондон) та Індії (Амбікапур);
- придбати продукти зі знижкою в Данії та Великобританії (Падсі);
- отримати гроші в Норвегії, Німеччині, Фінляндії, Росії (Москва, Краснодар, Красногорськ);
- повечеряти некондиційними продуктами в Данії (Копенгаген), Фінляндії (Гельсінкі);
- отримати знижку на нові речі за здані старі речі (магазин H&M в різних країнах) тощо.

7 РОЗДІЛ

СОНЯЧНА РАДІАЦІЯ. ВЗАЄМОДІЯ З МАГНІТОСФЕРОЮ ТА АТМОСФЕРОЮ ЗЕМЛІ

В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна, Бардов Г. П.

7.1. Сонячна радіація, її склад та властивості

Сонячна радіація – випромінювання Сонцем плазми корпускулярної природи ("сонячного вітру") та електромагнітної хвильової (фотонної) природи.

"Сонячний вітер" поширює плазму Сонця у складі ядер гелію, електронів, протонів, нейтронів, нейтрино тощо – у всі боки космічного простору зі швидкістю 300 км/сек при "спокійному Сонці" та зі швидкістю 1000–2000 км/сек при проявах сонячної активності (сонячні хромосферні або протонні спалахи, сонячні плями).

Фотони електромагнітних хвиль Сонця (радіохвилі, інфрачервоні, видимі, ультрафіолетові, рентгенівські та гамма-промені) поширюються у космосі зі швидкістю 300 000 км/сек.

Джерелом сонячної радіації є Сонце. Внаслідок внутрішньоядерних процесів у надрах Сонця відбувається утворення сонячної радіації, яка розповсюджується у світовий простір. Щосекундно Сонце втрачає у вигляді сонячної радіації близько 4 млн тонн від своєї маси. Земля, що знаходиться на відстані 149 млн км від Сонця, отримує близько 2×10^7 Вт сонячної променистої енергії. Це складає одну двохмільярдну частину сонячного випромінювання. Але цієї кількості сонячної енергії достатньо для всіх процесів, що відбуваються на земній кулі.

Кількість сонячної енергії, що досягає поверхні Землі, вимірюється за допомогою спеціальних приладів, які називаються актинометрами. Вимірювання прямої сонячної радіації називається актинометрією. Для автоматичної реєстрації тривалості сонячного сяйва протягом дня використовують геліометри. Для вимірювання інтенсивності сонячної радіації застосовують піранометри та піргеліометри. Інтенсивність сонячної радіації виражається в кал/см^2/хв.

За допомогою спеціальних вимірювань встановлено, що за умов, якби сонячні промені падали прямо перпендикулярно і не було б атмосфери навколо Землі, то кожний квадратний сантиметр земної поверхні отримував би 1,95 малих калорій за хвилину. Цю величину назвали сонячною сталою.

Але при проходженні крізь атмосферу кількість променистої енергії Сонця зменшується внаслідок розсіювання молекулами повітря, поглинання водяними парами, пиловими частинками та відбиття від хмар. Ступінь розсіювання залежить від пори року, висоти стояння Сонця тощо. Загальний потік сонячної енергії з 1,7 кал/см^2/хв при стоянні Сонця в зеніті зменшується до 1,27 кал/см^2/хв при висоті стояння Сонця над горизонтом 10 градусів.

Від 20 до 40 відсотків сонячної радіації втрачається в результаті постійного забруднення атмосферного повітря. Значна його частина втрачається в містах при їх неправильному плануванні та забудові. Віконне скло затримує найбільш цінну частину сонячної радіації, а саме – ультрафіолетову.

7.2. Основи геліофізики

За сучасними уявленнями, Сонце – слабкозмінна холодна жовта зірка, що складається з ядра, проміжної та конвективної ділянок, фотосфери, хромосфери і корони. Діаметр Сонця дорівнює 1391 тис. км, що у 10^9 разів перевищує діаметр Землі. Це куля розжареного газу, що обертається, з температурою всередині 15 000 000 – 25 000 000 °К, тиском до 266 000 000 кПа (200 000 000 атм) і масою $1{,}99 \times 10^{30}$ кг, що відповідає 333 343 масам Землі. Більшу частину (60 %) маси Сонця становлять ядра водню, протони, що вступають між собою у протон-протонну реакцію з утворенням крупніших ядер гелію та виділенням значної кількості енергії.

Отже, Сонце – це надзвичайної потужності ядерний реактор, розташований на відносно безпечній відстані (149,6 млн км, або на 10^7 діаметрів Сонця) від Землі.

Видиму атмосферу Сонця поділяють на кілька шарів, що плавно переходять один в один: фотосферу, хромосферу, корону. Фотосфера – найбільш доступна для спостереження зовнішня частина атмосфери Сонця. Товщина її дорівнює 100–300 км, температура – 6000 °К. *Фотосфера* – найяскравіша оболонка Сонця, що спостерігається як сонячний диск. Із неї походить переважна частина сонячного випромінювання. В крайніх, менш яскравих ділянках фотосфери часто спостерігаються факели, тобто ділянки з більшою яскравістю порівняно з фотосферою, що їх оточує. Температура цих ділянок перевищує температуру атмосфери на кілька сотень градусів. Фотосфера – верхній шар вируючої конвективної зони. Великі елементи конвекції піднімаються догори у вигляді вогнищ грануляції та супергрануляції (рис. 7.1).

Над фотосферою розташована *хромосфера*, яку можна спостерігати під час сонячних затемнень у вигляді вузького рожевого кільця, що облямовує диск. Вона сягає близько 14 тис. км над видимим краєм сонячного диска, її густина низька, а температура нижніх шарів становить 5000 °К. Тут беруть початок яскраві струмені газу, що світяться, заввишки до 10 000 км. Це так звані спікули (рис. 7.2).

Сонячна корона – найрозрідженіший шар атмосфери Сонця, що має променеву будову і простягається у космічному просторі на десятки сонячних радіусів.

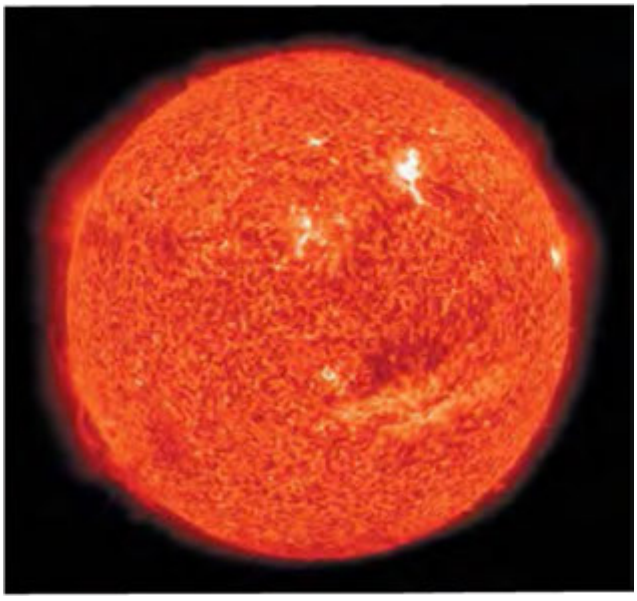


Рис. 7.1. "Спокійне" Сонце. Джерело фото: *Nasa.gov*

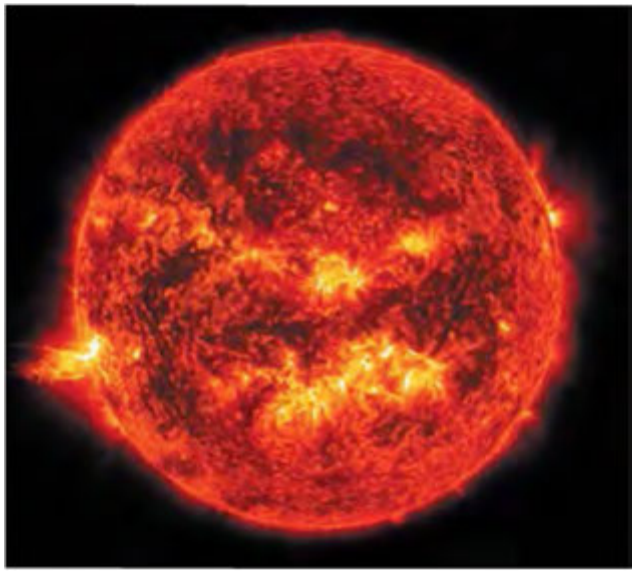


Рис. 7.2. Спікули Сонця. Джерело фото: *Nasa.gov*

Головною особливістю будови атмосфери Сонця є те, що висока температура та сильна розрідженість речовини створюють такі умови, за яких газ має вигляд суміші позитивно і негативно заряджених частинок (іонів, електронів тощо), тобто вигляд плазми. Теплова енергія частинок корони становить 10^6 °К. Розріджені зовнішні шари атмосфери Сонця поширюються на сотні мільйонів кілометрів у космічному просторі. Сонце є джерелом різних випромінювань плазми корпускулярної (електрони, протони, ядра гелію тощо) природи, так званого сонячного вітру, та електромагнітної хвильової природи (інфрачервоного, видимого, ультрафіолетового, рентгенівського, γ-випромінювання).

Сонячний вітер – це поширення сонячної корони. Він несе у космічний простір магнітне поле Сонця, спрямований майже радіально від Сонця. Через те що орбітальна швидкість Землі становить близько 30 км/с, існує аберація порядку 5°.

У плазму сонячного вітру "вморожене" міжпланетне магнітне поле, утворене Сонцем. Воно майже повністю зумовлене електричним струмом у сонячному вітрі. Середнє магнітне поле має кілька міжпланетних магнітних секторів. Ця міжпланетна структура обертається разом із Сонцем.

На тлі звичайних явищ "спокійного" Сонця (рис. 7.1) інколи відбуваються феномени, що в цілому характеризуються проявами сонячної активності

(рис. 7.2, рис. 7.3, рис. 7.4). Звичайно сонячною активністю називають сукупність різних явищ в атмосфері Сонця, що охоплюють досить великі ділянки завширшки не менше кількох тисяч кілометрів і вирізняються значними змінами фізичних параметрів відповідних шарів атмосфери.

Феноменами сонячної активності є сонячні плями та сонячні спалахи.

Сонячні плями – це величезні електромагніти, поперечник яких становить кілька тисяч кілометрів, напруженість поля – близько 397 900 А/м (5000 ерстед), тобто у тисячі разів більша, ніж напруженість магнітного поля Землі.

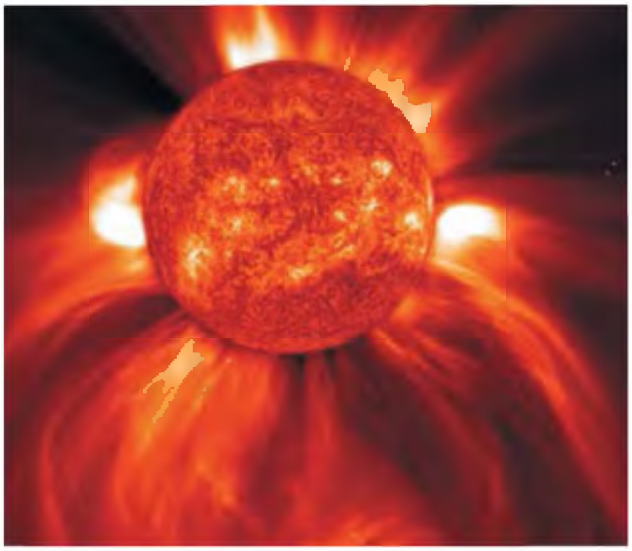


Рис. 7.3. Вогнища грануляції та супергрануляції Сонця. Джерело фото: *Nasa.gov*

Рис. 7.4. Сонячні хромосферні спалахи. Джерело фото: *udf.by*

Температура речовини плям на 1500 °К нижча, ніж температура навколишньої атмосфери, через що вони здаються темнішими. Групи плям – найхолодніші ділянки фотосфери Сонця.

Сонячні спалахи – це вибухи на Сонці, тобто короткочасні (трохи більше ніж 1 хв) потужні посилення яскравості, що супроводжується викидом сонячних частинок, появою сплесків іонізуючого випромінювання, посиленням рентгенівського випромінювання. Потужність спалаху можна порівняти з потужністю вибуху тисяч термоядерних бомб. Спалахи частіше відбуваються у кількох місцях одночасно. Через те що більшість із них виникає у хромосфері, їх ще називають *хромосферними* спалахами. У деяких найпотужніших спалахах може виникати космічне сонячне випромінювання, протони якого наділені найнебезпечнішою енергією. Такі спалахи називають *протонними*.

Сонячна активність суттєво змінює спектр випромінювання Сонця шляхом посилення викидів високоенергетичних частинок і короткохвильового випромінювання. Вона не стала, а циклічна, що виявляється 27-денним (27,2 доби) циклом, рівним синодичному періоду обертання Сонця навколо власної осі, а також 11-річним (складається з епох максимуму та мінімуму, тобто екстремумів), 22-річним, 80- та 90-річним циклами (рис. 7.5).

Існують два основні погляди на природу циклічності сонячної активності: перший пов'язує циклічність із внутрішніми причинами Сонця, другий визнає вплив планет на Сонце.

Сонячне електромагнітне випромінювання поширюється у космічному просторі зі швидкістю 300 000 км/с і досягає поверхні Землі трохи більше ніж за 8 хв; частинки сонячного вітру летять зі швидкістю 300 км/с, а після потужних хромосферних спалахів – 1000–2000 км/с і досягають Землі за 2–3 доби.

7.3. Взаємодія сонячної радіації з магнітосферою Землі

На шляху сонячного випромінювання до Землі є перешкоди у вигляді різних проявів геомагнітного поля та земної атмосфери. На геоцентричній відстані плазма сонячного вітру вступає у взаємодію з геомагнітним полем (рис. 7.6, рис. 7.7). Основний потік сонячного вітру обтікає Землю та відносить геомагнітне поле у довгий магнітний хвіст. Отже, Земля оточена магнітною порожниною – *магнітосферою*, яка передає

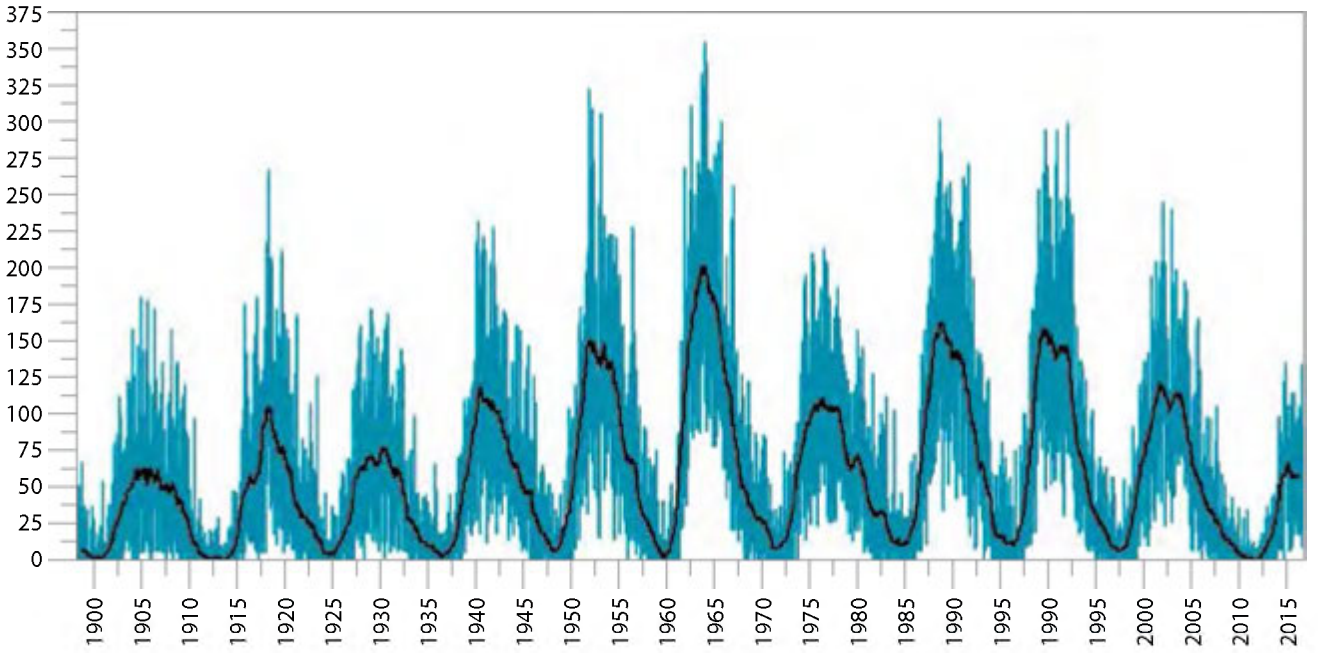


Рис. 7.5. Сонячні 11-річні цикли

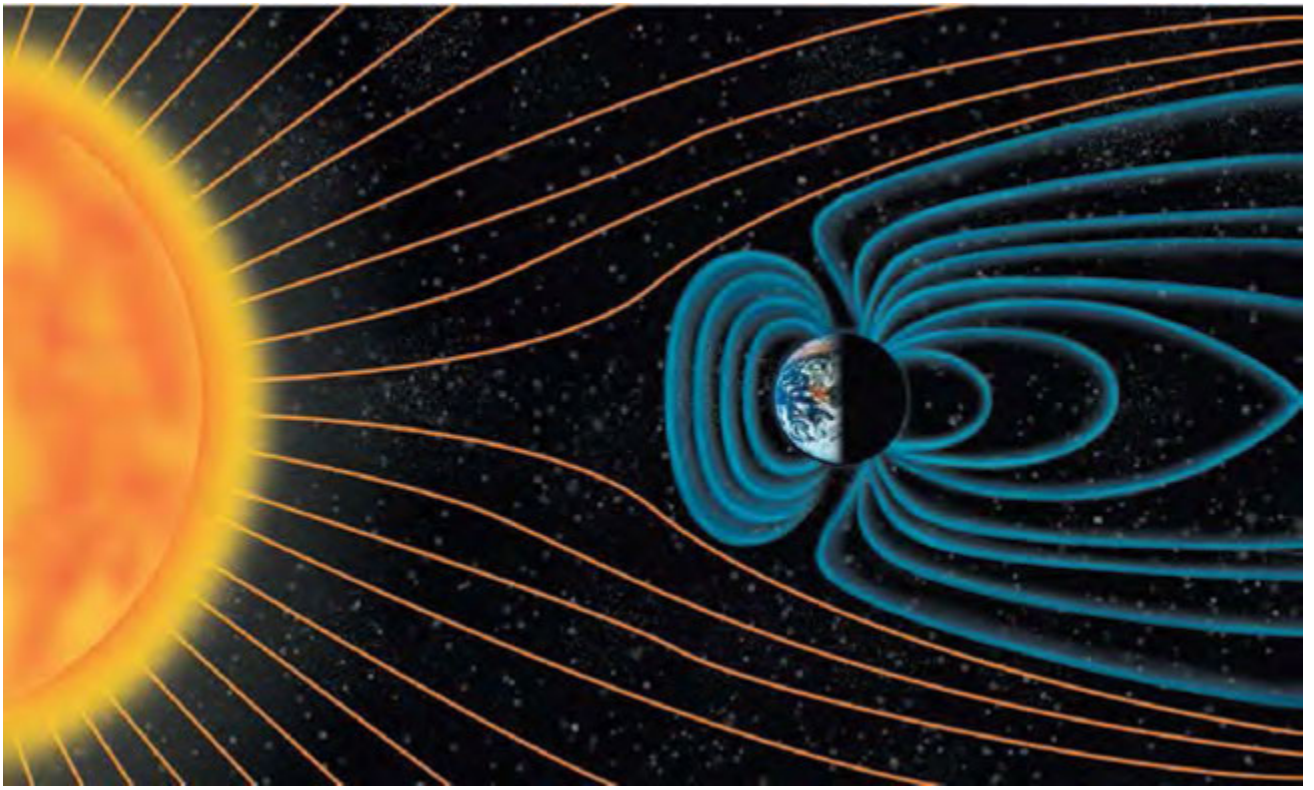


Рис. 7.6. Структура магнітосфери Землі. Джерело фото: *pinterest.com*

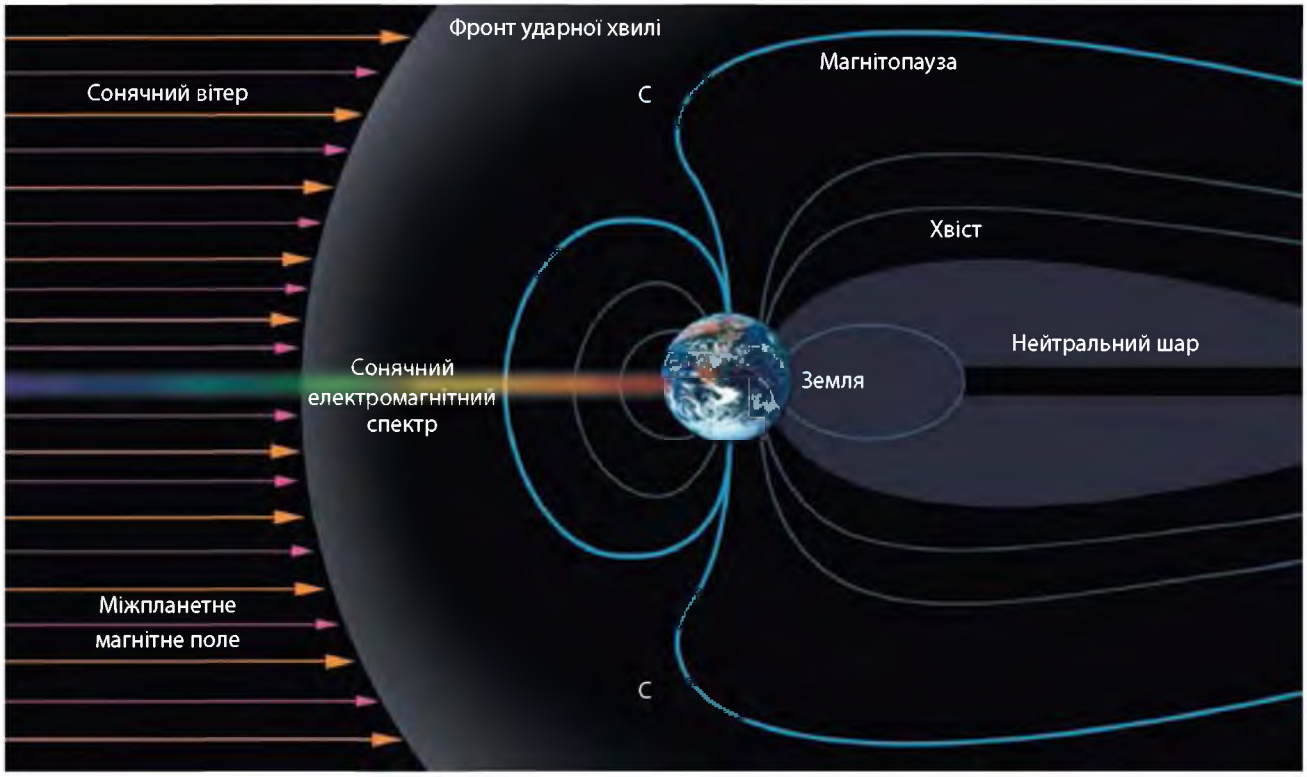


Рис. 7.7. Структура магнітосфери Землі

від міжпланетного середовища до земної атмосфери частину енергії моменту кількості руху та маси, яка переноситься від Сонця сонячним вітром і сонячними енергетичними частинками.

Сонячні енергетичні частинки змінюють стан іонізації та хімічний склад мезосфери і стратосфери Землі у високих геомагнітних широтах, внаслідок чого може змінюватися поглинальна здатність земної атмосфери в ультрафіолетовому діапазоні, що небезпечно для живих організмів. Крім того, іонізація іоносфери приводить до збільшення провідності, виникнення електричного зв'язку між іоносферою та нижньою атмосферою.

Частинки, що потрапляють у земну атмосферу переважно під час суббур, змінюють іонізацію, хімічний склад, нагрівають термосферу, передають механічний момент нейтральній атмосфері. Внаслідок цього під час магнітних суббур виникають північні сяйва, порушується поширення радіохвиль, збуджуються струми в Землі, порушується радіозв'язок, виводться з ладу супутникові системи, вплив на системи GPS, ушкоджуються лінії електропередачі та високоширотні споруди, наприклад, Аляскинський нафтопровід. Потік сонячних фотонів лише побічно впливає на стан магнітосфери за рахунок динамічних процесів, що зв'язують її з нижніми шарами земної атмосфери, де електромагнітне випромінювання відіграє важливу роль.

Полярне сяйво – світіння верхніх розріджених шарів атмосфери на висоті 90–1000 км внаслідок взаємодії високоенергійних частинок "сонячного вітру" (електронів та протонів) з киснем і азотом атмосфери. Їх зіткнення приводить до переходу молекул кисню та азоту в стан з вищою енергією. Повернення в початковий зрівноважений стан супроводжується випромінюванням квантів світла, тобто полярного сяйва (рис. 7.8).

Полярні сяйва спостерігаються у високих авроральних овалах, що оточують магнітні полюси Землі, найчастіше навесні та восени, в періоди весняного та осіннього рівнодення, та збігаються за своїми вищими піками з 27-добовим обертанням Сонця і 11-річними коливаннями сонячної активності.

Колір полярного сяйва залежить від його інтенсивності (I–IV) бали: чим більша інтенсивність (III–IV бали), тим більше кольору у сяйві: жовто-зелений (кисень), рідше – червоний та фіолетовий (азот). Сяйво триває від кількох десятків хвилин до кількох діб.

Полярне сяйво можна викликати за допомогою ядерного вибуху у високих шарах атмосфери або ракетними викидами.

Рис. 7.8. Полярне сяйво. Джерело фото: *ozzophotography.com*

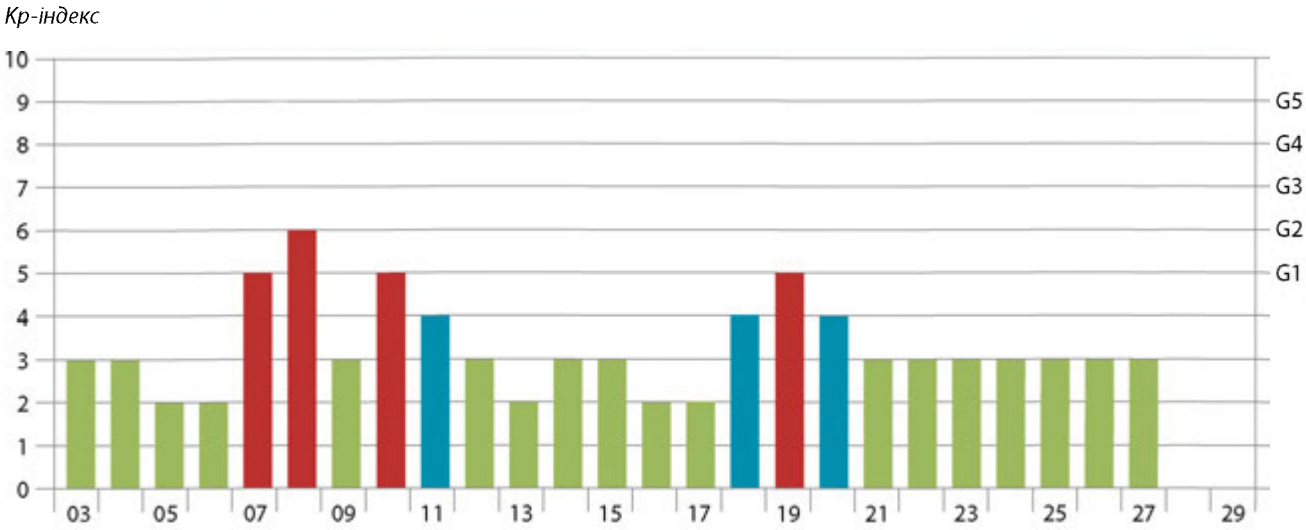


Рис. 7.9. Геомагнітні бурі в жовтні 2018 року

Отже, геомагнітне поле є потужним чинником захисту Землі від різноманітних космічних впливів. Академік М. В. Келдиш з цього приводу зазначав: "Земля має особливе положення, тому що вона захищена магнітним полем, яке подібно до броні не підпускає заряджені частинки близько до Землі, а у Місяця цього немає. Подібного "захисту", до речі, немає й у Марса, й у Венери. Земля щодо цього займає особливе положення – це броньована планета".

Особливе значення має таке явище магнітосфери, як активність геомагнітного поля. Геомагнітна активність – це комплекс різноманітних феноменів, що спостерігаються на Землі та у приземному просторі і мають значний вплив на людину (рис. 7.9).

Як було зазначено вище, Земля оточена постійним магнітним полем, що створене потоками іонізованої маси у рідкому ядрі Землі (внутрішні причини) і становить 94% загального геомагнітного поля. На постійне магнітне поле накладається змінне магнітне поле, створене зовнішніми причинами: корпускулярними потоками сонячного вітру, що складається з ядер водню (протонів), електронів, нейтронів тощо. Ці потоки витікають з активних ділянок Сонця та безодні космосу. На змінне магнітне поле припадає близько 6% загального геомагнітного поля.

Внаслідок впливу потужних проявів активності Сонця (хромосферні, "протонні" спалахи) у магнітосфері Землі відбуваються магнітні бурі. Лабораторія рентгенівської астрономії Сонця Фізичного інституту імені Лебедєва (ФІАН) виділяє такі магнітні бурі за 5-бальною шкалою потужності:

- G_1 – слабка буря (рівень G_1);
- G_2 – середня буря (рівень G_2);
- G_3 – сильна буря (рівень G_3);
- G_4 – дуже сильна буря (рівень G_4);
- G_5 – екстремально сильна буря (рівень G_5).

Рівні G_1 та G_2 характеризують магнітосферу Землі як "спокійну", на прогностичних графіках мають зелений колір (рис. 7.9). Рівень G_3 характеризує магнітосферу як "збуджену" (синій, оранжевий колір). А рівні G_4 та G_5 характеризують як "магнітну бурю" (червоний колір на графіках).

Магнітні бурі у одних геліометеотропних людей викликають погіршення самопочуття, мігрень, головний біль, сонливість, безпричинну втому, падіння артеріального тиску. У інших, навпаки – емоційне збудження підвищення артеріального тиску, напади агресії та безсоння. При сильних магнітних бурях збільшується частота серцево-судинних катастроф: нападів стенокардії, інфаркту міокарда, порушень мозкового кровообігу тощо.

З метою профілактики цих ускладнень при прогнозах сильних магнітних бур варто виконувати такі рекомендації: уникати стресів та надмірних фізичних навантажень, контролювати емоції, присвятити цей день відпочинку, дозволити собі додатковий сон, більше бути на свіжому повітрі, виключити (різко обмежити) кількість алкоголю, кави , цукру та солі, жирної або смаженої їжі, вживати більше води, зеленого чаю, компотів та морсів, обмежити використання смартфонів, комп'ютерів.

При виражених стадіях геліометеотропних серцево-судинних, ендокринних та нервових захворювань лікар приначає таким пацієнтам відповідне хіміо- та/або фізіотерапевтичне профілактичне лікування.

Останні 10 років над Канадою з'являється сяйво у вигляді довгих рожевих смуг довжиною до 1000 кілометрів. Механізм їх виникнення принципово відрізняється від полярних сяйв, тому їм навіть дали іншу назву – "Стів" (рис. 7.10). Ймовірно, сяйво "Стів" виникає внаслідок процесів в іоносфері Землі, але воно не супроводжується сильним збільшенням потоку заряджених частинок.

7.4. Радіаційні пояси Землі (пояси Ван-Алена)

Менші енергетичні частини потрапляють у магнітосферу під час магнітосферних суббур. Більшість частинок містяться у радіаційних поясах Землі на висоті 800–4800 км, 8000–10 000 і 14 000–16 000 км, де спостерігається їхня максимальна концентрація (рис. 7.12).

У радіаційних поясах частинки рухаються вздовж силових ліній магнітосфери за гвинтоподібними траєкторіями від плюса, причому електрони дещо відхиляються на схід, протони – на захід. У такий спосіб радіаційні пояси, вловлюючи заряджені частинки, не допускають їх до земної поверхні, зменшують загальний рівень іонізуючого випромінювання на поверхні Землі, сприяють збереженню сучасних форм життя на Землі.

7.5. Вплив сонячної радіації на атмосферу Землі

Сонячний електромагнітний спектр (рис. 7.12 і табл. 7.1) вступає у різні форми взаємодії з атмосферою Землі (рис. 7.13 і табл. 7.2).

Високоенергійні складові сонячного електромагнітного спектра, якими є γ-, рентгенівські та короткі ультрафіолетові промені, у стратосфері взаємодіють з киснем, утворюючи озон, який на висоті 18–30 км формує озоновий шар атмосфери:

$$O_2 \xrightarrow{h\nu} O + O$$

$$O + O + M \longrightarrow O_2 + M$$

$$O_2 + O + M \longrightarrow O_3 + M$$

де h – стала Планка, що дорівнює $6{,}626 \times 10^{-34}$ Дж*с
ν – частота хвилі, що випромінюється, Гц.

Рис. 7.10. Сяйво "Стів" над Канадою

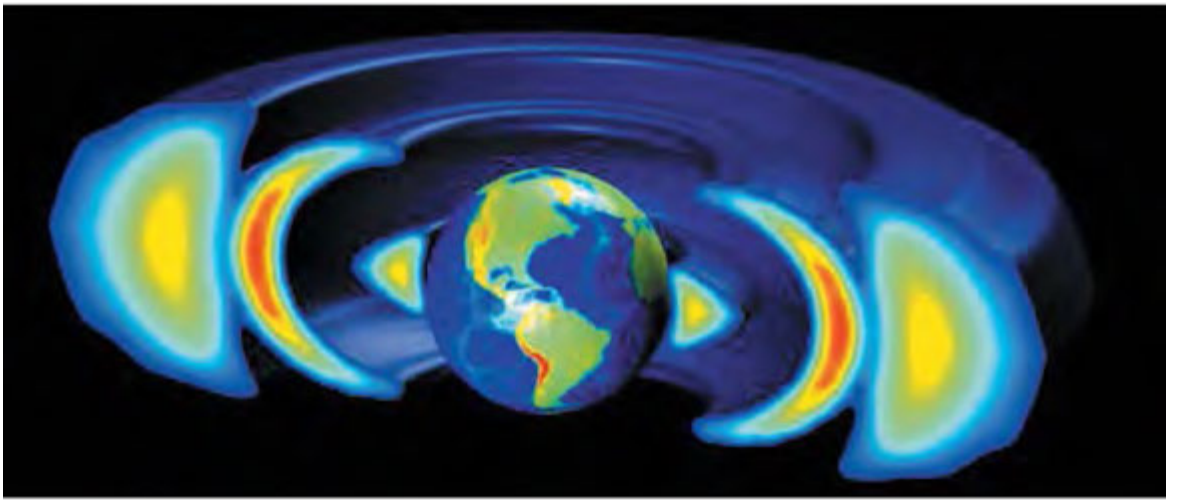


Рис. 7.11. Радіаційні пояси Землі (пояси Ван-Алена)

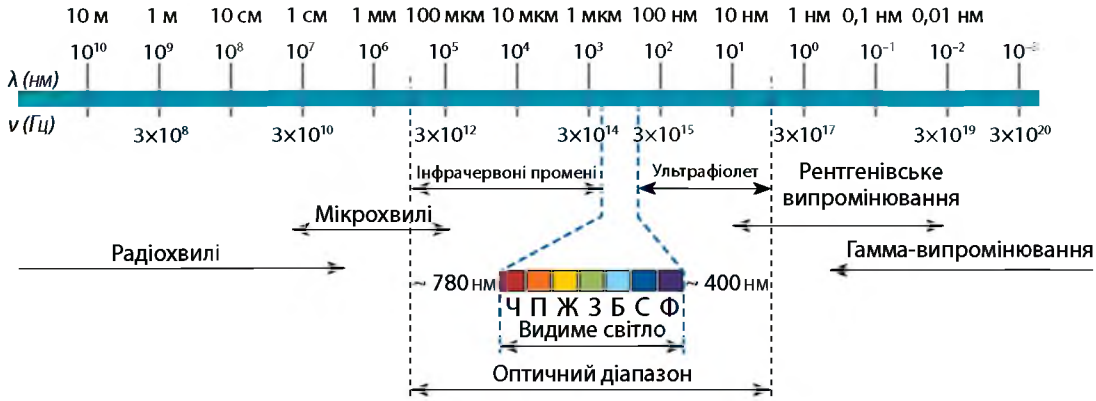


Рис. 7.12. Електромагнітний спектр випромінювання Сонця

Таблиця 7.1. Електромагнітний спектр випромінювання Сонця

Складові сонячного спектра	Довжина хвилі, нм
Діапазон радіочастот	> 100 000
Далека інфрачервона ділянка	100 000–10 000
Інфрачервона ділянка	10 000–760
Видима (оптична) ділянка	760–400
Ультрафіолетова ділянка	400–120
Крайня ультрафіолетова ділянка	120–10
М'яке рентгенівське випромінювання	10–0,1
Жорстке рентгенівське випромінювання (γ-промені)	< 0,1

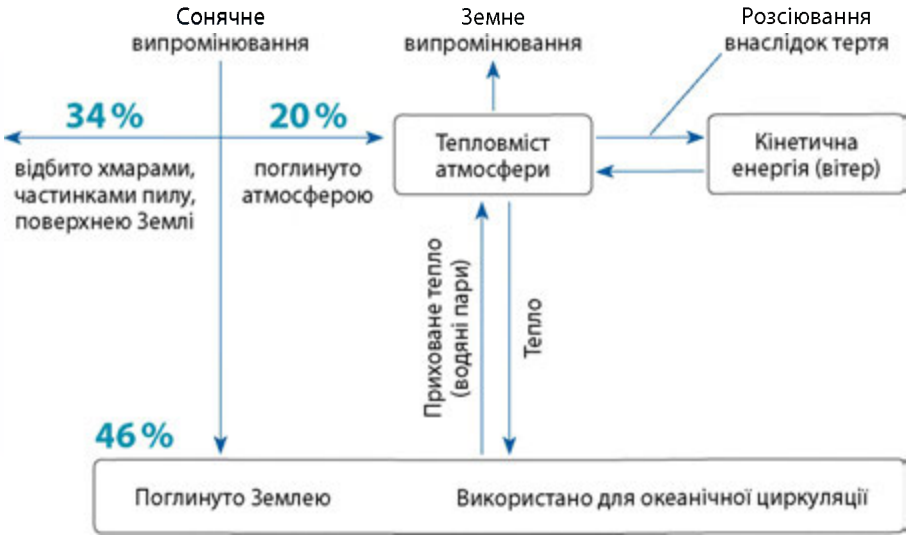


Рис. 7.13. Розподіл сонячної енергії на поверхні Землі

Таблиця 7.2. Взаємодія сонячного випромінювання з атмосферою Землі

Умови	Складові сонячного випромінювання		
	ультрафіолетове випромінювання (250–400 нм)	*видиме випромінювання (400–750 нм)*	*ближнє інфрачервоне випромінювання (750–4000 нм)*
безхмарні	розсіювання, поглинання киснем	розсіювання та поглинання аерозолем	поглинання водяною парою, ослаблення аерозолем
хмарні	розсіювання у хмарах, поглинання киснем	розсіювання у хмарах, поглинання аерозолем	розсіювання у хмарах, поглинання водяною парою та частинками хмар

Реакції розпаду озону в атмосфері:

$$O_3 + O \longrightarrow O_2 + O_2$$

$$O_3 \longrightarrow O_2 + O + \text{теплота}$$

Низькоенергійні середньо- і довгохвильові ультрафіолетові промені, що доходять до поверхні Землі, взаємодіють з різними забруднювачами приземного шару атмосфери (в першу чергу – з автомобільними вихлопними газами), формуючи фотохімічний (Лос-Анджелеський) смог (табл. 7.3).

Таблиця 7.3. Атмосферні реакції фотоокислення під впливом ультрафіолетового випромінювання

Реакції	Швидкість утворення забруднення, мг/м^3/год
Довжина хвилі < 400 нм	
$O_2 = O + O$	дуже висока, близько 26
$O_3 = O_2 + O$	висока, близько 2,6
$2NO + O_2 = 2NO_2$	повільна, 0,002–0,004
вуглеводні + NO_2 або $NO–NO_3$, альдегіди, пероксіацетилнітрити, пероксибензолнітрити, карбонільні сполуки, аерозолі	від повільної до швидкої, від 0,02 до 2
олефіни ($C_2–C_5$) – $O_2 + O_2–O_2$ = аерозолі, $H_2SO_4 + O_3$, інші оксиданти, карбонільні сполуки	від повільної до швидкої, від 0,02 до 2
$SO_2 + ½O_2 = SO_3$	дуже повільна, 0,08
Довжина хвилі < 310 нм	
$O_3 = O_2 + O$	повільна, близько 0,2

8

РОЗДІЛ

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, Бардов Г. П.

8.1. Вплив сонячної радіації на біосферу Землі

Електромагнітні складники сонячного випромінювання, що дійшли до земної поверхні, взаємодіють також і з біосферою.

Процеси, що відбуваються в біологічних системах під час поглинання енергії випромінювання, називаються фотобіологічними. Вони діляться на три основні групи:

1. Фотосинтез вуглеводів, жирових кислот, амінокислот, пуринових і піримідинових основ, пігменту хлорофілу у зелених рослинах, бактеріях, водоростях, що могло бути джерелом життя на Землі:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Хлорофіл}]{\text{Світло}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 + 674 \text{ ккал}$$

2. Процеси (зір тварин, фототаксис, фототропізм і фотоперіодизм рослин), за допомогою яких відбувається регуляція росту і розвитку рослин, поведінка тварин, тобто сприймання інформації про навколишнє середовище.
3. Процеси, результатом яких є ушкодження живої структури, деструкція біологічно важливих сполук і, як наслідок, пригнічення життєдіяльності організму.

Відомі, але менш вивчені інші фотобіологічні процеси, такі як стимулююча дія світла на розвиток тварин; фотореактивація (зняття ушкоджуючої дії ультрафіолетового випромінювання в разі послідовного опромінювання клітин видимим світлом); надто слабке світіння тканин під час біохімічних реакцій. В основі фотобіологічних процесів лежать фотохімічні реакції: фотоіонізація, фотовідновлення та фотоокислення, фотодисоціація, фотоізомеризація, фотодимеризація.

Фотоіонізація – вибивання електрона фотоном випромінювання за межі молекули, внаслідок чого утворюються іони чи вільні радикали. Фотовідновлення і фотоокислення – це перенесення електрона з однієї молекули на іншу, внаслідок чого одна молекула окислюється, а інша – відновлюється. Фотодисоціацією називають процес розпаду молекули на іони під дією фотона випромінювання, фотоізомеризацією – зміну просторової конфігурації молекули під впливом видимого випромінювання її структури. Фотодимеризація – утворення хімічного зв'язку між молекулами, спричинене фотонами енергії випромінювання.

Отже, фотохімічна реакція супроводжується або втратою, або придбанням електрона чи деструкцією молекули, що призводить до зміни її хімічних властивостей, наприклад, білок втрачає свою ферментну здатність.

Перебіг будь-якої фотохімічної реакції має дві стадії: світлову і темнову. Світлова стадія – поглинання фотона випромінювання молекулами, яка після цього збуджується.

Збудження – це процес запасання енергії молекулами. Електрони молекули, що беруть участь у поглинанні фотонів, переходять при цьому з основного енергетичного рівня на вищий рівень. Загальна енергія молекули підвищується на величину енергії поглиненого фотона. Водночас збудження – це оборотний процес. Молеку-

Рис. 8.1. Загальна схема впливу електромагнітного випромінювання на організм

ла може за дуже короткий час (10^{-12}–10^{-8} с) витратити запасену енергію в теплоту або висвітити фотон люмінесценції (висвітлення) чи перейти в триплетний стан, передаючи енергію іншій молекулі (міграція енергії). Частіше збуджена молекула вступає у фотохімічні реакції з навколишніми молекулами. Сприймаючи або віддаючи електрон, збуджена молекула перетворюється в радикал, іон чи іон-радикал, тобто в первинний відновлювач або первинний окислювач.

Друга стадія – темнова. Первинні відновлювачі або окислювачі, які містять на зовнішніх орбітах неспарені електрони та електрони, що мають високу космічну активність, вступають у темряві в біохімічні реакції, змінюючи їх, що приводить до зміни загальнофізіологічного стану організму і звершення якого-небудь фізіологічного акту (виділення кисню під час фотосинтезу, рух листків у рослин назустріч Сонцю, загибель організму). Згідно з основним законом фотохімії, фотохімічну дію чинить видиме випромінювання, що поглинається тією чи іншою біологічною системою. Поглинальна здатність системи визначається такими чинниками:

1. Загальною кількістю поглинутої енергії або кількістю фотонів, що поглинаються в одиницю часу і визначають швидкість фотохімічного процесу.
2. Величиною фотона, що поглинається. Інтенсивність процесів залежить від оптичної густини речовини, тобто спектра поглинання видимого випромінювання з різною довжиною хвилі; визначається видом випромінювання, довжиною хвилі та енергією фотона (табл. 8.1).

Характер фотобіологічного процесу значною мірою залежить від здатності випромінювання проникати через шкіру людини (табл. 8.2). Особливо це стосується біологічно найактивнішого ультрафіолетового випромінювання.

Таблиця 8.1. Залежність енергії фотона сонячного випромінювання від довжини хвилі

Випромінювання	Довжина хвилі, нм	Енергія фотона, еВ
інфрачервоне	100 000–760	0,64–1,66
Видиме		
червоне	760–620	1,66–1,92
оранжеве	620–590	1,82–1,94
жовте	590–560	1,94–2,06
зелене	560–500	2,06–2,34
голубе	500–480	2,34–2,48
синє	480–450	2,48–2,71
фіолетове	450–400	2,71–3,11
Ультрафіолетове		
ділянка А	400–320	3,11–3,90
ділянка В	320–280	3,90–4,43
ділянка С	280–200	4,43–6,21
вакуумне	200–10	6,21–12,48

Таблиця 8.2. Проникаюча здатність складових сонячного випромінювання у шкірі людини (у %)

Шар тканини	Товщина шару, мм	Ультрафіолетове випромінювання, мк			Видиме світло, мк			Інфрачервоне випромінювання, мк		
		0,21	*0,3*	*0,37*	*0,4*	*0,55*	*0,75*	*1*	*1,4*	*3,6*
Епітеліальна частина шкіри	0–0,25	100	92	48	20	15	20	25	56	80
	0,25–0,5	–	8	49	25	5	10	5	16	20
Сполучнотканинна частина шкіри	0,5–2,0	–	–	3	55	75	40	48	20	–
Підшкірна жирова клітковина	2,0–25	–	–	–	–	5	30	22	8	–

Проникність різних ділянок шкіри залежить від товщини рогового шару епідермісу. Через останній випромінювання з довжиною хвилі менше 210 нм не проникає, а з довжиною 200–250 нм – сприяє виникненню еритеми. Випромінювання з довжиною хвилі 250–270 нм проходить через зернистий шар епідермісу і в сосочковому шарі дерми спричинює пігментацію та еритему; 270–320 нм – проникає до судинного шару, викликаючи рясну пігментацію та еритему, стимулює роботу сальних залоз і нервових закінчень шкіри. Випромінювання з довжиною хвилі 320–390 нм проходить через дерму, спричинюючи пігментацію частіше без еритеми, 390 нм – доходить до підшкірної клітковини, призводячи до теплового ефекту і викликаючи почервоніння шкіри за рахунок переповнення кров'ю судинного шару.

Таким чином, біологічна дія основних складників сонячного спектра, що доходять до поверхні Землі, залежно від зазначених умов різна (табл. 8.3).

8.2. Вплив складових сонячної радіації на організм

8.2.1. Біологічна дія інфрачервоних променів

Інфрачервоне (теплове) випромінювання становить більшу частину сонячного електромагнітного спектра. Поверхні Землі сягає інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі 760–3000 нм, довше затримується атмосферою. У приземних умовах пряме інфрачервоне випромінювання Сонця має середній вихід фотонів, рівний 0,5–1 еВ. Зустрічаючи на своєму шляху молекули та атоми різних речовин, випромінювання посилює їхні коливальні рухи і спричинює тепловий ефект. Воно проникає крізь атмосферу, товщу води та ґрунту, крізь віконне скло й одежу.

Таблиця 3.8. Біологічна дія складових сонячного електромагнітного спектра

Вид випромінювання	Первинна дія	Біологічний ефект
Інфрачервоне	глибока теплова	підвищення обміну речовин у шкірі, підсилення дії УФ-випромінювання
Видиме	глибока теплова, слабка фотохімічна	сприйняття світла, тонізуюча дія
УФ-А	фотохімічна	слабка загальностимулююча дія, пігментоутворююча дія
УФ-В	фотохімічна	сильна пігментоутворююча дія, слабка бактерицидна дія, синтез холекальциферолу
УФ-С	фотохімічна	загальностимулююча дія, сильна бактерицидна дія, синтез холекальциферолу

Саме енергія інфрачервоного випромінювання у вигляді нерівномірного нагрівання земної поверхні та випаровування вологи зумовлює рух повітряних і водних мас, глобальну систему вітрів, циклонів та антициклонів, теплих і холодних течій, різноманіття кліматичних зон, погодних умов, опосередковано впливає на життєдіяльність тварин і рослин, на самопочуття і стан здоров'я людини.

Найкоротше інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі 760–1000 нм проникає крізь тканини, в тому числі й кістки черепа, на глибину 4–5 см. Випромінювання з більшою довжиною хвилі діє поверхнево. У разі локальної дії на тканини інфрачервоне випромінювання дещо прискорює біохімічні реакції, ферментативні та імунобіологічні процеси, ріст клітини і регенерацію тканин, посилює біолюмінесценцію, кровотік. Інтенсивність прогрівання підшкірної клітковини і внутрішніх органів зменшується завдяки кровообігу, але при цьому підвищується температура крові та лімфи.

Організм людини (внутрішні органи, скелетна мускулатура) утворює й виділяє інфрачервоне випромінювання через шкіру і навіть одяг. Радіаційне охолодження може призвести до застудних проявів і загострення захворювань апарату опори й руху, внутрішніх органів. Таким чином, інфрачервоне випромінювання сприяє здійсненню терморегуляції організму за допомогою теплопродукції та тепловіддачі.

Дія інфрачервоного випромінювання в разі поглинання через малі величини фотонів виявляється в основному глибинним або поверхневим прогріванням тканин аж до теплового (сонячного) удару, переповненням кровоносних судин кров'ю та посиленням обміну речовин.

Спостерігається також слабка фотохімічна дія інфрачервоного випромінювання, особливо в разі наявності барвників, вплив на формування рефлексів у корі великого мозку, розвиток катаракти.

Активні продукти розпаду, що виникають під впливом інфрачервоного випромінювання на шкіру, та нервові імпульси від шкіри поширюють місцевий вплив випромінювання на організм. Такі впливи (нервові та гуморальні) нормалізують тонус вегетативної нервової системи, знімають надмірну напруженість, послаблюють тонус м'язів, судин, мають болезаспокійливу та протизапальну дію. Завдяки цьому інфрачервоне випромінювання використовують у лікувальній практиці.

8.2.2. Біологічна дія видимих променів

Видиме, або світлове, випромінювання Сонця має довжину хвилі 400–760 нм і енергію фотона 1,66–2,75 еВ.

Сонячне випромінювання створює максимальну освітленість горизонтальної поверхні близько 10 000 лк. Якщо Сонце стоїть над горизонтом, загальна освітленість поверхні Землі зменшується до 1000 лк, а з місячним освітленням – до 0,2 лк.

Видиме випромінювання утворює гаму кольорів, основними серед яких залежно від довжини хвилі у напрямку від інфрачервоного до ультрафіолетового спектра сонячного випромінювання є: червоний, оранжевий, жовтий, зелений, голубий, синій і фіолетовий. Видиме випромінювання Сонця визначає фотосинтез рослин, що створює у природі органічні речовини, фототаксис і біолюмінесценцію, специфічно впливає на орган зору, для якого воно є адекватним подразником.

Видиме випромінювання проникає крізь шкіру у тіло людини на глибину до 2,5 см. Воно має місцевий вплив, що проявляється деяким посиленням біохімічних процесів, імунобіологічної реактивності, фотореактивації, збільшенням місцями або через кровотік внутрішнього світіння тканин. Плазма крові людини і тварин об'ємом 100 мл при температурі 37–40 °С щодоби випромінює близько 10 000 фотонів. Видиме випромінювання збільшує збудливість кори великого мозку, посилює секрецію гіпофіза та обмін речовин, має сигнальне або умовнорефлекторне значення.

У довгохвильовій, червоній частині видиме випромінювання має дію, близьку до дії інфрачервоного випромінювання, тобто спричинює тепловий ефект, а у короткохвильовій, фіолетовій частині воно наближається до дії ультрафіолетового випромінювання з фотохімічними ефектами: еритемним, засмаги, бактерицидним, особливо в разі наявності фотосенсибілізаторів.

У житті людини велике значення має колір: фіолетовий і синій пригнічують нервово-психічну сферу і сприяють засинанню, голубий має заспокійливу дію, зелений – індиферентний, проте може активізувати процеси травлення, яскраво-жовтий – дратує, червоний – збуджує. Синій колір посилює стан депресії, а рожевий – стан патологічного збудження.

8.2.3. Біологічна дія ультрафіолетових променів

Ультрафіолетове випромінювання має дуже важливе значення для медичної науки і практичної охорони здоров'я, оскільки може спричинювати як корисний вплив на людей і тварин, так і негативний (рис. 8.2).

Весь спектр ультрафіолетового випромінювання поділяють на три ділянки, що відрізняються за своєю біологічною активністю (постанова II Міжнародного конгресу з фототерапії та фотобіології, 1932): ділянка А – ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі 400–315 нм (синоніми: довгохвильове ультрафіолетове випромінювання, ближнє ультрафіолетове випромінювання, чорне світло); ділянка В – 315–280 нм (середньохвильове ультрафіолетове випромінювання, випромінювання, що викликає засмагу); ділянка С – 280–210 нм (короткохвильове, далеке ультрафіолетове випромінювання, бактерицидне випромінювання). Випромінювання Сонця з довжиною хвилі коротше ніж 200 нм (вакуумна ділянка ультрафіолетового випромінювання, вакуумне ультрафіолетове випромінювання) на поверхні Землі не має істотного біологічного впливу, оскільки поглинається атмосферою.

Земної поверхні внаслідок розсіювання і поглинання незабрудненою земною атмосферою досягає випромінювання з довжиною хвилі 290–400 нм. Проте через інтенсивне забруднення атмосфери, що спостерігається останнім часом над великими промисловими містами, поверхні Землі досягає випромінювання з більшою довжиною хвилі.

За допомогою штучних джерел світла (газорозрядних – ртутних, ксенонових, імпульсивних, люмінесцентних, вуглецевих, кварцевих, галогенових ламп, киснево-водних і плазмових горілок, що дають лінійний безперервний спектр) можна одержати широкий діапазон ультразвукового випромінювання.

Енергію ультрафіолетового випромінювання поглинають клітинні білки, нуклеїнові та ароматичні кислоти. Залежно від енергії фотона утворюються заряджені атоми і молекули-іони, вільні радикали, які завдяки своєму заряду беруть участь у міграції енергії, тобто у наступних фотобіологічних процесах.

Залежно від кількості одержаної енергії відбуваються:

- фотосинтез, тобто утворюються стійкіші речовини;
- фотоліз, тобто розпад нуклеїнових кислот у місцях слабких зв'язків між атомами;
- денатурація білка внаслідок зміни заряду атомів і молекул, зменшення в розмірах, втрата біологічної активності, злипання з утворенням грубодисперсних фракцій.

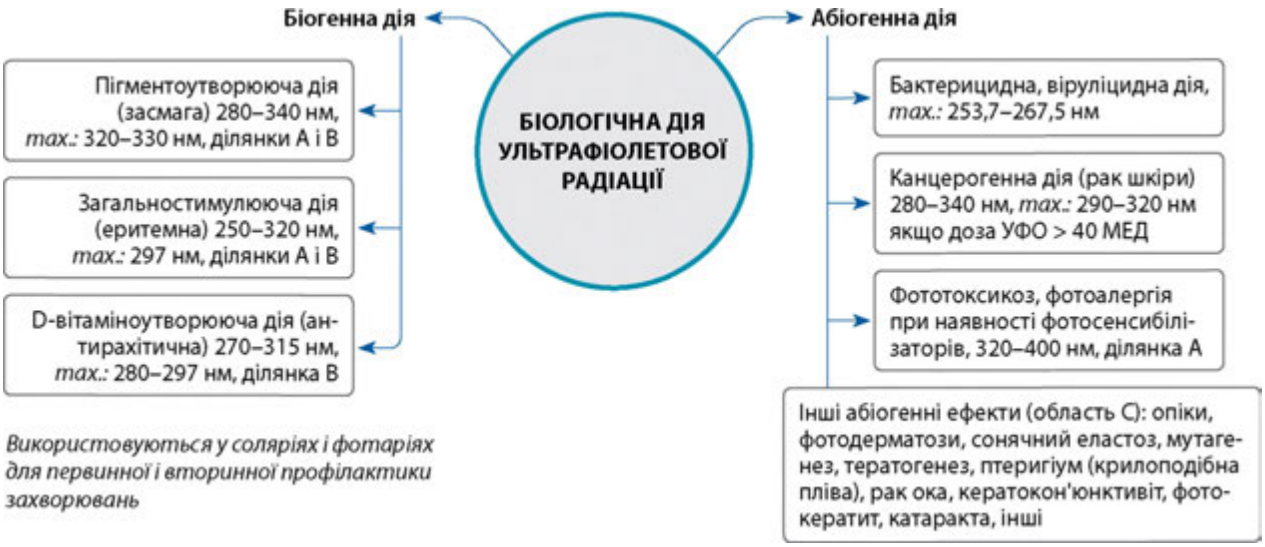


Рис. 8.2. Біологічна дія ультрафіолетової радіації

Довгохвильове ультрафіолетове випромінювання частіше спричинює фотосинтез, короткохвильове – денатурацію білка. В природі ці процеси, як правило, поєднуються.

Механізм впливу ультрафіолетового випромінювання на організм людини складний і різноманітний (рис. 2.8). У ньому розрізняють три основних процеси, пов'язаних між собою: біофізичний, гуморальний і нервово-рефлекторний. В організмі ультрафіолетове випромінювання чинить фотоелектричний ефект, вторинне фотолюмінесцентне, мітогенетичне випромінювання і фотохімічну дію. Це призводить до активізації біохімічних процесів, зміни іонного складу, електричних зарядів колоїдів клітин, їх дисперсності, що, у свою чергу, впливає на життєдіяльність клітин. Внаслідок цих процесів утворюються біологічно активні речовини (гістамін, ацетилхолін, серотонін тощо), змінюється активність деяких ферментів (гістамінази, тирозинази, гідрогеназ тощо), функції органів і тканин. Це стало підставою для виникнення так званої гістамінної теорії впливу ультрафіолетового випромінювання на людину.

Деякі дослідники вважають, що продукти білкового розпаду, в тому числі гістамін і гістаміноподібні речовини, подразнюють нервові закінчення, розміщені у шкірі та слизовій оболонці. Це сприяє виникненню комплексу складних рефлекторних реакцій, серед яких гуморальні впливи продуктів розпаду поєднуються з нервовими впливами.

Кількість біологічно активних речовин залежить від інтенсивності ультрафіолетового випромінювання та площі опроміненої шкіри. Ці речовини змінюють мікроциркуляцію, проникність тканин, потрапляють у кровоносне русло. Внаслідок цього, особливо внаслідок складного вазомоторного рефлексу, коли його дуга в разі корекції корою великого мозку замикається у гіпоталамічній ділянці, розвивається первинний місцевий ефект – фотоеритема, тобто запальна реакція шкіри.

Надалі, після накопичення біологічно активних речовин у крові, внаслідок складної перебудови нейрогуморального статусу, за участю різних частин вегетативної нервової системи розвивається ланцюг вторинних реакцій: посилення умовно-рефлекторної при малих і помірних дозах ультрафіолетового випромінювання з нормалізацією співвідношення між подразникам і гальмуванням, наступною активізацією симпатико-адреналової системи та розвитком адаптації організму до цього впливу, стимуляцією трофічної функції симпатичної частини вегетативної нервової системи, збільшеним поглинанням кисню, активізацією ферментних систем, посиленням окисного фосфорилювання та активності амінотрансферази мітохондрій різних органів, зростанням активності інших ферментів (гістамінази, амілази, ліпази, фосфатази), стимулюванням обміну мікроелементів, що входять до складу ферментів, підвищенням захисних функцій організму щодо інфекцій, впливу хімічних і фізичних чинників навколишнього середовища.

Розрізняють біогенний (D-вітаміноутворююча, або антирахітична дія, еритемна або загальностимулююча дія, засмажна, або пігментоутворююча дія) та абіогенний (бактерицидний, мутагенний, алергенний, канцерогенний) впливи ультрафіолетового випромінювання.

Біогенний вплив ультрафіолетового випромінювання виявляється лише при певних, фізіологічно зумовлених, як правило, малих дозах опромінення.

D-вітаміноутворююча дія ультрафіолетового випромінювання. Кальцифероли – група сполук, що утворюються в організмі людини з похідних холестерину – ергостерину та 7-дегідрохолестерину – провітамінів кальциферолів. Холекальциферол (вітамін D_3) синтезується в шкірі людини під впливом ультрафіолетового випромінювання, 7-дегідрохолестерин, що потрапляє з током крові в шкіру з ліпідами сироватки крові – його носіями, концентрується в ростковому (мальпігієвому) шарі епідермісу. Максимальна концентрація цього провітаміну виявлена у кератині та сальних залозах.

Кальцифероли беруть участь у фосфорно-кальцієвому обміні, що забезпечує проникність слизової оболонки кишок для іонів кальцію, всмоктування та засвоєння останнього, а також реабсорбцію фосфатів у канальцях нефронів. Кальцій визначає проникність клітинних мембран, бере участь у зсіданні крові, є пластичним матеріалом для росту кісток. Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, фосфопротеїдів, багатьох клітинних компонентів. Кальцифероли знижують активність лужної фосфатази, що збільшується при гіпо- або авітамінозі D, для відновлення вмісту кальцію за рахунок кальцію кісток. Таким чином, кальцифероли регулюють процес відкладання солей кальцію та фосфору у кістках, тобто нормалізують процеси мінералізації кісток, впливають на обмін лимонної кислоти, яка також бере участь у процесах загального обміну речовин (регулювання збудливості нервової системи, використання білків і мінеральних речовин їжі, елементів ферментного окиснення). У разі гіпо- або авітамінозу D в організмі людини відбуваються патологічні зміни: порушення зсідання

крові, слабкість м'язів (у дітей – відвислий живіт і пізнє нетримання голови), підвищена ламкість кісток через вимивання з них кальцію, порушення процесів окостеніння, короткозорість.

В організм людини кальциферол надходить з їжею (добова потреба дорослої людини становить 2–5 мг) і утворюється в шкірі з провітамінів під впливом ультрафіолетового випромінювання.

Ультрафіолетове випромінювання, проникаючи в шкіру, активує 7-дегідрохолестерин, з якого утворюється провітамін холекальциферолу. Ця фотохімічна реакція відбувається в шкірі у шипуватому та базальному шарах епідермісу, і вже через 15–20 хв вміст провітаміну досягає максимуму. Утворення в шкірі провітаміну холекальциферолу лімітується перетворенням його надлишку в біологічно пасивні фотопродукти – тазестерол-3, а найчастіше – в люместерол-3. Цей процес вважається однією з основних ланок регуляції утворення провітаміну холекальциферолу в шкірі. Після того як концентрація провітаміну стане максимальною, збільшення інтенсивності й тривалості дії ультрафіолетового випромінювання практично не впливає на рівень його в опромінюваній ділянці шкіри. Вміст провітаміну в разі опромінення шкіри людини середньохвильовим ультрафіолетовим випромінюванням не перевищує 10–15% початкового рівня 7-дегідрохолестерину.

Іншим чинником, що має певний вплив на фотосинтез провітаміну, є пігментація шкіри. Вона не впливає на величину максимально можливої концентрації провітаміну холекальциферолу, але гальмує процес перетворення 7-дегідрохолестерину в провітамін, а отже, збільшує потрібний час (до 3 год), щоб досягти найбільшої його концентрації.

У разі недостатності або відсутності ультрафіолетового випромінювання виникають порушення фосфорно-кальцієвого обміну за типом гіпо- й авітамінозу D. У випадку авітамінозу D не засвоюється близько 90% кальцію і 60–70% фосфору. Проте виділення цих іонів із сечею триває навіть за відсутності їх надходження в організм.

Значення ультрафіолетового випромінювання для D-вітамінного статусу організму підтверджується даними про збільшення захворюваності на рахіт, зменшення вмісту метаболітів холекальциферолу в крові у дорослих після осінньо-зимового періоду, коли скорочується тривалість та інтенсивність природного ультрафіолетового випромінювання.

Ультрафіолетова недостатність і прояви D-гіповітамінозного стану спостерігаються у вигляді порушень фосфорно-кальцієвого обміну у моряків і робітників, які працюють у закритих від сонця приміщеннях, зменшення вмісту 25-(OH)D^3 в крові моряків-підводників.

Лікування й профілактика гіповітамінозу D забезпечується вживанням препаратів холекальциферолу, обов'язково в комплексі з ультрафіолетовим опроміненням.

Надмірне надходження вітаміну з їжею може призвести до гіпервітамінозу, що супроводжується гіперкальціємією, апатією, зменшенням маси тіла, відкладанням солей кальцію у різних органах і тканинах, розвитком сечокам'яної хвороби. Гіпервітаміноз D внаслідок ультрафіолетового переопромінення не спостерігається.

Для профілактики рахіту ультрафіолетові опромінення більш фізіологічні, ніж вживання штучних препаратів вітамінів групи D. Такий висновок ґрунтується на тому, що під впливом ультрафіолетового випромінювання організм сам синтезує холекальциферол, тоді як лікувальні препарати можуть призвести до розвитку алергії. Ультрафіолетове опромінення не тільки попереджує гіповітаміноз D, а й сприяє утворенню в організмі інших антирахітичних речовин, які за структурою відрізняються від вітаміну.

Пороговою для антирахітичного ефекту є доза еритемної опроміненості ультрафіолетового випромінювання 83–111 Вт/($м^2$×год.) при довжині хвилі 297,6 нм, що дорівнює 1/8–1/10 мінімальної еритемної дози (МЕД). Ультрафіолетове опромінення з меншою дозою не справляє профілактичної дії. Є відомості, що для лікування хворих на рахіт достатнім є вплив ультрафіолетового випромінювання, доза еритемної опроміненості якого становить 1167 Вт/($м^2$×год).

Загальностимулююча дія ультрафіолетового випромінювання (табл. 8.4, табл. 8.5). Цей вид біогенного впливу ультрафіолетового випромінювання починається з еритеми, яка утворюється через 8–20 год після опромінення еритемогенним ультрафіолетовим випромінюванням і триває протягом 1–4 днів. Шкіра червоніє, гаряча на дотик, трохи болить, опухає і набрякає. Якщо доза ультрафіолетового випромінювання велика, виникає тяжка форма еритеми – сонячний опік у вигляді пухирів. У цьому разі накопичується набрякова рідина, яка відшаровує епідерміс, утворює пухирі або навіть ділянки некрозу. Через кілька днів шкіра темнішає, лущиться. Еритемний ефект має ультрафіолетове випромінювання у діапазоні хвиль 250–320 нм. У цьому разі спостерігається подвійний пік на максимумах 250 і 297 нм та мінімумі 280 нм.

Таблиця 8.4. Загальностимулююча дія ультрафіолетового опромінення в експерименті

Ультрафіолетове забезпечення кроликів	Зона міокарда	Активність ферментів дихання та гліколізу в міокарді кроликів з експериментальним інфарктом міокарда на фоні різного УФ-забезпечення			
		СДГ	*ЛДГ*	*НАД-НДГ*	*НАДФ-НДГ*
Ультрафіолетовий дефіцит	зона організації інфаркту міокарда периінфарктна зона віддалена (інтактна) зона	– ++ – ++; +++	+ ++ +++ ++ +++	–; + ++ – ++; ++ +++	– + – + ++
Ультрафіолетовий оптимум	зона організації інфаркту міокарда периінфарктна зона віддалена (інтактна) зона	– ++; ++ +++ +++; +++ ++	+ ++; ++ +++ ++; +++ +++	–; + ++; ++ +++ +++ ++	–; + ++ + + ++; ++

Таблиця 8.5. Загальностимулююча дія ультрафіолетового опромінення хворих (УФО)

Характер амбулаторного медикаментозного лікування	Група хворих гіпертонічною хворобою без УФО в стаціонарі (n = 90)		Група хворих гіпертонічною хворобою з УФО в стаціонарі (n = 89)	
	за 1 рік до лікування в клініці	*за 1 рік після лікування в клініці*	*за 1 рік до лікування в клініці*	*за 1 рік після лікування в клініці*
Приймали медикаметозні засоби протягом усього року	3 3,3 % 100,0 %	21 23,3 % 700,0 %	4 4,5 % 100,0 %	14 15,7 % 350 %
Приймали медикаментозні засоби протягом несприятливих сезонів	47 52,2 % 100,0 %	61 67,8 % 129,8 %	54 60,7 % 100,0 %	59 66,3 % 109,3 %
Приймали медикаментозні засоби в період погіршення самопочуття	33 36,7 % 100,0 %	8 8,9 % 27,6 %	25 28,1 % 100,0 %	16 18,0 % 64,0 %
Не приймали медикаментозних засобів узагалі	7 7,8 100,0 %	– 0,0 % 0,0 %	6 6,7 % 100,0 %	– 0,0 % 0,0 %

Отже, кількість ультрафіолетового випромінювання, потрібна для розвитку еритеми, коливається залежно від довжини хвиль, тому що різні ділянки мають різну еритемну ефективність.

З огляду на довжину хвилі, якісні особливості, при короткохвильовому ультрафіолетовому випромінюванні еритема утворюється швидше, менш інтенсивна за забарвленням, ніж еритема, спричинена середньохвильовим ультрафіолетовим випромінюванням (довжина хвилі близько 297 нм). Еритема, що розвивається під час опромінення довгохвильовим випромінюванням, неспецифічна, тому що спричинюється не метаболітами холекальциферолу, а розширенням судин внаслідок посиленого теплоутворення. Довгохвильове ультрафіолетове випромінювання в поєднанні з короткохвильовим посилює еритемний ефект останнього.

Механізм утворення еритеми остаточно не з'ясований. Однак уже встановлено, що під впливом ультрафіолетового випромінювання у сосочковому шарі

дерми, де проходять кровоносні судини, утворюються гістамін, кініни, простагландини E_2 та E_{2a}, продукти обміну нуклеотидів, які й забезпечують складний ланцюг біохімічних процесів еритемної дії.

Інтенсивність еритеми залежить від низки чинників. Вона збільшується в разі опромінення чутливішої шкіри на животі й на спині, ніж на кінцівках, особливо у дітей, під час менструації, вагітності, тиреотоксикозу, при алергічних захворюваннях, у зимово-весняний період, у осіб з меншою пігментацією шкіри. Якщо доза ультрафіолетового випромінювання на початку опромінення не перевищує 1 МЕД, еритемний вплив випромінювання має значний стимулюючий ефект, який широко використовують з профілактичною та лікувальною метою.

Загальностимулюючий вплив ультрафіолетового випромінювання: в організмі збільшується вміст загального амінокислотного азоту, підвищується рівень альбумінів і гамма-глобулінів, стимулюється система мононуклеарних фагоцитів і кістковий мозок, нормалізується білковий спектр крові та кровотворення – збільшується кількість гемоглобіну, еритроцитів і лейкоцитів, посилюється резистентність клітин, активність ферментів тканинного дихання, мікросомальних ферментів печінки, мітохондрій, гексокінази, фосфофруктокінази, піруваткінази, збільшується вміст в еритроцитах АТФ, 2,3-дифосфогліцерофосфату, що свідчить про активізацію процесів гліколізу і зростання ступеня насиченості крові киснем, посилюються фагоцитарна активність лейкоцитів, бактерицидні властивості крові та шкіри, вироблення аглютинінів у імунізованих тварин, зменшується рівень холестерину і тирозину у сироватці крові, зростає толерантність до глюкози, посилюється діяльність статевих залоз і лактація, стимулюються симпатико-адреналова та гіпофізарно-надниркова системи, збільшується секреція багатьох гормонів, посилюється газообмін і загальна толерантність дітей, зростає неспецифічна стійкість організму проти інфекцій, несприйнятливість організму до токсичних, канцерогенних речовин, іонізуючого випромінювання тощо.

Малі дози ультрафіолетового випромінювання активізують процеси у корі головного мозку, підвищують розумову працездатність, м'язовий тонус і фізичну витривалість, ефективність відпочинку.

Еритемні дози ультрафіолетового випромінювання стимулюють ріст ангіобластів, активізують утворення сполучної тканини, прискорюють епітелізацію шкіри, що використовується під час лікування ран і виразок, особливо тих, що повільно гояться. Зниження больової чутливості виникає внаслідок зниження чутливості рецепторів шкіри та появи нового джерела (домінантного) збудження у центральній нервовій системі, що за типом негативної індукції гасить домінанту, пов'язану з хворобою.

Пігментоутворююча дія ультрафіолетового випромінювання виявляється утворенням пігменту меланіну в клітинах нижнього шару епідермісу – меланобластах – з амінокислот тирозину, діоксифенілаланіну, продуктів розпаду адреналіну і міграцією меланіну у поверхневі шари шкіри.

Меланін – основний пігмент людини, що надає забарвлення волоссю, віям, райдужці ока, впливає на колір шкіри. Він захищає ядра клітин, а також внутрішні органи від перенагрівання інфрачервоними випромінюванням, що глибоко (до 40 мм) проникає під шкіру, та видимим випромінюванням. Коли фотони ультрафіолетового випромінювання поглинаються молекулами білків, нуклеїнових кислот та інших органічних сполук, про що зазначалося вище, відбувається розпад і розщеплення молекул. У цьому разі утворюються іони, вільні радикали, біологічно активні речовини, що реагують з іншими молекулами, доповнюючи та посилюючи ушкодження. Цю реакцію припиняють полімерні молекули меланіну з сітковою структурою. Молекули меланіну, що мають властивості стабільних вільних радикалів, затримують і знешкоджують відламки молекул, зруйнованих ультрафіолетовим випромінюванням, не пропускають їх у кров, внутрішнє середовище організму. Ця захисна властивість меланіну використовується для профілактичного захисту організму людини від іонізуючого випромінювання і під час лікування з приводу променевої хвороби.

Здатність ультрафіолетового випромінювання спричинювати засмагу залежить від довжини хвилі і має два підйоми: перший – у випромінювання з довжиною хвилі 280–340 нм і максимумом на довжині хвилі 320–330 нм, другий – з довжиною хвилі 240–260 нм.

Потемніння шкіри, спричинене ультрафіолетовим опроміненням, може з'явитися негайно (негайне потемніння) і уповільнено (стійке потемніння). Відповідно і засмага буде негайною чи уповільненою. Остання називається також справжнім меланогенезом.

Негайна засмага є механізмом захисту шкіри від ушкоджувальної дії ультрафіолетового випромінювання. Вона з'являється після 5–10-хвилинного опромінення шкіри сонцем або довгохвильовим ультрафіолетовим випромінюванням, а також видимим випромінюванням, сягає максимуму через годину,

через 30 хв після припинення опромінення починає зникати, а через 3–8 год стає ледь помітною.

Уповільнена засмага стає помітною через 73 год після впливу ультрафіолетовим випромінюванням у ділянках А і С і короткохвильовим видимим випромінюванням великої потужності [більше ніж 17,7 ± 8 Дж/(см^2 × хв.)]. Уповільнена засмага зберігається більше року.

У процесі філо- та онтогенезу у людини сформувались ефективні засоби захисту від надмірного впливу ультрафіолетового випромінювання. До них належать потовщення шкіри та пігментація. Приблизно через 3 доби після ультрафіолетового опромінення зростає швидкість поділу клітин опромінюваної ділянки, внаслідок чого збільшується товщина всіх шарів шкіри, крім пігментного, захисний індекс (співвідношення еритемної чутливості засмаглої та незасмаглої шкіри) дорівнює 2/3. Його величина для засмаглої шкіри у поєднанні з потовщенням епідермісу може збільшуватися до 60. Крім того, у верхніх шарах шкіри та у ділянках, де виділяється піт, міститься урокінінова кислота, яка адсорбує ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі 290–310 нм. Більша чутливість мокрої шкіри до дії ультрафіолетового випромінювання пояснюється змиванням і зменшенням вмісту урокінінової кислоти у шкірі.

Абіогенний вплив. Абіогенними, тобто несприятливими для людини ефектами ультрафіолетового опромінення слід вважати опіки, фотодерматоз, сонячний еластоз, мутагенез, фототоксикоз, фотоалергію, птеригій (крилоподібна пліва) та рак ока, кератокон'юнктивіт, фотокератит, катаракту тощо. Відносно несприятливим чинником є й антимікробна дія УФ-променів.

Бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання значна (табл. 8.6, табл. 8.7), тому що спектр поглинання випромінювання нуклеїновими кислотами, які є основою бактеріальної клітини та вірусу, вірогідно корелює зі спектром летальної та мутагенної дії ультрафіолетового випромінювання. Крім того, криві бактерицидного ефекту, гальмування поділу і росту клітин майже повністю збігаються з кривими поглинання ультрафіолетового випромінювання нуклеїновими кислотами.

Отже, денатурація і фотоліз нуклеїнових кислот, які є найважливішими складниками апарату спадковості, утворення димерів тиміну, зшивок між нитками ДНК, призводять до припинення поділу і росту клітин, а в більших дозах – до їхньої загибелі.

Після ультрафіолетового опромінення спочатку відбувається подразнення бактерій, тобто активізація їхньої життєдіяльності, втрачається здатність до багаторазового відновлення, формування колоній внаслідок порушення обміну нуклеїнових кислот (бактеріостатична дія) і, нарешті, коагуляція білків, що призводить до загибелі бактерій.

Бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання залежить від низки обставин. Значну бактерицидну дію має випромінювання, що поглинається нуклеїновими кислотами, білками, насамперед ДНК. Причинами загибелі бактерій є: летальні мутації, втрата хоча б однією молекулою ДНК здатності до реплікації, порушення транскрипції. Однією з основних безпосередніх причин загибелі бактеріальних клітин є інактивація біосинтетичного апарату, що відповідає за синтез життєво важливих молекул ДНК, РНК і біл-

Таблиця 8.6. Бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання

Довжина хвилі УФ-променів, нм	400–380	330–300	280–260	260–240	240–220	220–210	210– 200
Час загибелі кишкової палички, сек	960	920	4	2	20	30	120

Таблиця 8.7. Характеристика штучних джерел ультрафіолетової радіації

Тип лампи	Променевий потік, %				Еритемний потік, мкер	Бактерицидний потік, мкбакт/см^2	Світловий потік, лм
	Видима ділянка	Ультрафіолетове випромінювання					
		УФ-А	УФ-В	УФ-С			
ЕУВ-15	20	45	35	0	110	84	70
ДРТ-1000	44	19	22	15	16 500	39 500	32 000
БУВ-30	18	2	2	78	30	4 500	150

ків. Певне значення має інтенсивність УФ-випромінювання; концентроване випромінювання діє сильніше, ніж розсіяне. Молоді бактерії (у постмітозний період) більш чутливі до ультрафіолетового випромінювання.

Під впливом ультрафіолетового випромінювання гинуть або змінюють свої властивості стафілококи, стрептококи, віруси грипу, холерні вібриони, мікобактерії туберкульозу, гриби та їхні спори, кишкова паличка, інші патогенні та сапрофітні мікроорганізми. Ультрафіолетове випромінювання руйнує дифтерійний, правцевий, дизентерійний, черевнотифозний токсини, токсин золотистого стафілокока. Найефективніше і найшвидше знищує мікроорганізми випромінювання з довжиною хвилі 253,7–267,5 нм. По обидва боки спектра УФ-випромінювання бактерицидна ефективність зменшується. Щоб знищити бактерії випромінюванням із довжиною хвилі 280–210 нм, потрібно опромінювати 20–30 с, якщо довжина хвилі буде у межах 210–200 нм, – 120 с, а для випромінювання з довжиною хвилі 330–300 нм – 1920 с.

Вплив сонячного ультрафіолетового випромінювання є досить важливою умовою самоочищення атмосферного повітря, річок і морів.

Бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання використовується для стерилізації повітря у лікувально-профілактичних закладах, для дезінфекції іграшок, посуду, інструментів, води, харчових продуктів, інактивації вірусів під час виготовлення вакцин тощо.

Ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі коротше 297 нм практично відсутнє у сонячному випромінюванні, яке досягає поверхні Землі, тому що поглинається атмосферою. Отже, щоб його одержати в умовах Землі, застосовують штучні джерела, так звані бактерицидні лампи. Їх використовують для знезараження приміщень і різних виробів. Це випромінювання є небажаною домішкою для джерел ультрафіолетового випромінювання, призначених для опромінення тварин і людей. Допускається не більше 5% такого випромінювання від загального спектра в штучних джерелах ультрафіолетового випромінювання.

Канцерогенна дія. Тривалий вплив ультрафіолетового випромінювання Сонця або штучних джерел у дозах, які значно перевищують порогову дозу еритемної опроміненості, спричинює опіки, дерматит, альтерацію, деградацію колагену, розвиток ерозій, виразок, доброякісних і недоброякісних пухлин (епідермоїдного та мезенхімального генезу). Канцерогенну дію має ультрафіолетове випромінювання у ділянці 280–340 нм. Проте, якщо екранувальний ефект рогового шару епідермісу слабкий, канцерогенну активність виявляє також випромінювання з довжиною хвилі 365 нм.

Розвиток ракових пухлин можливий лише тоді, коли початкова еритемна доза перевищує МЕД у 40 і більше разів і продовжує збільшуватися за межі пристосовності організму. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що підстав для небажаних наслідків від профілактичного ультрафіолетового опромінення немає.

Нині вважається, що онкогенез, зумовлений впливом ультрафіолетового випромінювання, має низку послідовних моментів, які є результатом фотоушкоджень генетичного матеріалу. Встановлено, що помилкове відновлення ДНК може збільшувати частоту онкогенезу, спричинюючи зміни ДНК, що призводить до збільшення частоти хромосомних аберацій і мутацій, збільшуючи швидкість трансформації здорових клітин у ракові, сприяючи виявленню прихованих онкогенних вірусів, здатних потенціювати ріст ракових клітин. Помилки, що виникають під час відновлення ДНК на початковій стадії онкогенезу, видаються найбільш можливим механізмом, який призводить до утворення раку.

Результати вивчення впливу сонячного випромінювання, особливо його ультрафіолетового складника, на розвиток раку шкіри можна зобразити у вигляді таких асоціативних зв'язків (ВООЗ, 1984):

1. Зв'язок з опроміненими ділянками шкіри. У людей з білою шкірою рак шкіри виникає найчастіше на ділянках тіла, які найбільше перебувають під впливом сонячного випромінювання, – голові, шиї, кисті, передпліччі, а у жінок – на ногах.
2. Зв'язок із захистом від ультрафіолетового випромінювання. У рас із чорним кольором шкіри, в якій пігмент фільтрує ультрафіолетове випромінювання, рак шкіри зустрічається дуже рідко і не на відкритих поверхнях тіла. Сонячний опік і рак шкіри виникають на одних і тих самих тканинах, а випромінювання, як відомо, спричинює опік. У людей, які найбільше схильні до раку шкіри, легко виникають сонячні опіки. Світлошкірі люди кельтського походження більше схильні до раку шкіри і сонячного опіку, ніж особи романської групи.
3. Зв'язок із дозою сонячного опромінення. Серед світлошкірих людей рак шкіри найчастіше виникає у тих, хто більше часу перебуває на відкритому повітрі.
4. Зв'язок з інтенсивністю сонячного випромінювання. Частота виникнення раку шкіри серед білошкірих людей зростає з наближенням до екватора, що

пов'язано із збільшенням інтенсивності сонячного випромінювання, зокрема ультрафіолетового.

5. Зв'язок з ультрафіолетовим випромінюванням у лабораторних дослідженнях. Рак шкіри у мишей може бути спричинений повторним впливом того самого спектра випромінювання, яке викликає сонячний опік у людей.
6. Зв'язок із незначною здатністю до репарації ДНК, ушкодженої ультрафіолетовим випромінюванням. У людей, які страждають на рецесивну форму пігментної ксеродермії та мають дефекти у відновленні ДНК, рак шкіри розвивається особливо швидко. Такі люди чутливі до світла, у них утворюються пухлини, спричинені сонячним ультрафіолетовим випромінюванням. Вони часто помирають від раку шкіри у молодшому та підлітковому віці.

Летальність від раку шкіри немеланомного типу, що спричинений ультрафіолетовим випромінюванням і найчастіше зустрічається, становить 1 %, а смертність від недоброякісної меланоми – більше ніж 40 на 100 000 населення.

Останнім часом було запропоновано математичні моделі, які виявляють залежність захворюваності на рак шкіри від сонячного ультрафіолетового випромінювання. Незважаючи на неточності, згідно з оптимальною моделлю, 5-відсоткове збільшення кількості сонячного ультрафіолетового випромінювання в еритемному спектрі може призвести до зростання частоти виникнення раку шкіри у населення старше 60 років, що має до нього схильність, на 15 %.

Фототоксикоз – ушкодження шкіри видимим випромінюванням у випадку наявності фотосенсибілізаторів, не зумовлені механізмом алергічної реакції. Механізм фототоксичної реакції остаточно не з'ясовано. Вона може спричинюватися або тільки молекулою фотосенсибілізатора (екзогенного), або комплексом хімічних і клітинних елементів, які збуджуються за рахунок поглинання світла, утворюючи триплетні сполуки або вільні радикали, або тим і другим одночасно.

Фотодинамічні активні речовини, збуджуючись, можуть утворювати перекиси, окиснювати біологічний субстрат, передавати збудження цьому субстрату. Після цього фотосенсибілізуючі молекули повертаються у первинний стан без структурних змін, внаслідок чого розвивається фототоксикоз. Останній характеризується еритемою або навіть набряком, які з'являються через кілька хвилин або годин після ультрафіолетового опромінення, і супроводжується гіперпігментацією та лущенням. Прикладом такої еритеми є сонячний опік. Фототоксикозна еритема з клінічного погляду суттєво відрізняється від звичайної еритеми тим, що з'являється під час або відразу після ультрафіолетового опромінення, може супроводжуватися "борошнистими утворами", зникає через 5–6 год; пігментація мінімальна.

Фотосенсибілізатори можуть бути ендогенними – за рахунок порушення обміну речовин (порфірин), або екзогенними – у вигляді лікарських засобів. Екзогенні фотосенсибілізатори поділяються на контактні, що потрапляють на поверхню шкіри (косметичні засоби: парфуми, одеколони, лосьйони, що містять ефірні масла та псорален, губна помада, яка містить похідну флуоресцеїну, креми і засоби для волосся з похідними кам'яновугільного дьогтю, деякі рослини, що спричиняють фітофотодерматит, наприклад, персидська липа; лікарські засоби, які містять фенозини, сульфаніламіди, галогензаміщені саліциланіліди тощо), та системні, що надходять в організм системними шляхами (діуретики групи тіазиду, сульфаніламіди, похідні сульфанілсечовини, фенотіазини, особливо хлорпромазин, антибіотики, особливо диметилхлортетрациклін, тощо). Спектри дії фототоксичних речовин розташовані в межах 320–400 нм.

Реакції людини на ультрафіолетове випромінювання в разі наявності фотосенсибілізаторів можуть бути фототоксичними або фотоалергічними.

Фотоалергія – це набрана здатність шкіри давати реакцію, як правило, патологічного характеру на видиме випромінювання самостійно або в присутності фотосенсибілізатора. У цьому разі фотосенсибілізатор сприяє утворенню фотогаптену, який ковалентно зв'язується з відповідною молекулою-носієм і створює повний антиген. Носієм можуть бути присутні в шкірі макромолекули протеїну, поліпептиду, мікополіпептиду, мукополісахариди тощо.

Після одноразового розвитку фотоалергія може проявлятись як реакція навіть на видиме випромінювання. Очевидно, фотоантиген у невеликій кількості зберігається в шкірі і під впливом ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 320–400 нм спричинює реакцію циркулюючих антитіл або відповідь на на клітинному рівні.

Фотоалергія зустрічається досить рідко і клінічно характеризується як миттєва кропивниця або уповільнена екзематозна чи папульозна реакція, схожа на контактний дерматит. Як і у випадку фототоксикозу, при фотоалергії з'являються характерні висипи.

Фотоалергенами найчастіше є 3,5-дибромсаліциланілід, саліциланілід, 4,5-дибромсаліциланілід, трибромсаліциланілід, гексахлорфен, бутіонол, трихлоркарбанілід.

8.3. Світлове "голодування" організму, його клініка та профілактика

Інтенсивність сонячного випромінювання, що досягає земної поверхні, залежить від великої кількості природних та антропогенних чинників: географічної широти місцевості, пори року, доби (ці чинники зумовлюють висоту стояння Сонця над горизонтом), рельєфу місцевості, забруднення повітря, клімату, погоди тощо.

Хмарність, особливо низька щільна, хмари, туман, висока вологість, запиленість або задимленість атмосфери значно ослаблюють інтенсивність сонячної радіації у цілому, особливо ультрафіолетового випромінювання.

У горах зі збільшенням висоти на кожні 100 м інтенсивність ультрафіолетового випромінювання збільшується на 3–4 % або на 15 % на кожну 1000 м над рівнем моря. Ультрафіолетове випромінювання значною мірою поглинається звичайним віконним склом: біля відчиненого вікна його інтенсивність становить 50 % зовнішньої, біля зачиненого – 2–3 %. У чистій воді інтенсивність ультрафіолетового випромінювання зменшується з кожним метром глибини на 14 %.

Одяг може затримувати від 50 до 100 % ультрафіолетового випромінювання: біла чоловіча сорочка пропускає 20 %, легші тканини – близько 50 %. Сонячне ультрафіолетове випромінювання досягає максимальної інтенсивності між 10 та 14 год. На цей період припадає 60 %, а на період між 9 та 15 год. – 80 % добової кількості ультрафіолетового випромінювання. Людина, яка перебуває у затінку біля будинку, підпадає під вплив менш розсіяного випромінювання від половини неба, що становить ¼ інтенсивності сумарного сонячного випромінювання.

Тривале позбавлення організму впливу сонячного випромінювання або його дефіцит внаслідок географічних сезонних, атмосферних та інших особливостей населеного пункту, характеру трудової діяльності, захворювань тощо призводить до розвитку симптомокомплексу ультрафіолетової недостатності, або світлового голодування.

Проявляється світлове голодування затриманням росту та розвитку дітей, порушенням фосфорно-кальцієвого та мінерального обміну, крихкістю капілярів шкіри, наявністю свіжих випадків рахіту, розвитком карієсу зубів, зниженням активності окисних ферментів (сукцинатдегідрогенази, мієлопероксидази, гліцерофосфатдегідрогенази), титру комплементу та фагоцитарної активності лейкоцитів, кислотної стабільності еритроцитів, показників імунологічної реактивності організму, порушенням динаміки перебігу захворювань, підвищенням ліполітичної активності крові, рефлекторної збуджуваності, больової чутливості, пригніченням синтезу жовчних кислот у гепатоцитах, ослабленням гальмівних процесів у центральній нервовій системі, посиленням емоційних реакцій, подразливості, порушенням ритму сну.

Для встановлення ультрафіолетової недостатності застосовують різні методи, що відображають стан обміну речовин і враховують анамнез. Це визначення чутливості шкіри до ультрафіолетового випромінювання, активності лужної фосфатази сироватки крові, вмісту неорганічного фосфору, аскорбінової кислоти в крові. Найвірогіднішим показником ультрафіолетової недостатності є підвищення активності лужної фосфатази, яка походить із остеобластів або гепатоцитів, клітин плаценти та надниркових залоз, бере участь в обміні фосфоліпідів, аденозинтрифосфорної кислоти.

На різних широтах Землі ультрафіолетове забезпечення населення різне. Загальнорічна кількість еритемних доз природного ультрафіолетового випромінювання становить на широті Києва – 911, Вінниці – 2200. Чим далі на північ розташований район проживання, тим довший період недостатнього надходження УФ-випромінювання. У північних широтах на тлі природного ультрафіолетового дефіциту суворі кліматичні умови примушують людей майже цілий рік носити щільний одяг, крізь який не проникає сонячне випромінювання. Це збільшує світлове голодування. До природних причин приєднуються антропогенні: забруднення повітря пилом, димом, кіптявою, робота в шахтах і рудниках, закритих підприємствах, робота вночі, нераціональне планування житлових і громадських приміщень, недостатні розміри вікон і стекол, застосування віконного скла, що поглинає 90–95 % ультрафіолетового випромінювання, штор, фіранок, фарбування стін у приміщеннях у жовтий колір. Усі перераховані умови посилюють світлове голодування.

Останнім часом у практиці охорони здоров'я втілюються профілактика ультрафіолетового дефіциту. Накопичився досвід використання ультрафіолетових опромінювань для підвищення працездатності, профілактики професійних захворювань, компенсації ультрафіолетового дефіциту серед робітників, умови побуту та характер трудової діяльності яких призводить до світлового голодування, для оздоровлення та підвищення результатів спортсменів.

Щоб компенсувати ультрафіолетовий дефіцит, насамперед використовують природні ультрафіолетові випромінювання навіть у холодні періоди року та при низькому стоянні Сонця. Для цього проводять раціональне планування і забудову населених пунктів, забезпечуючи як мінімум тригодинну інсоляцію вікон усіх житлових приміщень, вишукують шляхи збільшення інсоляції всередині приміщень, застосовуючи віконне скло, прозоре для сонячного ультрафіолетового випромінювання, використовують спеціальні екрановані тапчани або кабіни з поліетиленовим покриттям. У цьому разі враховують, що на Півночі біологічна ефективність сонячного випромінювання у 2–4 рази нижча, ніж на Півдні.

У періоди "біологічної темряви" (у складі сонячного випромінювання відсутні ультрафіолетові промені) або "біологічних сутінок" (опівдні інтенсивність сумарного еритемного потоку ультрафіолетових променів у складі сонячного випромінювання не перевищує 10–12 мер/м^2) проводять ультрафіолетове опромінення від штучних джерел випромінювання (еритемних ламп). Для цього створюють фотарії (рис. 8.3, рис. 8.4), вводять еритемні лампи у пристрої для освітлення приміщень, насамперед у дитячих закладах, на промислових підприємствах. Отримано позитивний ефект ультрафіолетових опромінювань дітей за допомогою селективних люмінесцентних еритемних ламп.

Під час профілактичних опромінень рівні еритемної опроміненості визначаються добовою дозою, що становить 0,125–0,75 мінімальних еритемних доз. Це так звана "профілактична" доза ультрафіолетового опромінювання. Дехто з дослідників виділяє оптимальну дозу ультрафіолетового опромінювання, рівну 0,5 МЕД.

Завдяки позитивним властивостям ультрафіолетові опромінювання широко застосовуються в практиці лікувально-профілактичних закладів, у тваринництві, рослинництві.

8.4. Використання сонячного випромінювання для профілактики та лікування захворювань

Накопичено великий матеріал, який свідчить про те, що опромінювання ультрафіолетовим випромінюванням природного (як складової частини сонячного випромінювання – важливого елемента середовища проживання людини в процесі її онтофілогенезу) та штучного походження у фотаріях (рис. 8.3 та 8.4) здійснює позитивний вплив. Особливо важливий його профілактичний ефект стосовно найпоширеніших і небезпечних для життя хвороб системи кровообігу. Експериментально встановлено, що у тварин, які отримали профілактичний курс ультрафіолетових опромінень природного і штучного походження, динаміка розвитку експериментальної ниркової гіпертензії, інфаркту міокарда, ішемічної хвороби серця, міокардиту та інших хвороб системи кровообігу різко відрізняється від динаміки аналогічних захворювань у неопромінених тварин контрольної групи. Внаслідок ультрафіолетового оптимуму у тварин спостерігалося сповільнене підвищення артеріального тиску (гіпертензія сягала максимуму на 0,5–1 місяць пізніше), максимальні значення якого були на 20–40 % нижчі, ніж у тварин контрольної групи; летальність у разі відтворення інфаркту міокарда була в 2–3 рази меншою, набагато менше прискорювався пульс, змінювалися показники електрокардіограми, тканинного дихання в міокарді тощо.

У людей, хворих на хвороби системи кровообігу, після профілактичних ультрафіолетових опромінювань спостерігалися такі позитивні зрушення: нормалізувалося співвідношення процесів збудження та гальмування в корі головного мозку, поліпшувався функціональний стан вегетативної нервової системи, позитивно змінювалась активність ряду ферментів, збільшувався вміст гемоглобіну в крові, знижувався артеріальний тиск у випадку артеріальної гіпертензії, покращувалися показники функціонального стану серцево-судинної системи, рідше виникали гіпертонічні кризи, напади стенокардії, інфаркти міокарда та інсульти, нормалізувався ліпідний, мінеральний та особливо фосфорно-кальцієвий обмін і проникність клітинних мембран, посилювалася протизсідальна функція крові тощо.

Проте позитивного ефекту від ультрафіолетових опромінювань можна досягти переважно в санаторно-курортних умовах і тільки у хворих з неускладненими формами захворювань. У цих умовах, та й то тільки протягом 24 діб на рік, можуть перебувати 5–7 % осіб, які страждають на хвороби системи кровообігу. Тому особливої актуальності набуває потреба впровадження в практику охорони здоров'я (кардіологічні диспансери, поліклініки) з профілактичною метою загальнодоступної й ефективної методики профілактичного ультрафіолетового опромінювання природ-

Рис. 8.3. Горизонтальний фотарій, Джерело фото: *bombia.eu*

Рис. 8.4. Вертикальний фотарій. Джерело фото: *sunkiss.lt*

ного і штучного походження осіб, які страждають на серцево-судинні захворювання, під час перебування вдома, у звичайних умовах праці та побуту.

Геліопрофілактика хвороб системи кровообігу в Україні за допомогою ультрафіолетового опромінювання природного походження. Територія України за інтенсивністю сонячного випромінювання (як інтегрального потоку, так і ультрафіолетового його складника) належить до зони ультрафіолетового комфорту. Ця зона розташована між 57,5 і 42,5° північної широти. В ній не спостерігається "біологічна темрява", що характеризується повною відсутністю біологічно активного короткохвильового ультрафіолетового випромінювання.

"Біологічні сутінки" з мінімальними, неефективними величинами біоактивного сонячного випромінювання спостерігаються лише в північних районах зони протягом грудня – січня. У південних районах України впродовж усього року реєструється біологічно активне сонячне випромінювання.

Отже, на території України геліопрофілактика гіпертонічної хвороби можлива в північних регіонах протягом березня – жовтня, у південних – лютого – листопада.

Під час приймання сонячних ванн на тіло людини падає пряме, розсіяне (в атмосфері) та відбите (від навколишніх предметів, поверхонь) ультрафіолетове (1 % сонячного спектра), інфрачервоне та видиме випромінювання (99 %), а також впливають фізичні чинники навколишнього повітря (температура, вологість, швидкість руху) та предметів (радіаційна температура). Тому такі ванни є сонячно-повітряними, а період масової первинної ультрафіолетової профілактики природного походження, що проводиться поза спеціальними санаторно-курортними закладами, скорочується до червня – серпня у північних регіонах України і травня – вересня – у південних.

Сонячно-повітряні ванни приймають в аеросоляріях і на лікувальних пляжах, де усуваються умови переохолодження або перегрівання та забезпечується радіаційна еквівалентно-ефективна температура в межах 16–30 °С.

Під час первинної профілактики людина розташовується на тапчані, зорієнтованому вздовж потоку прямого сонячного випромінювання. Голова повинна прикриватися тінню від спеціального надголовника або тента, а очі варто захищати окулярами з димчастими стеклами. У північних регіонах, коли сонце стоїть над горизонтом, опромінюватися можна стоячи.

Опромінення слід проводити після легкого сніданку, але не голодному і не відразу після прийому великої кількості їжі. Читати або спати під час опромінення не рекомендується. Дозу еритемної опроміненості потрібно рівномірно розподіляти між передньою, задньою та бічною поверхнями тіла. Сонячні профілактичні опромінювання бажано проводити вранці і надвечір. Можливе поєднання сонячних ванн зі спортивними іграми, фізичними вправами. Після опромінення слід відпочити в тіні.

Первинна геліопрофілактика хвороб системи кровообігу проводиться в дозах. Враховуючи незначні дози ультрафіолетового випромінювання, потрібного для вторинної профілактики, і ту обставину, що хворі можуть отримати ці профілактичні дози літом під час перебування одягнутими на відкритому повітрі протягом 40–60 хв, вторинна геліопрофілактика цих захворювань не проводиться.

Профілактичне ультрафіолетове опромінювання штучного походження. Для профілактики світлового голодування ультрафіолетовим випромінюванням штучного походження використовують різні опромінювачі ("солярії" – фотарії), в яких джерелом ультрафіолетового випромінювання є еритемна лампа, що не генерує небажане короткохвильове ультрафіолетове випромінювання – коротше, ніж 285 нм (рис. 8.3 та 8.4).

Методика опромінення ультрафіолетовим випромінюванням однакова в разі застосування будь-яких типів опромінювачів. Після визначення еритемної дози за наведеною далі схемою в постійних умовах проводять опромінення. Опромінювач розміщують над кушеткою, на якій лежить людина під час опромінення, на відстані 50 см від опромінюваної поверхні спини чи живота. Якщо після визначення МЕД потрібно змінити відстань від лампи до опромінюваної поверхні, то проводять відповідні розрахунки.

Поклавши опромінюваного на кушетку і відвернувши опромінювач убік від нього, вмикають рубильник електромережі та лампу. Опромінення слід починати, повернувши опромінювач у напрямку опромінюваної поверхні, через 10–15 хв після запалювання лампи, коли установиться режим опромінення, буде досягнутий максимум випромінювання лампою і нагріються спіралі – джерела інфрачервоного випромінювання. Останнє сприяє посиленню сприятливого ефекту ультрафіолетового випромінювання.

Ультрафіолетовому опроміненню підлягає шкіра на животі та спині. Здійснювати його слід у добре провітреній кімнаті, щоб легко виводився озон, який утворюється при цьому. Персонал, який перебуває

у приміщенні під час опромінення, та опромінювана людина мають захищати очі темними окулярами.

Оскільки людина, яку опромінюють, одягнена лише у легку натільну білизну, під час опромінення у приміщенні слід дотримуватись параметрів чинників мікроклімату: температура повітря – 20–22 °С, вологість повітря – 40–60 %, швидкість руху повітря – близько 0,3 м/с, радіаційна температура – 18–22 °С.

Дозування ультрафіолетового опромінення. Розрізняють кілька методів дозування УФ-опромінення:

1. За тривалістю опромінення, у хв.
2. За інтенсивністю ультрафіолетового випромінювання, у Вт/м^2.
3. За індивідуальною чутливістю шкіри до ультрафіолетового випромінювання, за допомогою спеціальних приладів.

Для проведення первинної та вторинної профілактики хвороб під час диспансерного нагляду за хворими і здоровими людьми, які перебувають у звичайних умовах праці й побуту, опромінення краще дозувати у хвилинах, розрахованих шляхом визначення еритемної дози ультрафіолетового випромінювання. Еритемною дозою називається така мінімальна доза ультрафіолетового випромінювання, що виражається у хвилинах опромінення, яке через 8–20 год на шкірі незасмаглої людини спричинить слабку рівномірну і чітку еритему (порогову еритему).

Для визначення мінімальної еритемної дози (МЕД) використовують біодозиметр БД-2, запропонований І. Ф. Горбачовим і Д. Дальфельдом.

Загальна схема ультрафіолетової профілактики на прикладі хвороб системи кровообігу (табл. 8.8). Для первинної та вторинної профілактики серцево-судинних захворювань курси ультрафіолетових опромінювань проводять 3–4 рази на рік із тривалістю кожного курсу один місяць і проміжками між курсами 2–3 місяці. Враховуючи сезонний біологічний ритм загострення цих хвороб, профілактичні курси ультрафіолетових опромінювань треба проводити у жовтні, грудні, лютому та квітні. У теплу пору року еритемну дозу можна отримати опівдні за 15–20 хв.

Отже, щоб одержати профілактичну дозу ультрафіолетового випромінювання, що дорівнює 1/8–1/2 еритемної дози, достатньо людині, одягненій у легкий літній одяг, який пропускає 20–60 % сонячного ультрафіолетового випромінювання, провести у цей час кожного дня на свіжому повітрі 30–60 хв.

Оскільки можливості геліопрофілактики обмежені теплою порою року, основним методом профілактики хвороб системи кровообігу є метод опромінення

Таблиця 8.8. Профілактика хвороб системи кровообігу за допомогою ультрафіолетового опромінення (у хв)

Дні курсу	Первинна профілактика	Вторинна профілактика
1	1/8	1 / 10
2	1/8	1 / 10
3	1/8	1 / 10
4	1 / 4	1 / 8
5	1 / 4	1 / 8
6	відпочинок	відпочинок
7	1 / 4	1 / 8
8	1 / 2	1 / 6
9	1 / 2	1 / 6
10	1 / 2	1 / 6
11	3 / 4	1 / 6
12	відпочинок	відпочинок
13	3 / 4	1 / 4
14	3 / 4	1 / 4
15	1	1 / 4
16	1	1 / 4
17	1	1 /4
18	відпочинок	відпочинок
19	11 / 2	1 / 2
20	11 / 2	1 / 2
21	11 / 2	1 / 2
22	11 / 2	1 / 2
23	11 / 2	1 / 2
24	відпочинок	відпочинок
25	2	1 / 2
26	2	1 / 2
27	2	1 / 2
28	2	1 / 2
29	2	1 / 2

ультрафіолетовим випромінюванням штучного походження.

Після визначення еритемної дози для конкретної людини у конкретних умовах опромінення у наведені вище місяці "біологічних сутінок" проводять відповідні курси первинної та вторинної профілактики. Опромінюють передню і задню поверхні тіла (по половині розрахованої дози на кожну поверхню). У разі підвищеної чутливості шкіри до ультрафіолетового випромінювання, яка спостерігається весною, після тривалої відсутності УФ-опромінювання (робота на Півночі),у випадку деяких захворювань, зокрема тих, що супроводжуються підвищенням вмісту в крові жовчних пігментів і гематопорфірину, тривалого застосування деяких лікарських засобів (препарати йоду, сульфаніламіди, антибіотики і ртутьвмісні речовини), опромінення слід починати зі зменшеної еритемної дози, поступово збільшуючи її надалі.

Оскільки під час ультрафіолетових опромінювань збільшується потреба організму в аскорбіновій кислоті, потрібно призначати особам, яких опромінюють, вітамінні препарати (аскорбінову кислоту, полівітаміни) з розрахунку 150 мг кислоти на добу. Крім того, ефективність ультрафіолетових опромінювань підвищується, якщо вживати провітаміни холекальциферолу (у складі полівітамінних препаратів), препарати кальцію і фосфору або продукти, які містять їх у достатній кількості (молоко, сири, яєчний жовток тощо).

Первинну профілактику ультрафіолетовим опромінюванням здійснюють практично здоровим людям різного віку, обтяженим чинниками ризику розвитку хвороб системи кровообігу (спадкова схильність, неврастенія, гіперхолестеринемія, постійна психоемоційна травматизація, хвороби нирок, еклампсія під час пологів, кома або контузія в минулому, ендокринні порушення, гіподинамія, надлишкова вага, куріння, зловживання алкогольними напоями тощо).

Протипоказаннями до первинної ультрафіолетової профілактики є: гостра стадія або загострення всіх хвороб внутрішніх органів, туберкульоз легень у активній фазі, екзема в період загострення, схильність до кровотечі, зоб дифузний токсичний, туберкульоз нирок, гломерулонефрит, малярія, недостатність кровообігу III стадії, злоякісні пухлини, кахексія, підвищена чутливість до світла.

Вторинну профілактику ультрафіолетовим випромінюванням проводять хворим із початковими стадіями захворювань у період ремісії. Протипоказаннями до вторинної ультрафіолетової профілактики є: загострення перебігу хвороб у вигляді гіпертонічних кризів, частих нападів стенокардії, гострого перебігу інсульту головного мозку, інфаркту міокарда, різке погіршення самопочуття, головний біль, підвищення артеріального тиску понад звичайні рівні та інші симптоми, які свідчать про погіршення стану здоров'я хворого, а також усі перелічені вище протипоказання до первинної ультрафіолетової профілактики хвороб системи кровообігу.

Обов'язковими принципами первинної та вторинної ультрафіолетової профілактики є раціональна диспансеризація хворих, лікарський контроль за проведенням опромінень, переємність у роботі лікаря стаціонару і сімейного лікаря, своєчасне припинення опромінень у разі виникнення ускладнень, оптимізація всього комплексу заходів, особливо вторинної профілактики хвороб – режиму праці та відпочинку, раціонального харчування, медикаментозного превентивного амбулаторного лікування.

Використання методу ультрафіолетових опромінювань природного і штучного походження в комплексі лікувальних заходів, правильна його організація є важливими чинниками первинної та вторинної профілактики хвороб.

8.5. Використання сонячного і штучного ультрафіолетового випромінювання для санації повітря, води та предметів

Ультрафіолетове випромінювання з успіхом застосовується для зменшення кількості мікроорганізмів, особливо у повітрі приміщень. Завдяки дії ультрафіолетового випромінювання за умови ефективної циркуляції повітря зменшується бактеріальне обсіменіння приміщень на 70–90 % і більше. Для цього потрібно, щоб енергія випромінювання становила 1,5–6 мкВт/м^2. Найефективніше для інактивації мікроорганізмів ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі 250–270 нм. Бактерицидна дія випромінювання проявляється на відстані не більше 2 м при відносній вологості повітря 40–70 %. У разі високої вологості повітря ефективність випромінювання зменшується. На темних поверхнях, оброблених ультрафіолетовим випромінюванням, мікроорганізмів залишається на 10–20 % більше, ніж на світлих. У затінку, наприклад, під дошкою столу або на зворотній поверхні інструмента, ультрафіолетове випромінювання не діє. Воно проникає тільки у верхній шар рідини, починає по-

дразнювати очі та шкіру через кілька хвилин від початку опромінення. Через 2–6 год у людини, яка опромінювалася, розвивається гострий кон'юнктивіт, для усунення якого потрібно від 5 до 6 год. Слід також пам'ятати, що ультрафіолетове випромінювання утворює озон, який навіть у незначних концентраціях токсичний і спричинює неприємні наслідки. Тому в медичних закладах потрібно використовувати такі пристрої, при роботі яких не утворюється озон.

Розрізняють пряме та опосередковане ультрафіолетове опромінення. Для прямого опромінення ультрафіолетові опромінювачі здебільшого встановлюють у верхній третині приміщення, закріплюють відносно близько від робочого місця і спрямовують у бік підлоги, для опосередкованого – у бік стелі.

Під час прямого опромінення у приміщенні дозволяється залишатися тільки особам у захисних окулярах і одягу. Тому пряме опромінення найчастіше проводять уночі, наприклад, в операційних відділеннях, на молочній кухні, в кімнаті очікування та в кабінетах, коли немає прийому, в мікробіологічних лабораторіях, у приміщеннях для розливання сироваток і вакцин, антибіотиків та інших лікарських засобів або у боксах для консервування тканин. Ультрафіолетове випромінювання пошкоджує насамперед мікроорганізми у повітрі. Оскільки значна частина мікроорганізмів, які літають у повітрі, через 4 години осідає без штучної вентиляції, ультрафіолетові опромінювачі рекомендується вимикати лише через 4 години після початку їхнього використання. Не слід перебільшувати ефект, отриманий від ультрафіолетового опромінення.

Розрахунок оптимальної кількості ультрафіолетових опромінювачів для приміщень залежно від їх розмірів і потужності.

Пряме ультрафіолетове опромінювання проводять також у вигляді ультрафіолетових шлюзів. Ультрафіолетова "завіса" приблизно в 30 см завширшки запобігає циркуляції мікроорганізмів із повітрям між двома приміщеннями або між окремими секторами одного приміщення.

Ультрафіолетовий опромінювач можна також використовувати для зменшення кількості мікроорганізмів у циркулюючому повітрі. Повітря відсмоктується з приміщення, опромінюється і крізь фільтри знову подається у приміщення. Такі ультрафіолетові рециркулятори зараз широко використовуються у приміщеннях, де перебувають люди (наприклад, у дитячих садочках тощо).

Щоб запобігти забрудненню повітря приміщення кондиціонерами, потрібно турбуватися про чистоту води в них. Нині це основна проблема під час експлуатації кондиціонерів. Проте у кондиціонерах після їхньої механічної обробки міститься 10^4–10^6 мікроорганізмів у 1 мл. Жоден із досліджених дезінфекційних засобів, створених на основі альдегідів хлору або амфотензидів, помітно не зменшує кількості мікроорганізмів у воді кондиціонерів. Крім того, спостерігалися випадки подразнення слизових оболонок повітрям від цих кондиціонерів. Ультрафіолетові опромінювачі, що були розміщені на шляху циркуляції води між насосом та очисною камерою, дозволяють зменшити кількість мікроорганізмів протягом кількох місяців у разі систематичного нагляду за технічним станом повітроочисників, підводних каналів і фільтрів.

Ультрафіолетові опромінювачі використовують для опромінення поверхні фільтра, вкритої пилом або чистої, для затримання мікроорганізмів із повітря в устаткуванні з турбулентною та звичайною вентиляцією. Для цього фільтр потрібно щоденно опромінювати протягом двох годин. Вентиляційне устаткування в цей час продовжує працювати.

Знезаражування ультрафіолетовим випромінюванням одягу, наприклад, халатів, розміщених у шлюзі, неефективне. В той же час за допомогою ультрафіолетових опромінювачів успішно зменшують обсіменіння мікроорганізмами журналів та іншої літератури у закладах охорони здоров'я, наприклад, у кімнатах очікування. Звичайно, опромінювати доводиться кожний аркуш, що забирає багато часу.

Ультрафіолетові опромінювачі завжди мають бути чистими, через те що шар пилу в них значно зменшує енергію випромінювання. Їх потрібно міняти після 76 000 годин роботи, тобто приблизно через 10 років після щоденної чотиригодинної роботи. Ультрафіолетовими опромінювачами з великим стажем роботи зменшити кількість мікроорганізмів у повітрі шляхом зменшення відстані від джерела випромінювання до опромінюваного об'єкта, звичайно, неможливо. Тому збільшити інтенсивність випромінювання у такому разі можна лише завдяки збільшенню тривалості опромінення або зміною опромінювача.

Щоб оцінити оздоровчу дію ультрафіолетового випромінювання, роблять посів мікроорганізмів повітря до і після опромінення, а потім визначають ступінь і коефіцієнт ефективності. Оздоровлення повітря вважається ефективним, якщо ступінь ефективності санації (на скільки відсотків зменшилася кількість мікроорганізмів у 1 $м^3$ повітря після ультрафіолетового опромінення) не менший за 80 %, а коефіцієнт ефективності санації, що показує, у скільки разів зменши-

лася кількість мікроорганізмів у 1 м^3 повітря, не менший від 5.

Бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання широко використовується для дезінфекції інструментів, посуду, іграшок, знезаражування води (рис. 8.5, рис. 8.6, рис. 8.7, рис. 8.8, рис. 8.9), харчових продуктів, інактивації вірусів під час виготовлення вакцин.

Рис. 8.5. Система знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням. Джерело фото: *process-cooling, com*

Сонячне ультрафіолетове випромінювання є надзвичайно важливим чинником самоочищення атмосферного повітря, води природних водойм.

8.6. Негативні наслідки гіперінсоляції людини та їх профілактика

Тривалий вплив ультрафіолетового випромінювання Сонця або штучних джерел у дозах, що значно перевищують порогову дозу еритемної опроміненості, спричинює опіки, дерматит, альтерацію, деградацію колагену, розвиток ерозій, виразок, доброякісних і недоброякісних пухлин (епідермоїдного та мезенхімального генезу) (табл. 8.9). Канцерогенну дію має ультрафіолетове випромінювання у ділянці 280–340 нм. Проте, якщо екрануючий ефект рогового шару епідермісу слабкий, канцерогенну активність виявляє також випромінювання з довжиною хвилі 365 нм.

Розвиток ракових пухлин можливий лише тоді, коли початкова еритемна доза більша за МЕД у 40 і більше разів і продовжує збільшуватися за межі пристосовності організму. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що підстав для небажаних наслідків від профілактичного ультрафіолетового опромінення немає.

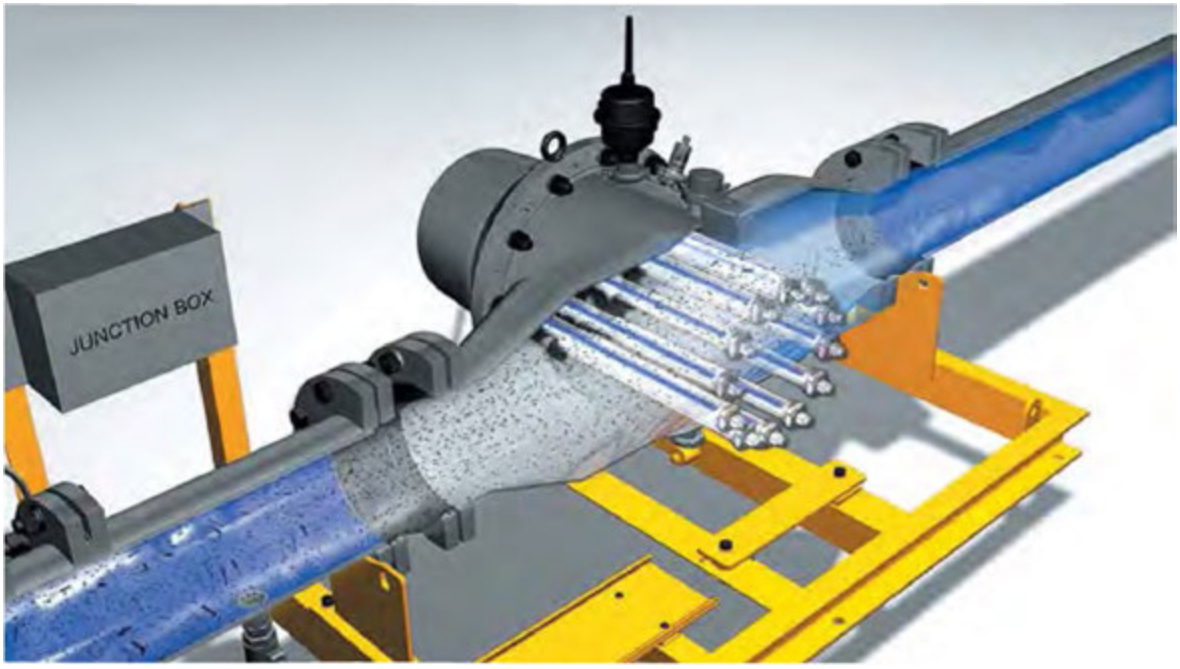


Рис. 8.6. Система знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням. Джерело фото: *docplayer.biz.tr*

Рис. 8.7. Система знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням. Джерело фото: *golden.ddl.pw*

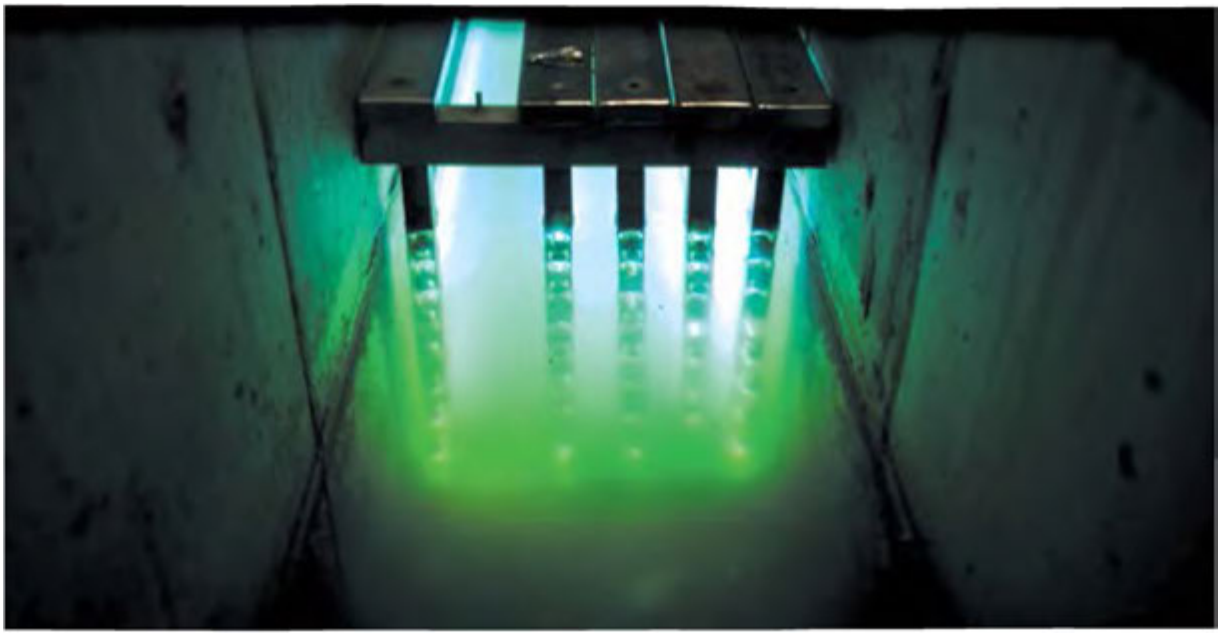


Рис. 8.8. Система знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням. Джерело фото: *mlive.com*

Рис. 8.9. Система знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням. Джерело фото: *kyst.no*

Таблиця 8.9. Патологічні реакції людини при переопроміненні складовими сонячного спектра

Вид випромінювання	Патологічні реакції при надлишковому опроміненні
Інфрачервоне	Сонячний удар, тепловий удар, опік при гострому переопроміненні; катаракта при хронічному переопроміненні
Видиме	Сонячний удар, засліплення, фотодерматит при гострому переопроміненні; фотодерматит, екзема, гіперкератоз, рак шкіри при хронічному переопроміненні
Ультрафіолетове	Ультрафіолетова еритема, фотоофтальмія, електроофтальмія, опік, фотодерматит, загострення хронічних захворювань при гострому переопроміненні; загострення хронічних захворювань, фотодерматит, екзема, гіперкератоз, рак шкіри при хронічному переопроміненні

Нині вважається, що онкогенез, зумовлений впливом ультрафіолетового випромінювання, має низку послідовних моментів, які є наслідком фотоушкоджень генетичного матеріалу. Встановлено, що помилкове відновлення ДНК може збільшувати частоту онкогенезу, спричинюючи зміни ДНК, що призводить до збільшення частоти хромосомних аберацій і мутацій, збільшуючи швидкість трансформації здорових клітин у ракові, сприяючи виявленню прихованих онкогенних вірусів, здатних потенціювати ріст ракових клітин. Помилки, що виникають під час відновлення ДНК на початковій стадії онкогенезу, видаються найбільш можливим механізмом, який призводить до утворення раку.

8.7. Гігієнічне значення сонячної радіації

Узагальнюючи викладене, можемо підсумувати велике гігієнічне значення сонячної радіації для планети Земля:

1. Корпускулярний потік "сонячного вітру" формує три радіаційні пояси навколо Землі.
2. Коливання "сонячного вітру" під час "активного Сонця" визначає збільшення активності магнітного поля Землі, тобто виникнення геомагнітних бур та імпульсів.

3. Інфрачервоні промені сонячної радіації забезпечують на планеті Земля такі кліматичні умови, у яких можливе життя.
4. Видимі промені сонячної радіації завдяки процесам фотосинтезу забезпечують утворення на планеті Земля кисню та поживних речовин (білки, жири, вуглеводи, вітаміни), необхідних для життя тварин та рослин.
5. Видимі промені сонячної радіації забезпечують людині 80 % інформації про навколишнє середовище.
6. Згідно з теорією академіка М. О. Опаріна, життя на планеті Земля виникло внаслідок поєднаної дій інфрачервоних, видимих та довгих ультрафіолетових променів сонячної радіації, скупчення мінеральних "коацерватів" у водному "бульйоні".
7. Довгі та середні ультрафіолетові промені сонячної радіації області А і В забезпечують біогенну дію на організм людини: пігментоутворюючу, загальностимулюючу та D-вітаміноутворюючу.
8. Короткі ультрафіолетові промені області С, рентгенівські та гамма-промені забезпечують абіогенну (абіотичну) біологічну дію на живі організми: бактерицидну, віруліцидну, канцерогенну, ембріотоксичну, тератогенну, фототоксичну, фотоалергічну, іонізуючу (променева хвороба) тощо.

9
РОЗДІЛ

ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПОГОДИ. ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ПРОФІЛАКТИКИ ГЕЛІОМЕТЕОТРОПНИХ РЕАКЦІЙ

Н. В. Мережкіна, В. Г. Бардов

У всі часи люди проявляли інтерес до погоди. Адже від неї залежало не тільки благополуччя, а й життя людини. Вплив погоди і клімату був різним: жорстким і драматичним – стихії руйнували житла, розмивали поля, знищували посіви. Люди проклинали бурі й урагани, які забирали сотні й тисячі людських життів, і насолоджувались теплом ранньої весни, благодатним літом, дякували природі за довгоочікувані дощі, вкрай необхідні посівам.

З глибокої давнини людина намагалась управляти погодою, вихваляючи та одночасно заклинаючи її. Всі примхи погоди відносили на промисел і злу волю богів.

Чаклуни первісних племен були посередниками між племенем і богами. Вони викликали дощ і намагались присмирити бурхливу стихію. Якщо після довгої посухи треба було викликати дощ, чаклун імітував дощ, розбризкуючи навколо себе воду, і навіть імітував завивання вітру. Існували й інші прийоми. І хоча зовні у різних племен вони були різноманітними, суть залишалась однією і тією ж. Наприклад, на рівній площадці в центрі поселення, де здійснювались ритуальні обряди, викопували яму. До неї садили яку-небудь священну тварину. Найчастіше це був собака. Тварину по голову закопували в землю. У вухо заливали гарячу воду або олію. Від болю бідна тварина починала вити. Бог дощу повинен був почути завивання бідолашної тварини, заплакати від жалю і рясно полити землю довгоочікуваними дощами.

У давніх народів були свої боги погоди. У греків це був Зевс, верховний бог Олімпу. Удар грому вважався знаком, який подає Зевс перед тим, як послати на Землю дощ. Під час виснажливої посухи греки приходили до акрополя і вимолювали у Зевса дощ. Римським "двійником" Зевса був бог Юпітер. Римляни поклонялись Юпітеру як богу дощу і грому. Боги дощу і грому були і в інших народів. У скандинавів це був Тор, у древніх слов'ян богом грому вважався Перун.

І здається, що людина повинна була б добре знати, як пристосуватися до погоди, передбачити і навіть змінити її. Однак це не так.

Про погоду люди судять не з книжок та підручників, а з власного досвіду – того, як вона впливає на їхнє повсякденне життя, як вони сприймають її примхи. Судження людей про погоду значною мірою відображають індивідуальні особливості реакції людини на стан зовнішнього середовища і часто є суб'єктивними. Час від часу погода цікавить практично всіх нас, вона – постійна тема для розмов, але знаємо ми про неї далеко не все.

9.1. Погода, визначення поняття

Природні чинники (погода і клімат), у яких відбувалося формування людини, постійно і різноманітно впливають на життя кожної людини і людства загалом.

Перші відомості про біотропну дію клімату і погоди на організм людини зустрічаються в древній літературі: від часів античної медицини (Гіппократ, Гален, Цельс) відомо, що виникнення, перебіг і кінець багатьох хвороб залежать від кліматопогодних впливів. Відомо також про використання кліматопогодних чинників з лікувальною і профілактичною метою. Гіппократ (IV ст. до н.е.) у "Трактаті про повітря, води та місцевості" писав: "Кожний, хто хоче лікувати, повинен насамперед розібратись у порах року і у погодах: яке явище та вплив має кожне з них, тому що вони не тільки не подібні одне на одне, а й відрізняються за впливом на хворого під час їхніх змін". Гіппократ здійснював регулярні метеорологічні спостереження, підтримував стосунки з метеорологами та астрономами. У своїх семи книгах про епідемічні хвороби він перед описом кожної нозологічної форми розглядав роль метеорологічних умов.

Древньогрецький лікар Діокл із Каристу (IV ст. до н.е.) ділив рік залежно від погодних умов на шість періодів, протягом кожного з яких має бути інший спосіб життя. Відомий ритор і лікар Древнього Риму Асклепій із Біфінії (II ст. до н.е.) вважав, що погодні умови слід враховувати під час кровопускання. Авл Корнелій Цельс (I ст. до н.е.) радив у випадку певних хвороб змінювати клімат, причому завжди на тепліший, а Гален (II ст. до н.е.) для лікування захворювань легень рекомендував використовувати клімат гір і пустель.

У середні віки та в епоху Відродження знання з біокліматології були розвинуті у Європі. Вже у деяких законодавствах IX ст. (фризькі закони) та XIII–XIV ст. (остфризькі закони) встановлювався значний штраф на людей, винних у тілесних ушкодженнях, якщо нанесені ними рани після загоєння залишали чутливі до погоди рубці. У працях П. Гогенгейма (Парацельса – XVI ст.), Т. Сіденхема (XVII ст.), К. Лейбніца (XVIII ст.), К. Гумбольдта, К. Гуфелянда, М. Шенляйна, С. П. Боткіна, П. Аккермана, М. Петтенкофера, (XIX ст.), Д. Міссенара, П. Дорно, О. Л. Чижевського, М. Петтерсена, П. де Руддера, М. М. Вороніна, Д. Ассмана, Г. П. Данишевського, Б. В. Богуцького, М. О. Гаврикова (XX ст.) містяться відомості про вплив погоди і клімату на перебіг соматичних та епідемічних хвороб людини.

Останнім часом медична наука і практика все частіше звертають увагу на різні аспекти екології людини, в тому числі й на природні чинники, такі як погода і клімат. Відокремилися спеціальні науки: медична географія, біокліматологія, біометеорологія, геліобіологія, курортологія тощо. Зрозуміло, що використання даних цих наук у медичній практиці надасть ефективну допомогу під час лікування та профілактики серцево-судинних, нервових, респіраторних, інфекційних та інших захворювань.

Погода – це сукупність фізичних та хімічних властивостей приземного шару атмосфери за відносно короткий проміжок часу (години, дні, тижні).

Отже, погода – явище змінне.

9.2. Погодоформуючі фактори навколишнього середовища

Погода розглядається як цілісне природне явище, яке формується внаслідок взаємозв'язку природних та антропогенних чинників. *Природними чинниками*, що формують погоду, є сонячне випромінювання, підстилаюча поверхня, циркуляція повітряних мас та океанічна циркуляція. Певну роль у формуванні погоди відіграють *антропогенні чинники*: забруднення атмосфери, знищення лісів, створення штучних водойм, меліорація, іригація тощо.

9.3. Погодохарактеризуючі фактори

Погода характеризується комплексом явищ і чинників, серед яких можна виділити такі:

1. **Геліофізичні:**
   - *Інтенсивність сонячної радіації:*
     - сумарна та еритемна УФ-радіація;
     - тривалість сонячного сяйва.
   - *Сонячна активність:*
     - сонячні плями;
     - активні області;
     - хромосферні спалахи;
     - іонізуюче випромінювання.
2. **Геліофізичні:**
   - напруженість геомагнітного поля;
   - геомагнітна активність;
   - геомагнітні бурі та імпульси.
3. **Електричний стан атмосфери:**
   - напруженість електричного поля атмосфери;
   - електропровідність повітря;
   - атмосферна іонізація;
   - електромагнітні коливання (атмосферики).
4. **Метеорологічні:**
   - температура повітря;
   - вологість повітря;
   - атмосферний тиск;
   - швидкість та напрямок вітру.
5. **Синоптичні:**
   - хмарність;
   - опади.
6. **Хімічний склад приземного шару атмосфери:**
   - концентрація кисню;
   - концентрація вуглекислого газу;
   - концентрація атмосферних забруднювачів.

9.4. Загальна схема формування погоди на планеті Земля

Сонячна енергія, що досягає Землі, розподіляється таким чином: близько 19% поглинається під час проходження через атмосферу, близько 34% відбивається

назад у космічний простір від верхньої поверхні хмар і земної поверхні, 47 %, що залишаються (після деякого розсіювання), поглинаються земною поверхнею і перетворюються на тепло (рис. 9.1). Таким чином, п'ята частина сонячної енергії безпосередньо нагріває атмосферу, однак більша частина енергії, що нагріває атмосферу, надходить від нагрітої земної поверхні.

Нагрівання атмосфери відбувається у різних ділянках земної кулі нерівномірно залежно від географічної широти: чим більша відстань від екватора до полюса, тим більший кут нахилу сонячного випромінювання до площини земної поверхні, а отже, і менша кількість енергії надходить на одиницю площини, менше нагріваючи її. Нагрівання атмосфери залежить також від характеру підстилаючої поверхні: вода океанів чи морів, чи материковий ґрунт, голий ґрунт, ґрунт, вкритий зеленню, чи снігова поверхня полярних областей рельєфу місцевості та інших чинників.

Такий розподіл сонячної теплової енергії призвів до того, що на екваторі Землі утворився пояс дуже нагрітої поверхні, а на полюсах – дуже охолодженої. Якби тепло не рухалося (з водою і повітряними масами) від екватора до північних широт, температура взимку біля поверхні Землі становила б на полюсах -90 °С. Значно холодніше було б і у помірних широтах. Випаровування, що зросло на 1/3, і виділення тепла під час конденсації, що зросло у такій самій мірі, перетворили б екватор на зону сильних гроз, тропічних злив та ураганів. Однак завдяки потужним морським і повітряним течіям відбувається перерозподіл екваторіального тепла по земній поверхні. Під впливом пасатів вода рухається вздовж екватора, утворюючи Екваторіальну океанічну течію. Вона, рухаючись від західних берегів Африки, несе воду до східних берегів Америки, звідки розходиться у вигляді двох відгалужень: Гольфстріму, що рухається на північний схід, і Південноамериканського, що тягнеться вздовж берегів Південної Америки. У Тихому океані на шляху Екваторіальної течії зустрічаються тільки півострови Азії та Зондський архіпелаг, тому потужним є північне

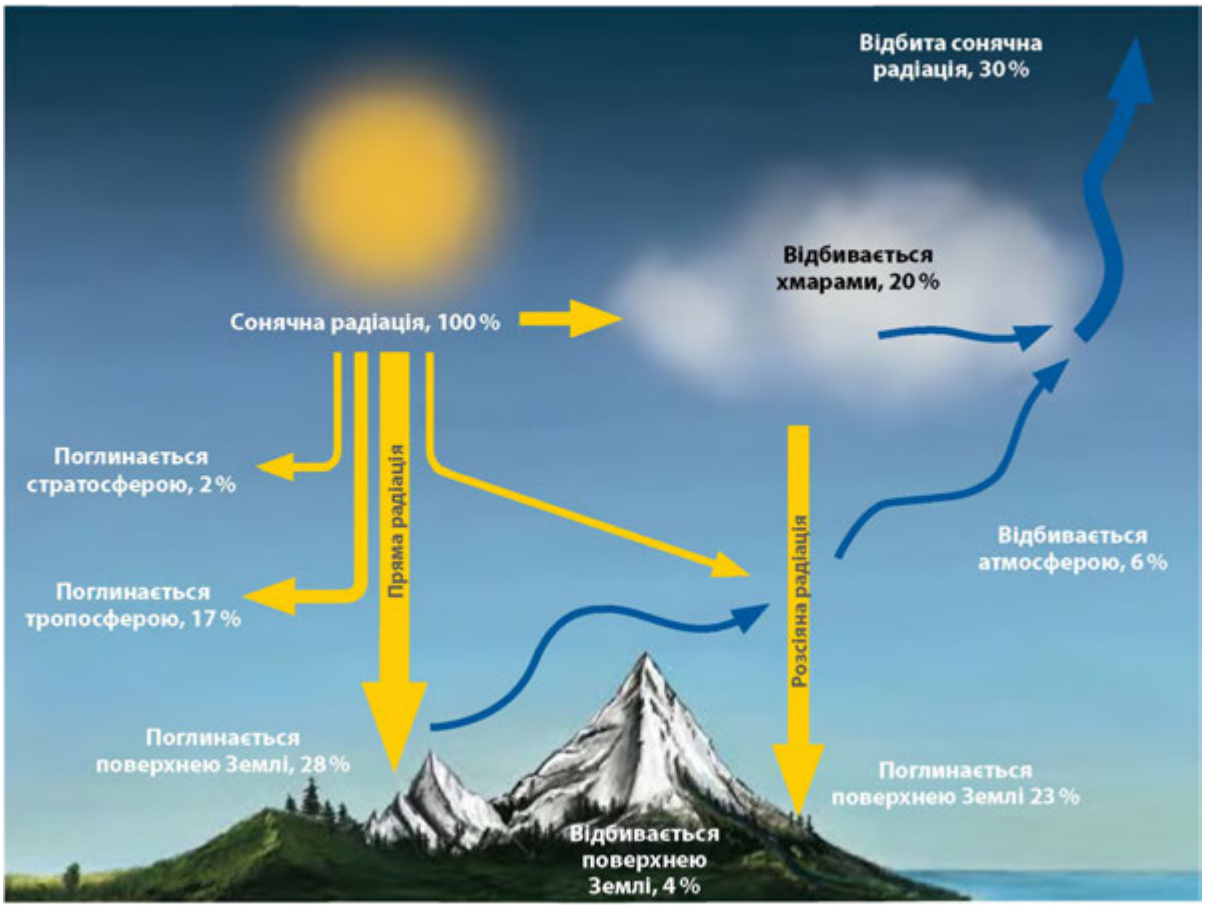


Рис. 9.1. Розподіл сонячної радіації між Землею та атмосферою

відгалуження – течія Куросіо. Існують також холодні течії (Лабрадорська).

Океанічні течії мають істотний вплив на формування клімату та погоди практично в усіх точках земної кулі.

Не менш важливе значення має планетарна атмосферна циркуляція, що набагато складніша від океанічної. На екватор сонячного тепла надходить найбільше. Тут поверхня суходолу та океану нагрівається сильніше, ніж в інших широтах. На полюсах, внаслідок малого припливу сонячного тепла та значного його відбиття сніговими та льодовими полями, повітря найхолодніше.

Особливості розподілу температури в тропосфері спричинюють те, що в її нижніх шарах біля екватора утворюється ділянка низького тиску, а біля полюсів – високого, в той час як у вищих шарах тропосфери розподіл тиску обернений. У зв'язку з цим у високих шарах тропосфери атмосферний тиск значно змінюється в напрямку від екватора до полюсів, а найбільше – у широтах помірного клімату.

Якби Земля була нерухома, повітря у верхній тропосфері прямувало б до полюсів, а у нижній – поверталося б назад до екватора. Між екватором і полюсами виникла б замкнена циркуляція. Проте сила обертання Землі, що називається силою Каріоліса, у північній півкулі відхиляє повітряні маси на схід, і вже приблизно на широті 30° південний вітер змінює напрямок і стає західним. На ділянці між 30° і 40° північної широти повітряні маси знижуються і утворюють субтропічну зону високого тиску.

Градієнт атмосферного тиску, що збільшується через це у нижніх шарах тропосфери, між субтропіками та екватором спричинює виникнення спрямованого до екватора повітряного потоку, на який також впливає відхиляюча сила обертання Землі. Так, у північній півкулі утворюється повітряна течія північно-східного і східного напрямків – північно-східний пасат. Цей пасат разом із силою Каріоліса і зумовлює океанічні течії, про які згадувалося раніше. Між субтропіками та екватором утворюється замкнена регіональна циркуляція, що називається також пасатною.

Між субтропічною зоною та полярною ділянкою високого тиску, утвореною холодним повітрям, у помірних широтах з'являється зона низького тиску (барична депресія). Як від полюса, так і від субтропіків тиск у напрямку до помірних широт зменшується. Тому маси субтропічного повітря спрямовуються до помірних широт, і під впливом відхиляючої сили обертання Землі між 40° і 60° північної широти виникає чітко сформована зона західних вітрів.

Маси повітря, що проникають у помірні широти північної півкулі з полярного басейну, також відхиляються і з'являються між 65 та 70° північної широти вже у вигляді північно-східних і навіть східних вітрів. У помірних широтах маси повітря, що надходять сюди, піднімаються у високі шари тропосфери, де пересуваються у зворотному напрямку частково до полярної зони високого тиску, частково до субтропічної. Таким чином виникають дві замкнені циркуляції – полярна та циркуляція помірних широт.

Різні замкнені циркуляції, стикаючись одна з одною більш-менш тісно, утворюють загальну циркуляцію, що називається планетарною циркуляцією (рис. 9.2). У високих шарах атмосфери загальна циркуляція має досить складну структуру. Однак наведена схема достатня для розуміння метеорологічних процесів, що будуть описані далі.

9.5. Повітряні маси. Атмосферні фронти, циклони, антициклони

Атмосфера складається з окремих повітряних мас, які являють собою частину приземного шару атмосфери і простягаються над територією площею в десятки, сотні і більше квадратних кілометрів. Кожній повітряній масі притаманні характерні для неї поєднання метеорологічних умов. За певних умов радіації над однорідною підстилаючою поверхнею формуються повітряні маси з певними властивостями: температурою, вологістю, тиском тощо. Ці властивості швидко змінюються на межі двох різних повітряних мас. Відповідно бувають теплі й холодні, сухі та вологі, морські й континентальні повітряні маси. Так, за чотирма основними географічними зонами їхнього формування розрізняють такі *повітряні маси:* арктичні, помірних широт, тропічні та екваторіальні. Крім того, виділяють також морські та континентальні повітряні маси залежно від того, де вони утворюються – над морем чи суходолом.

Внаслідок нерівномірності нагрівання різних ділянок поверхні води і суходолу, особливостей рельєфу, обертання Землі та інших чинників повітряні маси постійно переміщуються; змінюючи повітряні маси, які раніше були над даною територією, вони викликають зміну погоди.

Північні повітряні маси у будь-яку пору року холодні та сухі, тропічні – теплі й вологі. Морські повітряні маси влітку здаються прохолодними, взимку – порівняно теплими, м'якими, але завжди з високою

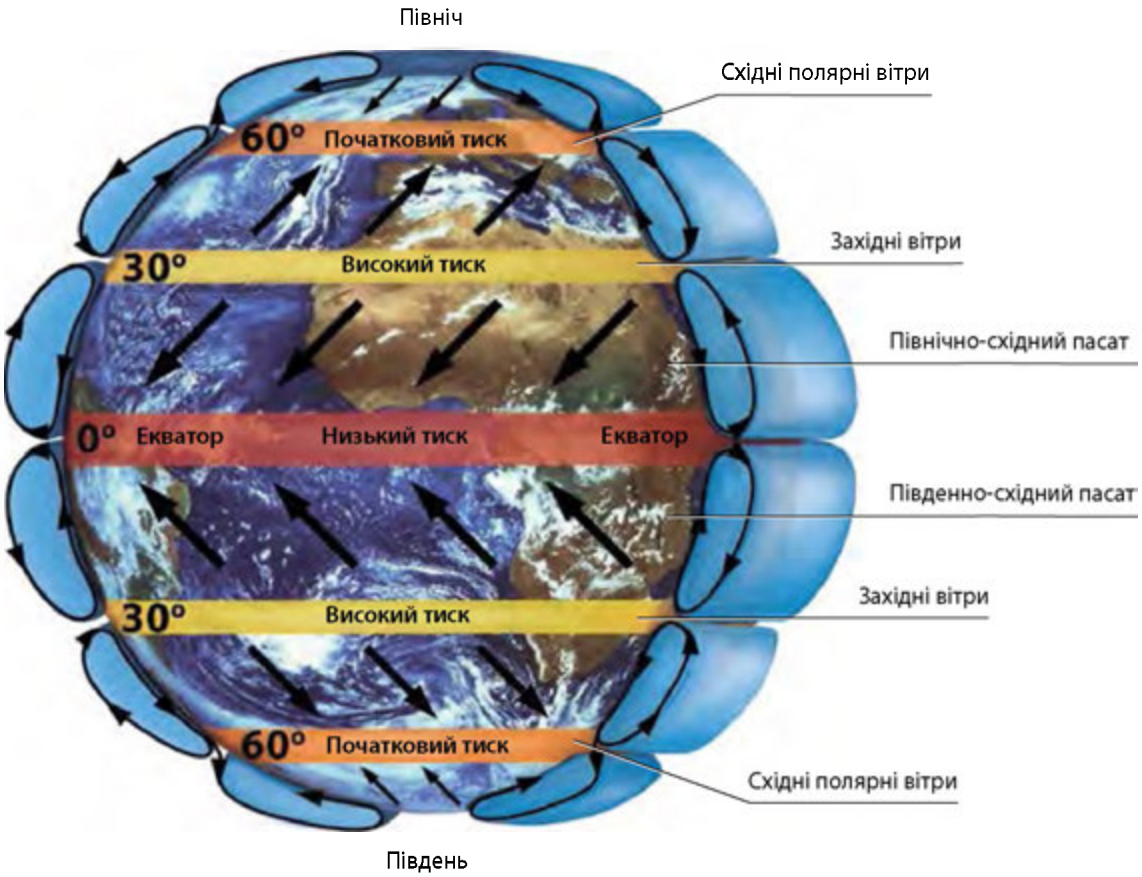


Рис. 9.2. Схематичне зображення загальної циркуляції атмосфери Землі

вологістю. У континентальному повітрі співвідношення протилежні. Змінюється також газовий склад повітряних мас. Північне повітря надзвичайно чисте, тропічне містить багато твердих часток, у тому числі й важких. У морському повітрі є йод, інші мінеральні речовини, у континентальному – неорганічні та органічні домішки, що надходять у повітря з неосяжних степових просторів.

Повітряні маси змінюються в середньому кожні чотири дні, але можуть змінюватися й протягом тижня (зимове континентальне повітря). Континентальні повітряні маси переважають взимку, морські – влітку.

Найшвидша зміна погодної ситуації з різкою зміною параметрів метеорологічних елементів протягом доби спостерігається внаслідок проходження **фронту** – граничного шару між двома різними за своїми властивостями повітряними масами. Поверхня фронту завжди нахилена, тут різко змінюються температури, вітер, вологість і тиск. Там, де фронтальна поверхня перетинається з земною поверхнею, проходить лінія фронту. Швидкість руху фронту може сягати 60 км/год. Накопичено багато даних, які дозволяють розглядати погоду фронтального типу як сильний фізіологічний подразник.

Розрізняють теплі, холодні фронти та фронт оклюзії (рис. 9.3).

Якщо лінія фронту рухається в бік холодного повітря, що відступає у вигляді клину і звільняє місце для теплого повітря, яке, у свою чергу, піднімається вверх по схилу холодного повітря, такий фронт називають теплим. При висхідних потоках теплого повітря відбувається його адіабатичне охолодження, конденсація пари, що міститься у вологому теплому повітрі, та утворюються хмари: перисті, перистошаруваті, високошаруваті та шарувато-дощові. З останніх ще перед фронтом випадає дощ, який іде тривалий час і триває після проходження фронту, поки спостерігається рух угору. Потім дощ припиняється, і хмари розсіюються. Температура за фронтом підвищується, вітер змінює напрямок із південного та південно-східного, який він мав перед фронтом, на південно-західний і західний.

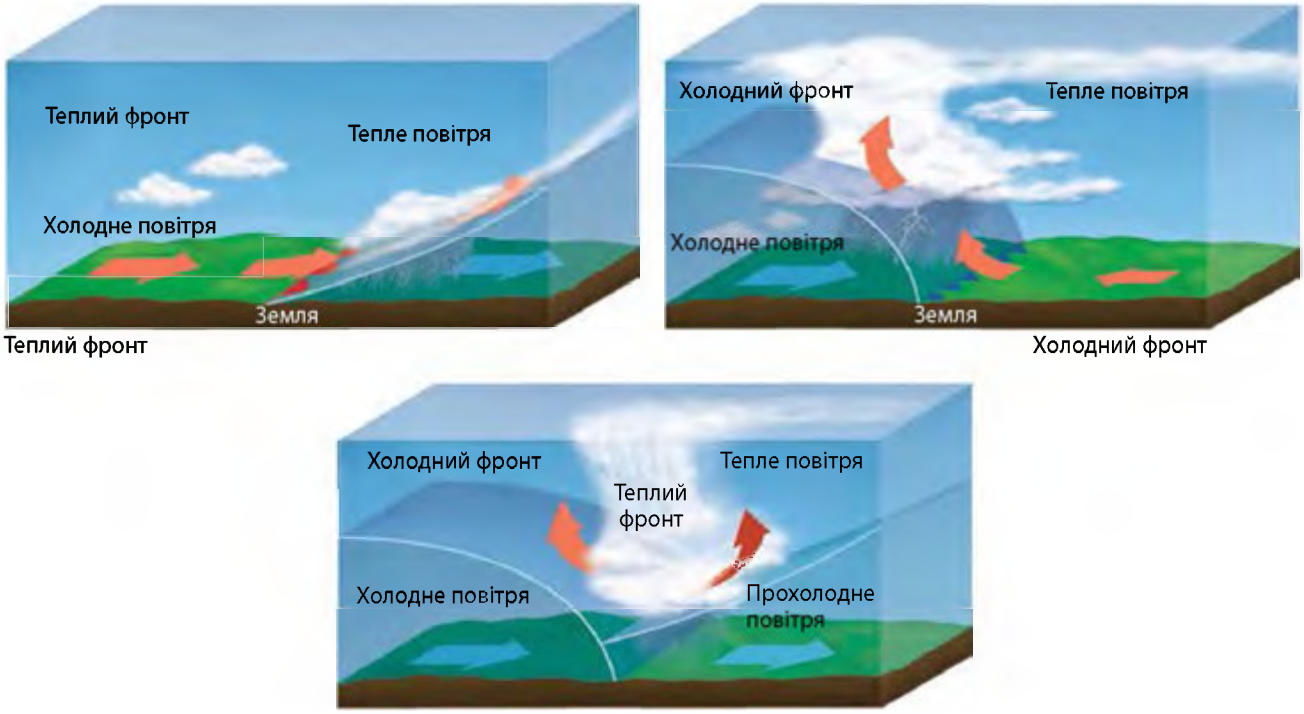


Рис. 9.3. Типи атмосферних фронтів

Якщо лінія фронту зміщується в бік теплого повітря, виникає тупий клин холодного повітря, перед яким відступає і пересувається догори тепле повітря, фронт називається холодним.

У зоні холодного фронту холодне повітря підтікає під тепле і витискує його вгору під гострішим кутом. На цьому фронті висхідні потоки значно потужніші, тут утворюються купчасто-дощові хмари з інтенсивними опадами і грозами, за якими йдуть шарувато-дощові хмари з опадами меншої активності, а потім високошаруваті і перисто-шаруваті хмари без опадів.

Оскільки холодний фронт рухається швидше від теплого, він може наблизитися до останнього і навіть наздогнати його. За цим тепле повітря витискується вгору, де й розтікається. Так утворюється *фронт оклюзії*.

У тропосфері постійно проходить боротьба теплих і холодних течій. Проходження фронту і зміна повітряних мас зазвичай поєднується з формуванням одного з двох основних типів синоптичних станів атмосфери – циклону або антициклону.

Циклон – ділянка зниженого атмосферного тиску, що в діаметрі дорівнює 2–3 тис. км, яка знижується від периферії до центру і вгору від поверхні Землі. Циркуляція повітряних потоків, тобто вітрів, у циклоні відбувається проти годинникової стрілки у північній півкулі (рис. 9.4) та за годинниковою стрілкою у південній (рис. 9.5) півкулі Землі. Погода у сфері дії циклону досить нестійка, з великими перепадами температури, тиску, підвищеною вологістю повітря, опадами, великою електропровідністю повітря та зменшенням градієнта потенціалу електричного поля Землі. Наплив циклону викликає потепління, спад барометричного тиску, збільшення хмарності, опадів. Після проходження циклону зливи припиняються, атмосферний тиск підвищується, настає похолодання і прояснення. Циклони, які проходять над центральною Європою, найчастіше оклюзійні.

У тропічних ділянках утворюються свої типи циклонів, що мають вигляд дуже глибоких атмосферних заглибин діаметром від 80 до 500 км. Тропічний циклон виникає у тропіках над океанами і приносить штормову, найгіршу погоду, яка тільки можлива на Землі. Тропічний шторм називається ураганом у західній Індії та південній частині США, циклоном – в Індійському океані, тайфуном – у Китайському морі, бегвіз – на Філліпінах та віллі-віллі – у північній частині Австралії. Швидкість тропічних циклонів може перевищувати 120 м/с. Більшість із них спричинюють значні повені та руйнування. Синоптики називають тропічні циклони іменами: Бетсі, Карел, Хазель, Елізабет та ін. (рис. 9.6).

Рис. 9.4. Фото циклону із супутника у північній півкулі Землі. Джерело фото: *nasa.gov*

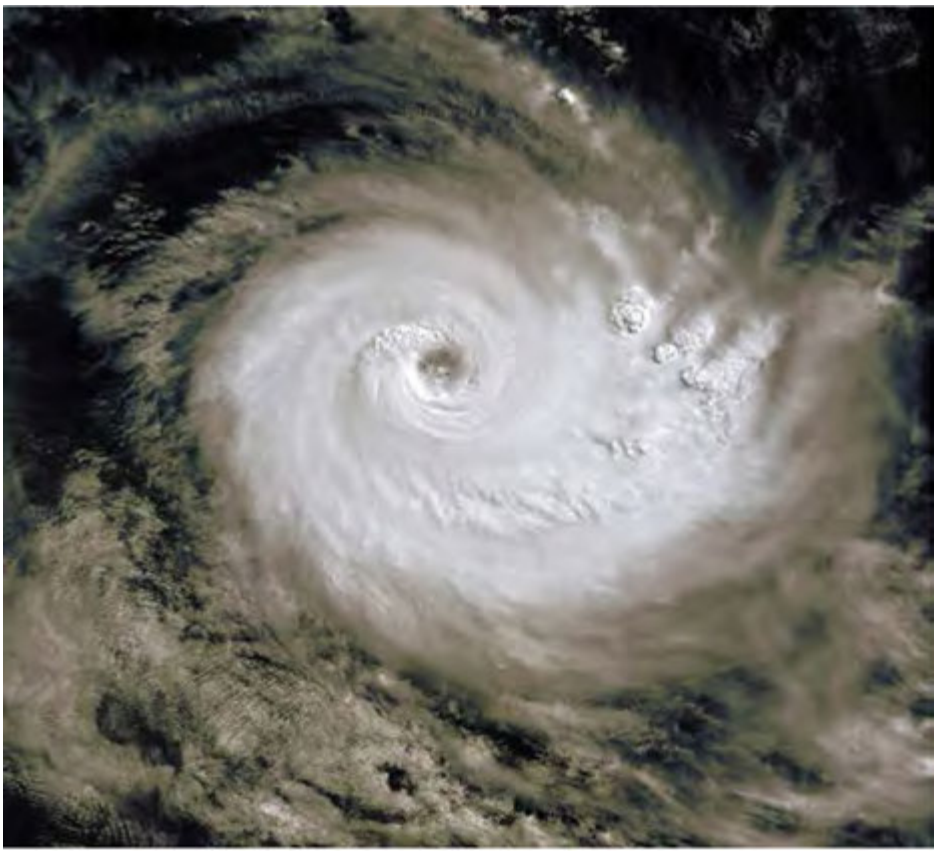


Рис. 9.5. Фото циклону із супутника у південній півкулі Землі. Джерело фото: *nasa.gov*

Рис. 9.6. Наслідки тропічного циклону. Джерело фото: *wikimedia.org*

Смерч (від давньоруського *"смьрчь"*, торнадо від ісп. *"tornar"* – вертіти, крутити, "хмара" або тромб від франц. *"tromb"* – труба) – атмосферне явище, що є стрімким вихором діаметром до 50 км і висотою до 10 км. Він витягується від купчасто-дощової хмари до поверхні води або землі. Смерчі можуть бути різної форми – колона, конус, келих, бочка, бичеподібна мотузка, пісковий годинник, "роги диявола" тощо, але найчастіше вони мають форму обертового хобота, труби або лійки, що звисає з материнської хмари.

Виникнення смерчів пов'язане з локальною неоднорідністю атмосфери, зіткненням неоднорідних за вологістю й температурою повітряних мас, теплих (внизу) і холодних (угорі) шарів повітря та сильним боковим вітром під час грозової погоди.

Понижений тиск усередині смерчів створює "ефект насоса", тобто всмоктування навколишнього повітря, води, пилу, предметів, людей і тварин усередину воронки (рис. 9.7). Цей самий ефект призводить до зривання дахів і руйнування будинків, що потрапляють у середину смерчу. Смерчі часто наносять втрати інфраструктурі міських поселень (можуть переносити з місця на місце навіть великі предмети, автомобілі) (рис. 9.8).

Смерчі часто утворюються на тропосферних фронтах – границях розділу в нижньому 10-кілометровому шарі атмосфери, які відокремлюють повітряні маси з різними швидкостями вітру, температурою та вологістю повітря. В області холодного фронту атмосфера є особливо нестійкою і формує у материнській хмарі смерчу та нижче від неї безліч турбулентних вихорів, що швидко обертаються.

Грози бувають у більшій частині земної кулі, за винятком регіонів з субарктичним і арктичним кліматом, проте смерчі можуть супроводжувати тільки ті грози, які знаходяться на стику атмосферних фронтів.

Найбільша кількість смерчів фіксується на північноамериканському континенті, особливо в центральних штатах США, менше – в східних штатах США.

Другим регіоном земної кулі, де виникають умови для формування смерчів, є Європа.

Таким чином, смерчі в основному спостерігаються в помірних поясах обох півкуль, приблизно з 60-ї паралелі по 45 паралель в Європі і по 30 паралель у США. Також смерчі фіксуються на сході Аргентини, ПАР, заході і сході Австралії та ряду інших регіонів, де також можуть бути умови зіткнення атмосферних фронтів.

Рис. 9.7. Смерч (торнадо) з материнською хмарою. Джерело фото: *scmp.com*

Рис. 9.8. Руйнування по маршруту проходження торнадо. Джерело фото: *dailybeast.com*

Найбільша кількість смерчів, 148 за одну добу, пройшла 3–4 квітня 1974 року над південними штатами США.

Найбільша швидкість переміщення смерчів була зафіксована 2 квітня 1958 року поблизу Вічита-Фолс, Техас. Вона становила 450 км/год.

Найвищу швидкість вітру біля поверхні Землі було зареєстровано під час смерчу у США, що пронісся територіями Оклахоми і Канзасу 3 травня 1999 року – 511 км/год.

Найбільші смерчі за всю історію спостережень виникали у штаті Оклахома (США) під час серії торнадо у другій половині травня 2013 року.

Швидкість руху повітря в стінках торнадо може перевищувати швидкість звуку (1300 км/год), а тиск у самому центрі може знижуватися навіть до 500 мм рт. ст. і нижче.

Найтриваліше торнадо було зафіксоване 26 травня 1917 р. у США, де Меттунський торнадо (смерч) пройшовся по території США в 500 км за 7 годин 20 хвилин, в результаті чого загинули 110 осіб.

Найсильніші смерчі були зафіксовані на Британських островах у Лондоні, 14 грудня 1810 року в Портсмуті.

Смерч у місті Шатурш у Бангладеш 26 квітня 1989 року потрапив у книгу рекордів Гіннеса як найтрагічніший за всю історію людства. Жителі цього міста, отримавши попередження про те, що насувається смерч, зігнорували його. В результаті – загинуло 1300 осіб.

В Україні: 26 травня1948 року над селами Білогорівка та Берестове Донецької області промчав смерч, діаметр якого в основі становив близько 30 м. Смерч обрушився на пасажирський потяг та скинув 7 вагонів із полотна залізниці.

11 травня 2016 року було зафіксовано торнадо між селами Плотича та Івачів Долішній, а також на околицях Тернополя.

Антициклони – область підвищеного атмосферного тиску діаметром 5–6 тис. км, у якій горизонтальна циркуляція повітряних потоків спрямована найчастіше за годинниковою стрілкою у північній півкулі, а у південній – навпаки. Вертикальний потік повітря в антициклоні відбувається від центру до периферії і зверху вниз (рис. 9.9, рис. 9.10).

Антициклони найчастіше приносять із собою ясну погоду, йдуть перед кожною серією циклонів. Розтікання повітря в антициклоні зумовлює прояснення між циклонами. Через те що взимку земна поверхня дуже охолоджується, а низхідні потоки теплого повітря не можуть потрапити до Землі, у центрі стабільної зони високого тиску температура повітря може бути надзвичайно низькою. Влітку, навпаки, тепле повітря частково опускається до самої Землі і через сильний приплив сонячного випромінювання стає ще теплішим. В обох випадках ясну погоду забезпечує низхідне повітря.

Влітку антициклони зумовлюють періоди з гарною теплою і навіть спекотною погодою, а також короткочасні зливи, інколи дуже сильні, з градом і громом. Взимку вони приносять ясну, морозну погоду або холодну хмарну із снігопадами, тривалим радіаційним туманом. Зв'язок між високим атмосферним тиском і гарною погодою (якщо вірити традиційному барометру) спостерігається далеко не завжди. Антициклони забезпечують стійку, але не обов'язково приємну та ясну погоду. У центрі сформованого антициклону погода буде безвітряною, стійкий штиль.

Крім атмосферних фронтів, циклонів, антициклонів, до основних термобаричних процесів також відносяться мусони і пасати.

Мусон – це вітер, який переважає в багатьох тропічних районах, виникає на берегах морів і океанів внаслідок постійної різниці температур на материках і океанах (рис. 9.11).

Пасати – це вітри, що виникають в районі екватора, де вертикальні течії повітря рухаються з північного сходу на південний захід, захоплюючи відстань від 30–35° широти і до самого екватора.

9.6. Прямий вплив погоди на організм людини

Погода впливає на фізіологічний стан людини прямо й опосередковано. Безпосередній вплив здійснюється шляхом дії на теплообмін людини через окремі метеорологічні фактори або їх поєднання. Спекотна безвітряна погода з високою вологістю повітря спричинює напруження терморегуляційних механізмів, інші фізіологічні зміни і може призвести до перегрівання організму. Відносно низька температура, висока вологість повітря, сильний вітер можуть сприяти збільшенню застудних хвороб, розвитку пневмонії, ангіни, гострих запальних захворювань нирок, хвороб периферичної нервової системи тощо. У разі поєднання метеорологічних чинників, що спричинюють переохолодження (сильні морози з вітряною погодою або порівняно низька температура повітря та сирість), можуть виникати відмороження, причо-

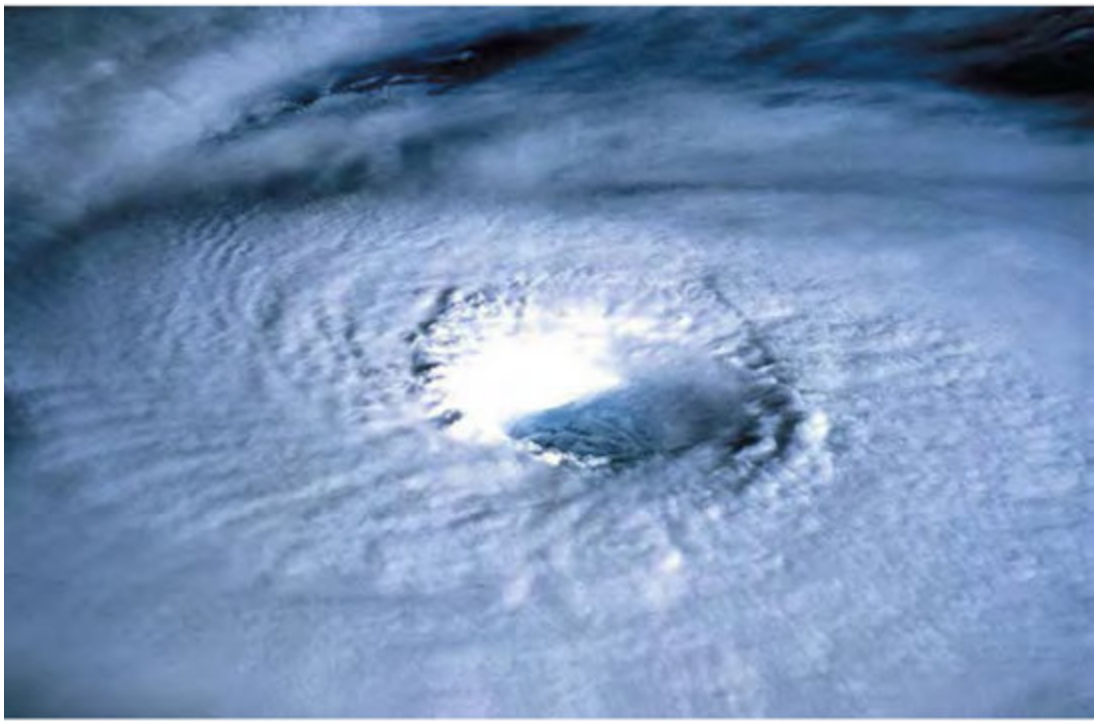


Рис. 9.9. Фото антициклону із супутника. Джерело фото: *nasa.gov*

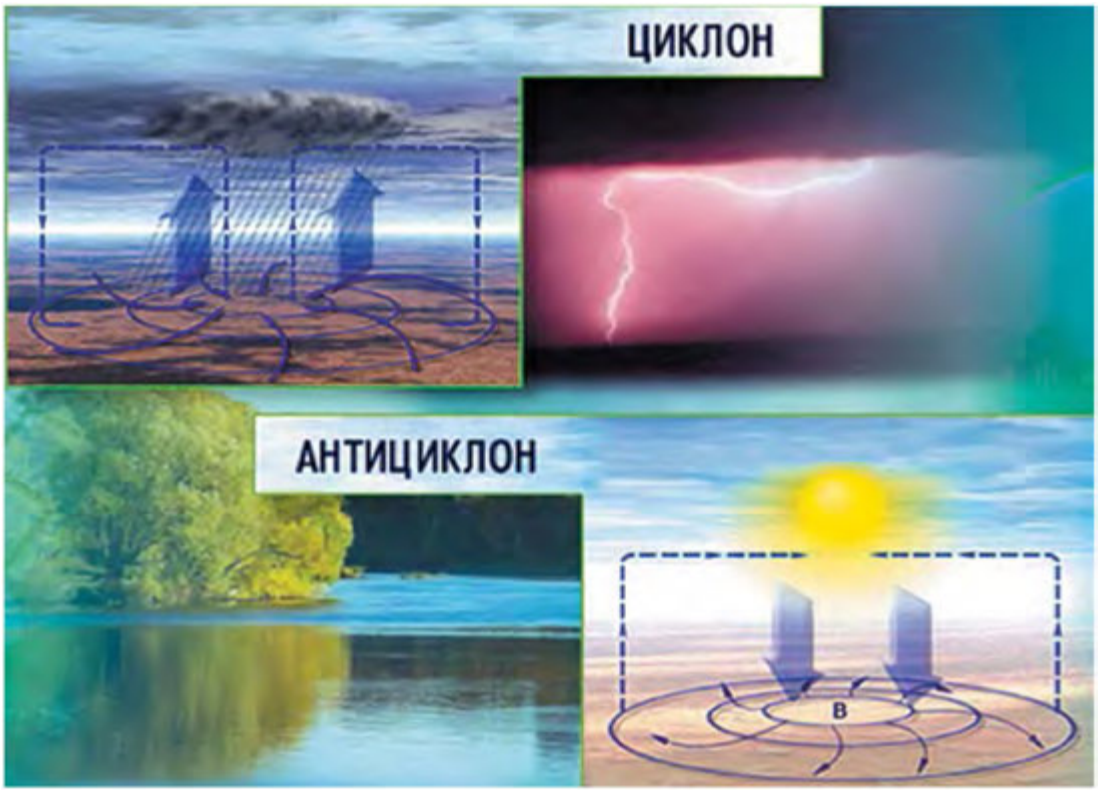


Рис. 9.10. Порівняльна характеристика циклону й антициклону

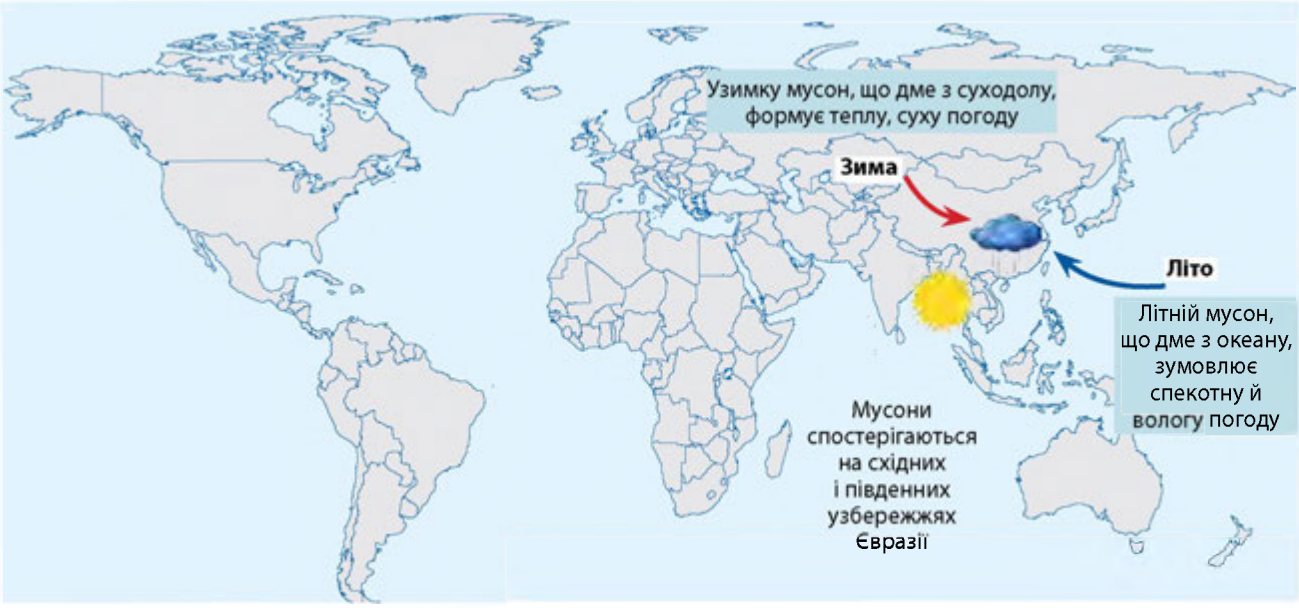


Рис. 9.11. Формування мусонів

му поєднання низької температури повітря з сирістю призводить переважно до відмороження нижніх кінцівок.

Погодні умови мають значення в епідеміології інфекційних захворювань. Наприклад, у спекотні дні створюються умови, що сприяють виникненню харчових отруєнь мікробного походження (токсикоінфекції, токсикози).

9.7. Опосередкований вплив погоди на здоров'я через спотворення динаміки атмосферних забруднень. Смог

Гігієнічне значення погоди не обмежується її впливом на здоров'я людини, що проявляється більш-менш тяжкими геліометеотропними реакціями. Вона може також впливати опосередковано через інші несприятливі чинники навколишнього середовища. Наочним прикладом цього може бути *феномен температурної інверсії.*

За звичайних умов у міру віддалення від поверхні Землі температура повітря знижується. З підняттям на 100 м вгору температура повітря знижується на 0,7 °С. В разі стійкого антициклону, внаслідок переміщення вертикальних струменів холодного повітря можливе викривлення температури таким чином, що з наближенням до поверхні Землі вона не підвищуватиметься, а буде знижуватися. Таке викривлення атмосферної циркулярної досить негативно відбивається на динаміці поширення атмосферних забруднень. Відомо багато випадків, коли інтенсивні викиди промислових підприємств у безвітряну погоду з температурною інверсією майже не розсіювалися в океані атмосфери (самоочищення атмосфери), а притискались до поверхні Землі. Через це у населених пунктах, що були розташовані близько до джерел забруднення й опинились у центрі антициклону, виникав токсичний туман – так званий смог, який спричинював виникнення масових захворювань органів дихання, кровообігу, різке збільшення летальності (Лондон, Лос-Анджелес, Нью-Йорк, Токіо).

Смог – це отруйна суміш диму і газових відходів хімічних підприємств з туманом або не менш отруйна суміш продуктів згоряння палива у двигунах транспорту і котельнях промисловості з пилом та іншими видами забруднень повітря міста без туману. Виділяють наступні види смогу:

1. Вологий смог лондонського типу (рис. 4.23–4.25, рис. 9.12).
2. Фотохімічний смог лос-анджелеського типу (рис. 4.26–4.28, рис. 9.13).
3. Крижаний смог аляскинського типу (рис. 4.34, рис. 9.15).
4. Вулканічний смог (рис. 4.29–4.33, рис. 9.14).
5. Смог лісових пожеж (рис. 4.35, рис. 4.36).
6. Хімічний сільськогосподарський смог (рис. 4.9).

Рис. 9.12. Лондонський смог. Джерело фото: *bakclass.com*

Рис. 9.13. Фотохімічний смог. Джерело фото: *senate.ca.gov*

Рис. 9.14. Вулканічний смог. Джерело фото: *independent.ie*

Рис. 9.15. Льодовий смог. Джерело фото: *termos.bg*

Промисловий смог домінує у великих індустріальних районах і є результатом неповного згоряння рідкого і твердого палива. Фотохімічний смог виникає у місцях накопичення автотранспорту при дії сонячного світла, яке активує фотохімічні реакції у вихлопних газах.

Промисловий і фотохімічний смоги ушкоджують респіраторний епітелій, сприяють запаленню бронхів, рефлекторному бронхоспазму, полегшують проникнення алергенів у дихальні шляхи, прискорюють процес руйнування сурфактанту. Дослідження показали, що в містах, які розташовані в зоні сильного індустріального забруднення, більше розповсюджений хронічний бронхіт. А у містах з вираженим забрудненням повітря автомобільними вихлопами – бронхіальна астма.

Інтерес до подібних явищ відомий давно. Ще у 1909 та 1912 роках Чалмерс описав випадки токсичного туману у м. Глазго. В цей час були зареєстровані надзвичайно високі рівні смертності мешканців міста від хвороб серцево-судинної та дихальної систем. Смог може бути причиною масової загибелі людей, передусім осіб похилого віку та хворих на хронічні неспецифічні захворювання легень. В Англії у Лондоні під час смогу протягом 2 тижнів у 1952 році померло понад 4000 людей. У наступні роки й особливо сьогодні, смоги спостерігаються у багатьох країнах світу.

Вони є сигналом того, що рівні забруднення повітря в містах можуть сягати такої межі, перевищення якої може чинити досить шкідливу дію на здоров'я населення.

Велике гігієнічне значення мають і такі погодоутворюючі чинники, як напрямок і швидкість вітру. З ними пов'язані інтенсивність і характер поширення шуму та аерозабруднень – пилу, диму, газів.

Похмура і хмарна погода різко (на 40–70% і більше) знижує інтенсивність ультрафіолетового випромінювання. Підвищена вологість повітря посилює негативні наслідки забруднення повітря, наприклад, сприяючи переходу оксидів сірки в аерозоль сірчаної кислоти, оксидів азоту – в азотної.

Все вищезазначене обґрунтовує актуальність і принципову можливість передбачення динаміки атмосферних забруднень, спираючись на метеосиноптичний прогноз із наступним використанням прогнозу забруднення атмосфери в тому чи іншому населеному пункті для проведення відповідних профілактичних заходів.

Несприятливі температурні умови (висока або дуже низька температура) погіршують умови праці на відкритих майданчиках, наприклад, робітників-будівельників, монтажників, лісорубів та ін.

Отже, погодні умови можуть чинити досить значний, іноді негативний вплив на здоров'я людини, її працю, побут і відпочинок. Тому їх треба враховувати під час планування і здійснення профілактичних заходів. Зокрема, перед медичними працівниками стоїть важливе завдання – розробити критерії та систему медичного прогнозування погоди і наступної профілактики геліометеотропних реакцій.

9.8. Опосередкований вплив погоди на здоров'я через спотворення біологічних ритмів людини

Опосередкований вплив погоди на організм людини зумовлений насамперед дією так званих аперіодичних змін погодної обстановки, що вступають у протиріччя зі звичними для людини ритмами фізіологічних функцій.

Як відомо, формування сучасного органічного світу і, зокрема, людини відбувалося в умовах циклічної динаміки зовнішніх чинників – ритмічної зміни часу, дня і ночі, пори року, рівня освітленості тощо. Відповідно до таких видів ритмічності природних явищ, як реакція пристосування, відбуваються ритмічні зміни біологічних процесів – біоритми.

Біоритми (від грецького *bios* і *rytmos* – життя і злагодженість) – це періодичні зміни інтенсивності перебігу фізіологічних і психічних процесів протягом певного часу.

Розрізняють біоритми добові, або циркадні (зміни протягом доби температури тіла, активності та спокою, сну і бадьорості, зміни у динаміці обмінних процесів, функціональної рухливості ЦНС тощо), місячні, або циркасептанні, пов'язані з ритмом обертання Землі навколо Сонця і Сонця навколо своєї осі (наприклад, місячний, 27–28-денний оваріальний цикл), сезонні, тобто річні, або цирканні (зміни гормональної активності, секреції шлункового соку, обмінних процесів), та ін. Ці біоритми виникли у відповідь на природні циклічні зміни чинників середовища проживання, і тому вони називаються адаптованими (рис. 9.16, рис. 9.17).

Останнім часом багато уваги приділяють вивченню впливу добових і сезонних періодичних змін погодних умов на ритми фізіологічних процесів у людей. Добре вивчено добовий ритм фізіологічних проце-

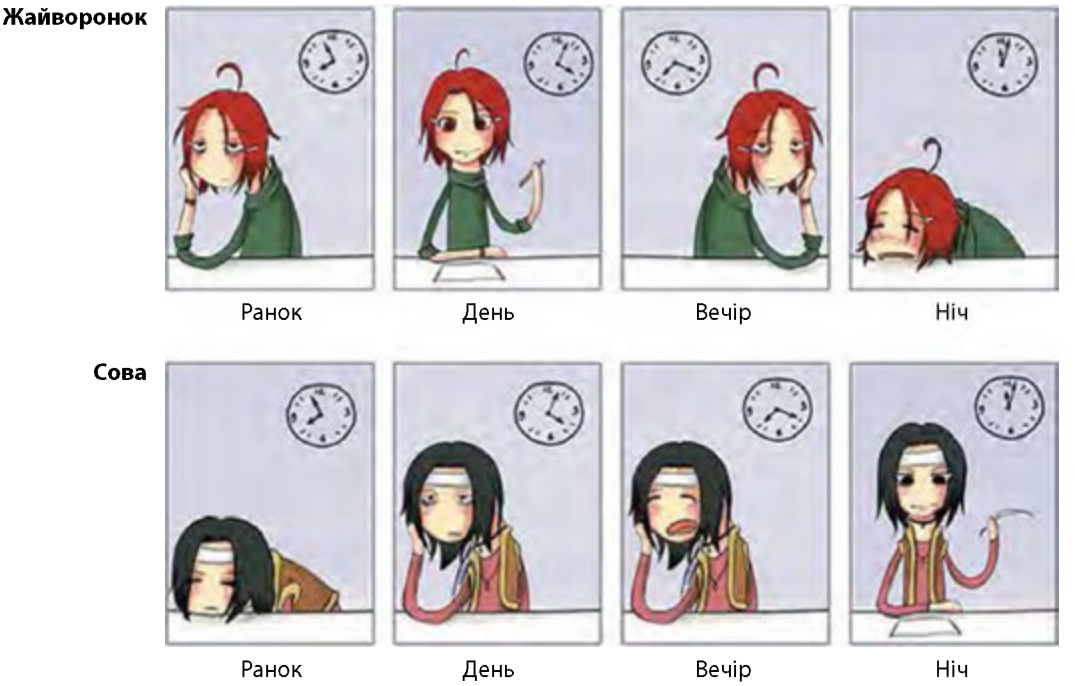


Рис. 9.16. Добові біоритми

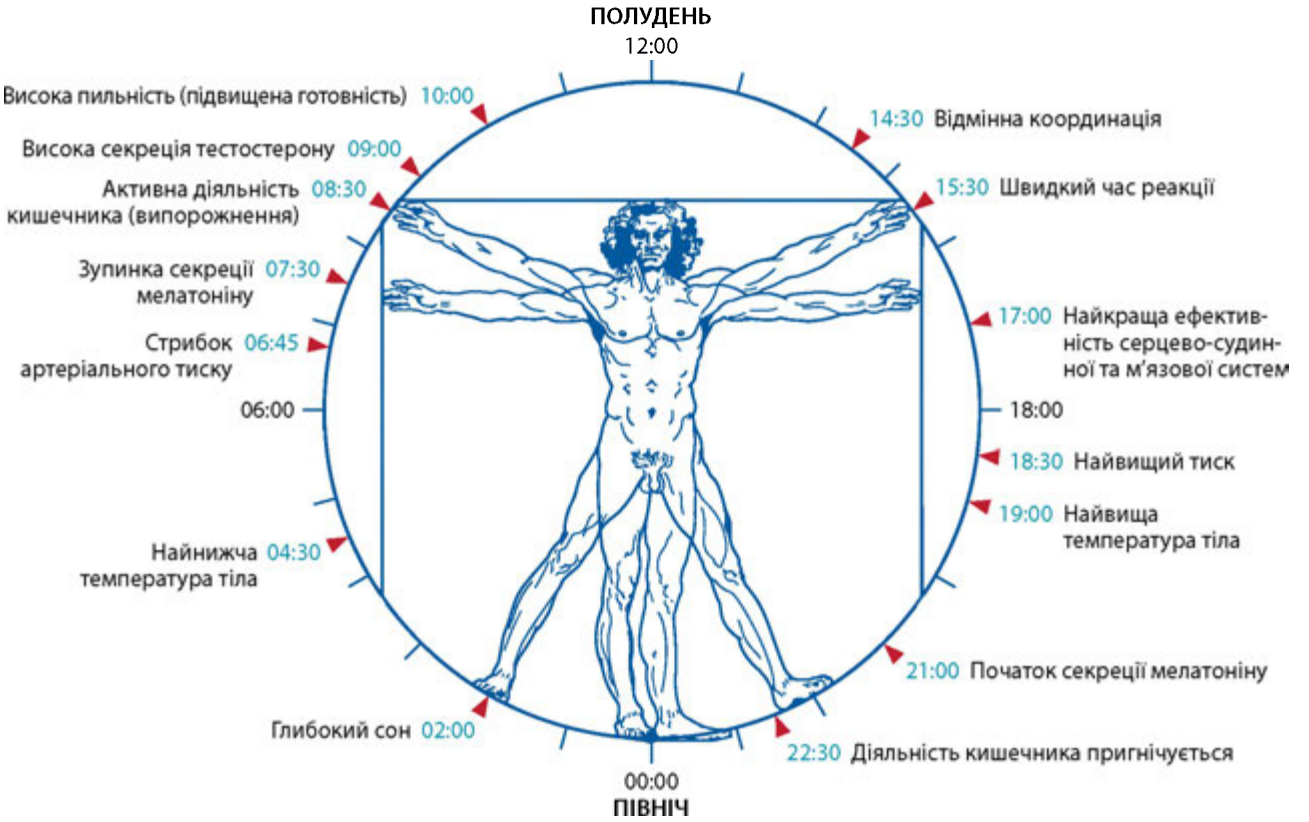


Рис. 9.17. Схема добових біоритмів людини

сів, працездатності й реактивності організму. Сформувалось уявлення про пристосувальне значення біологічних ритмів, про те, що вони відображають із користю для організму циклічну динаміку навколишнього світу. Якщо режим дня людини, тобто її життєві функції, узгоджений із циклами зовнішніх умов, то це сприяє життєдіяльності й працездатності. Навпаки, неузгодженість ритму життєвих функцій і циклічних змін зовнішніх умов впливає на життєдіяльність, може порушити працездатність, а у деяких осіб – і здоров'я. Це спостерігається в разі неправильної організації праці та особистого режиму дня в установах, де працюють у три зміни (телеграф, лікарні, промислові підприємства тощо). Зниження працездатності, порушення типу неврозу, що називаються десинхронозом, мали місце у людей під час перельоту на швидкісних літаках на великі відстані зі сходу на захід або з заходу на схід із зміною 8–10 часових поясів. Деяких льотчиків доводилося навіть відлучати від роботи на подібних авіалініях.

9.9. Геліометеотропні реакції здорової та хворої людини, їх патогенез та класифікація

До ритмічних змін інтенсивності та характеру клімату і погоди, пов'язаних зі зміною дня і ночі, пори року, людина загалом пристосувалась. Більшість людей сприймають такі зміни без будь-яких негативних проявів. Інша реакція спостерігається під впливом аперіодичних різких змін погоди, що залежать від зміни повітряних мас або впливу геліогеофізичних чинників. У такому разі більшість здорових людей з добре розвиненими фізіологічними механізмами пристосування не помічають у своєму самопочутті або стані порушень, пов'язаних зі зміною погоди. Такі люди, як правило, здорові, значно рідше хворіють і звуться метеостійкими, метеостабільними, або метеорезистентними.

Проте є люди, найчастіше хворі, чутливі до змін погоди. Це так звані метеолабільні, або метеочутливі люди. Кількість метеолабільних хворих залежить від виду патології, віку, типу психічної (вищої нервової) діяльності і варіює серед різних контингентів у широких межах – від 10–30 до 80–100%. У метеолабільних людей несприятливі зміни погоди спричинюють різні, а інколи й небезпечні для життя прояви у вигляді геліометеотропних (метеотропних) реакцій.

Геліометеотропні реакції – це сукупність несприятливих для здоров'я і працездатності людини об'єктивних і суб'єктивних змін, які виникають в організмі внаслідок впливу погодних чинників.

Геліометеотропна реакція не є нозологічною одиницею з чітко окресленим симптомокомплексом. Характер такої реакції, її прояви залежать від виду захворювання, типу психічної діяльності, початкового стану організму, особливостей праці та побуту.

У більшості метеолабільних людей несприятлива погода спричинює погіршення загального самопочуття, порушення сну, почуття тривоги, запаморочення, зниження працездатності, швидку стомлюваність. Різко змінюється артеріальний тиск, відчувається біль у ділянці серця тощо. У таких випадках змінюється (частіше знижується, що небезпечно) чутливість до лікарських засобів.

Встановлено, що несприятлива погода погано позначається на перебігу багатьох захворювань серцево-судинної, дихальної, ендокринної систем, травного каналу, шкірних, очних, нервово-психічних та ін.

Типовою геліометеотропною реакцією є так званий фантомний біль у людей з ампутованою стопою, кистю, біль у суглобах у хворих, що страждають на артрит (типово для артритів у старших людей).

Особливо сильно впливає несприятлива погода на хворих із патологією серцево-судинної системи. Численні дослідження, проведені в різних країнах, спостереження, здійснені в Києві та інших містах України, красномовно свідчать про те, що через несприятливу погоду, що проявляється розвитком так званих біотропних синоптичних ситуацій або змінами сонячної, а за нею й геомагнітної активності, вірогідно зростає частота гострого інфаркту міокарда, гіпертензивних кризів, інсультів, нападів стенокардії, погіршується перебіг цих хвороб, зростає смертність.

Г. М. Данишевський визначив геліометеотропні реакції як клінічні синдроми дезадаптації, тобто метеоневрози дезадаптаційного походження. Ключовим моментом патогенезу геліометеотропної реакції є включення вегетативної та центральної нервової системи. Далі приєднуються гуморальні механізми і виникає реакція-відповідь – геліометеотропна реакція. В основі геліометеотропних реакцій у серцево-судинних хворих лежать вазомоторні рефлекси (спазм судин, почастішання пульсу, підвищення артеріального тиску тощо) та зміни у системі крові (пригнічення фібринолізу, посилення зсідання крові, тромбоутворення). Ці зміни сприяють, зокрема, тромбоутворенню, порушенню живлення м'яза серця, ішемії або розвитку інфаркту міокарда.

Прояви геліометеотропних реакцій різноманітні, але всі вони мають загальну рису – виникають одночасно у багатьох хворих, яких об'єднує тільки загальна метеорологічна обстановка. Слід звернути увагу на те, що одна й та сама синоптична ситуація (погода) спричинює виразнішу геліометеотропну реакцію у більшої кількості осіб у тому разі, коли адаптаційні ресурси у людей знижені, наприклад, через сезонні коливання ультрафіолетової або вітамінної забезпеченості організму, недостатнє харчування, респіраторні захворювання, перевтому тощо.

Розрізняють три ланки механізму впливу на організм природних і преформованих фізичних чинників навколишнього середовища:

1. Початкова реакція фізичного чинника з біологічним субстратом.
2. Різноманітні метаболічні зрушення.
3. Стабілізація метаболізму.

Виділяють три фази розвитку геліометеотропних реакцій: I – фаза клініко-фізіологічної адаптації до атмосферно-фізичних коливань; II – фаза підвищеної чутливості до різних змін погоди, що проявляється змінами рівня нервово-психічної та імунологічної реактивності; III – фаза дезадаптації до погоди, що проявляється у здорових, але метеочутливих людей певним погодно-соматичним синдромом, у хворих – субклінічними та клінічними реакціями і загостренням хвороб.

Класифікації геліометеотропних реакцій:

1. I тип – геліометеотропні реакції з суб'єктивними відчуттями;
   II тип – з об'єктивними відчуттями;
   III тип – зі значними проявами та ускладненнями у вигляді серцево-судинних катастроф.
2. Церебральний синдром, кардіальний синдром, астматичний синдром та астеноневротичний синдром з переважанням вегетативно-судинних порушень (усі синдроми проходять дві фази: регуляторну і фазу стійких змін).
3. I ступінь, легкі геліометеотропні реакції – у вигляді скарг загального характеру, переважно на симптоми психоемоційної сфери;
   II ступінь, виражені геліометеотропні реакції – суб'єктивні порушення і виражені зрушення з появою деяких симптомів з боку ЦНС;
   III ступінь – тяжкі геліометеотропні реакції – виражені судинні кризи.

На зміни кліматичних умов, як вважав H. Selje (1973), організм за умов нормальної фізіологічної активності відповідає насамперед реакціями неспецифічного характеру, що проявляються загальним напруженням організму (стадія тривоги загального адаптаційного синдрому). У цьому випадку посилюється діяльність деяких фізіологічних систем організму, змінюється рівень обмінних процесів, причому основна роль у механізмі відповідної реакції належить саморегульованій системі "гіпоталамус – гіпофіз – кіркова речовина надниркових залоз". При цьому важливе значення має неспецифічний і специфічний вплив чинника, залежно від особливостей патологічного процесу.

Несприятливі чинники навколишнього середовища можуть впливати на кору великого мозку і підкіркові утвори, а через них – на всю вазомоторну сферу, і не можна виключати того, що в разі наявності в останній *locus minoris resistentiae* перший симптом розвинеться саме там, де для цього є відповідні умови.

9.10. Профілактика геліометеотропних реакцій: перманентна, сезонна, термінова

Несприятливому впливу погоди можна запобігти відповідними заходами. Це загартування організму, правильний вибір одягу, поліпшення житлово-побутових умов та умов праці, нормалізація мікроклімату у виробничих, лікарняних та інших приміщеннях; заходи, що зменшують вплив погоди під час роботи на відкритому повітрі (сільське господарство, будівництво тощо).

До організаційних заходів профілактики належать: облік метеочутливих хворих як на дільниці, так і в стаціонарі, з виявленням осіб підвищеного ризику; організація медичного прогнозу погоди на підставі синоптичних прогнозів метеорологічних станцій Гідрометеослужби України; оповіщення лікувально-профілактичних закладів про медичний прогноз погоди.

Всю різноманітність безпосередніх заходів профілактики геліометеотропних реакцій можна звести у три групи:

1. Підвищення неспецифічної резистентності організму шляхом загартування – перебування на відкритому повітрі, повітряні та сонячні ванни, купання, вологі обтирання, використання природного сонячного та штучного (фотарії) ультрафіолетового опромінювання, проведення сезонних курсів приймання вітамінів.

2. Щадіння організму – постільний, напівпостільний або щадний режим, обмеження чи відміна кліматичних або фізіотерапевтичних процедур, перенесення планових операцій або лікувально-діагностичних процедур, обмеження рухового режиму, раціональна організація праці, побуту і відпочинку з правильним використанням трудових відпусток, направленням хворих у нічні санаторії, зміною клімату під час несприятливої пори року.

Крім заходів режимного порядку, щадіння організму хворих досягають шляхом створення палат зі штучним мікрокліматом – біотронів, палат зі стабільним іонним режимом – іонотронів, апаратів, що регулюють мікроклімат у приміщеннях (кондиціонерів), сприятливого мікроклімату міст за допомогою зелених насаджень, будівництвом фонтанів, цілеспрямованим містобудуванням тощо.

3. Застосування специфічних і неспецифічних хіміотерапевтичних засобів – седативних, гіпотензивних, спазмолітичних, нейролептичних тощо.

Медикаментозну профілактику проводять двома основними способами – регулярним прийманням невеликих доз препаратів у найнесприятливіші в цьому кліматичному районі місяці (так звана сезонна профілактика) та у вигляді профілактичних курсів у періоди і дні з несприятливою погодою, встановлені на підставі довго- чи короткострокового медико-метеорологічного прогнозу.

Сезонну профілактику геліометеотропних реакцій проводять у сезони, що характеризуються найбільш шкідливим поєднанням кліматопогодних та геліогеофізичних компонентів навколишнього природного середовища. Найчастіше такими сезонами є місяці осінньо-зимово-весняного періоду. Проте для досягнення максимальної ефективності сезонної профілактики у кожній кліматичній зоні її слід проводити у певні, прийняті тільки в цьому регіоні періоди згідно з районуванням України, запропонованим Українським бюро погоди для прогнозів погоди та штормових попереджень.

Сезонну профілактику захворювань рекомендують проводити 2–3-місячними курсами залежно від тривалості несприятливого періоду для конкретного регіону. Ці курси медикаментозної та/чи фізіотерапевтичної профілактики відбуваються на 10–15 днів раніше, тривають протягом періодів з найбільш несприятливими кліматопогодними характеристиками. Вибір засобів та їх дозування індивідуалізують залежно від стадії захворювання, варіанта і характеру його перебігу, гемодинамічного типу функціонального стану нервової системи, здатності переносити лікарські засоби, наявності протипоказань.

У періоди з особливо несприятливими погодними умовами проводять короткі профілактичні курси впродовж 10–14 днів. Ці курси призначають хворим, які перебувають як під диспансерним наглядом, так і в умовах стаціонару чи санаторію. Підставою для проведення таких курсів (вони проводяться особам, не охопленим сезонною профілактикою, і тим, кому планову профілактику не проводять) є несприятливий (місячний чи декадний) прогноз погоди. Під час проведення коротких профілактичних курсів потрібно використовувати ті самі засоби, що й у разі сезонної профілактики.

Терміновою профілактикою геліометеотропних реакцій охоплюють насамперед хворих, які перебувають у кардіологічному стаціонарі, санаторії, інтернаті, тобто там, де медичний персонал має можливість здійснювати відповідні лікувально-профілактичні заходи в терміновому порядку, на підставі оперативної щодобової інформації про погоду та її прогноз на найближчі дні. Цю профілактику доцільно проводити не всім хворим, а тільки метеочутливим. Такі виявляються лікарем під час прибуття до лікувально-профілактичного закладу шляхом збирання метеоанамнезу чи спостереження під час лікування за динамікою об'єктивних і суб'єктивних показників залежно від погодних умов.

Профілактика геліометеотропних реакцій у разі несприятливої погоди має передбачати обмеження рухомості стаціонарних і санаторних хворих, комплекс терапевтичних заходів, спрямованих на запобігання загостренню хвороби. Лікарські засоби (за схемами, прийнятими в певному лікувально-профілактичному закладі) в лікувальних дозах доцільно призначати за 1–2 доби до встановлення несприятливої погоди, протягом усього періоду з такою погодою і впродовж 1–2 діб після встановлення сприятливої погоди під контролем об'єктивних та суб'єктивних функціональних показників.

У випадку помірно біотропної погоди, крім комплексу лікувальних заходів, які проводять за звичайними схемами, слід підсилювати ці схеми або додатково призначати інші засоби.

Стійкість проти виникнення геліометеотропної реакції та характер її перебігу залежать від кисневого забезпечення організму, що потрібно враховувати під час лікувальних призначень (киснева пінка, кисневі ванни тощо).

У профілактиці та лікуванні метеочутливих хворих має значення мікроклімат лікарняної палати. Найбільш досконалий спосіб оптимізації такого мікроклімату – переведення хворого в палату стабільного баромікроклімату типу "біотрон". Якщо такої можливості немає, слід використати інші способи поліпшення мікроклімату – місцеві та побутові кондиціонери, що їх встановлюють безпосередньо в палатах, запобігання перегріванню, інтенсифікації повітрообміну тощо. Хоча подібні заходи не впливають на рівень атмосферного тиску, вони можуть сприяти оптимізації інших метеорологічних елементів – температури, вологості та руху повітря, вмісту кисню, позитивно впливаючи на мікроклімат приміщень, нормалізуючи фізіологічні процеси, підвищуючи опірність організму.

9.11. Медична класифікація погоди

Відтоді як було виявлено метеопатологію людини, лікарі неодноразово намагалися класифікувати погоду, визначити її градації, градієнти окремих елементів, які утворюють погоду і з якими різною мірою пов'язаний ризик виникнення геліометеотропних реакцій. Багато дослідників намагалися виявити і визначити кореляцію смертності, загострень хвороб із абсолютними значеннями окремих елементів погоди: температурою повітря, атмосферним тиском, вологістю повітря, загальною освітленістю, хмарністю, опадами, вітром, атмосферною електрикою, аероіонізацією, кількістю і площею сонячних плям, потужністю хромосферних спалахів на Сонці, геомагнітних бур тощо. Проте інші дослідники заперечували такий простий зв'язок. Пізніше було запропоновано вважати критерієм медичного прогнозування погоди величину перепадів окремих складників погоди. Поступово дослідники дійшли думки, що на людину впливає не один або два погодних елементи, а цілий погодний комплекс. Тому розпочався пошук комплексних характеристик ступеня біотропності погоди. За цим виникало все більше ускладнень через використання великої кількості показників. Так, деякі дослідники і практичні лікарі пропонували за метеорологічну одиницю прийняти термобаричні утворення: циклон, антициклон, атмосферні фронти. Проте виявилось, що якщо, наприклад, антициклон сприяє поліпшенню стану хворого, то з настанням циклону – навпаки, стан пацієнта може погіршитися. Подібне протиріччя виявилось і в разі використання інших класифікацій погоди.

Дослідження останніх років довели високу адекватність для медичного прогнозування погоди і подальшої профілактики геліометеотропних реакцій класифікації погоди В. Ф. Овчарової. Ця класифікація враховує динаміку та інтенсивність циркуляційних процесів у атмосфері, велику кількість різних мікросиноптичних ситуацій, ступінь мінливості та тенденцію основних метеорологічних елементів.

Класифікація погоди (Овчарова В. Ф. та співавт.):

1. Стійка індиферентна.
2. Нестійка з переходом індиферентної в "спастичний" тип.
3. "Спастичного" типу.
4. Нестійка "спастичного" типу з елементами погоди "гіпоксичного" типу.
5. "Гіпоксичного" типу.
6. Нестійка "гіпоксичного" типу з елементами погоди "спастичного" типу.
7. Перехід погоди "спастичного" типу в стійку індиферентну.

Кожному типу погоди відповідають певні синоптичні ситуації. Гігієнічна оцінка біотропності кожного типу погоди здійснюється з урахуванням ступеня міждобової мінливості метеоелементів.

Розрізняють 5 ступенів мінливості: дуже слабкий, або індиферентний, слабкий, помірний, значний, дуже значний. Дуже слабкою вважається така мінливість, за якої протягом доби атмосферний тиск змінюється в межах ±0,25 кПа (2,5 мбар), температура повітря – ±2,5 °С, абсолютна вологість – ±0,5 мбар, відносна вологість – ±10 %, вміст кисню – ±2,5 г/м^3. Якщо мінливість слабка, коливання можуть бути у 2 рази більші, якщо помірна – у 4, значна – 8, дуже значна – більше ніж у 8 разів.

Ця класифікація має переваги порівняно з попередніми, оскільки нею можна користуватися практично в усіх рівнинних регіонах середніх географічних широт після регіональної оцінки біотропності, тобто після так званого прив'язування до місцевих умов. Для хворих несприятливою є погода спастичного та гіпоксичного типів при будь-якому ступені міждобової мінливості метеоелементів і нестійкого типу в разі помірного, значного та дуже значного ступенів міждобової мінливості. Така погода в Україні спостерігається впродовж 28–31 % на рік. В інші дні погода сприятлива або помірно біотропна для цих категорій хворих.

Проте наведена класифікація не враховує впливу сонячної активності та, як наслідок останньої, – геомагнітної. Сонячна активність впливає на організм людини опосередковано, через зміну напруженості магнітного поля Землі та деяких інших параметрів. Її вплив, як правило, подібний до впливу несприятливих погодних умов, причому характерним є те, що несприятливий вплив чинить не абсолютна величина напруженості геомагнітного поля, а здебільшого великі геомагнітні бурі або інші різкі зміни поля (на 60 % і більше від початкового рівня) як при підвищенні, так і при зниженні. Найбільший вплив сонячна активність має у пізні зимові та весняні місяці, коли адаптаційно-пристосувальні ресурси організму знижені. Поєднання несприятливих синоптичних і геліофізичних умов спричинює найзначніші геліометеотропні реакції.

Отже, нині існують чіткі критерії медичного прогнозування, тобто медичної інтерпретації метеорологічних прогнозів, що виявляється у передбаченні впливу на людину очікуваної погоди.

9.12. Медико-метеорологічне прогнозування

Складовими частинами системи профілактики геліометеотропних реакцій є:

1. Визначення погоди, що несприятливо впливає на перебіг хвороб, тобто медична класифікація погоди.
2. Медична інтерпретація метеорологічних прогнозів погоди, тобто медико-метеорологічне прогнозування.
3. Розроблення системи профілактичних заходів для хворих, спираючись на прогноз погоди.

Якщо зважити на те, що метеолабільність хворих на різні хвороби дуже висока, наприклад у випадку хвороб серцево-судинної системи вона становить 20–90 %, а в середньому – 60–70 %, то очевидно, що медичне прогнозування погоди і профілактика геліометеотропних реакцій не тільки дадуть можливість зберегти і продовжити життя мільйонам хворих, а й зберегти їхню працездатність, тобто йдеться про грандіозний економічний ефект.

Організація роботи з профілактики геліометеотропних реакцій, використання даних про погоду з метою профілактики і лікування хворих з геліометеотропними реакціями є обов'язковою умовою повноцінного медичного обслуговування цих хворих як в умовах стаціонару, так і під час амбулаторно-поліклінічного спостереження.

Система відповідних заходів охоплює:

1. Отримання, реєстрацію, аналіз і медичну інтерпретацію оперативної інформації про поточні й прогнозовані погодні умови.
2. Оповіщення про медичний прогноз погоди і рекомендації стосовно характеру лікувально-профілактичних заходів.
3. Здійснення комплексу заходів з лікування і профілактики геліометеотропних реакцій.
4. Аналіз та узагальнення результатів спостережень з метою вдосконалення профілактики цих реакцій.

Спостереження за погодно-синоптичною обстановкою і геліогеофізичними коливаннями проводять різні заклади. Це Гідрометеослужба України, до складу якої входять стаціонарні пункти та станції спостереження, гідрометеорологічні обсерваторії, рухомі станції та лабораторії (на морських суднах, літаках тощо), Держкомгідромет, Головна геофізична обсерваторія та ін. Крім закладів Гідрометеослужби, метеорологічні спостереження проводять агрометеорологічні, біокліматологічні та інші лабораторії. Для комплексної оцінки погодних умов та їх прогнозування, крім метеорологічних даних, дуже потрібні результати спостережень за проявами сонячної активності та змінами напруженості геомагнітного поля. Такі спостереженні проводяться Головною астрономічною обсерваторією Київського університету, астрономічними обсерваторіями та геомагнітними станціями системи НАН України, інших відомств у інших містах.

Результати метеорологічних і геліогеофізичних спостережень реєструють у спеціальних журналах поточного обліку, а потім узагальнюють і публікують відповідно в "Метеорологічних щомісячниках" Гідрометеослужби, бюлетені "Солнечные данные" Головної астрономічної обсерваторії, "Космических данных" Інституту прикладної геофізики тощо.

Основним джерелом отримання оперативної інформації про погодні та геофізичні обставини в населеному пункті є місцеві метеорологічні та геомагнітні станції. Отримання цієї інформації, наступне доведення її до лікувальних закладів, керівництво та координація роботи з профілактики геліометеотропних реакцій централізовані в масштабах усього населеного пункту. Для цього при управліннях охорони здоров'я обласної, міської чи районної держадміністрації або при одній з лікарень організовується кабінет метеопрофілактики та призначається відповідальний спів-

робітник – лікар або медична сестра (фельдшер), в обов'язки яких входить отримання і реєстрація відомостей про погодні умови, їх попереднє узагальнення та інформація зацікавлених співробітників.

Виділений медичний працівник щоденно телефоном чи особисто зв'язується з місцевим метеорологічним центром або безпосередньо з бюро погоди та метеостанцією (якщо відсутній такий центр) і отримує там відомості про погодні умови та їх прогноз на найближчу добу. Первинні відомості заносять до спеціального реєстраційного журналу, а узагальнені з метою оповіщення та прогнозування записують у відповідний журнал.

Щоденно перед обходом лікар знайомиться з інформацією про погодні умови та їх медичну оцінку. На підставі цієї інформації (вона може доповнюватися чи змінюватися протягом дня) вносяться відповідні корективи в схему лікування хворого, робляться додаткові призначення, відміняються чи призначаються маніпуляції, даються вказівки про переведення окремих хворих у палати інтенсивної терапії, палату штучного мікроклімату тощо. Медикаментозні призначення та інші рекомендації, зроблені з метою профілактики та лікування хворих з геліометеотропними реакціями, записують в історію хвороби. Погодні умови враховуються не тільки стосовно метеолабільних хворих, а й щодо всіх тяжкохворих, для яких несприятлива погода є чинником ризику. У цьому випадку орієнтуються на медико-метеорологічний прогноз, складений спеціалістом, а не покладаються на особисте сприйняття погоди, яке може не збігатися зі ступенем її біотропності. Нерідко сприйнята як спокійна, стійка, сонячна погода має значні біотропні властивості, залежні від чинників, що не сприймаються суб'єктивно.

Для оцінки ефективності та постійного вдосконалення профілактики і лікування хворих з геліометеотропними реакціями аналізують і узагальнюють результати спостережень. Цю роботу виконують на підставі цілеспрямованого вивчення матеріалів історій хвороби та порівняння їх з журналом погодних умов із застосуванням сучасних методів кореляційного, дисперсійного та інших видів математичного аналізу.

10 РОЗДІЛ

ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ КЛІМАТУ. АКЛІМАТИЗАЦІЯ

Н. В. Мережкіна, В. Г. Бардов

10.1. Клімат, визначення поняття

Кожній місцевості властиві свої погодні умови, певні межі, в яких можуть змінюватись погоди. Так, на Україні температура повітря ніколи не бувала вище +45° (у затінку), а взимку – нижче -40°. У нашій країні кожен день змінюється ніччю, а в Заполяр'ї в зимову половину року панує піврічна холодна ніч. Діти екваторіальних країн ніколи не бачили снігу, та зате в Європі ніколи не бувало тропічних злив, звичних у південних широтах. І коли в розпалі літнього дня в Заполяр'ї Сонце стоїть невисоко і його проміння ледве гріє, в екваторіальних і субтропічних широтах у той же час Сонце перебуває близько до зеніту і його проміння несе до земної поверхні величезні кількості тепла.

Чому Сонце так нерівномірно розподіляє своє тепло? У чому відмінності в погодах північних і південних широт?

Ще в стародавній Греції знали, що такі відмінності пояснюються різноманітним кліматом, який залежить насамперед від широти місця, тобто від кута, під яким сонячне проміння падає на земну поверхню. Та спостереження показали, що клімат певної місцевості залежить не тільки від кута нахилу сонячного проміння до горизонту. Нині під кліматом розуміють сукупність і послідовність погодних умов, погодних явищ за тривалий строк.

Клімат – це багаторічний режим погод, що закономірно повторюється в даній місцевості. Тому клімат виступає як одна з характеристик географічного середовища, як його метеорологічна характеристика.

10.2. Кліматоформуючі фактори

Як найважливіший компонент природного середовища, клімат впливає на характер господарської діяльності людини, її побут, санітарні умови життя, здоров'я, структуру та рівень захворюваності. Від клімату значною мірою залежить наявність в об'єктах навколишнього середовища збудників хвороб та їх переносників, із чим пов'язане географічне поширення багатьох хвороб. Тому кліматичні умови враховуються під час розробки гігієнічних рекомендацій до громадського (житлові будинки, лікарні, санаторії тощо) та промислового будівництва, забезпечення раціонального харчування, одягу, взуття, режиму праці та побуту, виховання підростаючого покоління, запобігання виникненню та загостренню різних захворювань. Ще Гіппократ в "Афоризмах" указував на різний перебіг хвороб за різних кліматичних умов і рекомендував з лікувальною та оздоровчою метою кліматотерапію, що набула тепер значного поширення. Успішно розвивається медична географія, що вивчає здоров'я людей і закономірності поширення хвороб у різних географічних зонах з урахуванням соціальних умов.

Чинники, що формують клімат. Клімат одних місцевостей жаркий, інших – холодний. Є клімати вологі, сухі тощо. Різноманітність кліматичних зон надзвичайно велика. Досліджуючи клімати різних місць, учені прагнули вияснити, які причини визначають клімат того чи іншого місця. Ці причини називаються кліматоформуючими факторами. Найважливішими чинниками, що формують клімат у тій чи іншій місцевості, є:

- географічна широта місцевості (бо від неї залежить кут нахилу сонячного проміння, тривалість дня і ночі, пір року, кількість сонячного тепла тощо);
- висота над рівнем моря (з цією висотою змінюється прозорість атмосфери для сонячного проміння, температура повітря, його густина тощо), особливості рельєфу і типу земної поверхні (сухість або вологість ґрунту, лісовий або трав'яний покрив, сніговий покрив, нахил місцевості, який визначає

умови стікання опадів і кут нахилу сонячного проміння до земної поверхні);
- особливість циркуляції повітряних мас (повітряні течії, що переносять і змінюють погоду);
- ступінь віддаленості від океанів і морів тощо.

10.3. Кліматохарактертизуючі компоненти

Показники, що характеризують клімат, повинні виявляти довготривалі процеси. Тому вони є середньостатистичними показниками.

Кліматохарактеризуючі фактори

Це середньостатистичні показники, складені впродовж багаторічного періоду:
- температура повітря;
- вологість повітря;
- атмосферний тиск;
- кількість опадів;
- швидкість та напрямок вітру;
- кількість сонячної радіації;
- кількість ясних та похмурих днів;
- світловий клімат;
- тривалість зими;
- глибина промерзання ґрунту.

Для характеристики клімату має значення режим погоди у різні пори року. Одним із показників є індекс нестійкості погоди:

$$K = a/b,$$

де a – кількість днів із змінами погоди; b – загальна кількість днів у даному періоді (сезон, рік). Індекс K, більший за 0,5, вважається несприятливим.

10.4. Класифікації клімату

Всю різноманітність кліматів, яка спостерігається на земній поверхні, можна звести до порівняно невеликого числа типів кліматів.

Через те що від кліматичних особливостей залежать умови життя, розвитку рослин, діяльності людини, то можна описати клімат одного й того самого місця різними характеристиками, з різних точок зору. Так, наприклад, для спеціалістів, які вивчають ріки, клімат місцевості зручно визначати типом рік у цій місцевості, характеристикою джерел живлення рік водою. А спеціалісти, які вивчають рослинність, визначають клімати місцевостей за переважним тут типом рослин.

Сучасний клімат є наслідком взаємодії великої кількості як земних, так і космічних чинників упродовж мільйонів років. Головною його особливістю, внаслідок еволюції кліматичних умов, є створення чітких кліматичних поясів, у кожному з яких можна виділити 4 основні типи клімату: материковий, океанічний, що пояснюється різним впливом суші і морів, і клімат західного та східного узбереж материків, які зумовлені атмосферною циркуляцією і морськими течіями.

У географії прийнято розрізняти клімат за природними умовами, що є наслідком клімату. Враховуючи основні кліматологічні показники (температура, тиск, вологість повітря, опади, світловий клімат, вітровий режим тощо) та географічне розташування місцевості на земній кулі, розрізняють сім основних кліматичних поясів (рис. 10.2):
- тропічний (0–13° географічної широти, середньорічна температура 20–24 °С);
- жаркий (13–26° широти і 16–30 °С);
- теплий (26–39° широти і 12–16 °С);
- помірний (39–52° широти та 8–12 °С);
- холодний (52–65° широти та 4–8 °С);
- суворий (65–78° широти і 0...-4 °С);
- полярний (69–90° широти й -4 і нижче °С).

Так, клімат екваторіального поясу формується під дією інтенсивної сонячної радіації в умовах ясної погоди і значного випаровування. Накопиченню вологи сприяє перенесення її пасатами з тропічних районів океану. Випаровування в екваторіальному поясі на океанах і материках однакове, і тому материковий тип екваторіального клімату подібний до океанічного.

У районі океанів спостерігаються часті дощі й громовиці. Улітку повітряні маси екваторіального поясу пересуваються в бік тропіків і тоді в районі цих вітрів збільшується вологість повітря, йдуть дощі, зменшуються добові коливання температури. Узимку вітри дмуть у бік екватора, вологість на материках зменшується і опади практично припиняються.

Клімат помірних широт вирізняється значною циклічністю, вираженою протягом усього року. Для материкового клімату характерна холодна, сніжна зима і тепле літо, а для океанічного – тепліша, ніж на материках, зима і прохолодніше літо.

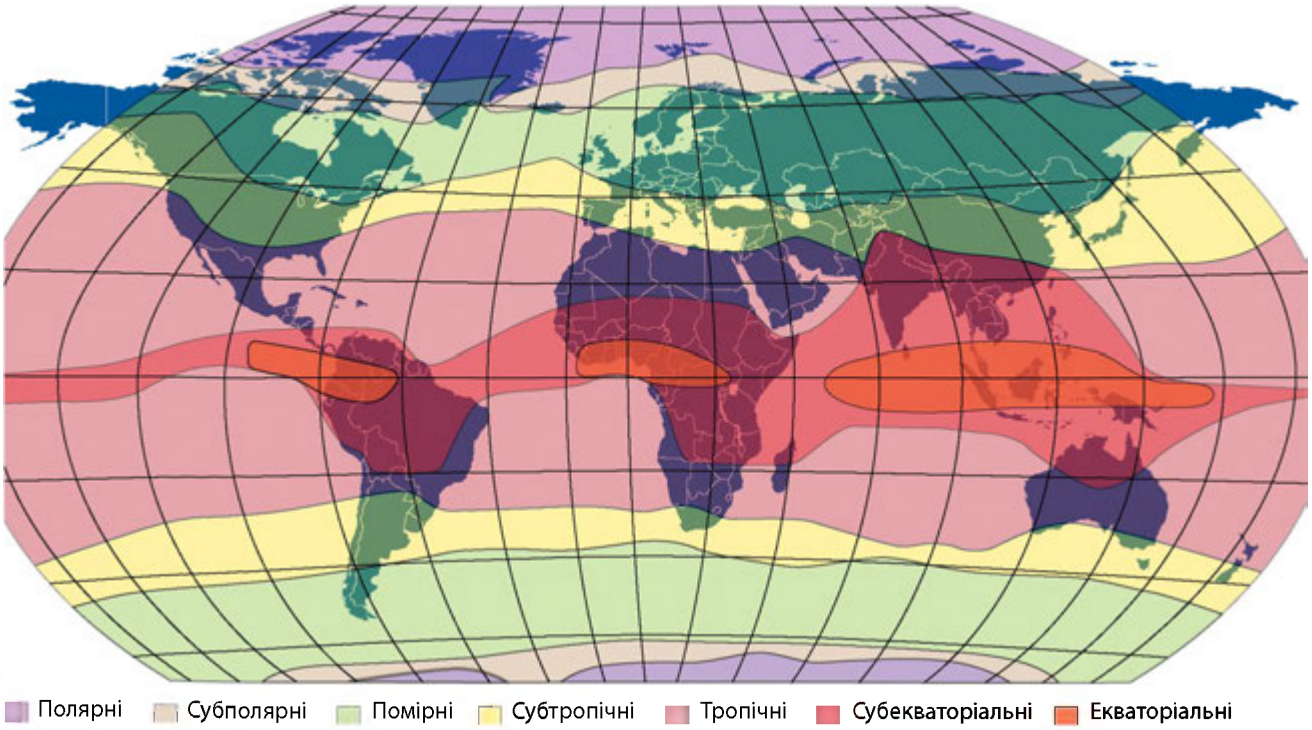


Рис. 10.2. Кліматичні пояси Землі

Клімат субполярних і полярних регіонів характерний тим, що влітку в районах материкового субполярного клімату переважають вітри північного напрямку, а взимку – південного. Зима дуже холодна і літо – відносно тепле. Коливання температур тут найбільш виражене. Для океанічного клімату характерні невеликі річні коливання температури, м'яка зима і холодне літо. У полярних регіонах спостерігається сніговий покрив упродовж усього року. У центральних регіонах Арктики й Антарктиди переважає антициклонна погода. Материковий полярний клімат вирізняється дуже холодною зимою і холодним літом.

Існує кілька прикладних класифікацій клімату. У будівельній класифікації територія країн колишнього СНД за показниками середніх температур січня та липня поділяється на чотири кліматичних райони: I – холодний; II – помірний; III – теплий; IV – жаркий (табл. 10.1). Клімат України відноситься відповідно до II, III та IV кліматичних поясів цієї класифікації.

Ця класифікація враховується під час вирішення питань з планування та забудови населених пунктів, орієнтації будинків, визначення товщини стін, розмірів віконних отворів, глибини залягання водопровідних труб, опалення, озеленення тощо.

10.5. Кліматичне районування України

За кліматичними та ландшафтними особливостями розрізняють такі зони України: 1) Полісся; 2) лісостеп; 3) степ; 4) Карпати; 5) Кримські гори (рис. 10.3).

Полісся – зона, розташована у північній частині України. Її південний кордон проходить по лінії: Луцьк, Шепетівка, Житомир, Київ, Ніжин, Конотоп. У Поліссі літо помірно тепле, зима відносно м'яка. Середня температура січня у західному Поліссі становить -4,5 °С, а на лівобережжі -7,8 °С, у липні відповідно 17–18 °С і 19–20 °С, середньорічна температура 7–5,5 °С, абсолютний мінімум -32–(-35 °С) (дуже рідко, звичайно -25 °С), абсолютний максимум 35–36 °С. Взимку часто бувають відлиги. Річна сума опадів становить 500–600 мм, із них 70 % припадає на квітень – жовтень, 30 % – на холодні місяці. Загальна кількість днів з опадами – 170–190, з відносною вологістю 30 % і менше – 13–20 на рік.

Лісостеп. Південний кордон лісостепу проходить по лінії: Котовськ, Кропивницький, Кременчук, Полтава, Харків. Клімат помірно теплий. Середня температура у січні становить -7…-8 °С, у липні 18–21 °С, абсолютний мінімум – (-31 °С). Безморозний період триває

Таблиця 10.1. Кліматичне районування території країн СНД (будівельна класифікація клімату)

Кліматичний		Характеристика температурно-вологісного режиму підрайонів					
Район	*Підрайон*	*Середньомісячна температура повітря у січні (°С)*	*Середньомісячна температура повітря у липні (°С)*	*Середньомісячна відносна вологість повітря у липні (%)*	*Опади (мм за рік)*	*Переважний напрямок вітру*	*Середня швидкість вітру, м/с*
I	I А	-32 і нижче	+4 до +19	не врахов.	192	П-ПС	не врахов.
	I Б	-28 до -32	0 до +13	більше 75	206	П-ПС	5 і більше
	I В	-14 до -28	+12 до +21	не врахов.	406	П-ПС	не врахов.
	I Г	-14 до -28	0 до +14	більше 75	456	С	5 і більше
	I Д	-28 до -32	+10 до +21	не врахов.	496	С	не врахов.
II	II А	-4 до -14	+8 до +12	більше 75	582	ПС	5 і більше
	II Б	-3 до -5	+12 до +21	більше 75	605	З	5 і більше
	II В	-4 до -14	+12 до +21	не врахов.	494	П	не врахов.
III	III А	-2 до -20	+21 до +25	не врахов.	295	ПС	не врахов.
	III Б	-5 до +2	+21 до +25	не врахов.	310	З	не врахов.
	III В	-5 до -14	+21 до +25	не врахов.	318	ПС	не врахов.
IV	IV А	-10 до +2	+28 і вище	не врахов.	244	С	не врахов.
	IV Б	+2 до +6	+22 до +28	50 і більше	100	С	не врахов.
	IV В	0 до +2	+25 до +28	не врахов.	34–98	ПС	не врахов.
	IV Г	-15 до 0	+25 до +28	не врахов.	34–98	ПС	не врахов.

Рис. 10.3. Кліматичні та ландшафтні зони України

160–170 днів. Опадів випадає до 700 мм на рік (менше на сході); стійкий сніговий покрив спостерігається протягом 90–100 днів (із 15–20 листопада).

Розрізняють північний, центральний і південний *степ*. Південний кордон степової зони проходить по лінії: Роздольна, Одеса, Миколаїв, Північний Крим, Маріуполь. Середня температура січня – -5…-2 °С, липня – 20–22 °С. Опадів випадає порівняно мало – 250–300 мм на рік; часто бувають суховії, швидкість вітру до 10–12 м/с.

Карпати. Температурні умови приблизно такі, як і в лісостепу, але літо й осінь дощові, кількість опадів – 800–900 мм на рік.

Кримські гори (Південний берег Криму). Середня температура січня 4 °С, липня – 24 °С. Тепло, сонячно, порівняно мало опадів – 400 мм на рік, сухо, відносна вологість в середньому становить 60–64 %.

Українське бюро погоди під час складання прогнозів і штормових попереджень користується районуванням території України, побудованим за принципом спільності рельєфних, кліматопогодних та інших характеристик. Згідно з цим районуванням територія України поділяється на такі регіони:

- північний (Житомирська, Київська, Чернігівська та Сумська області);
- північно-західний (Волинська та Рівненська області);
- західний (Львівська, Закарпатська, Хмельницька, Тернопільська, Івано-Франківська та Чернівецька області);
- центральний (Вінницька, Черкаська, Кропивницька, Полтавська, Дніпропетровська області);
- східний (Харківська, Луганська, Донецька області);
- південний (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області та Автономна Республіка Крим).

Таке районування країни найбільше відповідає цілям практичної біокліматології, об'єктивному використанню метеосиноптичних прогнозів для медико-метеорологічного прогнозування і подальшої профілактики метеопатологічних реакцій у хворих.

10.6. Медична класифікація клімату: щадний та подразливий (холодний, високогірний і спекотний)

У медичній практиці застосовується поділ клімату на щадний і несприятливий.

Щадним вважають теплий *клімат* із малими амплітудами коливань температури повітря, з порівняно невеликими річними, місячними та добовими коливаннями інших метеорологічних чинників. Щадним, тобто таким, що висуває мінімальні вимоги до адаптаційних фізіологічних механізмів, є лісовий клімат середньої смуги, клімат Південного берегу Криму.

Подразливий клімат характеризується значною добовою та сезонною амплітудами метеорологічних чинників; він висуває до пристосувальних механізмів підвищені вимоги. Такими є холодний клімат Півночі, високогірний і жаркий клімат степових регіонів Середньої Азії.

Основні особливості клімату в цих районах такі.

Холодний клімат Півночі (рис. 10.4, рис. 10.5) характеризується низькими температурами повітря, вічномерзлим ґрунтом, відсутністю світла взимку (полярна ніч) та ультрафіолетовим голодуванням, сильними вітрами, одноманітністю ландшафту. Це зумовлює низку відповідних реакцій: напруження терморегуляторних функцій, звуження капілярів і збільшення об'єму циркулюючої крові, зменшення частоти пульсу, посилення основного та інших видів обміну, гіперсекрецію шлунка, з боку нервової системи – посилення гальмівних процесів, ослаблення умовно-рефлекторної діяльності, негативні психологічні реакції через гнітючу дію темряви, одноманітний ландшафт, знижену працездатність, розлади сну, дратівливість (під час полярної ночі). Можливі загострення хронічних хвороб: нервово-психічних, ревматизму, серцево-судинних, особливо гіпертонічної хвороби, хвороб шлунка, кишок, нирок тощо.

Жаркий клімат південних степів (рис. 10.6, рис. 10.7) і пустель (рис. 10.8, рис. 10.9) характеризується спекотним літом, великими добовими перепадами температури повітря, що нерідко перевищує температуру тіла, сухістю повітря, короткою зимою, надлишком сонячного випромінювання.

Це зумовлює перегрів і пов'язане з ним напруження терморегуляції, посилене потовиділення (6–10 л на добу) та втрату з потом мінеральних солей і вітамінів, зниження основного обміну, розширення капілярів, зниження артеріального тиску, почастішання пульсу, дихання, зменшення еритроцитопоезу, гіперсекрецію шлунка, спрагу, зниження апетиту. У спекотні години дня робота знесилює. Подібний клімат несприятливо впливає на багатьох хворих, наприклад, при серцево-судинних, ендокринних, нервово-психічних хворобах, при туберкульозі тощо. Через надлишок ультрафіолетового випромінювання збільшується за-

Рис. 10.4. Холодний клімат Півночі. Кадр з фільму "Арктика 3D" *MacGillivray Freeman Films*

Рис. 10.5. Холодий клімат Півночі. Джерело фото: *pic2me*

Рис. 10.6. Жаркий клімат південних степів. Кримський степ. Джерело фото: *zamky.com.ua*

Рис. 10.7. Жаркий клімат південних степів. Хомутовський степ. Джерело фото: *pic2.me*

Рис. 10.8. Жаркий клімат пустель. Пустеля Сахара. Джерело фото: *wordpress.com*

Рис. 10.9. Жаркий клімат пустель. Пустеля Калахарі. Джерело фото: *nihaowang.com*

хворюваність на рак шкіри (особливо у осіб зі слабо пігментованою шкірою), через надлишок інфрачервоного випромінювання – на катаракту. Сухий степовий клімат сприятливий для хворих на неврози та протипоказаний у разі нефролітіазу.

Високогірний клімат (рис. 10.10, рис. 10.11) починається з висоти понад 2000 м. Тут різко знижений атмосферний тиск і парціальний тиск кисню, сухе, вільне від алергенів повітря, знижена температура, сильні вітри, інтенсивне сонячне випромінювання, високе альбедо снігу. Крім явищ кисневого голодування, це зумовлює компенсаторний еритроцитопоез, збільшення життєвої ємності легень, зрушення кислотно-основної рівноваги у бік алкалозу, напруження терморегуляторних функцій, світловий дискомфорт.

10.7. Акліматизація людини, її фази. Гігієнічні методи покращення акліматизації здорових та хворих людей

Багаторазово повторюваний вплив кліматичних умов і пов'язаних з ними особливостей мікроклімату житла, харчування, одягу, режиму дня на організм людини призводять до утворення численних складних рефлексів, формування певного динамічного стереотипу.

Однак розвиток суспільних формацій, науково-технічний прогрес нерозривно пов'язані з міграцією людини, переїздами в інші кліматичні райони. Переміщення окремих людей і колективів у нові кліматичні умови зумовлює потребу перебудови динамічного стереотипу – акліматизації. Нові кліматичні умови виступають у ролі стресу.

Акліматизація – це складний соціально-біологічний процес активного пристосування до нових кліматичних умов. Повторні впливи нових кліматичних чинників зумовлюють виникнення динамічного стереотипу, що найбільше відповідає конкретним кліматичним умовам. Отже, акліматизація – це фізіологічне пристосування, можливості якого багато в чому залежать від умов праці, побуту і харчування, які пом'якшують і компенсують вплив несприятливих умов.

Фізіологічні механізми акліматизації різноманітні і залежать від кліматичних впливів. Так, під час акліматизації до високих температур повітря, крім реакції з боку серцево-судинної системи, посилюється виділення шкірою сала, внаслідок чого піт рівномірно розподіляється на поверхні шкіри та краще випаровується. Акліматизація у жаркому кліматі відбувається зі зменшенням частоти пульсу і дихання, деяким зниженням температури тіла. Спостерігається стійке зниження на 10–15 % основного обміну, на 15–25 мм рт.ст. – артеріального тиску.

Тривалий і частий вплив холоду призводить до підвищення обміну речовин, посилення теплопродукції, до змін як місцевої, так і віддаленої судинної реакції. Підвищується рівень метаболізму, посилюється теплоутворення, збільшується об'єм циркулюючої крові, швидше відновлюється температура тіла під час охолодження тощо.

Розрізняють **три фази акліматизації:**

- I фаза початкова – спостерігаються фізіологічні реакції, які були описані раніше в разі холодного, жаркого та високогірного клімату;
- II фаза – перебудови динамічного стереотипу, яка може реалізовуватися сприятливо чи несприятливо;
- III фаза – стійкої акліматизації.

Якщо перебудова динамічного стереотипу відбувається сприятливо (тут у нагоді можуть стати соціально-гігієнічні заходи), то друга фаза поступово переходить у третю. Якщо перебіг другої фази з ускладненнями, спостерігаються значні дезадаптаційні метеоневрози, метеорологічна артралгія, цефалгія, міалгія, зниження загального тонусу і працездатності, загострення хронічних захворювань. Однак завдяки застосуванню відповідних лікувально-профілактичних та гігієнічних заходів і в цьому разі можна досягти переходу у третю фазу. Лише якщо перебіг фази вкрай несприятливий, такий перехід не спостерігається, патологічні прояви посилюються, акліматизація не відбувається, і тоді людині слід повернутись у попередні кліматичні умови.

Третя фаза характеризується стабільністю обмінних процесів, відсутністю розладів харчування, нормальною працездатністю, "звичайним" рівнем і характером захворюваності, нормальною народжуваністю, повноцінним фізичним розвитком новонароджених.

Акліматизація настає тоді, коли нові кліматичні умови не висувають надмірних вимог, які виходять за межі компенсаторних можливостей організму. Акліматизація до жаркого клімату відбувається тяжче, ніж до холодного. Проблема акліматизації дуже актуальна через те, що для розвитку народного господарства потрібне поселення людей у малонаселені та неосвоєні місця, а кліматичні зони дуже різноманітні.

Процеси акліматизації потрібно враховувати, переїжджаючи у місцевість з іншим кліматом незалежно від того, чи це буде санаторно-курортне лікування,

Рис. 10.10. Високогірний клімат. Джерело фото: *expeditionsolidaria.org*

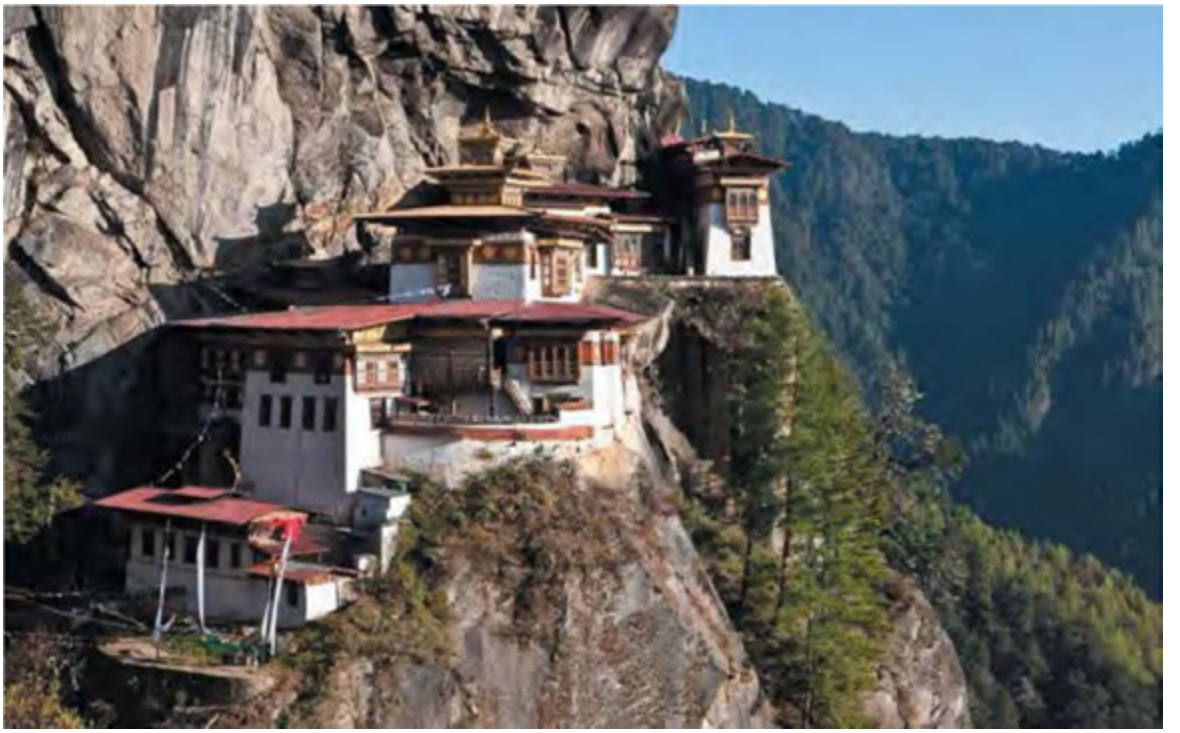


Рис. 10.11. Високогірний клімат. Джерело фото: *maharajatourstravels.com*

поїздка з оздоровчою метою, в експедицію, тимчасове чи постійне проживання чи служба у військових частинах.

Якщо правильно вибрані будинки відпочинку або санаторії, акліматизація зазвичай проходить без ускладнень.

Важче акліматизуються переселенці, оскільки, крім клімату, змушені пристосовуватися до нових умов життя. Часто у таких випадках виявляється знижена резистентність до місцевих хвороб.

В акліматизації великого значення набуває особиста гігієна, індивідуальне загартовування і тренування. Доцільно переїзд переселенців здійснювати у перехідні періоди року, коли менші відмінності у кліматопогодних умовах. Однак найважливішу роль відіграють соціально-гігієнічні заходи.

В умовах Півночі для покращення акліматизації виправдали себе такі заходи: компактна забудова населених пунктів, розташування будівель торцями до панівних холодних вітрів, криті переходи між окремими будівлями, велика корисна площа приміщень, оскільки людина більше часу перебуває у приміщенні; зимові сади у закритих приміщеннях. З огляду на сонячне голодування здійснюється профілактичне ультрафіолетове опромінення за допомогою еритемних ламп (у фотаріях, на виробництвах, у домашніх умовах, басейнах для плавання, спортзалах, дитячих закладах), що дозволяє ефективно боротися з рахітом та іншими проявами ультрафіолетової недостатності. Доцільним є застосування лише тих джерел освітлення, спектр яких наближається до спектра природного світла.

На Півночі харчування повинне мати високу енергетичну цінність, щоб компенсувати підвищені на 15–25 % енерговитрати, і бути раціональним за складом (враховуючи спосіб життя, схильність до закрепів, недостатню кількість овочів і фруктів). У раціоні повинно бути не менше ніж 14% білків, у тому числі 60 % тваринного походження, і не менше 30 % жирів. Особливе значення має підвищений вміст у їжі аскорбінової та нікотинової кислот, вітамінів групи B, D. Екстремальні кліматичні подразники інтенсифікують діяльність симпатичної частини вегетативної нервової системи, що спричинює підвищене споживання аскорбінової кислоти.

Одяг має забезпечувати зменшення тепловтрат, зокрема випромінюванням. Тому він повинен бути малотеплопровідним, сухим, вітрозахисним (двошаровий одяг: верхній шар + накидки з повітряно- та вологонепроникної тканини, плащ). Взуття має бути на 2–3 розміри більшим, щоб можна було надіти додаткові панчохи, шкарпетки. Для захисту очей від світла, що відбивається від снігового покриву, використовують захисні окуляри.

В умовах жаркого клімату населені місця забудовують менш щільно, з максимальним озелененням вільного простору. Велику увагу слід приділяти впорядкуванню скверів (з фонтанами), парків, будуванню відкритих плавальних басейнів, приміської зони з водоймами. У зоні жаркого клімату, для зменшення нагрівання приміщень, слід передбачати сонцезахисні заходи, уникати західної та південно-західної орієнтації будівель, забезпечувати активну аерацію приміщень (за рахунок витяжних каналів, паротягового провітрювання), будувати відкриті приміщення: балкони, веранди тощо. Найкращий ефект дає кондиціонування повітря, яке обладнують насамперед у лікарнях, на виробництвах, у громадських спорудах, дитячих закладах.

Велике значення має раціональний питний режим і харчування. Зменшують енергетичну цінність раціону в основному за рахунок жирів тваринного походження, збільшують вживання мінеральних солей і водорозчинних вітамінів, що втрачаються з потом. Змінюють режим харчування: основні прийоми їжі вранці та у другій половині дня, а не під час спеки.

На півдні потрібно захищати шкіру, в тому числі від гіперопромінення сонячним випромінюванням, особливо ультрафіолетовим. Цій обставині та тепловтратам має сприяти одяг.

Як показав досвід, пристосуватися жити у різних кліматичних зонах можна, якщо здійснювати зазначені вище заходи. У цьому випадку відбувається, як правило, повна акліматизація (відсутні негативні зміни здоров'я та зберігається висока працездатність).

10.8. Кліматопрофілактика, кліматотерапія, кліматичні курорти

Кліматотерапія – чинник підвищення неспецифічної резистентності організму.

На основі вивчення фізіологічних змін організму після кліматичних впливів висунуто положення про кліматотерапію як чинник підвищення неспецифічної резистентності організму.

Основними елементами кліматотерапії є:

1. Ідентична спрямованість фізіологічних змін під впливом одного й того ж методу кліматотерапії різних захворювань.

2. Однакова спрямованість фізіологічних змін при застосуванні різних методів кліматотерапії з приводу одного й того ж захворювання.
3. Один і той самий кліматолікувальний метод має профілактичний вплив при різних захворюваннях.

Від будь-якого виду кліматолікувальних впливів виявляються однакові реакції: тренування термоадаптаційних механізмів, стимуляція обмінних процесів, нормалізація реактивності, відновлення функціонального стану, внаслідок чого підвищується стійкість організму проти хвороб, зменшується кількість рецидивів хвороби, збільшуються функціональні резерви організму, його адаптаційні можливості. Загальний кінцевий неспецифічний ефект для різних кліматичних впливів позначається на рівні організму в цілому, хоча насамперед може з'являтися реакція з боку певної фізіологічної системи залежно від особливостей подразника: термоадаптації в разі аеротерапії, симпатоадреналової системи та нейрогуморальної регуляції – геліотерапії, системи кровообігу, дихання, руху та опори, терморегуляції – у разі таласотерапії з морським купанням.

Точки прикладання різних кліматичних чинників завжди різні, у чому виявляється специфічність їхньої дії, що по-різному відображається на відповідних реакціях організму. Кінцевим результатом відповідного для певного стану організму впливу є підвищення (поновлення) стійкості організму, рівня функціонування всіх систем, що є загальним, неспецифічним. Отже, неспецифічний ефект досягається через специфічний вплив певних метеорологічних чинників.

Експериментальними дослідженнями доведено, що сонячне або ультрафіолетове опромінення гальмує розвиток атеросклерозу й артеріальної гіпертензії, тобто має профілактичну неспецифічну дію. Ця дія у разі атеросклерозу виявляється зменшенням вмісту холестерину та ліпідів у сироватці крові, у разі артеріальної гіпертензії – збільшенням латентного періоду хвороби та зменшенням ступеня змін на ЕКГ.

Отже, вплив ультрафіолетового опромінення на різні захворювання може бути неоднозначним, відображаючи особливості специфічних (патогенетичних) механізмів розвитку того чи іншого захворювання.

Неспецифічний кінцевий ефект геліо-, аеро- та іншої профілактики (терапії) – підвищення стійкості організму – досягається через перебудову адаптаційних механізмів, зміну порогу їхнього реагування. Пусковий механізм приводить у дію різні фізіологічні та біохімічні процеси, які зрештою спричинюють перебудову адаптаційних реакцій. Таким чином, з одного боку, специфічною є дія одного й того самого чинника для кожного захворювання, з другого – специфічною є дія різних чинників під час одного захворювання.

Отже, чинник впливає специфічно, якщо він має постійно фіксований адресат; іншими словами, шляхи досягнення загального неспецифічного ефекту – підвищення резистентності організму – при кліматотерапії є різними і специфічними для кожного кліматичного методу лікування, тобто неспецифічний ефект на рівні організму виявляється через специфічні впливи (на рівні системи, органа, клітини).

Кліматичні курорти. Сприятливіший клімат порівняно з кліматом постійного місця проживання використовують з оздоровчою метою. Вважають, що місцевість, придатна для кліматотерапії, повинна мати такі властивості (рис. 10.12):

1. Чисте повітря, вільне від забруднень та алергенів.
2. Добра інсоляція (пряма та дифузна).
3. Помірно вологе повітря при малозмінному температурно-вологісному режимі.
4. Добрі умови для тепловіддачі, відсутність подразливого впливу сильних вітрів.

Заслуговує на увагу клімат хвойних і листяних лісів (рис. 10.13) із прохолодним і чистим повітрям, високою вологістю та незначними вітрами. Це створює умови для організації лісових санаторіїв і будинків відпочинку.

Рис. 10.12. Вимоги до кліматичних курортів

Рис. 10.13. Хвойний ліс у кліматичному курорті. Джерело фото: *ecolog.ua.com*

Клімат зони мішаних лісів є найсприятливішим для відпочинку і лікування людей із захворюваннями органів дихання, нервової та серцево-судинної систем, з обмінними порушеннями тощо. Клімат зони можна використовувати для розширення адаптаційних можливостей людей, які через обставини змушені працювати на територіях з екстремальними метеорологічними умовами. Найбільш сприятливим для відпочинку є теплий період з травня по жовтень, а несприятливим – з листопада по квітень з піками в грудні, лютому – березні. Період серпень – початок вересня в межах зони є досить стабільним періодом без особливих екстремальних перепадів основних метеорологічних елементів, що особливо сприятливо для відпочинку ослаблених хворих.

Слід враховувати, що у хвойному лісі можливе погіршення самопочуття недужих із серцево-судинними захворюваннями. Має значення дія озону, що утворюється при окисленні ефірних олій. Концентрація озону зростає зі збільшенням температури повітря. У молодому хвойному лісі вона вища, ніж у старому. Після перебування протягом 2 год у лісі з наявністю озону 0,004 мг/л (граничнодопустима концентрація 0,0001 мг/л) у хворих відзначається сухість у роті, загрудинний біль, зниження уваги, безсоння, кашель. Велику роль у впливі на кардіологічних хворих, появі алергічних реакцій відіграє пінен – головна діюча основа летких ефіроолійних речовин хвойного лісу.

Для зони лісостепу характерні помірна сонячна радіація, переважання рівнинної поверхні та наявність лісових масивів. В умовах лісових масивів істотно змінюється хімічний склад повітря, що залежить насамперед від структури порід дерев. Клімат лісостепової зони найсприятливіший для відпочинку і лікування людей із захворюваннями органів дихання, травлення, нервової та серцево-судинної систем, з обмінними порушеннями тощо. Найсприятливішим для відпочинку та лікування є теплий період із травня по жовтень.

Зона степів характеризується рівнинами, розташованими на висоті 150–250 м над рівнем моря, річковими долинами. Значна кількість годин сонячного сяяння і переважання антициклонального режиму погод забезпечують тут можливість проведення кліматолікування у найбільш оптимальних умовах протягом усього року. За біологічною значущістю соняч-

ної радіації зона степів характеризується невеликим періодом ультрафіолетової недостатності і сильною біологічною активністю сонячної радіації у теплий період року. Літо сонячне, тепле і сухе, триває із середини травня до середини вересня. Для степової зони характерна велика повторюваність сонячних погод із переважанням спекотних і сухих. При таких особливостях існує небезпека перегрівання організму, тому найсприятливіші умови для проведення аеротерапії – у ранкові часи. Восени режим погоди близький до літа і також сприятливий для лікування. Лише наприкінці жовтня починається період обложних дощів. Варіації погодного режиму в осінній період більше виражені, ніж влітку.

Клімат степової зони сприятливий для використання всіх видів кліматолікування. Найсприятливішим для відпочинку та лікування є теплий період з травня по жовтень. У цей період на півдні зони можна широко використовувати таласотерапію як основний метод кліматолікування. Метеоумови для повітряних ванн степової зони в теплий період року характеризуються як прохолодні та комфортні в природних умовах. Літні місяці характеризуються значною повторюваністю спекотного дискомфорту на південному сході зони, що може викликати метеопатичні реакції, особливо у хворих на серцево-судинні захворювання.

Теплий і м'який середземноморський клімат Південного берега Криму (рис. 10.14) та частини Чорноморського узбережжя Кавказу сприятливо впливає на організм людини. Збільшується кількість еритроцитів і гемоглобіну, покращується обмін речовин, а у дітей прискорюється ріст. Ясне сонце, чисте повітря, шум морських хвиль позитивно діють на організм, його нервову систему. Проте надлишок сонячного випромінювання, якщо не дотримуватися рекомендацій лікарів, призводить до гіперопромінення із зазначеними раніше ускладненнями. У осіб, які страждають на алергічні хвороби, якщо не дотримуватися поступової акліматизації, може загострюватися їх перебіг.

Субтропічний клімат частини Чорноморського узбережжя від Туапсе до Батумі (рис. 10.15) характеризується високими температурою і вологістю повітря, а за таких умов теплообмін організму погіршується. Тут доцільно відпочивати лише у певні сезони року.

Відмінною рисою гірського клімату (рис. 10.16, рис. 10.17) є менша міждобова мінливість основних

Рис. 10.14. Середземноморський клімат Чорноморського узбережжя Криму. Джерело фото: *warsawinstitute.org*

Рис. 10.15. Субтропічний клімат чорноморського узбережжя Кавказу. Джерело фото: *v-georgia.com*

Рис. 10.16. Гірський клімат Карпат. Буковель взимку. Джерело фото: *pinterest.com*

метеорологічних чинників. Гірське повітря характеризується більшою чистотою, насиченістю негативними іонами. Кількість годин сонячного сяяння, біологічна активність ультрафіолетової частини спектра в горах зростає. У гірському кліматі підвищується життєвий тонус, частішає пульс, дихання, посилюється діяльність легень і збільшується їхня життєва ємність, зростає кількість еритроцитів і гемоглобіну (з висоти 100 м), поліпшується терморегуляція організму. Вертикальне розташування поясів створює своєрідні умови і великі можливості для лікування та відпочинку.

Лікар повинен враховувати кліматичні умови, вирішуючи гігієнічні питання під час забудови нових населених місць, нормування житлового та лікарняного забезпечення населення, боротьби з інфекційними та неінфекційними хворобами, вивчення природних збудників хвороб, виявлення та ліквідації крайової

Рис. 10.17. Рис. 10.16. Гірський клімат Карпат. Буковель влітку. Джерело фото: *pinterest.com*

патології і особливо під час використання природних кліматичних чинників з оздоровчою або лікувальною метою.

Умілий вибір кліматичних умов для хворого або ослабленого організму полегшує зрівноваження його з навколишнім середовищем і сприяє відновленню порушеної функції нервової системи, кращому перебігу трофічних і пластичних процесів. Кліматотерапію слід віднести до лікування активного, функціонального, близького до патогенетичного. Сутність кліматотерапії визначають як дію стресу градуйованої інтенсивності, що спричиняє активізацію нервової системи та кіркової речовини надниркових залоз. Позитивний вплив правильно підібраних кліматичних умов сприяє встановленню рівноваги на новому, ще вищому рівні здоров'я.

11
РОЗДІЛ

ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПРИРОДНОГО ТА ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ, ШУМУ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В УМОВАХ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

О. П. Вавріневич, Т. І. Зінченко

Раціональне природне та штучне освітлення є необхідною умовою функціонування зорового аналізатора у сприятливому для всього організму режимі. Недостатнє або нераціональне освітлення веде до втоми зору, центральної нервової системи, знижує розумову та фізичну працездатність, сприяє розвитку короткозорості у дітей та підлітків.

11.1. Значення освітлення в житті людини

Освітлення – природне чи штучне – є умовою, яка забезпечує функціонування зорового аналізатора. Останній вважається найбільш чутливим і найбільш дистанційним з усіх аналізаторів людини.

Яскраво виражена в працях І. П. Павлова ідея цілісності організму отримує підтвердження і в реакції організму на дію світла. Діючи через адекватний рецептор – органи зору, світло викликає збудження закінчень зорового нерва, яке поширюється до сенсорних центрів зорових півкуль і залежно від ряду умов збуджує або пригнічує кору головного мозку, перебудовуючи фізіологічні реакції організму, змінюючи загальний тонус, підтримуючи активний і бадьорий стан.

Під дією видимого світла відбуваються зміни процесів обміну в організмі, посилюється газообмін, азотистий і мінеральний обмін. Світло сприяє росту і збільшенню ваги тварин (досліди Годнєва на котенятах і курчатах), а також швидкому рубцюванню ран (його досліди на цуценятах). Навіть різні кольори, інакше кажучи, промені з різною довжиною хвилі, діють по-різному на центральну нервову систему. Відомо, що червоні промені діють збудливо, сині – заспокійливо, а крайні сині – навіть гнітюче. Жовті, блакитні та зелені кольори є найбільш приємними.

Лікар Горбацевич, провівши дуже цікаві досліди, встановив виражений вплив променів з різною довжиною хвилі на психіку тварин. Він тримав цуценят однієї породи, одного виводку в різних за кольором клітках. Досліди показали, що цуценята, які виросли в "білих" клітках, мали характер, властивий даній породі. Цуценята, які виросли в зелених клітках, ставали грайливішими, в оранжевих клітках – млявими і злими. Цуценята, які виросли у фіолетових і синіх клітках, відзначалися апатичністю.

У монографії С. В. Кравкова "Кольоровий зір" наводяться цікаві дані про те, що слухова чутливість і м'язова сила при зеленому освітленні підвищуються, а при червоному – знижуються.

У дослідах Щербакова сама лише зміна режиму освітлення викликала у мавп порушення кривої рухової активності й температури тіла, зміну частоти дихання і пульсу, кислотності сечі.

Ці факти свідчать про великий загальнобіологічний вплив видимого світла.

За С. І. Вавіловим: *"Світло – необхідна умова для роботи ока – найбільшого універсального і могутнього органу чуттів". Німецький фізик Гельмгольц назвав зір людини – найчудеснішим даром природи.*

Завдяки органу зору людина отримує понад 80 % інформації про навколишнє оточення.

11.2. Вплив видимого світла на людину та оточуюче середовище

Достатньо 1–2 фотонів для виникнення відчуття світла. Людина бачить вдень і вночі, хоча сонячне випромінювання створює максимальну освітленість горизонтальної поверхні до 100 000 лк, а місячне – тільки до 0,25 лк, зоряне – до 0,001 лк.

Світло:

1. Стимулює життєдіяльність організму.
2. Посилює обмін речовин.
3. Покращує загальне самопочуття.
4. Покращує емоційний настрій.
5. Підвищує працездатність.
6. Здійснює теплову дію (до 50 % енергії).
7. Проникає крізь шкіру на 2,5 см і:
   - посилює біохімічні процеси;
   - посилює імунологічну активність;
   - посилює фотореактивність;
   - посилює внутрішнє свічення тканин (100 мл плазми крові щодоби випромінюють до 10 000 фотонів);
   - збільшує збудливість кори головного мозку;
   - посилює секрецію гіпофіза та обмін речовин;
   - має сигнальне або умовно-рефлекторне значення.

У довгохвильовій частині має властивості інфрачервоного випромінювання, у короткохвильовій – УФВ (еритемну, пігментоутворюючу, бактерицидну, загальностимулюючу дію) (рис. 11.1).

Крім цього, видиме світло має – залежно від спектра – відмінності у психофізіологічній дії. Так, фіолетові та сині промені пригнічують нервово-психічну діяльність, блакитні мають заспокійливу дію, зелені – індиферентні, але стимулюють процес травлення, яскраво-жовті – дратують, червоні – збуджують.

Видиме випромінювання впливає не тільки безпосередньо на організм, а й на оточуюче середовище. Воно забезпечує:

- фотосинтез;
- фототаксис;
- біолюмінесценцію.

Як відзначив професор І. Ліхтенштейн, світло оздоровлює навколишнє середовище. *"Куди не заглядає Сонце, туди частіше мусить заглядати лікар".*

Недостатнє освітлення негативно впливає на орган зору, функції організму в цілому:

- прискорює втомлюваність;
- зменшує опірність;
- знижує продуктивність праці;

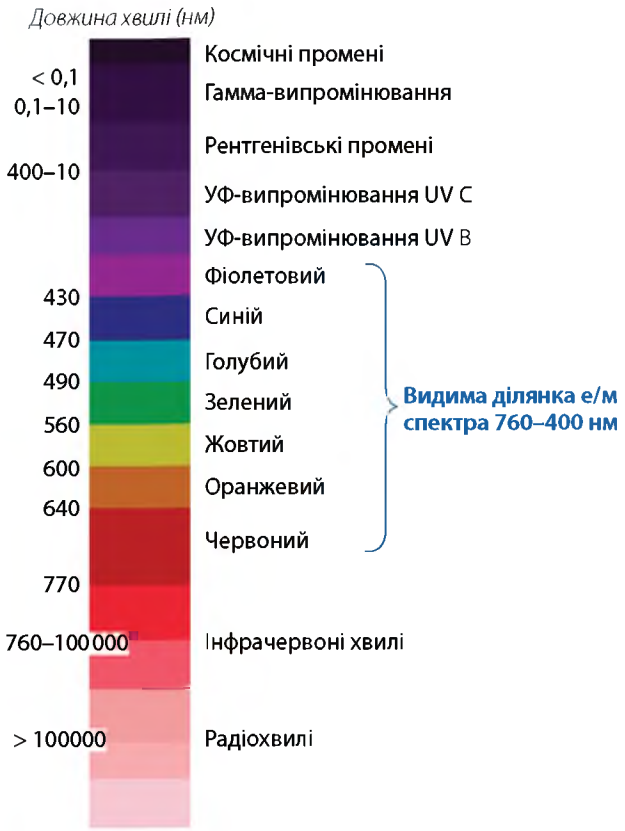


Рис. 11.1. Сонячна радіація (електромагнітний спектр)

- сприяє розвитку короткозорості;
- виникненню травматизму.

Можливі зміни в організмі людини при впливі надлишку сонячного випромінювання:

1. Засліплення.
2. Еритема.
3. Перегрівання.
4. Сонячний удар.
5. Загострення перебігу хронічних захворювань.
6. Сенсибілізація організму.

Раціональне освітлення у наш час науково-технічного прогресу підвищує функціональний стан зорового аналізатора, всього організму, швидкість орієнтації, реакції.

Створення гігієнічно сприятливих умов природного та штучного освітлення, його гігієнічне нормування має велике значення як у побуті, так і у праці, навчанні та вихованні.

Штучне освітлення компенсує і навіть виправляє, в разі потреби, природне освітлення, продовжує час активної діяльності людини.

11.3. Основні положення, що характеризують фізичні основи освітлення

Видиме, або світлове, випромінювання Сонця має довжину хвилі 400–760 нм (рис. 11.1) і енергію фотона 1,66–2,75 еВ.

Потужність такого випромінювання називають світловим потоком. Випромінювання, однакові за потужністю, але різні за довжиною хвилі, мають неоднакову світлову ефективність. Людське око має найбільшу чутливість при довжині хвилі 555 нм (жовто-зелена ділянка спектра). Відносну чутливість ока до різних ділянок спектра називають *відносною видимістю.*

Чутливість ока у червоній або фіолетовій ділянці спектра різко зменшується, особливо в осіб зрілого та похилого віку. У останніх зниження найбільше у синьо-фіолетовій ділянці.

Відомо, що з віком жовтизна сітківки збільшується.

Найбільша чутливість ока до всіх ділянок спектра у віковій групі 22–28 років. У молодших осіб вона нестандартна. Цей факт поки що не знайшов наукового пояснення.

Штучне освітлення, як і природне, характеризують наступні фізичні показники:

- сила світла *(I)* – потужність джерел світла, яка визначається в канделах (Кд). Це сила світла, яка генерує у певному напрямку монохроматичне випромінювання з частотою 540×10^{12} Гц, енергетична сила світла якого у цьому напрямку становить 1/683 Вт/стерадіан;
- світловий потік *(F)* – просторова щільність світлового випромінювання, одиницею якого є люмен (лм) – світловий потік, випромінюваний одиничним джерелом при силі світла 1 кд в тілесному куті 1 стерадіан (просторовий кут у вигляді конуса з вершиною у центрі сфери, що вирізає на поверхні цієї сфери поверхню, площа якої дорівнює квадрату радіуса сфери);
- освітленість *(E)* – поверхнева щільність світлового потоку. Визначається за формулою:

$$E = \frac{F}{S}$$

де *S* – площа освітлюваної поверхні, м². Одиниця освітленості – люкс (лк) – освітленість поверхні площею 1 м² світловим потоком в 1 лм;

- яскравість (В) – сила світла, що випромінюється чи віддзеркалюється з одиниці площі в м² у певному напрямку:

$$B = \frac{I}{S \times \cos \varphi} \text{ кд/м}^2,$$

де: φ – кут відхилення променя від нормалі до цієї поверхні. Одиницею яскравості є кд/м² – яскравість світної поверхні (генеруючої чи відбиваючої) з площі 1 м² при силі світла 1 кд.

Рівнем яскравості світної поверхні визначається її блискавість. Допустима яскравість 2000–5000 кд/м². Яскравість більше 5000 кд/м² спричиняє засліплюючу дію, залежно від сили світла, відбиваючої здатності поверхні, коефіцієнта відбиття. І частково пропускається, частково поглинається, частково відбивається.

- коефіцієнт відбиття *(b)* – відношення відбитого потоку світла ($F_{відб}$) до потоку, що падає на поверхню ($F_{пад}$); визначається за формулою: $b = F_{відб}/F_{пад}$. Величина *b* для свіжого снігу дорівнює – 0,9 (90%), для білого паперу – 0,7 (70%), для незасмаглої шкіри – 0,35 (35%);
- коефіцієнт світлопропускання (t) – відношення світлового потоку, який пройшов крізь середовище ($F_{проп}$), до світлового потоку, що падає на це середовище ($F_{пад}$): $t = F_{проп}/F_{пад}$ Цей коефіцієнт дозволяє оцінювати якість і чистоту віконного скла, скла освітлювальної арматури;
- світність (М) – поверхнева густина світлового потоку в лм, що випромінюється (чи відбивається) з площі 1 м² (лм/м²).

11.4. Функції зорового аналізатора

Функції зорового аналізатора характеризують його функціональний стан. Вони є фізіологічною основою для обґрунтування гігієнічних вимог щодо умов освітлення.

Основні функції зорового аналізатора:

- гострота зору;
- контрастна чутливість;
- швидкість розрізнення деталей зображення;
- стійкість ясного бачення;
- кольорове розрізнення зображення;
- світлова адаптація;
- темнова адаптація;
- акомодація;
- критична частота мигання.

Найчастіше в гігієнічному нормуванні враховують перші три функції.

Гострота зору (гострота розрізнення) – здатність ока розрізняти найменші деталі об'єкта. Визначається кутом, під яким дві суміжні точки сприймаються як окремі. Гострота зору (візус) оцінюється у відносних величинах і в нормі дорівнює 1. Візус = 1, якщо кут = 1 хв. Зі 100–150 лк візус підвищується.

Контрастна чутливість – здатність ока сприймати мінімальну різницю яскравостей об'єкта і фону. Якщо робоча поверхня відбиває 30–40 % світла, то контрастна чутливість найвища при 1000–2500 лк.

Швидкість розрізнення, або **швидкість зорового сприйняття,** – найменший часовий проміжок, протягом якого відбувається розрізнення деталей об'єкта. Зростає при збільшенні освітленості до 100–150 лк. Потім уповільнено зростає до 1000 лк. Всі зорові функції пов'язані між собою і визначають інтегральну функцію – видимість.

Стійкість ясного бачення визначають відношенням часу ясного бачення деталей об'єкта до сумарного часу його роздивляння. Ця функція визначається швидкістю руйнування зорового пурпуру та утворення захисного зорового чорного пігменту на тих ділянках сітківки, де зображення найяскравіше. Ця функція характеризує втому зорового аналізатора. Втома збільшується при поганій освітлюваності. Вона не настає передчасно при освітленості 600–1200 лк.

Кольорове розрізнення (сприйняття) за рахунок яскравості та кольоровості. Око – найчутливіше для жовто-зеленої частини видимого світла. Найменш чутливе до синього та фіолетового кольорів. Білий і чорний – ахроматичний – характеризуються тільки яскравістю. При сутінковій освітленості чутливість до кольорів падає до нуля.

Адаптація – здатність ока зменшувати чутливість під час переходу від низької освітленості до високої (світлова адаптація) та збільшувати її при переході від високої освітленості до низької (темнова адаптація). Світлова адаптація відбувається протягом 2–3 хв, темнова – 20–60 хв. На адаптацію впливає нерівномірність освітлення. Чим рівномірніше – тим краще.

Акомодація – здатність ока регулювати гостроту зору за рахунок зміни кривизни кришталика. У разі недостатнього освітлення гострота зору зменшується. Виникає короткозорість.

Критична частота мигання – визначається часом, протягом якого у зоровому аналізаторі зберігають слідові образи. В основі – руйнування і поновлення зорового пурпуру. 25 кадрів за 1 секунду забезпечує безперервність зображення.

Отже, всі функції будуть оптимальними, якщо освітлення задовольняє основні гігієнічні вимоги:

- оптимальний спектр променів;
- достатня освітленість;
- рівномірне освітлення.

Яскравість джерела світла та відбиваючих поверхонь відповідають зоровим функціям.

11.5. Гігієнічні вимоги до природного освітлення

Спектральний склад. За стандарт спектра денного світла беруть спектр світла від безхмарного неба в кімнаті з північною орієнтацією вікон. При такому освітленні людське око розрізняє до 6000 відтінків різних кольорів.

Мають значення професійні навички – художники, візажисти здатні розрізняти до 30 000 відтінків.

Роботи, при яких потрібно розрізняти кольори, можна виконувати тільки при денному освітленні, тому, наприклад, майстерні художників орієнтовані на південь.

Різні кольори мають власну психофізіологічну дію. Білий – сніг, синій, блакитний – вода, небо. Вони холодні. Зелений – трава, дерева. Це нейтральний колір. Червоний, оранжевий, жовтий – Сонце, вогонь. Це теплі кольори.

Білі стіни створюють відчуття холоду, кремові, рожеві – тепла. Колір впливає на перебіг захворювань. Експерименти на тваринах показали, що саме блакитний колір сприяє швидкому одужанню.

Зоровий аналізатор менше втомлюється при жовтому, зеленому кольорах меблів, стін, підлоги.

Освітленість коливається залежно від зовнішніх умов: широта, пора року, час доби, кліматопогодні умови, хмарність, чистота атмосфери, відбиваюча здатність поверхонь, наявність об'єктів, що створюють тінь. А також від умов у самому приміщенні: орієнтація вікон, їх кількість, площа, конфігурація, товщина рам, якість і чистота скла, глибина приміщень, відбиваюча здатність стелі, стін, меблів.

Освітленість поверхні прямо пропорційна силі світла й обернено пропорційна квадрату відстані. $E = I/L^2$.

Рівні освітленості, з якими зустрічається людина: в сонячний день влітку просто неба – 100 000 лк, у затінку – 25 000–50 000 лк, хмарного дня влітку просто неба – 12 000–20 000 лк, при великій хмарності влітку – 5000 лк, взимку – 2000–3000 лк, при світлому місяці – 0,25 лк, зоряному небі – 0,001 лк.

Основною вимогою є **достатність.** Вона позитивно впливає на функції ЦНС і забезпечує стійку тривалу роботу зоровому аналізаторові. Оптимальна освітленість 1200 лк. При вільному виборі рівня освітленості в умовах виробництва більшість працюючих вибирає 750–1200 лк. Оптимальний рівень освітленості з віком зростає.

Рівномірність освітлення сприяє підтриманню високого функціонального стану зорового аналізатора. Як правило, при використанні природного освітлення можуть виникати проблеми при швидкому переході з яскраво освітленої території у темне приміщення чи навпаки. Часта переадаптація викликає стомлення органа зору, знижує продуктивність праці, веде до травматизму. Наприклад: машиністам метро на деяких лініях м. Києва необхідно використовувати світлозахисні окуляри і додаткову підсвітку тунелів.

Яскравість, повинна бути оптимальною. Слід запобігати створенню умов, що викликають засліплюючу дію поверхонь, тому що це викликає переадаптацію.

Яскравість:

блакитного неба становить 800–1600 кд/м^2;

захмареного небосхилу – 4800 кд/м^2;

білих хмар, освітлених Сонцем, – 32000 кд/м^2.

Яскравість до 1000 кд/м^2 – оптимальна.

Яскравість до 2000 кд/м^2 – задовільна.

Яскравість до 2000 кд/м^2 – переноситься без зорового дискомфорту.

Від 2000 до 5000 кд/м^2 – створює засліплюючу дію.

Оцінка природного освітлення приміщення і будівель проводиться згідно з ДБН В.2.5–28–2006 "Природне і штучне освітлення". Оцінюють двома основними методами: світлотехнічним (інструментальним) та геометричним (розрахунковим).

Основним показником природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО).

Є КПО фактичний ($E_ф$) та розрахунковий ($E_р$). $E_ф$ вимірюють люксметрами. $E_р$ має кілька методик розрахунку: за Данилюком, Кітлером, спрощеним методом. Мінімальне значення КПО береться для точок, що розташовані на відстані 1 метр від стіни навпроти вікна на рівні робочого місця.

Геометричним методом оцінюють світловий коефіцієнт (СК), кути падіння, отвору, коефіцієнт заглиблення приміщення. Додатково слід оцінювати описові дані. Оцінюють також режим інсоляції: максимальний – 5–6 годин/добу, інсоляція підлоги 80 % і більше 550 ккал/м^2. Орієнтація: південний захід (Пд3х), підвенний схід (ПдСх).

Помірний режим інсоляції складає 3–5 год/добу, 40–50 %, 5000–550 ккал/м^2, ПдСх-орієнтація вікон.

Мінімальний режим інсоляції складає до 3 год./добу, менше 30 %, менше 500 ккал/м^2, ПнСх, Пн3х, Пн-орієнтація.

Встановлено, що найсприятливішим є освітлення розсіяними сонячними променями. Саме для нього в процесі філогенетичного розвитку людини найбільше пристосувався людський зір.

Що являють собою розсіяні промені? Сонячні промені, проходячи крізь товщу атмосфери, наштовхуючись на частинки повітря та інші частинки, наявні в атмосфері, відбиваються, і тільки частина прямих променів сонця досягає земної поверхні. Відбиті промені знову наштовхуються на якісь частинки і вже у вигляді розсіяного світла потрапляють на земну поверхню. До цього розсіяного світла добре пристосувалось око людини.

Коли в хмарний день ми не бачимо сонця, світло все одно проникає на земну поверхню за рахунок розсіяних променів. Говорячи про освітлення, ми розуміємо освітлення головним чином у приміщеннях – житлових, громадських, виробничих тощо, оскільки поза будівлями вдень, як правило, достатньо природного освітлення.

Для того щоб освітити приміщення денним світлом, облаштовують вікна різного типу. Приміщення може освітлюватись за рахунок вертикально розміщених світлових прорізів, розташованих у даху. Останнє можливе, звичайно, тільки в одноповерхових будинках; найкращим було б освітлення за рахунок світлових прорізів, розміщених нагорі, в даху; тоді найбільше потрапляло б світла в приміщення. Проте таке освітлення не позбавлене й негативних моментів. Горизонтально або й навіть похило розміщені світлові прорізи швидко забруднюються і після цього вбирають багато видимих променів, пропускаючи в приміщення мало світла.

На деяких заводах та інших підприємствах одноповерхові цехи мають таке верхнє освітлення, і досвід показує, що, незважаючи навіть на старанне утримання, відсоток вбирання проміння дуже значний. Тому найчастіше облаштовують світлові прорізи в стінах.

Цілком природно, що чим більшим буде просвіт вікон, тим більше проникатиме світла в приміщення.

Велике питання: чи можливий надлишок світла? Ні, людське око найкраще бачить поза приміщенням, а у відкритій атмосфері освітленість у сотні разів вища. При денному освітленні розсіяним світлом, поза приміщенням, око людини протягом тривалого часу не втомлюється. Тому природно, що чим більше світла потрапляє в приміщення, тим краще воно освіт-

люється. Виходячи з цього, здавалося б, можна споруджувати стіни зі скла, щоб у приміщення проникало багато світла. Цьому перешкоджають інші міркування. Теплопровідність вікон більша, ніж теплопровідність стін, і тому в тих широтах, де необхідно зберігати тепло в приміщеннях, недоцільно облаштовувати надто великі світлові прорізи. Та й у південних широтах великі світлові прорізи небажані, оскільки стіни є захистом від зайвого тепла, яке надходить іззовні.

Тому забудовники іноді прагнуть зробити світлові прорізи якомога меншими. Гігієністи ж, зважаючи на цілий ряд міркувань, розробляють оптимальні гігієнічні норми освітлення, про які піде мова нижче.

На освітленість приміщень впливає колір стін. Одержуючи одну й ту саму кількість світла, приміщення можуть мати неоднакову освітленість залежно від кольору стін і стелі. Коли достатню освітленість при побілці крейдою прийняти за одиницю, то, щоб одержати таку ж освітленість при ясно-жовтому кольорі стін, потрібно світла в 4 рази більше; при синьому кольорі стін – в 5 разів більше, при темно-коричневому – в 6 разів.

Це явище залежить від відсотка вбирання світлових променів стінами різного кольору. Вивчалося вбирання світла стінами, обклеєними шпалерами різних кольорів. Виявилось, що білі шпалери вбирають лише 8 % світла, жовті – 60 %, блакитні – 75 % і темно-коричневі – від 87 % до 96 %.

Звідси випливає ще одна важлива обставина: на освітлення часто впливає і колір стін, розміщених проти вікон будинку. У містах, де споруджуються багатоповерхові будинки, дуже часто нижні поверхи через віконні прорізи тільки частково одержують прямі сонячні промені; значною мірою вони освітлюються променями, відбитими від сусідніх будинків. Якщо останні пофарбовані в білий колір або в інші світлі кольори, то вони відбивають промені більше і посилюють освітленість.

Кількість променів, що проникають у приміщення, значною мірою залежить і від характеру засклення, що видно з таблиці 11.1.

Як бачимо, звичайне тонке одинарне віконне скло затримує 4% світла, а таке саме подвійне скло затримує до 13% світла. Дзеркальне скло (товсте – 8 мм завтовшки) затримує до 10% світла, а такі стекла, як матові, можуть затримувати до 66% (майже 2/3 світла), а молочне ще більше – 75 % світла.

Скло затримує біологічно активні ультрафіолетові промені. Щоправда, звичайне скло затримує не всі ультрафіолетові промені. Віконне скло затримує повністю ультрафіолетові промені з довжиною хвилі до 320 нм.

Таблиця 11.1. Ступінь затримки сонячного світла залежно від якості засклення вікон

Скло	Затримування світла (у % до падаючого)
Звичайне скло	4
Подвійне скло	9–13
Дзеркальне	6–10
Матове	30–66
Молочне	37–75

Ультрафіолетові промені з довжиною хвилі понад 320 нм частково проходять через скло, але інтенсивність їх значно зменшується. Все ж при правильній орієнтації вікон крізь них може проходити достатня кількість променів для того, щоб санувати повітря в приміщенні.

Белікова В. К. встановила наявність бактерицидної дії ультрафіолетових променів, що проникають через звичайні віконні стекла, на стрептококи, проте для цього потрібно було 2–3-годинне опромінення приміщень прямим сонячним світлом. 2–3-годинного опромінення можна досягти лише тоді, коли відстань між протилежними будівлями не менша, ніж подвійна висота найбільшого з них. На цій підставі встановлено норми розривів між будинками в містах. Ця норма при меридіональній орієнтації будинків у середніх широтах дорівнює двохразовим розривам.

Для найсприятливішої інсоляції орієнтація будинків у різних широтах має бути різною. Рекомендується в населених пунктах, розташованих на південь від 45° північної широти (у північній півкулі), орієнтувати будівлі на південь, південний схід або, в крайньому випадку, на східно-південний схід. У місцевостях, розташованих на широті від 45° до 52° північної широти, орієнтація вікон має бути східно-південно-східна і південно-західна. Для місцевостей на північ від 52° північної широти (це пояси помірний і холодний) рекомендується південно-східна і південно-західна орієнтація, допускається східна, західна. Південна в цих умовах, за 52° північної широти, не допускається, оскільки нижні поверхи 3,5 місяці на рік не отримуватимуть прямих сонячних променів навіть при 5-разовому розриві (відстані) між будівлями.

Спальні кімнати в житлових приміщеннях: вікна повинні бути спрямовані на північний схід, схід і південний схід. Робочі кімнати, робочі кабінети – вікна повинні бути орієнтовані на північ, північний схід і північний захід.

Їдальні можуть мати будь-яку орієнтацію вікон. Із цього приводу можна зауважити, що небажана і для їдалень північна орієнтація. Та в їдальні людина довго не буває, і через те орієнтація тут не має вирішального значення. Людина протягом тривалого часу перебуває в спальні, і тому тут рекомендується найсприятливіша орієнтація.

Кухні, комори для зберігання харчових продуктів можуть бути орієнтовані на північ, північний схід і північний захід. Такі орієнтації з точки зору житлової кімнати не дуже сприятливі, а для згаданих приміщень цілком допустимі. Приміщення для зберігання речей теж можуть бути орієнтовані по 8 румбах, так само як ванні кімнати й санітарні вузли. Розглядаючи проекти будівництва житлових та інших будинків, слід обов'язково враховувати орієнтацію кімнат різного призначення.

Ультрафіолетові промені так корисно діють на організм і оздоровлення повітря в приміщеннях, що виникла думка виготовляти віконні стекла, які пропускали б ці промені; їх назвали **"увіолевими"**. Такими стеклами були засклені деякі дитячі заклади; головним чином школи, в яких проводилося спостереження за станом здоров'я учнів. Але широкого практичного застосування ці стекла наразі не дістали, оскільки і звичайне віконне скло при достатній інсоляції сонячними променями пропускає в приміщення достатню кількість корисних ультрафіолетових променів.

Для того щоб регламентувати кількість світлових променів або кількість денного світла для приміщень, гігієною встановлено норми площі світлових прорізів. Рекомендується, щоб площа засклених поверхні вікон (а не площа вікон) дорівнювала для житлових приміщень не менше 1/8 частини площі підлоги. В гігієні це поняття виражається у вигляді так званого **світлового коефіцієнта,** що являє собою відношення площі засклених поверхні вікон до площі підлоги.

Для житлових приміщень бажаний світловий коефіцієнт не менше 1/8. При світловому коефіцієнті 1/10 освітлення буде гірше. У приміщенні, де потрібно більше світла, світловий коефіцієнт має бути більшим, наприклад, для шкіл 1/4–1/5. У коридорах і сходових клітках освітлення буде достатнім при світловому коефіцієнті 1/12 і навіть менше. Для аудиторій і лабораторій норми такі самі, як і для класів.

Щоправда, найбільш суворо слід цього дотримуватися стосовно дитячих закладів, бо дитяче око найбільш вразливе до нестачі освітлення. На противагу поширеній раніше неправильній думці про те, що короткозорість дітей пов'язана із спадковістю, Ерісман довів, що вона розвивається насамперед від недостатньої освітленості в класах.

За світловим коефіцієнтом можна оцінити як освітленість наявних приміщень, так і проектованих (за кресленнями).

У приміщеннях розрізняють **перше світло** і **друге світло.** *Першим світлом* ми називаємо денне світло, яке проникає через вікна прямо в приміщення. Але приміщення може бути влаштоване так, що його вікна виходять у коридор. Подібні кімнати освітлюються за рахунок променів, які пройшли через вікна коридору. Це *друге світло.* Звичайно, в такому випадку світловий коефіцієнт не може бути показником достатності освітлення. Оцінюючи освітлення за світловим коефіцієнтом, дуже важливо врахувати й інші фактори, такі як, наприклад, колір стін сусідніх будинків, наявність затінюючих об'єктів – будинків, дерев, гір тощо. При одному і тому ж світловому коефіцієнті наявність цих об'єктів створюватиме першу освітленість. Також має значення підтримання вікон у чистоті.

Вище згадувалось, що при розрахунку світлового коефіцієнту враховують не всю площу вікон, а сумарну площу засклених поверхні вікон. При точних розрахунках вимірюють площу засклених поверхні вікон, а якщо велика точність не потрібна, то від виміряної площі всього вікна відкидають 10% на площу віконних рам, оскільки вони перешкоджають проникненню світлових променів у приміщення.

При достатньому світловому коефіцієнті освітленість буде неоднакова в різних місцях приміщення. Біля зовнішньої стіни, ближче до вікон, вона буде більша, біля внутрішньої стіни, далі від вікон – менша. Для того щоб оцінити освітленість на робочому місці, Фонстер запропонував додатково до визначення світлового коефіцієнта вимірювати кут падіння світлових променів на робоче місце.

Кутом падіння (α), за Форстером, називається кут, утворюваний на робочому місці двома лініями: однією, що йде від робочого місця горизонтально до вікна, і другою, що йде теж від робочого місця до верхнього краю вікна. Або кут падіння – це кут, під яким прямі сонячні промені падають на робочу поверхню. Схематично цей кут (α) представлено на рис. 11.2.

Як видно з малюнка, утворюється прямокутний трикутник: висота вікна – катет, протилежний у відно-

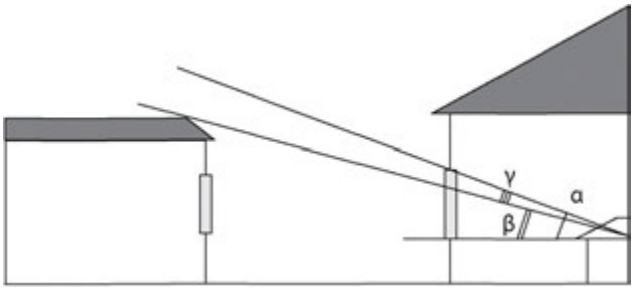


Рис. 11.2. Схема визначення кута падіння та кута отвору. α – кут падіння; β – кут затінення; γ – кут отвору

шенні до кута падіння; горизонтальна лінія – прилеглий катет; лінія, що йде до верхнього краю вікна, – гіпотенуза.

Освітлення робочого місця вважають нормальним, якщо кут падіння світлового проміння не менше 27°. При величині цього (гострого) кута 27° прилеглий катет удвічі більший від протилежного. Отже, щоб кут падіння був у межах норми, робоче місце не повинне знаходитися від вікна далі його подвійної висоти. Якщо робоче місце присунути ближче до вікна, природне освітлення на ньому стане краще, а кут падіння при цьому буде більше 27°. Переміщення робочого місця вглиб кімнати, далі подвійної висоти вікна, дасть кут падіння, нижчий від норми, тобто менше 27°, і освітлення буде недостатнім.

Хороша видимість на робочому місці при нормальному куті падіння буде тоді, коли з робочого місця через вікно буде видно відкриту ділянку небосхилу. В населених пунктах цьому часто заважають протилежні будинки, дерева, гори та ін. Тому немає можливості вимагати, щоб через усе вікно було видно небосхил, та це й не потрібно. Освітленість буде достатньою, коли небосхил буде видно хоча б через частину вікна, що залежить від так званого кута отвору.

Кут отвору (γ) також утворюється двома лініями, що йдуть від робочого місця, при чому одна, верхня, лінія – та ж сама, що і в кута падіння, – вона йде до верхнього краю вікна, а нижня лінія спрямована до верхнього краю об'єкта, що затіняє вікно, – до гребеня даху будинку, верхівки дерева, вершини гори тощо. Інакше кажучи, кут отвору – це кут на робочому місці, під яким видно небосхил; зображений на рисунку 11.2.

Кут отвору має бути при нормальному куті падіння не менше 5°. Методика визначення цих показників освітлення (кутів падіння і отвору) викладається на практичних заняттях.

Останнім часом для гігієнічної оцінки освітленості на робочих місцях і приміщеннях природним освітленням запропоновано інший метод. Полягає він у тому, що визначають за допомогою приладів ступінь освітленості поза будинком і в приміщенні. Прилад показує освітленість в одиницях освітленості (люксах). Встановлено, що освітленість у приміщенні (залежно від його призначення) або на робочому місці (залежно від розміру розглядуваних деталей) має становити певну частину від освітленості під відкритим небом.

Цей показник називається коефіцієнтом природної освітленості, скорочено – КПО. Формулюється він так: **коефіцієнт природної освітленості** – це відсоткове співвідношення горизонтальної освітленості в даній точці всередині приміщення до одночасної горизонтальної освітленості дифузним (розсіяним) світлом під відкритим небосхилом (але не під прямими сонячними променями).

Математично КПО можна виразити так:

$$КПО = E_{вн} / E_{зовн} \times 100\,\%,$$

де $E_{вн}$ – горизонтальна освітленість у приміщенні, лк; $E_{зовн}$ – зовнішня освітленість, лк.

Є норми на освітленість за КПО. За цими нормами виробничі, житлові й громадські приміщення поділяються на 8 розрядів зорової роботи.

I. Для приміщень, в яких проводяться дуже точні і тонкі роботи *(робота найвищої точності)*, що потребують розрізнення деталей розміром менш як 0,15 мм, мінімальний КПО допускається 2% при боковому освітленні або 6% – при верхньому чи комбінованому освітленні. Сюди можуть бути віднесені також малювальні і креслярські зали, зали живопису, картинні галереї, панорами.

II. Для виробничих приміщень, у яких проводяться точні і тонкі роботи *(робота дуже високої точності)* з розрізненням деталей від 0,15 до 0,3 мм, КПО має бути не менш як 1,5% при боковому освітленні і не менше 4,2% – при верхньому або комбінованому освітленні.

III. У приміщеннях, де проводяться *роботи високої точності* з розрізненням деталей від 0,3 до 0,5 мм, КПО має бути не менш як 1,2% при боковому освітленні і не менше 3% – при верхньому або комбінованому освітленні. До цього розряду можуть бути також віднесені читальні зали в бібліотеках, виставкові та спортивні зали.

IV. У приміщеннях, де проводяться *роботи середньої точності* з деталями розмірами більше 0,5 до

Рис. 11.3. Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на рівень природного освітлення в приміщенні

1,0 мм, КПО має бути не менше 0,9% при боковому освітленні і не менше 2,4% – при верхньому або комбінованому освітленні. Сюди належать також аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії у навчальних і наукових закладах, зали зборів.

V. У приміщеннях, де проводяться *роботи малої точності* з деталями розмірами від 1,0 до 5,0 мм, КПО повинне складати не менше 0,6% при боковому освітленні і не менше 1,8% – при верхньому або комбінованому освітленні. До цього розряду належать також книгосховища бібліотек, фойє, вітальні, приймальні, житлові кімнати.

VI. У приміщеннях, де проводяться *грубі роботи* (дуже малої точності), де розмір деталей складає більше 5,0 мм, мінімальний КПО має бути 0,6% при боковому і 1,8% – при верхньому освітленні. До них також належать вестибюлі, сходи, проходи, коридори, санвузли. Все викладене вище стосується природного освітлення і норм природної освітленості.

VII. Приміщення, в яких проводиться робота з матеріалами, що світяться, і виробами в гарячих цехах.

VIII. Приміщення, в яких здійснюється загальне спостереження за ходом виробничого процесу.

На рівень природного освітлення в приміщенні впливають численні фактори (рис. 11.3).

11.6. Штучне освітлення (світлові поняття та одиниці)

Людина для подовження часу активної діяльності, яка приносить їй користь, винайшла і широко застосовує штучне освітлення. *Академік С. І. Вавілов, характеризуючи значення штучного освітлення, вказував, що світло фактично подовжує свідоме існування людини, і в цьому насамперед його велике значення.*

Перш ніж перейти до викладу гігієнічних вимог і нормативів до штучного освітлення, необхідно зупинитись на світлових поняттях та одиницях, до яких доведеться неодноразово звертатися. В гігієні користуються не всіма одиницями, застосовуваними у світлотехніці, а лише тими, що необхідні для гігієнічної оцінки освітлення. До них належать одиниці сили джерела світла, освітленості поверхні та яскравості.

За одиницю сили світла прийнята *міжнародна свічка.* Власне кажучи, у фізиці одиницею сили світла є не свічка, а інша, більша одиниця – віоль, названа так за ім'ям автора, який запропонував її.

Віоль – це сила світла, яка утворюється з квадратного сантиметра поверхні розплавленої платини в момент застигання, а свічка у 20 разів менша, тобто дорівнює 1/20 віоля. Тепер потужність електричних лампочок виражають у ватах. 1 ват створює силу світла, яка приблизно дорівнює 1 свічці, так що з певною мірою похибки можна сказати, що 50-ватна лампочка має силу світла близько 50 свічок.

Але знання тільки сили джерела світла ще не дозволяє оцінити освітлення приміщення. Справді, якщо лампочку в 100 свічок розмістити близько до освітлюваної поверхні, вона створить одну освітленість, якщо її помістити далі, вона створюватиме меншу освітленість. У зв'язку з цим було запропоновано одиницю освітленості – ***люкс.***

Люкс – це освітленість площі в 1 м^2, створювана світловим потоком в 1 люмен при рівномірному його розподілі по освітлюваній поверхні.

Прилади, з допомогою яких вимірюється освітленість, називаються люксметрами.

Принцип їх роботи ґрунтується на тому, що під впливом світлової енергії в селеновому фотоелементі виникає електричний струм, який реєструється чутливим гальванометром. Сила електричного струму прямо пропорційна освітленості.

Яскравість мають не лише джерела світла, але й будь-які поверхні, що відбивають світло, і сила їх

яскравості залежатиме від коефіцієнта відбиття променів. ***Коефіцієнт відбиття*** – це відношення відбитого світлового потоку до падаючого світлового потоку. Цей коефіцієнт може значно коливатись. Наприклад, для білих стін він дорівнює від 0,75 до 0,84, а для чорних поверхонь – від 0,02 до 0,03.

Вище ми згадували, що освітленість поверхні буде тим гірша, чим далі від неї знаходиться джерело світла. З курсу фізики відомо, що освітленість прямо пропорційна силі джерела світла й обернено пропорційна квадрату відстані між ним і освітлюваною поверхнею:

$$E = J / R^2,$$

де J – сила світла; R – відстань від джерела до поверхні в м; E – освітленість в лк.

Є також залежність між освітленістю та інтенсивністю світлового потоку: освітленість прямо пропорційна інтенсивності світлового потоку та обернено пропорційна поверхні, на яку він розподіляється:

$$E = F / S,$$

де E – освітленість в лк; F – інтенсивність світлового потоку, лм; S – площа освітлюваної поверхні, м^2.

Знання цих закономірностей дозволяє розрахувати кількість світильників для освітлення даного приміщення, а також висоту їх підвісу. Санітарний лікар, знаючи ці закономірності, при виявленні недостатнього чи нераціонального освітлення в обстежуваному приміщенні може рекомендувати змінити висоту підвісу світильників або їх розподіл у приміщенні. Цим шляхом можна посилити освітленість, навіть не вдаючись до збільшення потужності джерел світла.

Рівень штучного освітлення в приміщеннях залежить від багатьох чинників.

Вплив різних факторів на рівень штучного освітлення в приміщенні:

1. Вид джерела світла.
2. Кількість світильників.
3. Потужність світильників.
4. Висота підвішування і розміщення світильників.
5. Характер арматури та ступінь її чистоти.
6. Здатність поверхонь відбивати світло (колір).
7. Система штучного освітлення (місцеве, загальне, комбіноване, змішане).

Штучне освітлення в приміщеннях досягається за рахунок різних джерел.

11.7. Джерела штучного освітлення (їх переваги та недоліки)

Залежно від виду використаної енергії розрізняють наступні джерела штучного освітлення: неелектричні та електричні.

1. Неелектричні джерела:

- джерела з твердим паливом – свічки;
- джерела з рідким паливом – фітільні лампи (використовуються як запасні або в неелектрифікованих регіонах);
- джерела з газовим паливом – ауерівські горілки.

2. Електричні джерела:

- лампи розжарювання;
- газорозрядні лампи:
  - люмінесцентні лампи;
  - дугові ртутні лампи (ДРЛ);
  - ксенонові лампи.
- ЛЕД-лапми (світлодіодні лампи).

Гасова лампа і свічка є дуже негігієнічними джерелами світла. Вони дають спектр, значною мірою відмінний від спектра денного світла. У світлі гасової лампи і свічки дуже багато червоних та оранжевих променів і дуже мало фіолетових та синіх. Це викликає труднощі для зору. Освітлювальний прилад повинен світити і більше нічого від нього не вимагається, а гасова лампа і свічка сильно псують кімнатне повітря.

12 стандартних стеаринових свічок, які світять з силою, що дорівнює приблизно 12 міжнародним свічкам, дають за годину вуглекислоти 336 г. Гасова лампа теж за силою світла дорівнює приблизно 12 свічкам (також невеликої сили джерело світла); вона дає за годину 132 г вуглекислоти, а доросла людина за годину виділяє 44 г вуглекислоти. Таким чином, гасова лампа виділяє в 3 рази, а свічки такої ж потужності, як і лампа, – у 8 разів більше, ніж людина за той же відрізок часу. Це наочно показує, що гасові лампи і свічки є джерелом забруднення повітря закритих приміщень.

При горінні лампи згорає газ, окислюється водень і вуглець. При окисленні вуглецю утворюється вуглекислота, при окисленні водню – вода. Таким чином, крім вуглекислоти, стеаринові свічки виділяють і воду. Людина виділяє за годину лише 33 г води, а 12 стеаринових свічок за годину виділяють 132 г води. Це теж у 4 рази більше, ніж людина; звідси кількість вологи в приміщенні при користуванні цими світильниками підвищується. Ці продукти утворюються за

умови повного згоряння, тобто повного окислення вуглецю і водню, з яких складаються газ і стеарин.

Якщо ж буде неповне горіння, то утворюються продукти неповного згоряння, зокрема окис вуглецю – CO. Це – чадний газ. Гасові лампи завжди утворюють невелику кількість чадного газу, і тривала робота при гасовій лампі часто веде до головних болів, голова стає немовби важкою, знижується працездатність.

Крім того, в гасі бувають домішки, найчастіше сірка (сірчана кислота застосовується при перегонці газу). При окисленні сірка перетворюється в окиси (SO_2, SO_3), а це теж отруйні гази.

Поряд з цим гасова лампа утворює тепло. Тепло, можливо, іноді й потрібне, але цього не вимагають від джерела світла – це завдання опалювальних приладів. При близькій відстані такої лампи від голови спостерігається перегрівання останньої, що, звичайно, теж погано впливає на людину.

Для того щоб зменшити негативний вплив гасових ламп, необхідно забезпечити достатній приплив кисню. Між іншим, в лампах із плоским ґнотом до центральних його частин не забезпечується достатній приплив повітря, а в лампах з круглим ґнотом – відбувається повніше згорання. Тому лампи з круглим ґнотом гігієнічніші.

Звичайно, до гасу ставляться певні гігієнічні вимоги: в ньому не повинно бути сторонніх домішок, зокрема сірчаної кислоти.

Про свічки й сказати нічого. Коли доводиться ними користуватися, то треба миритися з усіма негативними явищами. До свічок, звичайно, вдаються в крайніх випадках. Електричне освітлення стоїть значно вище всіх згаданих джерел світла, але й електричне освітлення теж буває різне.

До останнього часу у всьому світі широко використовували **лампочку розжарювання.** В ній електричний струм проходить через тонку нитку, внаслідок чого вона розжарюється і світить.

Восени 1873 року афіші сповіщали петербуржців про те, що в Технологічному інституті будуть проведені досліди електричного освітлення за способом Лодигіна. Тоді вперше було показано чудовий винахід талановитого російського вченого, слюсаря за фахом, самоука.

Через шість років, у 1897 році, лампа розжарювання, удосконалена американцем Едісоном і доведена ним до такого ступеня технічної завершеності, при якому стало можливим масове виготовлення і застосування нового джерела світла, розпочала свій переможний хід по світу. Удосконалення Едісона полягало в тому, що він запропонував пропускати електричний струм через вугільну нитку, вміщену в скляну колбу. У цих колбах вугільна нитка давала світіння постійної сили.

Дехто може запитати: дозвольте, адже батьком електричного освітлення вважають Яблочкова? Цілком правильно, в 1876 році Яблочков у Парижі першим узяв патент, як тоді називали, перший привілей, на свою свічку. Яблочков запропонував удосконалення дугової лампи. До нього в дуговій лампі вуглини розміщувались одна проти одної і в міру згоряння їх треба було пересувати одна до одної, щоб замикалася вольтова дуга. Яблочков же запропонував вуглини розміщувати паралельно, з шаром глини між ними; коли вуглини згоряли, не треба було їх пересувати, бо в міру згоряння стержні вкорочувались. Ось у чому заслуга Яблочкова. До лампочки розжарення винахід Яблочкова не має відношення.

У 1890 році Лодигін запропонував замість вугільної нитки ставити в лампочку металеву (вольфрамову) нитку.

Лампочка розжарювання, звичайно, має багато переваг порівняно з газовими лампами й освітленням свічками. Насамперед, вона не дає ніяких продуктів горіння. Крім того, спектр її значно ближчий до спектра природного світла, тобто зсунутий до фіолетової частини. Проте слід пам'ятати, що у випромінюванні лампочки розжарювання порівняно менше фіолетових та синіх променів і більше червоних та оранжевих, ніж у денному світлі. Цим пояснюється, чому мішане світло, денне і від ламп розжарювання, не дуже приємне для ока. При змішаному світлі (денному і від лампочки розжарювання) не можна малювати картин, розглядати їх, як і при освітленні самою лише лампочкою розжарювання.

Лампочку розжарювання почали застосовувати особливо широко, коли було запропоновано замість вугільної нитки робити нитку металеву: з вольфраму, танталу. Металева нитка має більшу яскравість і кращий спектр, ніж вугільна. Незабаром після пропозиції використовувати лампу з металевою ниткою вугільна лампа Едісона була витіснена.

Освітленість, одержувана від лампи розжарювання, також нормується: вона має бути достатньою і рівномірною, в чому ми пересвідчились при розгляді функцій ока. Достатньо має бути освітлена як робоча поверхня, так і все приміщення. При цьому необхідно, щоб світло на робочу поверхню подавалося обов'язково розсіяне або відкрите. Можна досягти досить великої освітленості робочої поверхні за рахунок пря-

мих променів від незахищеної лампи розжарювання. Однак, як уже згадувалось, електрична лампа розжарювання дає великі яскравості й може осліпити очі.

Окрім того, світло від незахищеної лампи розжарювання утворює різкі тіні від предметів, рук, голови, особливо в тому разі, коли приміщення освітлюється одним світильником. Щоб запобігти цьому, необхідно облаштовувати в приміщенні декілька світильників, розподіляючи їх рівномірно по приміщенню. Для усунення блисткості від нитки розжарювання лампи доводиться застосовувати лопаткові прилади, які або розсіюють проміння від лампи розжарювання або відбивають його до стелі і стін, звідки воно потрапляє на робочу поверхню вже у вигляді розсіяних променів. Ці розсіюючі або відбиваючі прилади мають назву **освітлювальної арматури.** У побуті їх часто називають абажурами.

Освітлювальна арматура вбирає значну кількість світлової енергії, що економічно, звичайно, невигідно. Однак в інтересах здоров'я і працездатності людини слід знехтувати дещо підвищеними витратами на освітленість і скрізь, де це доцільно, встановлювати освітлювальну арматуру. Призначення освітлювальної арматури:

1. Розподіл світлового потоку.
2. Захист ока від блисткості джерела світла.
3. Захист джерела світла від забруднення, механічних пошкоджень, вологи, вибухонебезпечних газів.
4. Слугує для підведення електричного живлення і кріплення лампи.
5. Має естетичне значення.

Викладене раніше свідчить про те, що лампочка розжарювання не є ідеальним джерелом світла. Ідеальним було б таке, яке давало б світло зі спектром, однаковим з денним світлом, не утворювало б шкідливих продуктів горіння (газів) і мало б якомога більший коефіцієнт корисної дії, тобто найбільшу кількість електроенергії трансформувало у світло і якомога менше давало б побічного продукту – тепла. До такого джерела світла техніка вже близько підійшла.

Люмінесцентні лампи значно більше відповідають цим вимогам, ніж електричні лампи розжарювання. Слово "люмінесценція" походить від латинського слова люмен *(Luminis)* – світло. Зараз під люмінесценцією у світловій техніці розуміють холодне світіння.

У природі ми часто зустрічаємося з холодним світінням, наприклад, гниюче дерево дає холодне світіння; деякі комахи завдяки хімічним процесам, що відбуваються в них, світяться; механічний вплив на деякі предмети викликає холодне світіння, наприклад, розколювання цукру в темряві.

Люмінесцентні лампи – це трубки завдовжки від 0,5 до 2,5 м. Таку лампу наповнюють парами ртуті при низькому тиску і до неї підводять електричний струм: з одного боку – анод, з другого – катод. При проходженні електричного струму через пари ртуті вона випромінює кванти енергії, серед яких переважають хвилі малої довжини – ультрафіолетові промені. Інакше кажучи, пари ртуті при проходженні електричного струму утворюють ультрафіолетове випромінювання.

Люмінесцентні лампи зсередини покривають спеціальними солями – люмінофорами. Ультрафіолетові промені вбираються атомами люмінофорів, внаслідок чого останні теж починають викидати кванти, але вже меншої енергії, тобто промені з більшою довжиною хвилі – видимі: фіолетові, сині, червоні та ін. Виділення квантів меншої енергії, ніж енергія ультрафіолетового випромінювання, пояснюється тим, що частина електроенергії в цих лампах також витрачається на нагрівання.

Підбираючи склад люмінофорів, можна одержати видиме світло будь-якого бажаного спектра. Деякі солі дають багато фіолетових, синіх, зелених променів, другі солі дають зелені і жовті, треті – червоні, оранжеві тощо. Однієї солі, яка давала б увесь спектр видимих сонячних променів, поки що не знайдено. Тому змішують солі в таких пропорціях, щоб у спектрах випромінювання люмінесцентної лампи утворювалось бажане співвідношення променів усіх кольорів. Вдається підібрати такий склад, щоб спектр випромінювання лампи був дуже близьким до денного світла.

Люмінофорами є солі вольфраму, борної кислоти, кремнієвої кислоти, галофосфат кальцію, активований сурмою і марганцем. Останнім часом він є основним люмінофором, який використовується у виробництві люмінесцентних ламп. Завдяки наближеності спектра люмінесцентних ламп до денного їх і називають лампами денного світла. Ці лампи в 4 рази економічніші, ніж лампи розжарювання, тобто потребують у 4 рази менше витрат електроенергії. Виготовляються люмінесцентні лампи для різної напруги: 110, 127, 220 вольт. Строк служби таких ламп аж ніяк не менший, ніж ламп розжарювання, – до 2000 годин. Лампа розжарювання добре працює до 1000 годин, а потім вона вже розжарюється погано.

При люмінесцентному освітленні можна користуватись змішаним світлом – денним і штучним. Оскільки вони за спектром схожі, то люмінесцентні лампи

просто посилюють денне освітлення. Це дуже важливо, тому що в цьому часто буває потреба. На багатьох підприємствах протягом дня залежно від ступеня освітленості від небосхилу можна посилювати освітлення за рахунок люмінесцентних ламп.

Ці лампи дають можливість проводити роботу, пов'язану з кольоророзрізненням, при штучному освітленні, чого при лампах розжарювання зробити неможливо. Не можна, наприклад, малювати або розглядати картини при лампах розжарювання, а при люмінесцентних лампах – можна.

Таким чином, люмінесцентне освітлення має ряд переваг перед лампами розжарювання.

Проте люмінесцентні лампи мають ряд недоліків:

- добір люмінофорів не завжди буває вдалий;
- лампи мають стробоскопічний ефект, під яким розуміють періодичне коливання світлового потоку, що веде то до більшої, то до меншої освітленості. Це навіть не можна назвати миготінням, скоріше це періодичне швидке коливання.

Щоправда, цей ефект уже навчилися усувати. Виявляється, якщо створювати освітленість люмінесцентними лампами не менш як 75 лк, тоді це явище не спостерігається. Цей ефект оком не вловлюється;

- недоліком є складність вмикання люмінесцентних ламп в електричну мережу. Для цього до кожної лампи потрібно мати спеціальні пристрої – стартери (пускачі) і дроселі (спеціальний індуктивний опір).

Проте ці лампи мають стільки позитивних якостей, що, безперечно, вони витіснять лампи розжарювання.

Люмінесцентні лампи мають велику світну поверхню, значно більшу, ніж лампи розжарювання. Отже, при одній і тій же силі світла яскравість їх менша, а це також позитивний гігієнічний показник.

Потрібно сказати, що хоч вплив цих джерел на зір вивчався й вивчається нині, проте закінченим вважати це вивчення ще не можна. В подальшому дослідження впливу люмінесцентного освітлення на функції ока, безперечно, приводитиме до прогресу в розумінні технічного удосконалення цього світла.

У дитячому віці око людини особливо лабільне, нестійке, легко піддається несприятливим впливам. Тому в дитячих закладах, у школах слід застосовувати найкраще, люмінесцентне освітлення.

Тенденція до енергозбереження, що захопила увагу всього світу, не обійшла стороною й Україну. Почасти цим можна пояснити зростаючу популярність енергозберігаючих ламп у нашій країні.

Енергозберігаючі лампи складаються з електронного блоку, цоколя й люмінесцентної лампи – тому їх часто називають просто люмінесцентними лампами.

Британські вчені встановили, що енергозберігаючі лампи можуть бути шкідливими для здоров'я. За даними Британської асоціації дерматологів, від лампочок нового покоління можуть постраждати насамперед люди з підвищеною світлочутливістю шкіри, оскільки флуоресцентні лампочки випромінюють інтенсивніше світло, ніж звичайні. Як стверджують учені, використання енергозберігаючих ламп може загострити шкірні захворювання, які вже є у людини, і призвести до раку шкіри, а також викликати мігрень і запаморочення у людей, що страждають на епілепсію.

Проблемою є й утилізація екологічно шкідливих енергозберігаючих ламп, тому викидати їх фактично заборонено. Повинні бути пункти збору і системи утилізації ртутьвмісних ламп, проте їх в Україні немає. Тож небезпечні лампи разом з побутовими відходами привозять на сміттєзвалище, де ртуть проникає в ґрунт, або на сміттєзавод, де такі лампи спалять або в кращому разі відберуть і здадуть на промислову переробку.

Законодавство України зобов'язує здавати на переробку енергозберігаючі лампи лише суб'єктів господарювання. Вони повинні створити спеціальні приміщення для зберігання таких ламп, правильно їх складати, а потім віддавати на утилізацію спеціалізованим підприємствам, а також сплачувати збір за забруднення довкілля. Тож дотримуються закону в основному лише великі промислові підприємства.

В останні роки все більшого поширення набуває застосування світлодіодних ламп.

Світлодіодні лампи (LED) – це практично звичайна на вигляд лампа з безліччю в ній світлодіодів, а також напівпровідниковим кристалом на підкладці й оптичною системою.

LED, або світлодіод – це напівпровідниковий прилад, який перетворює електричну напругу у світло. Від хімічного складу напівпровідника залежить спектральний діапазон випромінюваного світла.

Використання Light Emitting Diode (LED)-технології в освітленні приміщень різного призначення – відносно нове явище. Ця технологія використовується у двох напрямках:

- освітлення приміщень;
- світлові ефекти.

Світлодіодні лампи мають наступні переваги:

1. Низьке енергоспоживання порівняно зі звичайним освітленням. Такій лампі потрібно 14 Вт, щоб

освітити приміщення рівносильно лампі розжарювання 100 Вт.
2. Немає ультрафіолетового випромінювання. Ультрафіолетова складова звичайного освітлення може призвести до пошкодження тканин очей.
3. Високий коефіцієнт корисної дії (у світлі виробляється дуже мало тепла).
4. Термін експлуатації 20–50 тис. годин. Якщо щодня використовувати лампи протягом 5 годин, то термін експлуатації вичерпається більш ніж за 10 років.
5. Екологічно безпечні порівняно з енергозберігаючими лампами, в яких міститься ртуть.
6. Маленька вага.
7. Значна міцність (ударна, вібраційна, температурна) та вологостійкість.
8. Миттєвий розігрів, менш ніж за 1 сек.
9. Широкий вибір відтінків та кольорів.

Недоліки світлодіодних ламп

1. Головним та найвагомішим недоліком цих ламп є їх ціна. Вона коштує набагато дорожче, ніж лампа розжарювання та ніж енергозберігаюча.
2. Деякі скаржаться на те, що у світлодіодних ламп неприємний спектр світіння. Тому їх використовувати у світильниках для читання книг або іншої кропіткої роботи неприйнятно.

Серед основних параметрів, що характеризують якість, відтінок світла та рівень яскравості освітлювального елемента – **колірна температура** світлодіодних ламп. При виборі слід обов'язково звертати увагу на температуру кольору, оскільки цей показник впливає на відчуття комфорту в приміщенні.

Діапазон колірної температури коливається від 1800 до 10000 К. Найбільш сприятливою є колірна температура в діапазоні 2700–6600 К для житлових, офісних приміщень, громадських об'єктів. Умовно виділяють кілька діапазонів:

- 2700–3200 К – теплий білий колір світіння;
- 3500–4500 К – нейтральний або денне світло;
- 4700–6000 К – білий;
- > 6000 К – холодне біле світіння.

Наприклад, лампа розжарювання характеризується колірною температурою першої групи. Робоча атмосфера створюється лампами з нейтральним білим світлом.

Рекомендована колірна температура на робочих місцях – від 4200 до 5500 К, тобто доцільним є білий колір або нейтральний колір світіння. При таких умовах спостерігається максимальна працездатність у персоналу.

Неправильно обране джерело світла може спричиняти дискомфорт зорового аналізатора, тому важливо враховувати колірну температуру освітлювального елемента.

Узагальнена інформація щодо переваг і недоліків різних видів електричних ламп наведена в таблиці 11.2.

11.8. Класифікація світильників

Джерело світла, вмонтоване в арматуру (абажур), має назву світильника. Світильники за світлорозподілом (світлотехнічні характеристики) можна поділити на три великі групи: розсіюючі, відбиваючі і змішані. Розсіюючі світильники – це кулі або іншої форми ковпаки з молочного скла, в які вміщено лампи. Промені від ламп, проходячи через скло такої арматури, рівномірно розподіляються і падають на робочу поверхню, вже будучи розсіяними.

Світильники відбитого світла роблять відкритими згори, нижня частина їх непроникна. В результаті цього промені відбиваються до стін і стелі, а звідти на робочу поверхню. Мішані – це світильники, зроблені за типом відбиваючих, але з матового чи молочного скла. В цьому випадку частина променів розсіюється, проходячи через скло арматури, а частина відбивається до стелі і стін, а звідти – на робочу поверхню.

Є ще світильники прямого, або спрямованого, світла, а також переважно прямого світла. У цих світильниках основна маса світлового потоку спрямована вниз, на робочу поверхню, а частина розсіюється в сторони через молочне скло. Недоліком їх є створювана прямим світлом блисткість, якщо робоча поверхня або деталі на ній мають велику відбиваючу здатність. Крім того, при освітленні світильниками прямого світла в приміщенні утворюються різкі тіні.

Класифікація світильників:

1. *За призначенням:*
   - загального освітлення;
   - місцевого освітлення;
   - аварійне;
   - сигнальне;
   - спеціального призначення (в лікарнях – безтіньові світильники).
2. *За розподілом світлового потоку в просторі:*
   - прямого світла (у нижню напівсферу випромінюється не менше 80 % всього потоку);
   - переважно прямого світла (60–80 %);

Таблиця 11.2. Переваги і недоліки різних видів електричних ламп

Недоліки	Переваги	
Лампи розжарювання (ЛР)		
Зміщення спектра в жовто-червоний Спотворення кольорового відчуття Низький ККД Засліплююча дія прямих променів	малі габарити безшумність роботи дешеві	
Люмінесцентні лампи (ЛЛ)		
Стробоскопічнии ефект Великі габарити Шум при роботі дроселів Складність утилізації УФ-випромінювання Ціна	висока економічність світловіддача в 3–4 рази вища, ніж у ЛР не виникає відчуття засліпленості рівномірне освітлення поверхонь відсутній тепловий ефект спектр випромінювання наближається до денного	
Світлодіодні лампи (LED)		
Ціна	економія електроенергії (до 90 %) висока світловіддача направлене світло, відсутність розсіювання тривалий термін експлуатації (20–50 тис. год) різноманітність розмірів та форм значна міцність (ударна, вібраційна, температурна та вологостійкість) екологічно безпечні (відсутні УФ-випромінювання, пари ртуті) широкий вибір відтінків кольорів світла	

- рівномірно розсіюваного світла (у кожну півсферу 40–60 % потоку);
- переважно відбитого світла (у верхню півсферу 60–80 % світлового потоку);
- відбитого світла (більше 80 %).

3. *За формою кривої сили світла:*
   - концентрованого світлового розподілу;
   - глибокого світлового розподілу;
   - синусного світлового розподілу;
   - напівширокого світлового розподілу;
   - широкого світлового розподілу;
   - рівномірного світлового розподілу.
4. *За способом установки:*
   - підвісні;
   - прикріплені (плафони), які кріпляться на стелі;
   - настінні (бра);
   - розміщені на підлозі;
   - настільні;
   - вмонтовані;
   - ручні;
   - головні.

З точки зору оберігання ока від частої переадаптації висуваються певні вимоги до рівномірності освітлення робочої поверхні і решти приміщення. Бажано, щоб різниця в освітленості на робочій поверхні та поза нею була якомога меншою. Освітленість загального освітлення має становити 1/4–1/2 місцевої освітленості на робочому місці.

11.9. Види штучного освітлення

1. За призначенням:
   - робоче;
   - аварійне;
   - охоронне;
   - чергове.
2. За способом подачі світла:
   - загальне (для всього приміщення);
   - локальне (місцеве);
   - комбіноване (загальне + локальне).

У разі застосування комбінованого освітлення освітленість робочої поверхні, що її створюють світильники загального освітлення, має становити 10 % від нормального.

Освітлення за рахунок поєднання природного та штучного джерела світла носить назву **змішаного освітлення.**

11.10. Гігієнічні вимоги до штучного освітлення

Життя і діяльність людини в умовах сучасної науково-технічної революції неможливі без використання штучного освітлення. Воно необхідне для забезпечення потрібного рівня освітленості протягом доби у побуті, на виробництві, для професійної діяльності під час перебування під землею, під водою, в космосі та у багатьох інших ситуаціях.

Штучне освітлення має відповідати таким основним гігієнічним вимогам:

1. Забезпечувати потрібний за технологічними та гігієнічними нормативами рівень загальної та локальної (місцевої) освітленості в побутових, виробничих та інших умовах.
2. Максимально наближатися до спектра природного видимого світла.
3. Не створювати надмірної яскравості.
4. У межах огляду забезпечувати потрібну рівномірність освітленості.
5. Не бути джерелом пожежної небезпеки, додаткового шуму і додаткового теплового випромінювання.
6. Бути компактним, естетичним, доступним для догляду та підтриманням чистоти.

11.11. Норми загального штучного освітлення

Гігієнічні нормативи освітленості та деяких інших параметрів і умов освітлення приміщення різного призначення та робочих місць ґрунтуються на вивченні функцій зорового аналізатора. Основними показниками цих функцій вважають гостроту зору, контрастну чутливість, адаптацію до світла і темряви, рівень кольоророзрізнення, стійкість ясного бачення, зорову працездатність тощо.

У таблиці 11.3 наведено нормовані показники освітлення приміщень і споруд.

Провідне значення у фізіолого-гігієнічному відношенні має гострота зору. Якщо яскравість поверхні не перевищує 2000–2500 Кд/м², то чим вищий рівень освітленості, тим кращі умови створюються для зорового сприйняття. Але зазначено, що суттєве підвищення гостроти зору спостерігається тільки при рівні освітленості 150–200 лк, а поліпшення інших зорових функцій – при рівні освітленості 250–500 лк. Подальше підвищення освітленості практично не впливає на основі функції зорового аналізатора.

Крім того, під час проведення гігієнічного нормування освітленості залежно від призначення та умов використання різні приміщення поділяються на 4 групи:

1. Приміщення, в яких розрізнення об'єктів зорової діяльності здійснюється при фіксованому напрямку лінії зору працівників на робочу поверхню (основні виробничі приміщення, робочі кабінети, маніпуляційні, операційні, лабораторії, читальні зали, навчальні аудиторії, шкільні класи тощо).
2. Приміщення, в яких розрізнення об'єктів здійснюється при нефіксованій лінії зору і загальному огляді навколишнього простору (торгові зали магазину, картинні галереї, зали підприємств громадського харчування, виробничі приміщення, в яких потрібен тільки загальний нагляд за технологічним обладнанням, ігрові приміщення тощо).
3. Приміщення, в яких потрібен загальний огляд навколишнього простору короткочасним (епізодичним) розрізненням окремих об'єктів (концертні, театральні, клубні, кінотеатральні зали та фоє, актові зали, рекреації, кімнати очікування, вестибюлі, гардеробні громадських будівель тощо).
4. У приміщеннях, в яких відбувається загальне орієнтування у просторі інтер'єру (коридори, переходи, санітарні вузли, закриті стоянки автотранспорту тощо).

Таблиця 11.3. Нормовані показники освітлення приміщень і споруд (витяг із ДБН В.2.5-28-2006)

Приміщення	Штучне освітлення	Природне освітлення	Сумісне освітлення
	освітленість, лк	*КПО, %*	*КПО, %*
9. Лабораторії: органічної й неорганічної хімії, термічні, фізичні, спектрографічні, стилометричні, фотометричні, мікроскопні, рентгеноструктурного аналізу, механічні та радіовимірювальні, електронних пристроїв, препараторські	500/300	3,5–1,2	2,1–0,7
10. Аналітичні лабораторії	600/400	4,0–1,5	2,4–0,9
12. Класні кімнати, аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, середньо-спеціальних і професійно-технічних установ	500/400	4,02) –1,52)	2,1–1,3
13. Аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії в технікумах і вищих навчальних закладах	400	3,5–1,2	2,1–0,7
36. Ізолятори, кімнати для дітей, які захворіли	200	2,0–0,5	–
37. Палати, спальні кімнати	100	2,0–0,5	–
68. Здоровпункти: а) очікувальні; б) реєстратура, кімнати чергового персоналу; в) кабінети лікарів, перев'язочні; г) процедурні кабінети	500/200	0,7–4,0	0,4–2,4
72. Коридори й проходи	50/75	–	0,14

З урахуванням цих положень, а також конкретних умов праці (розміри предметів, контрастність, ступінь точності роботи тощо) встановлюють нормативи природної та штучної освітленості (табл. 11.4).

Для гігієнічної оцінки умов зорової праці та нормування освітленості велике значення має ***фон зорової поверхні,*** тобто поверхні, на якій перебуває об'єкт, що розглядається. Фон вважається світлим, середнім або темним при коефіцієнтах відбиття, відповідно, понад 0,4; від 0,2 до 0,4 та до 0,2. Контраст об'єкта стосовно фону (відношення абсолютного значення різниці яскравості об'єкта і фону до яскравості фону) вважається великим, якщо його величина більша ніж 0,5, середнім – якщо його значення коливається у межах від 0,2 до 0,5, і малим, якщо його величина менша ніж 0,2.

Під час оцінки та нормування штучного освітлення слід мати на увазі, що у зв'язку з наближеністю спектрального складу випромінювання люмінесцентних ламп до природного світла – для забезпечення кращого фізіологічного сприйняття люмінесцентного освітлення рівень його освітленості має бути приблизно у 2–2,5 рази вищий, ніж той, що його створюють лампи розжарювання.

У нашій країні прийнято двостадійне нормування виробничого освітлення – загальні гігієнічні норми і галузеві. У загальних нормах виробничого освітлення передбачені основні положення для розробки галузевих норм, у яких вимоги до освітлення зазначені для конкретних робочих операцій і виробничого обладнання.

У чинних нормах рівень освітленості визначають умови зорової роботи, застосовувана система освітлення, мінімальний розмір об'єкта розпізнавання, а для штучного освітлення – і контраст його з фоном, характер фону, джерело освітлення.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 всі види роботи розбито на розряди, виходячи з лінійних розмірів найменшого об'єкта розпізнавання, з яким працює робітник. При цьому відстань від ока до об'єкта розпізнавання повинна бути не менше 0,5 м.

Отже, ретельний підхід до оцінки освітлення приміщень є основним чинником створення оптимальних умов (світлового комфорту) для забезпечення певних видів діяльності.

Таблиця 11.4. показники освітленості залежно від характеристики зорової діяльності (витяг із ДБН В.2.5-28-2006)

Розряд роботи	Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Освітленість, лк (загальне штучне освітлення)*	КПО, %** (природне освітлення)
I	Найвищої точності	Менше 0,15	1200–300	2,0–6,0
II	Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	750–200	1,5–4,2
III	Високої точності	Від 0,3 до 0,5	500–200	1,2–3,0
IV	Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	300–200	0,9–2,4
V	Малої точності	Більше 1,0 до 5,0	300–200	0,6–1,8
VI	Груба (дуже малої точності)	Більше 5,0	300–200	0,6–1,8
VII	Робота з матеріалами, які світяться, і виробами в гарячих цехах	Більше 5,0	200	0,6–1,8
VIII	Загальне спостереження за ходом виробничого процесу	–	20–200	0,1–1,8

* залежно від контрасту об'єкта з фоном.
** залежно від географічних умов і типу освітлення (верхнє, бокове, комбіноване).

Світловий комфорт – це такі умови освітлення, при яких яскравість світильників або ж контраст між полем зору й оточуючим середовищем (полем) мають такі співвідношення, що не викликають неприємного суб'єктивного відчуття в очах спостерігача і з часом не приводять до втоми зору.

11.12. Гігієнічне значення шуму в умовах населених міст

Дослідження останніх років засвідчили, що серед великої кількості природних та антропогенних чинників навколишнього середовища, які впливають на стан здоров'я населення, найпоширенішим і найагресивнішим є міський шум.

Джерелами вуличного і житлово-побутового шуму є всі види міського транспорту, промислові об'єкти, гучномовне радіо- і телевізійне обладнання (рис. 11.4).

Шум – це хаотичне поєднання звуків різної частоти й інтенсивності, що заважають сприйняттю корисних сигналів, порушують тишу, негативно впливають на організм людини, знижують її працездатність.

Основними внутрішніми джерелами техногенного шуму в будинках різного призначення є технологічне та інженерне обладнання.

Основними джерелами зовнішнього техногенного шуму є потоки автомобільного, рейкового, водного, повітряного транспорту, промислові підприємства та їх окремі установки, комунально-складські й транспортні підприємства, трансформаторні й газорозподільні підстанції, центральні теплові пункти, насосні і компресорні станції, будмайданчики, гаражі, автостоянки тощо.

Джерелами зовнішнього біогенного шуму є стадіони, базари, майдани для мітингів, танцмайданчики, відкриті майданчики культурно-масового відпочинку, спортмайданчики, дискотеки, зоопарки, тваринницькі ферми тощо.

Різні джерела шуму утворюють різні рівні шуму (рис. 11.4):

- поріг слухового відчуття 0–10 дБА;
- шелест вітру та листя створюють шум на рівні 20–30 дБА;
- краплі дощу – 40 дБА;
- спокійна розмова – 60 дБА;
- пилосос, шосе в годину пік, фен – 80–90 дБА;
- перфоратор –105 дБА; рок-концерт – 105 дБА;
- бензопила, відбійний молоток – 110–120 дБА;
- реактивний літак – 140 дБА і перевищує поріг больового відчуття.

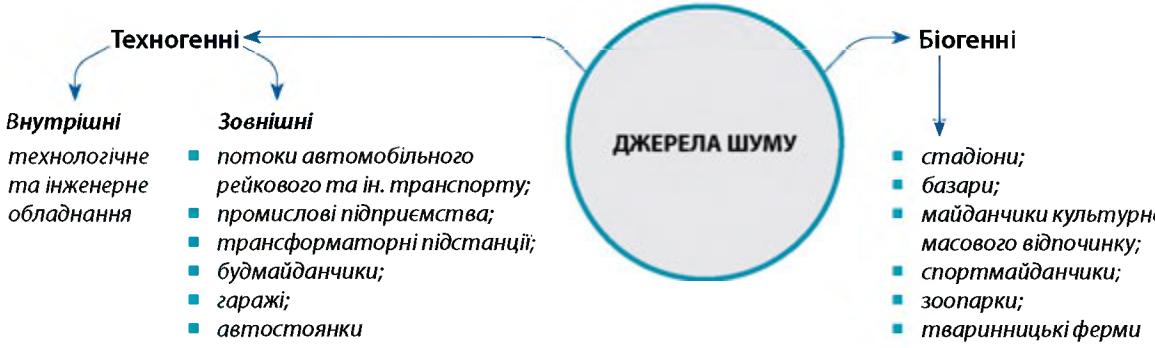


Рис. 11.4. Основні джерела міського шуму

Рівень шуму в багатьох сучасних містах становить 80–90 дБА, стійко утримуючись у цих межах 15–18 годин на добу. Шумовий режим у кожному конкретному місті пов'язаний з плануванням (ширина вулиць, поверховість будинків, тип забудови мікрорайону), наявністю зелених насаджень та зонуванням території, інтенсивністю руху транспорту і складом транспортного потоку.

Експерти ВООЗ наголошують на проблемі шуму, що особливо актуальна для життя у містах. Тиша для людини в умовах міського середовища – це розкіш. Ми розглянемо питання негативного впливу різних рівнів шуму на здоров'я людини.

Вплив шуму на організм людини полягає в тому, що звукові коливання трансформуються в нервові імпульси, які надходять у підкіркові утворення і слухове поле кори головного мозку. Дія шуму на організм людини залежить від його інтенсивності.

Шум, інтенсивність якого не перевищує 30 дБА, практично нешкідливий. Це природний шумовий фон, потрібний для життя людини, оскільки він стимулює процеси збудження в корі головного мозку.

Шум інтенсивністю 30–65 дБА може спричиняти нервово-психічні реакції і порушення. Внаслідок дії шуму може виникати підвищена збудливість, дратівливість, неврози, порушення сну, головний біль, погіршення пам'яті. З дією шуму пов'язують прискорене старіння у 30% людей, скорочення тривалості життя на 8–12 років.

Фахівцями ВООЗ встановлено, що діти, які ростуть в умовах постійного шуму, наприклад, транспортного, суттєво відстають від своїх однолітків за показниками читання, мовних навиків і пам'яті.

65–90 дБА – вегетативні реакції та розлади (астено-вегетативний синдром, астеноневротичний синдром, судинно-вегетативні дисфункції).

Постійна присутність голосних звуків збільшує рівень стресових гормонів (адреналіну, норадреналіну, а при тривалих впливах – ще й кортизолу) в організмі людини. За даними ВООЗ, шум є причиною виникнення інсультів, гіпертонічної хвороби, аритмії та інфарктів, виникнення яких пов'язують з хронічним стресом та безсонням, що непомітно впливають на стан здоров'я людини.

90–120 дБА – порушення функції слуху. Можливе зниження слуху, особливо при хронічному впливі. Як правило, йдеться про професійні шкідливості. Окреме занепокоєння викликає використання навушників з портативними електронними пристроями для прослуховування музики в громадських місцях (метрополітені, громадському транспорті, на вулиці тощо). При використанні навушників звук оминає вушну раковину й одразу потрапляє безпосередньо в слуховий прохід, що відповідно неминуче веде до зниження слуху, особливо у молоді. При хронічному використанні навушників існує високий ризик у 40 років замінити навушники на слуховий апарат.

Згідно з проаналізованими ВООЗ даними досліджень, проведених у країнах із середнім і високим рівнем доходів, серед підлітків і молодих дорослих у віці 12–35 років майже 50% піддаються впливу звуку небезпечної гучності від особистих аудіопристроїв, і приблизно 40% піддаються впливу звуку потенційно травмуючої гучності на розважальних заходах. Небезпечний рівень звуку може, наприклад, мати місце при впливі звуку гучністю понад 85 децибел (дБ) протягом восьми годин або 100 дБ протягом 15 хвилин.

Сьогодні у всьому світі 360 мільйонів осіб страждають на втрату слуху з різних причин, наприклад, через шум, генетичні порушення, ускладнення при пологах, деяких інфекційних хворобах, хронічній інфекції слухового аналізатора, застосування конкретних

ліків і старіння. За оцінками, половині всіх випадків втрати слуху можна запобігти.

>120 дБА – ураження органа слуху.

Для боротьби зі шкідливою дією шуму на здоров'я населення використовується комплекс профілактичних заходів:

1. Нормування шуму (ДБН України "Захист територій, будинків і споруд від шуму" ДБН В.1.1–31: 2013).
2. Створення зон санітарної охорони.
3. Зміна конструкцій та контроль за технічним станом транспортних засобів.
4. Раціональне планування транспортних магістралей та житлових районів.

Важливим заходом у боротьбі з шумом є планувальні: правильне планування населених місць, будівництво кільцевих доріг, зменшення кількості перехресть на території населеного пункту.

Розробка гігієнічних нормативів рівня шуму залежно від призначення шуму. Документ, який регулює допустимі рівні шуму, – ДБН України "Захист територій, будинків і споруд від шуму" ДБН В.1.1-31:2013.

До профілактичних заходів відносять створення санітарно-захисних зон, контроль за технічним станом технічних засобів.

11.13. Електромагнітне випромінювання в умовах сучасних населених пунктів

Біосфера впродовж своєї еволюції перебувала під впливом електромагнітних полів (ЕМП), фонового випромінювання, викликаного природними чинниками. Навколо Землі існують електричне та магнітне поля, інтенсивність яких не залишається постійною. Спостерігаються річні, добові коливання цих полів під дією грозових розрядів, опадів, вітрів, а також під дією сонячної активності (магнітні бурі).

У процесі науково-технічного розвитку людство додало до фонового випромінювання цілий ряд факторів, які підсилили це випромінювання в декілька разів (антропогенні ЕМП). У побуті й промисловості набули масового застосування обладнання та прилади, робота яких пов'язана з утворенням електромагнітних випромінювань широкого діапазону частот. Зростання рівня ЕМП різко підсилилося з початку 30-х років XX століття. В окремих районах їх рівень у сотні разів перевищує рівень полів природного походження.

Джерелами випромінювань електромагнітної енергії є потужні радіо- й телевізійні станції, ретранслятори, засоби радіозв'язку різного призначення, в тому числі й супутникового, промислові установки високочастотного нагрівання металів, високовольтні лінії електропередач, електротранспорт, вимірювальні прилади, персональні комп'ютери (ПК), мобільні телефони (рис. 11.5).

В аеропортах і на військових об'єктах працюють потужні радіолокатори, які випромінюють у навколишнє середовище потоки електромагнітної енергії. Потужність та кількість джерел ЕМП постійно зростають.

Проблема впливу на організм людини електромагнітних полів як фактора середовища проживання набуває все більшого значення, бо з кожним роком збільшується кількість джерел і потужність їхнього випромінювання.

У 1995 році ВООЗ офіційно запроваджено термін "глобальне електромагнітне забруднення довкілля". Рівень цього забруднення кожні десять років зростає в 10–15 разів.

Живі організми в процесі еволюції пристосувалися до певного природного рівня інтенсивності електромагнітного поля, і значні відхилення від нього в більшу чи меншу сторону є стресовим фактором. На сьогодні рівень електромагнітного фону Землі перевищує природний у 200 000 разів.

Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить насамперед до функціональних змін у серцево-судинній і центральній нервовій системах. Внаслідок переходу електромагнітної енергії в теплову при дії ЕМП спостерігається підвищення температури тіла та селективне нагрівання органів і тканин організму. Таке нагрівання особливо небезпечне для органів із слабкою терморегуляцією (головний мозок, очі, нирки, шлунок тощо).

Найчутливішими до ЕМП є нейродинамічні процеси, які прямо чи опосередковано впливають на хронобіологічні процеси організму, переводячи його на патологічний або стресовий режим функціонування. Ще в 1928 р О. Л. Чижевський назвав сонячну активність "фактором, який сприяє виникненню та поширенню психозів". Серед людей, які працюють у зоні промислових частот ЕМП або проживають поблизу ліній високовольтних електропередач, поширені депресивні стани, збільшується число самогубств.

Встановлено, що під впливом слабких ЕМП в організмі людини змінюється амплітуда й фаза ритмів біологічних показників. Як відомо, десинхроноз є за-

Рис. 11.5. Джерела випромінювань електромагнітної енергії

Електромагнітні поля

Це змінні електричні та магнітні поля, що поширюються у просторі у формі хвиль зі швидкістю світла

Значення сили магнітних полів навколо побутових електроприладів

Електропобутовий прилад	На відстані 3 см (мікротесла)
Фен для волосся	6–2000
Електробритва	15–1500
Пилосос	200–800
Мікрохвильова піч	73–200
Портативний радіоприймач	16–56
Електропіч	1–50
Пральна машина	0,8–50
Праска	8–30
Посудомийна машина	3,5–20
Комп'ютер	0,5–30
Холодильник	0,5–1,7

Для населення порогове значення – 100 мікротесл

гальною ознакою розладнання здоров'я на початкових етапах.

Перевищення електромагнітного навантаження проти нормативного на 50 % призводить до збільшення захворюваності населення на 17 %, а при збільшенні на 150 % – на 37 % (найчастіше це захворювання органів дихання, алергічні захворювання, хвороби нервової системи). Електромагнітне опромінення впливає на репродуктивну функцію людини (спостерігається порушення дозрівання сперматозоїдів та яйцеклітин, що призводить до безпліддя). Серед населення, яке проживає в умовах дії електромагнітного випромінювання, у 1,5–2 рази вища захворюваність на хронічну патологію порівняно з населенням, яке живе на "чистій" території. Так, напруженість поля 1000 В/м спричинює головний біль, сильну втому; більші значення зумовлюють розвиток неврозів, безсоння. У 2004 році працівники Малагського університету (Іспанія) встановили, що мікрохвилі великої інтенсивності збільшують шанси розвитку депресії в 40 разів, а також пригнічують синтез мелатоніну, особливо в людей з хронічними захворюваннями та ослабленим імунітетом.

Дія електромагнітного випромінювання на людину вивчена недостатньо. Відомо, що зі збільшенням довжини хвилі знижується негативна дія ЕМП.

Використовується комплекс заходів для захисту від електромагнітних випромінювань, серед яких виділяють організаційні, інженерно-технічні й профілактичні заходи (рис. 11.6).

Організаційні заходи передбачають оптимальний вибір майданчика для розміщення радіотехнічних об'єктів (радіостанцій, телецентрів, телевізійних ретрансляторів, радіолокаційних станцій).

Інженерно-технічні заходи спрямовані на герметизацію джерел електромагнітного випромінювання. Всі джерела ЕМП максимально екранують металевими ковпаками, перегородками.

Профілактичні заходи передбачають створення санітарно-захисних зон. Межі ЗСО визначаються розрахунковим шляхом, враховуючи технічні характеристики джерела ЕМП.

Спеціалістами ВООЗ рекомендовано утримуватись від використання систем безпровідного доступу до Інтернету Wi-Fi у навчальних закладах для дітей, оскільки електромагнітне випромінювання

Граничнодопустимі рівні електромагнітних полів (витяг з "Державних санітарних норм і правил захисту населення впливу електромагнітних полів")

№ діапазону	Матричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль	ГДР
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30:300 кГц	10:1 м	25 В/м
6	Гектаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3:3 кГц	1:0,1 м	15 В/м
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30:300 кГц	10:1 м	3 В/м

Рис. 11.6. Заходи захисту від негативної дії ЕМП

створює додаткове навантаження на організм дитини. У США, Великобританії та Німеччині все частіше відмовляються від Wi-Fi в школах, лікарнях, університетах. ВООЗ відносить використання цієї системи та мобільних телефонів до факторів недоведеного ризику.

На підставі узагальнення результатів експериментальних досліджень було розроблено МДР (залежно від частоти або довжини хвилі) електромагнітної енергії, які увійшли до "Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних полів", 1996 р.

Світловий чинник, що супроводжує людину протягом усього життя, дає 80% інформації про зовнішній світ, має біологічну дію, відіграє першочергову роль у регулюванні найважливіших життєвих функцій організму, і тому гігієнічний контроль за дотриманням гігієнічних нормативів освітленості приміщень різного призначення є запорукою запобігання численним захворюванням та патологічним станам.

Неправильне освітлення, подразлива дія шуму й ЕМП становить значну загрозу для здоров'я населення сучасних населених міст. Правильна організація освітлення, віддаленість від джерел шуму та ЕМП на робочому місці, в житлових приміщеннях, закладах відпочинку – запорука здоров'я, високої продуктивності праці, комфортного емоційного і психологічного стану людини.

12
РОЗДІЛ

МІКРОКЛІМАТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я. ШЛЯХИ ТА ЗАСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ МІКРОКЛІМАТУ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ

О. П. Вавріневич, А. М. Гринзовський

Серед фізичних чинників, які впливають на здоров'я людини, окреме значення мають параметри мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря та радіаційна температура, інтенсивність теплового опромінення, температура поверхонь). З цими чинниками повітряного середовища пов'язане виникнення у населення так званих "простудних захворювань", які в загальній структурі захворюваності всіх вікових груп і професійних верств населення займають провідне місце.

Дискомфортний мікроклімат має вплив на серцево-судинну систему, систему травлення, може призводити до патологічних змін нервової системи та захворювань периферичної нервової системи. Дискомфортний мікроклімат значно змінює працездатність людини. Тому знання факторів, що визначають тепловий стан організму, вкрай необхідні для майбутнього лікаря.

12.1. Мікроклімат, визначення поняття

Приміщення різного призначення (житлові, громадські, виробничі) характеризуються мікрокліматом, що створений штучним шляхом. Мікроклімат має великий вплив на організм людини, визначає її самопочуття, настрій, відображається на здоров'ї.

І перше, на чому ми зупинимось, – це визначення поняття мікроклімату.

Мікроклімат – це тепловий стан повітряного середовища, який впливає на процеси теплорегуляції, зумовлює тепловідчуття людини і залежить від температури повітря, відносної вологості, швидкості руху повітря та радіаційної температури (інтенсивність теплового опромінення, температури поверхонь).

Згідно з Державними будівельними нормами, **мікроклімат** – умови внутрішнього середовища приміщення, що впливають на тепловий обмін людини з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи; ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури поверхонь, що оточують людину, та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Основні чинники, які формують мікроклімат: температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря та радіаційна температура. Кожний із компонентів мікроклімату не повинен виходити за рамки гігієнічних нормативів, не мати різких коливань, які порушують нормальне тепловідчуття і несприятливо впливають на здоров'я людини.

Температуру повітря, відносну вологість, швидкість руху повітря та радіаційну температуру об'єднує те, що всі вони впливають на теплообмін та терморегуляцію. І насамперед ми зупинимось на питаннях, що стосуються процесів теплообміну.

12.2. Короткі відомості про теплообмін організму людини з навколишнім середовищем (хімічна та фізична терморегуляція)

В організмі людини постійно продукується тепло. Воно є побічним продуктом – екскретом, який утворюється при перетворенні хімічної енергії в механічну.

За висловлюванням академіка О. О. Богомольця, "тепло – це основний екстракт людського організму".

Від тепла, яке утворилось в організмі людини, організм повинен звільнятися. Вивільнення тепла з організму здійснюється шляхом його віддачі у навколишнє середовище.

Однією з найважливіших умов фізіологічного гомеостазу людини є підтримання **ізотермії** – відносної рівноваги між продукцією тепла та віддачею тепла в навколишнє середовище. Такий стан називають тепловим гомеостазом. Його можна описати за допомогою формули:

$$Q_1 = Q_2,$$

де Q_1 – кількість тепла, яке утворюється в організмі людини; Q_2, – кількість тепла, яке віддає людина у навколишнє середовище.

Тепло, що постійно утворюється в організмі, йде на підтримання процесів життєдіяльності, на виконання роботи і надходить у навколишнє середовище.

Для забезпечення нормального перебігу біохімічних, біофізичних та фізіологічних процесів організм зацікавлений у підтриманні постійної температури; підвищення її навіть на 1–2 °С призводить до *"збою в життєдіяльності всього організму" (О. О. Богомолець).*

Однак в організмі людини спостерігаються періодичні коливання температури тіла в межах 1 °С (рис. 12.1). Розрізняють коливання циркадні, або добові (температура тіла людини мінімальна вночі о 3–4 годині й максимальна – ввечері о 17–18 годині); сезонні; залежно від гормонального стану організму; пов'язані з переміщенням з одного часового поясу в інший; обумовлені м'язовою роботою.

Під сталістю температури тіла слід розуміти, що йдеться про температуру його ядра. Температура різних ділянок шкіри може значно відрізнятись не тільки від температури ядра, а й між собою. Про температуру ядра тіла роблять висновок з температури (репрезентативна температура) під пахвою (36,6 °С), в ротовій порожнині (36,7–37,0 °С), у грудних дітей – у прямій кишці (37,3–37,6 °С).

Температура поверхні тіла людини за комфортних умов відрізняється від температури ядра тіла людини. У таблиці 12.1 наведено температури поверхні тіла (°С) в умовах теплового комфорту, за даними різних авторів (І. І. Русець, А. Д. Слонім, Р. М. Княжевич, Л. Коліер).

В організмі весь час відбуваються складні хімічні реакції, більшість яких супроводжується виділенням тепла. До них належать реакції гідролітичного розпаду, процеси окислення тощо. Цей процес утворення

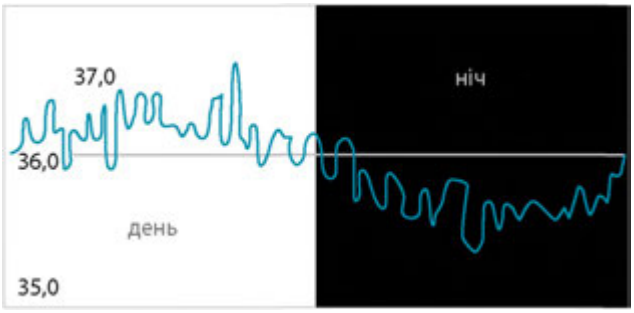


Рис. 12.1. Добові коливання температури тіла людини

в організмі тепла отримав назву **хімічної терморегуляції.** Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від особливостей організму (вік, стать, особливості харчування тощо) та характеру роботи.

Теплоутворення в організмі людини відбувається постійно, але з різною інтенсивністю. Тепло утворюється в усіх органах і тканинах, але в різних співвідношеннях. Це співвідношення змінюється залежно від функціонального стану організму. Так, у стані спокою 20 % тепла утворюється в печінці, 56 % – в інших органах і 20 % – у скелетних м'язах. При фізичному навантаженні на м'язи припадає 90 % утвореного тепла; до того ж, все теплоутворення зростає в 4–5 разів. Теплоутворення ділиться на **скоротливе** (м'язовий тонус, м'язове тремтіння і довільні м'язові рухи) та **нескоротливе**.

У звичайних умовах підвищення температури тіла не спостерігається, оскільки організм має досить надійну систему віддачі тепла в навколишнє середовище **(фізична терморегуляція)**.

Фізична терморегуляція філогенетично виникла пізніше. Віддача тепла здійснюється двома шляхами (рис. 12.2): основна його кількість видаляється з організму через шкіру (близько 80–85 %), решта (15–20 %) – позашкірним шляхом (на нагрівання води, харчових продуктів, які вживає людина, на нагрівання повітря, що надходить до дихальних шляхів, акт дефекації, сечовиділення).

Існує 3 основних механізми віддачі тепла через шкіру:

- випромінювання;
- проведення (конвекція та кондукція);
- втрати тепла на випаровування вологи (поту) з поверхні шкіри та слизових оболонок (дихальних шляхів, органів зору). Цей механізм скорочено прийнято називати випаровуванням.

У звичайних (комфортних) умовах навколишнього середовища віддача тепла випромінюванням становить 40–45 %, проведенням – 25–30 %, випаровуван-

Таблиця 12.1. Температури поверхні тіла (°С) в умовах теплового комфорту, за даними різних авторів (І. І. Русець, А. Д. Слонім, Р. М. Княжевич, Л. Коліер)

Ділянка тіла	І. І. Русець	А. Д. Слонім	Р. М. Княжевич	Л. Коліер
Лоб	32,2–34,0	33,5	32,5	34,6
Груди	34,0–34,8	33,4	34,8	34,6
Живіт	34,5–35,2	31,1	35,9	34,6
Спина	–	33,3	33,5	34,6
Плече	34,0–34,5	32,4–33,3	32,9	33,0
Передпліччя	33,4–33,8	32,9	–	30,8
Кисть	33,5–33,7	31,0	31,0	28,6
Стегно	32,5–33,7	32,5	31,8	33,0
Гомілка	–	32,2	31,7	30,8
Стопа	31,0–31,5	29,9	30,9	28,6

Рис. 12.2. Шляхи тепловіддачі в умовах комфортного мікроклімату

ням – 10–15 %. Наведені величини втрат тепла через шкіру різними механізмами фізичної теплорегуляції є узагальненими величинами, і залежно від конкретних комбінацій фізичних властивостей повітря й температури предметів, що оточують людину (так звана "радіаційна температура") можуть значно змінюватися в той чи інший бік.

Втрата тепла всіма названими шляхами відбувається одночасно. Проте з метою кращого розуміння цих залежностей від параметрів мікроклімату розглянемо їх кожну окремо.

Віддача тепла випромінюванням – виділення організмом теплової енергії у навколишнє середовище шляхом інфрачервоного випромінювання з поверхні тіла. Тіло людини, як і будь-яке тіло, що має температуру вище абсолютного нуля, віддає тепло оточуючим поверхням. Віддача тепла випромінюванням здійснюється в напрямку поверхонь з нижчою температурою.

Кількість тепла, яке втрачається через випромінювання, визначається законом Стефана – Больцмана. Втрата тепла випромінюванням за цим законом залежить від різниці між температурою шкіри людини і радіаційною температурою; вона описується рівнянням:

$$E = K\,(T_1^4 - T_2^4),$$

де E – втрата тепла випромінюванням; K – постійна величина ($5{,}77 \times 10^{-12}$ Дж/с); T_1 – абсолютна температура

шкіри людини; T_2 – абсолютна температура предметів, що оточують людину.

Із закону Стефана – Больцмана випливає, що чим вища температура джерела тепловиділення (шкіра людини) порівняно з температурою оточуючих поверхонь, тим більше тепла буде втрачатися випромінюванням, і тим більше буде його значення серед механізмів тепловіддачі. Тобто, з рівняння видно, що якщо $T_1 > T_2$ – *радіаційний баланс негативний.*

Навпаки, при підвищенні температури оточуючих поверхонь і предметів кількість тепла, яке втрачається випромінюванням, зменшується. З рівняння видно, що якщо $T_1 < T_2$ – *радіаційний баланс позитивний,* тобто людина отримає від предметів, які її оточують, більше теплового випромінювання, ніж віддасть їм. Така ситуація спостерігається в цехах і призводить до перегріву. В умовах відкритої атмосфери втрата тепла випромінюванням залежить від сонячної радіації, температури ґрунту і стін будівель.

У випадку, якщо температура оточуючих предметів зрівняється з температурою шкіри людини, втрата тепла випромінюванням повністю припиняється.

Втрата тепла випромінюванням з поверхні шкіри за звичайних умов складає приблизно 0,05 кал/см^2, випромінювання Сонця складає 1–15 кал/см^2, випромінювання нагрітих поверхонь на виробництві може сягати 15 кал/см^2.

Випромінювання, яке перевищує 2 кал/см^2, викликає відчуття пекучості та потребує відповідних заходів захисту.

Чи впливають температура повітря, вологість і швидкість руху повітря на втрату тепла випромінюванням? Ні, не впливають.

На підтвердження сказаного можна навести приклад: *у холодний період року (зимою) ви потрапили в приміщення, яке тривалий час не опалювалось. Щоб зігрітися, вмикаєте опалювальний прилад, і повітря порівняно швидко прогрівається до температури 18–20 °С. Проте, як і раніше, ви не відчуваєте тепла. Це пов'язано з тим, що стіни, підлога, стеля в приміщенні залишаються холодними, і в силу великої різниці між їх температурою і температурою тіла велика кількість тепла втрачається випромінюванням.*

Оскільки при звичайній температурі (18–20 °С) в житлових приміщеннях і громадських будівлях приблизно половину тепла людина втрачає випромінюванням, то очевидно, що з метою створення теплового комфорту для людини було доцільним мати пристрій для регулювання температури оточуючих поверхонь (стелі, стін, підлоги). Тоді можна було б підвищувати їх температуру і в холодну пору року. Ця думка знайшла своє застосування на практиці: наприклад, існують променисте опалення, підлога з вмонтованим підігрівом.

Віддача тепла проведенням може здійснюватися шляхом конвекції та кондукції. Під ***конвекцією*** розуміють безпосередню віддачу тепла з поверхні тіла людини менш нагрітим шарам повітря, які її оточують. Інтенсивність віддачі тепла цим шляхом пропорційна площі поверхні тіла та різниці температури тіла й оточуючого повітря:

$$Q = S \times (T_1 + T_2),$$

де Q – втрата тепла конвекцією, кал/м^2/год; T_1 – температура тіла людини; T_2 – температура повітря; S – площа поверхні тіла людини.

Під кондукцією розуміють віддачу тепла з поверхні тіла менш нагрітим предметам або поверхням шляхом безпосереднього контакту з ними. Позаяк втрата тепла цим шляхом незначна, то, говорячи про втрату тепла проведенням, у подальшому слід розуміти втрату тепла шляхом конвекції.

Чи залежить втрата тепла проведенням від руху повітря та його вологості? Так, залежить.

Рух повітря сприяє віддачі тепла проведенням. Внаслідок переміщення повітря забезпечується відтік від поверхні тіла нагрітого і приток холоднішого повітря. Проте слід пам'ятати, що прямолінійної залежності між швидкістю руху повітря і його охолоджуючою здатністю немає, через те що на нагрівання повітря потрібен певний час.

Так, наприклад, якщо при швидкості руху повітря 0 м/с втрата тепла складає Q калорій, то:

при 1 м/с – складе 2 Q калорій;
при 2 м/с – складе 3 Q калорій;
при 4 м/с – складе 4 Q калорій;
при 8 м/с – складе 5 Q калорій.

Практика використання швидкості руху повітря у виробничих умовах для покращення тепловіддачі показує, що швидкості понад 3–4 м/с недоцільні.

Вологість повітря, якщо вона поєднується з низькою температурою, також збільшує втрату тепла проведенням. Це пов'язано, по-перше, зі збільшенням поглинання тепла повітрям, і, по-друге, зі збільшенням теплопровідності одягу.

Неважко тепер пояснити, чому низькі температури повітря взимку порівняно легко переносяться в умовах Уралу та Сибіру, де вологість повітря відносно низька, і значно гірше – невеликі морози пере-

Тиблиця 12.3. Залежність різних шляхів тепловіддачі від параметрів мікроклімату

Шляхи тепловіддачі	Вплив параметрів мікроклімату			
	температура повітря	*відносна вологість*	*швидкість руху повітря*	*радіаційна температура*
Випромінювання	–	–	–	+
Конвекція	+	+	+	–
Кондукція	+	+	+	–
Випаровування	+	+	+	–

носять у Прибалтиці або Санкт-Петербурзі, де вологість повітря вища.

Втрата тепла випаровуванням – виділення організмом теплової енергії у навколишнє середовище випаровуванням води з поверхні шкіри, легеневих альвеол і дихальних шляхів. Втрата тепла випаровуванням поту обумовлена тим, що для перетворення 1 мл води в пару витрачається близько 0,6 ккал тепла. Таким чином, при випаровуванні з поверхні тіла 2–3 літрів поту втрата тепла складе 1200–1800 ккал.

Кількість поту, яка випаровується з поверхні шкіри при середній температурі повітря і при виконанні легкої роботи, коливається від 400 мл до 1 л. При збільшенні фізичного навантаження виділення поту складе кілька літрів. Потовиділення в гарячих цехах та пустелях сягає 10 л.

Втрата тепла випаровуванням залежить від вологості та руху повітря.

Інтенсивність випаровування поту обернено пропорційна насиченню повітря водяними парами. Звідси випливає, що в умовах високої вологості повітря віддача тепла випаровуванням поту буде утруднена. І, навпаки, низька вологість повітря – сприятливі умови для віддачі тепла випаровуванням. Проте вологість повітря нижче 30 % небажана, оскільки за таких умов порушуються функція війчастого епітелію та бар'єрна функція слизових оболонок верхніх дихальних шляхів.

Позитивний вплив на віддачу тепла випаровуванням має рух повітря, позаяк він забезпечує заміну повітря, насиченого водяними парами, на сухіше повітря.

Температура оточуючого повітря, як правило, нижча, ніж температура тіла людини, і на віддачу тепла випаровуванням практично не впливає.

Не впливає на віддачу тепла випаровуванням поту і температура оточуючих поверхонь, якщо вона нижча від температури тіла.

У зв'язку з розглядом закономірностей механізмів тепловіддачі представляє інтерес наступне питання: *Чи виправдовує себе споживання великої кількості гарячого чаю народами Середньої Азії в умовах жаркого літа?*

При споживанні чаю, температура якого приблизно 60 °С, у кількості 1 літр, організм людини отримує тепло, кількість якого складає різницю між температурою чаю (60 °С) і температурою тіла (36,6 °С), тобто 24 ккал. Споживання чаю супроводжуватиметься потовиділенням. А на випаровування 1 л поту, як відомо, витрачається 600 ккал тепла.

В таблиці 12.3 наведено залежність тепловіддачі різними шляхами від параметрів мікроклімату.

Таким чином, на стан теплової рівноваги організму впливає комплекс фізичних факторів повітря: його температура, вологість та швидкість руху повітря, радіаційна температура. Розглянемо гігієнічне значення кожного з них окремо.

12.3. Вплив температури, вологості, швидкості руху повітря та радіаційної температури на витрати організмом тепла різними шляхами

Температура повітря впливає на процеси теплоутворення й тепловіддачі в організмі. Значною мірою теплопродукція залежить від температури повітря, залишаючись майже незмінною в межах 15–25 °С.

На організм людини температура навколишнього середовища має як прямий, так і опосередкований вплив. Від температурних коливань залежать глибина і частота дихання, швидкість циркуляції крові, інтенсивність реакції та особливості обміну речовин, тобто тих внутрішньоклітинних біохімічних процесів, які

визначають теплопродукцію організму. Процеси взаємодії організму з навколишнім середовищем при цьому здійснюються за допомогою терморецепторів – чутливих нервових закінчень шкіри, які реагують на зміни температури. Як зазначалось раніше, в організмі людини відбуваються фізіологічні процеси, які забезпечують сталість температури тіла.

Зниження температури довкілля сприяє зростанню тепловтрати тіла за рахунок проведення, а зниження температури навколишніх предметів призводить до додаткового збільшення тепловтрати за рахунок випромінювання. Підвищення температури спричинює зниження тепловіддачі шляхом проведення і випромінювання та збільшення її через випаровування (рис. 12.3).

Зниження температури повітря навколишнього середовища зумовлює зростання тепловтрати тілом

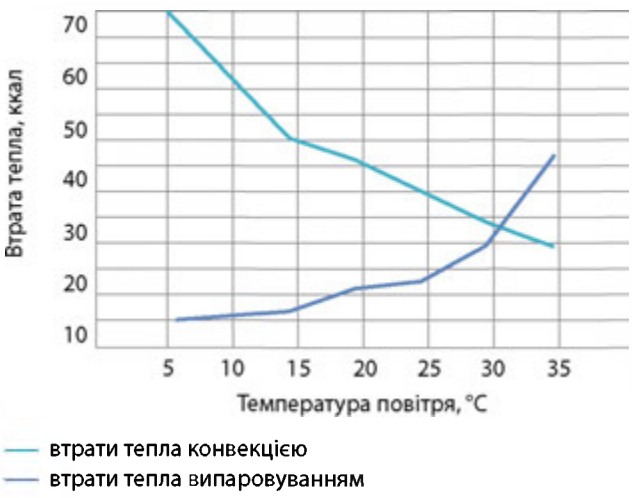


Рис. 12.3. Шляхи втрати тепла організмом при різних температурах повітря

за рахунок конвекції і проведення, а зниження температури предметів, що оточують людину, призводить до зниження тепловіддачі шляхом випаровування.

Середні межі температурних коливань людського організму, при яких зберігається його життєздатність, порівняно невеликі й перебувають у діапазоні від 25 до 45 °С. Температура повітря впливає на віддачу тепла організмом шляхом проведення: при низькій температурі повітря зростає віддача тепла даним шляхом, при високій температурі повітря віддача тепла проведенням зменшується або ж сам організм отримує тепло з навколишнього середовища.

Різні температури повітря впливають на інтенсивність потовиділення, втрату вологи і водно-сольовий обмін. На таблиці 12.5 наведено відомості щодо тепловідчуттів, середньозваженої температури шкіри і втрати вологи організмом у стані спокою.

Для нормального функціонування людського організму необхідне забезпечення для нього стану теплового комфорту, тобто умов, які приводять до мінімального функціонального напруження процесів теплорегуляції.

Вважається, що комфортний тепловий стан навколишнього середовища створюється для людини, яка виконує легку роботу, при температурі повітря 18–22 °С, граничнодопустимі – при верхній межі 25 °С та нижній межі – 14 °С.

Вологість повітря – це вміст водяної пари в повітрі. Цей показник є одним з найбільш суттєвих характеристик мікроклімату приміщень і разом з температурою бере участь у формуванні теплового комфорту людини.

Джерелом водяної пари повітря в приміщеннях є людина: пара надходить у приміщення з повітрям, яке видихається людиною, та при випаровуванні во-

Таблиця 12.5. Тепловідчуття, середньозважена температура шкіри і втрати вологи організмом людини у стані спокою

Тепловідчуття	*Середньозважена температура шкіри, °С*	*Втрати вологи, г/год.*
Дуже жарко	> 36,0	500–2000 (значна частина поту стікає)
Жарко	36,0 ± 0,6	250–500 (значна частина поту стікає)
Тепло	34,9 ± 0,7	60–250 (піт не стікає)
Комфорт	33,2 ± 1,0	50 ± 10 (піт не виділяється)
Прохолодно	31,1 ± 1,0	40 (піт не виділяється)
Холодно	29,1 ± 1,0 (27,9 ± 1,5)	втрата вологи не характерна
Дуже холодно	< 28,1 (26,4 і нижче)	

логи з поверхні шкіри. Водяна пара є одним з найбільш нестійких компонентів повітря. Кількість її коливається в широких межах.

Вологість повітря характеризується кількома показниками, як-то: абсолютна вологість, відносна вологість, фізіологічна відносна вологість, максимальна вологість, дефіцит насичення повітря, фізіологічний дефіцит насичення, точка роси.

Абсолютна вологість – це кількість водяної пари (г) на одиницю об'єму (1 м^3) повітря.

Відносна вологість – відношення у відсотках абсолютної до максимальної вологості, або відсоток насичення водяною парою повітря в момент спостереження.

Ступінь випаровування води з поверхні тіла людини залежить від фізіологічної відносної вологості.

Фізіологічна відносна вологість – це відсоткове співвідношення абсолютної вологості при даній температурі повітря до максимальної вологості при температурі 37 °С.

Максимальна вологість – кількість водяної пари, яка міститься у повітрі в стані насичення, – це максимально можливе насичення повітря водяною парою при даній температурі. З підвищенням температури підвищується і максимальна вологість.

Дефіцит насичення повітря – різниця між максимальною і абсолютною вологістю при даній температурі повітря.

Фізіологічний дефіцит насичення – арифметична різниця між максимальною вологістю повітря при температурі 37 °С і абсолютною вологістю повітря в момент визначення.

Точка роси – температура, при якій абсолютна вологість стає максимальною: це температура, при якій водяні пари, які знаходяться в повітрі, починають насичувати простір. При такій температурі вода переходить у крапельно-рідкий стан, тобто випадає роса.

У гігієнічному відношенні найважливішим показником є відносна вологість та дефіцит насичення, які дають уявлення про ступінь насичення повітря вологою та про можливості тепловіддачі шляхом випаровування.

Основне гігієнічне значення вологості повітря для людини полягає в тому, що вона впливає на віддачу тепла випаровуванням та проведенням. Насичення повітря водяними парами в холодну пору може сприяти переохолодженню тіла, оскільки теплоємність води набагато вища теплоємності повітря (1 та 0,237). Навпаки, в жарку погоду при високих температурах підвищена вологість буде утруднювати віддачу тепла випаровуванням, що призводитиме до перегрівання організму.

В той же час надмірна сухість повітря в поєднанні з інтенсивним тепловим впливом та сильним вітром є шкідливою, оскільки зумовлює спрагу, пересихання і тріскання слизових оболонок. Особливо небезпечно це для маленьких дітей, оскільки вказані умови можуть призводити до небезпечних наслідків, пов'язаних зі зневодненням організму.

Вважається, що оптимальна величина відносної вологості знаходиться в межах 40–60 %, прийнятна нижня величина – 30 % (при підвищеній температурі) та верхня величина – 70 %.

Рух повітря в приміщеннях є важливим чинником, що впливає на теплове самопочуття людини. Рух повітря в приміщенні здійснюється за рахунок градієнта температур. Повітряні маси опускаються в напрямку від тепла до холоду.

Підвищення руху повітря до 0,25 м/с зумовлює збільшення втрати тепла на 30 % порівняно з тепловіддачею при швидкості 0,1 м/с. У жаркому приміщенні рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом і покращує його самопочуття, проте виявляє несприятливу дію при низькій температурі повітря в холодний період року. За наявності руху повітря швидше відбувається випаровування поту з поверхні тіла, що веде до інтенсивнішої віддачі тепла. Відомо, що на ділянках з малою рухливістю повітря в гарячих цехах самопочуття робітників погіршується. Збільшення рухливості повітря веде до покращення самопочуття, але до певної межі, після чого людина починає відчувати протяг. У поєднанні з фізичним напруженням рух повітря до 3–3,5 м/с сприймається позитивно. Мінімальна швидкість руху повітря, який відчуває людина, складає 0,03 м/с.

Вважається, що оптимальною є швидкість руху повітря в приміщенні в межах 0,1–0,2 м/с.

Радіаційна температура – інтенсивність теплового випромінювання, температура поверхонь. Різні об'єкти мають різний ступінь поглинання інфрачервоного випромінювання, і тому при опромінюванні вони нагріваються по-різному. *Повітря практично не поглинає інфрачервоні промені. Блискучі світлі поверхні віддзеркалюють до 94–95 % інфрачервоних променів, а поглинають всього 5–6 %. Чорні матові поверхні поглинають до 96 % цих променів і тому нагріваються більш інтенсивно.*

Радіаційна температура впливає на віддачу тепла тільки шляхом випромінювання.

Найбільше значення має радіаційна температура як професійний фактор, а саме – вплив високих радіацій-

них температур. Робітники гарячих цехів постійно або періодично піддаються дії інфрачервоного випромінювання. Інтенсивність опромінення коливається від кількох десятих часток до 15 кал/см²/хв. Для порівняння слід сказати, що інтенсивність сонячної радіації в літній безхмарний день сягає лише 1,3–1,5 кал/см²/хв.

На відміну від дії на організм високої температури повітря, висока радіаційна температура (інфрачервона радіація) характеризується насамперед місцевою дією. Суб'єктивно вона виражається в тепловідчутті на опромінюваних ділянках, причому тепловідчуття залежить від інтенсивності опромінювання: чим більша інтенсивність опромінювання, тим більш виражені тепловідчуття, аж до обпікання.

Інфрачервоне випромінювання чинить на організм людини також загальну дію, яка багато в чому схожа на дію високих температур; зокрема, при опромінюванні інфрачервоними променями спостерігається підвищення температури тіла людини, посилення потовиділення, прискорення пульсу і підвищення газообміну. Специфічною особливістю інфрачервоної радіації є її здатність викликати хімічні зміни в білкових клітинах, а при дії на орган зору – викликати помутніння кришталика ока (катаракту).

Інфрачервона радіація впливає на функціональний стан центральної нервової системи; під впливом інфрачервоної радіації ускладнюється передача нервового збудження. Вплив цей зростає зі збільшенням хвилі інфрачервоного випромінювання.

Розглянуті нами механізми впливу фізичних факторів повітряного середовища на теплообмін людини дозволяють зробити висновок, що при поєднанні одних умов створюватимуться сприятливі умови для теплообміну, при інших – навпаки, несприятливі.

12.4. Види мікроклімату. Фізіологічні реакції, патологічні порушення і захворювання, пов'язані з впливом дискомфортного мікроклімату на організм та здоров'я

Будь-яке середовище, в якому перебуває людина, характеризується певним мікрокліматом. У зв'язку з цим можна говорити про мікроклімат окремого населеного пункту, про мікроклімат лісу або парку, про мікроклімат окремої вулиці, про мікроклімат житлової кімнати, цеху, лікарняної палати, операційної. І підодяговий простір має свій мікроклімат (табл. 12.6).

Мікроклімат кожного з перерахованих об'єктів характеризується певними властивостями. Так, мікроклімат лісових масивів характеризується в жарку пору року прохолодою, в холодний період – приємним затишком. Міський мікроклімат (площ, вулиць тощо) характеризується задухою в жаркий літній період року, підвищеним тепловим станом у перехідний та зимовий час, ослабленням сонячної радіації, збільшенням хмарності та опадів улітку, туманів восени та взимку.

Мікроклімат приміщень залежить від виду приміщення та його призначення, кількості людей в них, характеру виробничої діяльності людини, кількості та виду обладнання у ньому.

Пристосування людини до мікроклімату відбувається двома шляхами:

1. *Пасивно* – шляхом використання фізіологічних механізмів терморегуляції.
2. *Активно* – шляхом використання відповідного одягу, облаштування житла, облаштування в житлових і виробничих приміщення опалення, вентиляції, кондиціонування повітря.

Ще Ф. Ф. Ерісман говорив про те, що людина в умовах зовнішнього середовища оточує себе двома поясами оборонних споруд – одягом та житлом.

Мікроклімат для людини може бути комфортним та дискомфортним (рис. 12.4).

Комфортним мікрокліматом вважається такий мікроклімат, при якому організм людини може підтримувати теплову рівновагу з зовнішнім середовищем без напруження процесів терморегуляції. Комфортний мікроклімат має важливе значення в житті людини: тільки він забезпечує задовільне теплове самопочуття, нормальну життєдіяльність і високу розумову та фізичну працездатність. За таких умов організм людини стійкий до впливу негативних факторів середовища.

Таблиця 12.6. Класифікація мікроклімату (за місцем формування)

ЗА МІСЦЕМ ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ:
1. МІКРОКЛІМАТ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ (мікрорайону, курорту, лісу, парку)
2. МІКРОКЛІМАТ ПРИМІЩЕННЯ (житлової кімнати, лікарняної палати, операційної)
3. МІКРОКЛІМАТ ПІДОДЯГОВОГО ПРОСТОРУ

Рис. 12.4. Класифікація мікроклімату (залежно від теплового самопочуття людини)

Дискомфортний мікроклімат залежно від переважання в ньому теплового або холодового впливу на організм може бути *нагрівний* та *охолоджуючий*. В умовах дискомфортного мікроклімату має місце напруження процесів терморегуляції, погіршене тепловідчуття, погіршення умовно-рефлекторної діяльності і функції аналізаторів, знижується працездатність і якість праці, знижується стійкість організму до дії шкідливих факторів (інфекційних, хімічних тощо). Дискомфортний мікроклімат може бути причиною гострих і хронічних захворювань.

Нагрівний та охолоджуючий мікроклімати можуть мати місце як в умовах відкритої атмосфери, особливо в умовах сільськогосподарських, розвантажувальних, будівельних та інших видів робіт, при роботі на транспортних засобах, так і в цілому ряді виробничих приміщень.

Як нагрівний, так і охолоджуючий мікроклімат, залежно від інтенсивності й тривалості впливу, може викликати в організмі людини:

1. *Фізіологічні зрушення.*
2. *Патологічні зміни.*

Розглянемо зрушення, які виникають в організмі людини в результаті **впливу нагрівного мікроклімату**.

При помірному перегріві в організмі відбуваються ***фізіологічні зрушення,*** які забезпечують підтримання теплової рівноваги із зовнішнім середовищем.

Першою ознакою перегріву є *розширення капілярів шкіри* і, як наслідок цього, – підвищення її температури. В комфортних умовах температура шкіри лоба складає приблизно 33 °С, а температура тилу кисті і стопи – на 5–6 °С нижче. При перегріві ця різниця зменшується і складає близько 2–3 °С (табл. 12.7).

Змінюється температура шкіри за допомогою спеціальних терморецепторів, принцип роботи яких ґрунтується на зміні електричного опору шкіри залежно від її температури.

Другою ознакою перегріву є *пітливість*. Пітливість починається з відкритих ділянок шкіри і розповсюджується пізніше на верхню половину тіла. Вважається допустимою для людини втрата маси на 2–3 % шляхом випаровування вологи. Зневоднення на 6 % веде за собою порушення розумової діяльності, зниження гостроти зору; зневоднення на 15–20 % є смертельним.

Третьою ознакою перегріву є *прискорення пульсу* та збільшення частоти дихання. В умовах високої температури не тільки при роботі, а й у стані спокою відбувається значне прискорення пульсу. До 100 і більше ударів за хвилину прискорюється пульс у стані спокою, до 140–180 і більше ударів – при м'язовій роботі.

Наступною, четвертою, ознакою перегріву є *порушення вищої нервової діяльності,* яке характеризується подовженням латентного періоду рефлексів, зменшенням сили рефлексів, зниженням функціональної здатності аналізаторів, зниженням розумової та фізичної працездатності.

Порушення функціонального стану аналізаторів в умовах нагрівного мікроклімату представляють певну небезпеку у відношенні збільшення випадків виробничого травматизму.

П'ятою ознакою перегріву є *зміна основного обміну*. При температурі навколишнього середовища в межах 15–25 °С рівень основного обміну є постійним, у зв'язку з чим цей температурний інтервал отримав назву *зони незмінності* (рис. 12.5). За таких температурних умов стійкий тепловий стан організму забезпечується головним чином фізичною терморегуляцією.

При підвищенні температури повітря в інтервалі 25–35 °С основний обмін зменшується, у зв'язку з чим цей температурний проміжок отримав назву *зони зниження обміну*. При подальшому підвищенні температури в межах 35–45 °С спостерігається підвищення обмі-

Таблиця 12.7. Фізіологічні реакції організму при різних видах мікроклімату

Реакції організму	Різновиди мікроклімату		
	Комфортний	***Дискомфортний***	
		нагрівний	*охолоджуючий*
Температура шкіри лоба, °С	32–33	+(2–3)	-(2–3)
Температура тилу кисті руки, °С	29–30	30–32	20–22
Різниця температур шкіри лоба і шкіри тилу кисті, °С	3–4	2–3	-(7–8)
Втрати вологи через шкіру, г/год.	60–80	200–500	< 50
Пульс, ударів/хв	65–70	+(20–30)	-(5–10)
Дихальних актів, за хв	16–18	+(5–6)	-(2–3)
Рівень газообміну, %	100	-(5–10)	+(10–15)
Температура тіла, °С	36,6	36,6	36,6
Суб'єктивне тепловідчуття	"комфортно" "нормально"	"тепло" "гаряче"	"прохолодно" "холодно"

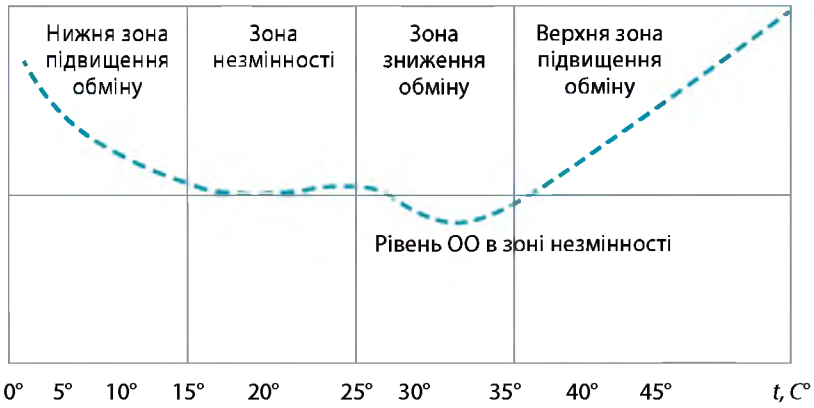


Рис. 12.5. Основний обмін при різних температурах повітря

ну речовин у зв'язку з розпадом білків, що зумовлений дією високої температури. Цей температурний проміжок отримав назву верхньої зони підвищення обміну.

Шостою ознакою перегріву є *підвищення температури тіла.* Температура тіла в умовах нагрівного мікроклімату тривалий час залишається сталою. І тільки з початком розпаду білків, який супроводжується підвищенням основного обміну, вона починає підвищуватись. Значне підвищення температури свідчить про розлад терморегуляторного апарату людини. Тому незначне підвищення температури тіла (на кілька десятих градуса) потребує найпильнішої уваги з боку медичних працівників.

І, нарешті, сьомою ознакою перегріву є *суб'єктивні відчуття людини,* які характеризуються термінами "тепло", "жарко", "душно".

А. Н. Ажаєв класифікував перегрів організму за характером пристосувальних механізмів терморегуляції (табл. 12.8).

За цією класифікацією виділяють три ступені перегрівання, і враховує вона такі показники, як ступінь пристосування організму до умов навколишнього середовища, компенсацію теплового навантаження тепловіддачі, тепловміст "серцевини", "оболонки" та ефективне потовиділення.

Таблиця 12.8. Класифікація перегріву організму людини за характером пристосувальних механізмів терморегуляції (Ажаєв А. Н., 1985)

Показник	Ступінь перегріву		
	I	II	III
Пристосування організму до умов навколишнього середовища	Стійке	Часткове	Зрив
Компенсація теплового навантаження тепловіддачі	Повна компенсація загального теплового навантаження	Компенсація зовнішнього теплового навантаження	Відсутність компенсації зовнішнього теплового навантаження
Тепловміст "серцевини"	Збережений	Підвищений	Значно підвищений
Тепловміст "оболонки"	Збільшений	Значно підвищений	Значно підвищений
Ефективне потовиділення	Значне	Знижене	Значно знижене

Під дією нагрівного мікроклімату, як було вже зазначено, в організмі людини можуть виникати і ***патологічні зміни.***

За класифікацією ВООЗ до теплових уражень відносять:

1. Тепловий (сонячний) удар.
2. Теплову непритомність.
3. Теплові судоми.
4. Теплове виснаження внаслідок зневоднення.
5. Теплове виснаження внаслідок втрати солей організмом.
6. Теплове виснаження неуточнене.
7. Теплове виснаження минуще.
8. Тепловий набряк гомілок і стоп.
9. Інші прояви теплового впливу.

Патологічні зміни в організмі під дією нагрівного мікроклімату можуть спостерігатися як в умовах відкритої атмосфери, так і в умовах виробництва, коли важка фізична робота виконується при температурі 40 °С, при високій вологості (80–90 %), відсутності руху повітря та інтенсивній тепловій радіації.

У разі гострої дії нагрівного мікроклімату може виникнути гостра гіпертермія, тепловий удар, судомна хвороба.

Гостра гіпертермія характеризується різким підвищенням температури тіла – до 40–41 °С, прискоренням пульсу у 2–2,5 рази, рясним профузним потовиділенням, м'язовою слабкістю, скаргами на неприємне відчуття жару, серцебиття, спрагу, головний біль. Уже в початковий період порушення терморегуляції спостерігаються запаморочення, в'яла хода, нудота.

За умов виникнення ***теплового удару*** людина падає як підкошена, шкіра її суха і червона, що пов'язано з відсутністю потовиділення, температура тіла 43 °С і більше, втрата свідомості, колапс.

Судомна хвороба розвивається на фоні загальних симптомів гіпертермії і характеризується появою різких тонічних судом, переважно в кінцівках. Температура тіла при цьому підвищена незначно або взагалі не підвищується. Виникненню судомної хвороби передує інтенсивне потовиділення, яке призводить до зневоднення організму і втрати хлоридів.

При тривалій хронічній дії нагрівного мікроклімату виникає ***хронічна гіпертермія,*** проявами якої є ураження ряду систем організму. Уражуються травна, серцево-судинна, сечовивідна системи. В результаті тривалого збільшення частоти серцевих скорочень, зниження судинного тонусу і гальмування кровотоку виникають зниження функціональної здатності серця, його розширення, міокардит.

Перерозподіл крові з анемізацією внутрішніх органів і порушення водно-сольового балансу суттєво впливають на функціональний стан травної системи та нирок.

Надходження в шлунок значних кількостей води у поєднанні з прямим впливом високої температури на його секреторний апарат викликають порушення секреторної функції шлунка і зниження кислотності шлункового соку, у зв'язку з чим можуть виникати гастрити, коліти.

В умовах високої температури основна кількість рідини з організму виводиться екстраренальним шляхом, головним чином у вигляді поту. Це часто

призводить до розвитку недостатності нирок, в результаті чого в сечі з'являються білок, циліндри, еритроцити.

Охолоджуючий мікроклімат, подібно до нагрівного, викликає в організмі людини як фізіологічні, так і патологічні зрушення.

Фізіологічні зрушення виникають при помірному охолодженні як наслідок пристосування організму до холоду. Однією з найраніших ознак охолодження є *зміна температури шкіри.* Температури відкритих ділянок тіла – лоб, передпліччя й особливо кисті – порівняно з температурою закритих ділянок значно знижується. Різниця між ними може сягати 10–15 °С.

Наступною ознакою охолодження є так звана *"гусяча шкіра",* яка виникає в результаті скорочення м'язових волокон навколо волосяних цибулин, та м'язове тремтіння – рефлекторне скорочення м'язових волокон, що призводить до підвищення теплоутворення в організмі.

Важливою ознакою охолодження є *порушення функції ЦНС,* яка проявляється в ослабленні і навіть зникненні рефлексів, у зниженні різних видів чутливості.

Однією з ознак охолодження є *підвищення основного обміну.*

Охолоджуючий мікроклімат може призвести до *зниження працездатності,* особливо утруднене виконання точних видів робіт.

Ознакою охолодження може бути суб'єктивне відчуття і поведінка людини. Перше характеризується терміном "холодно" або "дуже холодно", а друге – намаганням прийняти позу, яка зменшує поверхню тіла.

Патологічні зміни, обумовлені охолоджуючим мікрокліматом, можуть проявлятися у вигляді гострої та хронічної гіпотермії.

Гостра дія холоду на організм може проявлятися у двох формах: або у формі місцевого охолодження, або у формі загального охолодження організму.

1. Місцеве охолодження може проявлятися у вигляді обмороження, сприяти виникненню місцевих запальних процесів.

Обмороження виникає в результаті впливу холодного повітря в поєднанні з високою вологістю і сильним вітром. Сприяє виникненню обмороження виконання статичних видів робіт.

Обмороження може виникати не тільки при низьких температурах, але й при субнормальних температурах повітря в умовах високої вологості. Подібні явища часто зустрічаються на суднах риболовного флоту.

Місцеві запальні захворювання як результат впливу на людину охолоджуючого мікроклімату в загальній структурі захворюваності складає достатньо великий відсоток. Кількість простудних захворювань збільшується в зимовий період і зменшується в літній.

Місцеве охолодження як наслідок перебування на протязі, сидіння на холодній землі, споживання холодної води, промокання ніг, може зумовити виникнення патологічного процесу безпосередньо в охолодженій ділянці тіла, а саме – можуть виникнути міозит, невралгія, ангіна.

Місцеве охолодження може зумовити виникнення так званої *віддзеркаленої реакції,* яка може проявлятися, наприклад, у вигляді нежитю при охолодженні ніг. Віддзеркалена реакція пов'язана з рефлекторною зміною кровопостачання та обмінних процесів.

В силу такого механізму впливу холоду можуть виникати ларингіт, бронхіт, ангіни, пневмонія, цистит, пієліт та інші захворювання.

2. Загальне охолодження організму веде до зниження імунологічної реактивності, у зв'язку з чим можуть виникати захворювання верхніх дихальних шляхів, нирок.

Багато вчених вважають, що холод може бути причиною алергійних реакцій, таких як бронхіальна астма або пароксизмальна гемоглобінурія, оскільки в результаті впливу холоду в шкірі утворюються гістаміноподібні речовини, які є, як відомо, алергенами.

Внаслідок ***хронічного впливу*** охолоджуючого мікроклімату виникає хронічна гіпотермія, яка проявляється зниженням працездатності, зниженням опірності організму до впливу інших негативних чинників. (хімічних, біологічних тощо).

12.5. Методи комплексної оцінки мікроклімату і їх гігієнічна характеристика

У гігієнічній практиці для комплексної оцінки впливу мікроклімату на теплообмін людини використовують дві групи методів:

1. ***Суб'єктивні методи:***
   - анкетно-опитувальний;
   - метод ефективних температур;
   - метод еквівалентно-ефективних температур;
   - метод результуючих температур.
2. ***Об'єктивні методи:***
   - факторний метод;
   - метод кататермометрії;

- метод фригометрії;
- розрахунковий, або метод оцінки теплового балансу;
- метод оцінки клініко-фізіологічних реакцій.

Анкетно-опитувальний метод відображає суб'єктивну характеристику теплового стану людини. Метод ґрунтується на опитуванні однорідної групи людей, які перебувають в однакових мікрокліматичних умовах. Використовують 7 характеристик: дуже холодно, холодно, прохолодно, комфортно, тепло, жарко, дуже жарко. У суб'єктивній оцінці мікроклімату застосовують додаткові характеристики: душно, волого, вітряно.

Метод ефективних температур передбачає визначення ефективних температур за допомогою номограм. *Ефективна температура* – це показник відчуття тепла, якого зазнає людина за різних поєднань температури та вологості. В основу його для порівняння теплового ефекту умовно беруть насичене вологою та нерухоме повітря визначеної температури. Звідси градус ефективної температури виражають температурою, яку має нерухоме повітря й насичене до 100% відносної вологості повітря, яке викликає даний ефект.

Виділяють *зону комфорту* – не менше 50% людей почувають себе комфортно, та *лінію комфорту* – добре себе почувають майже 95% людей.

Метод еквівалентно-ефективних температур. Як і в попередньому методі, використовуються номограми для визначення еквівалентно-ефективних температур. *Еквівалентно-ефективна температура* – показник, який враховує вплив на теплорегуляцію людини трьох показників – температури, вологості, швидкості руху повітря.

Метод результуючих температур. Метод результуючих температур враховує комплексну дію на організм температури, вологості, швидкості руху повітря та променистого тепла (радіаційної температури) – радіаційну температуру визначають за допомогою кульового термометра.

Результуюча температура – температура, яка викликає таке ж тепловідчуття, як і в приміщенні, де повітря повністю насичене вологою, перебуває у спокої, а середня температура внутрішніх поверхонь стін дорівнює температурі повітря.

Норми ефективних температур такі: зони комфорту для людського організму 17,2–21,2 °С, лінія комфорту 18,1–18,9 °С; комфортне тепловідчуття працюючих під час виконання легкої роботи настає при результуючій температурі 16–18 °С, а при виконанні важкої роботи – 10–13 °С.

До об'єктивних методів належить ***факторний метод***, який ґрунтується на визначенні температури повітря, вологості, швидкості руху повітря, радіаційної температури за допомогою відповідних приладів та порівняння отриманих показників мікроклімату з нормативними значеннями і робляться висновки.

Метод кататермометрії. Кататермометр визначає охолоджуючу здатність повітря (порівняння з тілом людини), однак виявилось, що кататермометр не відтворює умов втрати тепла з поверхні шкіри людини і не враховує впливу теплового випромінювання, яке істотно діє на тепловий обмін організму. Оскільки при визначенні кататермометром охолоджувальної здатності повітря не враховується реакція організму людини, показання кататермометра визнаються умовними й ними користуються лише як орієнтовними.

Кататермометр показує втрату тепла (мкал/с) з 1 см^2 приладу. Самопочуття людини залежить від втрати тепла, і тому приємного відчуття вона зазнає при втраті за одиницю часу еквівалентної виробленій організмом кількості тепла. Одягнена людина втрачає звичайно за 1 с з 1 м^2 поверхні свого тіла 1,2–1,4 мкал.

При охолоджуючій здатності повітря, що дорівнює 5,5–7,4 мкал/с з одного см^2, забезпечується найкраще самопочуття в приміщеннях для людей сидячих професій. Якщо охолодження кататермометра більше 7,0, людина відчуває холод; якщо ж воно менше 5,5, то людина зазнаватиме відчуття ядухи.

Метод фригометрії враховує вплив усіх факторів мікроклімату: температури, вологості, швидкості руху повітря, радіаційної температури. Для цього використовується прилад Шахбазяна – Ермана, який реєструє охолоджуючу здатність повітря.

Розрахунковий, або ***метод теплового балансу,*** передбачає оцінку теплообміну людини шляхом порівняння величини теплоутворення при виконанні тієї чи іншої роботи і тепловтрати, яка визначається шляхом розрахунку тепла, що виділяється людиною випромінюванням, проведенням, випаровуванням вологи.

За допомогою ***методу визначення клініко-фізіологічних реакцій*** здійснюється оцінка функціонального стану організму на основі таких показників:

1. *Температура шкіри на різних ділянках тіла* (тил кисті, груднини, тил стопи, лоб), вкритих одягом. Температура на різних ділянках шкіри коливається в межах 31–34 °С, що відповідає нормальному самопочуттю людини. Температуру шкіри вимірюють електротермометром.

2. *Різниця температур на різних ділянках шкіри* – в умовах теплового комфорту у здорової людини температура шкіри лоба складає – 32,5–33,5 °С, кисті – 29–30 °С, різниця між ними – 3–4 °С. Оскільки дистальні ділянки тіла охолоджуються швидше, то при зниженні температури повітря вказана різниця збільшується, при підвищенні – зменшується. Відповідно до динаміки температури повітря змінюється і тепловідчуття людини.
3. *Частота пульсу.*
4. *Артеріальний тиск.*
5. *Частота дихання.*
6. *Інтенсивність потовиділення:* вивчають йод-крохмальним методом (метод Міщука) або вимірюванням електричного опору поверхневих шарів шкіри.

Детальніше ці питання розглядаються на практичних заняттях.

12.6. Нормування та контроль за параметрами мікроклімату в приміщеннях різного призначення

З метою збереження здоров'я і підтримання високої працездатності необхідно намагатися створити для людини максимально сприятливі умови повітряного середовища, як у побуті, так і на виробництві.

Виділяють поняття "оптимальні" та "допустимі мікрокліматичні умови".

Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умові – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Гігієнічне нормування параметрів мікроклімату повинне забезпечувати їхню комплексність, диференційованість і гарантію. А саме: нормовані параметри мікроклімату повинні гарантувати збереження здоров'я та працездатність навіть людині зі зниженою переносимістю коливань чинників довкілля.

Головними принципами гігієнічного нормування параметрів мікроклімату є:

1. Гігієнічне нормування оптимальних і допустимих параметрів мікроклімату повинне враховувати особливості дії параметрів мікроклімату на теплообмін організму, добову та сезонну ритміку коливань фізіологічних функцій організму.
2. Гігієнічне нормування параметрів мікроклімату слід проводити диференційовано стосовно різних груп населення.
3. Під час гігієнічного нормування оптимальних і допустимих параметрів мікроклімату потрібно враховувати рівні енерговитрат (активність), важкість та напруженість праці, характер технологічних процесів та їх вплив на процеси терморегуляції й теплозахисні властивості одягу відповідних груп населення.

Як додаткові критерії доцільно використати:

1. Динаміку змін тепловіддачі випромінюванням і конвекцією.
2. Показники, що характеризують стан центральної та вегетативної нервової системи.
3. Дослідження лабільності терморегуляторної системи.
4. Рівень енерговитрат і дефіциту тепла.

В Україні сьогодні діють такі документи, що нормують показники мікроклімату:

1. Санітарні норми і правила СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха".
2. Державні будівельні норми ДБН В.2.2-15-2005 "Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення".
3. "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" (ДСН 3.3.6.042-99).

У таблицях 12.9, 12.10, 12.11 наведено оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в житлових, громадських, адміністративно-побутових, лікарняних і виробничих приміщеннях.

Виходячи з того, що в помірному кліматичному поясі зона теплового комфорту знаходиться в межах 20–23 °С, потрібно слідкувати, щоб перепад температур повітря по вертикалі не перевищував 2–3 °С, по горизонталі – 2 °С, між температурами поверхонь внутрішніх стін і повітря – не більше 5 °С. При цьому

Таблиця 12.9. Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщеннях (Витяг із СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха")

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Теплий період року	20–22 23–25	60–30 60–30	До 0,2 До 0,3
Холодний і перехідний періоди року	20–22	45–30	До 0,2

Таблиця 12.10. Розрахункові значення параметрів мікроклімату в основних приміщеннях лікарні

Призначення приміщення	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Кабінети лікарів	20	40–60	0,1–0,2
Операційні	23	55–60	До 0,15
Палати для хворих на гіпотиреоз	24	40–60	0,1–0,2
Палати для хворих на тиреотоксикоз	15	40–60	0,1–0,2
Післяпологові палати, палати для хворих з опіками, палати для дітей, бокси, напівбокси	22	40–60	0,1–0,2
Палати для новонароджених дітей	25	40–60	0,1–0,2
Палатні секції інфекційного відділення	20	40–60	0,1–0,2

Таблиця 12.11. Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень (Витяг із Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99)

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний період року	Легка Іа	22–24	60–40	0,1
	Легка Іб	21–23	60–40	0,1
	Середньої важкості IIа	19–21	60–40	0,2
	Середньої важкості IIб	17–19	60–40	0,2
	Важка III	16–18	60–40	0,3
Теплий період року	Легка Іа	23–25	60–40	0,1
	Легка Іб	22–24	60–40	0,2
	Середньої важкості IIа	21–23	60–40	0,3
	Середньої важкості IIб	20–22	60–40	0,3
	Важка III	18–20	60–40	0,4

швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0,2–0,3 м/с, відносна вологість – 30–60 %.

12.7. Загальні заходи нормалізації мікроклімату приміщень і шляхи профілактики захворювань, що обумовлені впливом дискомфортного мікроклімату на організм, підвищення працездатності людини

Для створення сприятливих умов мікроклімату в житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщеннях використовують комплекс заходів:

1. Гігієнічне нормування.
2. Архітектурно-планувальні.
3. Технологічні та санітарно-технічні.
4. Медико-профілактичні.
5. Індивідуальні.

На питання, які стосуються гігієнічного нормування параметрів мікроклімату, ми зупинялися раніше.

Архітектурно-планувальні заходи – передбачають правильний вибір матеріалів і конструкцій при спорудженні будівель різного призначення. А саме: будівельні матеріали повинні мати достатню товщину, низьку теплопровідність, високу повітропроникність і пористість.

Наприклад, збільшенням товщини стін, які тривало інсолюються, до 0,7 м і більше досягається повільний їх нагрів, при цьому в приміщенні зберігається прохолода.

Забезпечують оптимальну орієнтацію вікон приміщень по сторонах світу, оскільки орієнтація вікон має вплив на час інсоляції, а відповідно, і на температурний режим у приміщенні.

На північні сторони орієнтують приміщення, в яких необхідно попередити нагріваючу дію прямих сонячних променів, наприклад, операційні.

Зменшення перегріву приміщень може здійснюватись шляхом фарбування зовнішніх стін у білий колір, облаштуванням над вікнами козирків та захистом стін і вікон зеленими насадженнями.

Технологічні та санітарно-технічні заходи здійснюються шляхом використання різних систем опалення (центральне, місцеве, парове, центральне променисте або панельне), вентиляції (природна, штучна, змішана) та кондиціонування (централізоване, локальне). На виробництві ефективними заходами профілактики перегрівання є заходи щодо локалізації тепловиділення, екранування й теплоізоляції джерел променистого та конвекційного тепла.

Медико-профілактичні заходи ґрунтуються на проведенні лікарями санітарно-просвітницької роботи серед населення та профілактичних медичних оглядів з метою профілактики перегріву та переохолодження. Організація оптимального режиму праці та відпочинку. Дотримання принципів загартовування з метою підвищення адаптаційних можливостей організму людини.

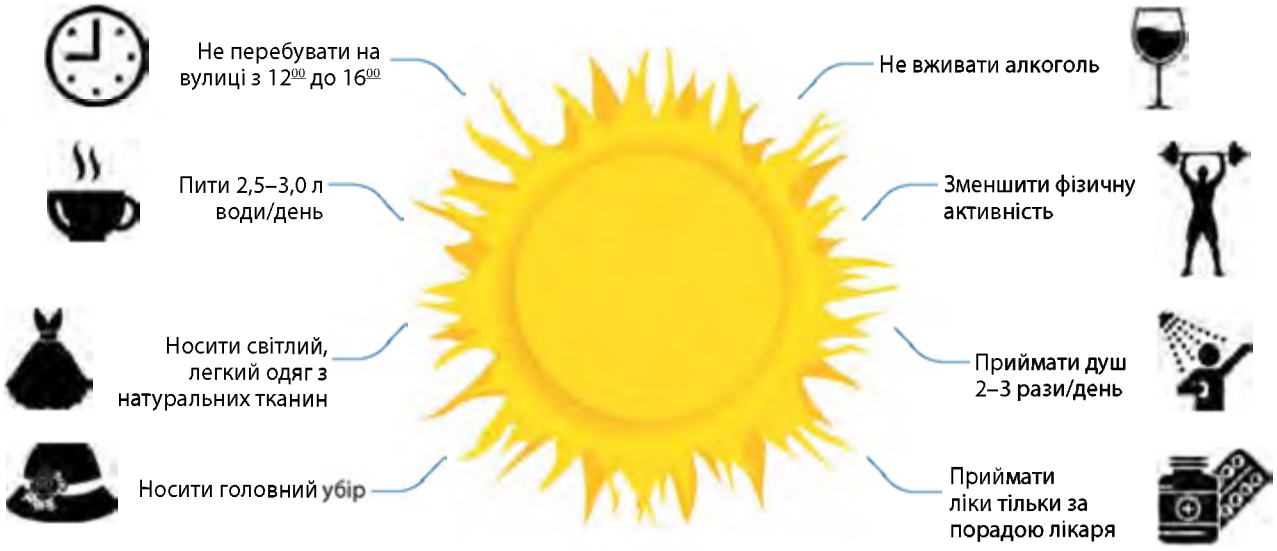


Рис. 12.6. Індивідуальні заходи профілактики перегріву

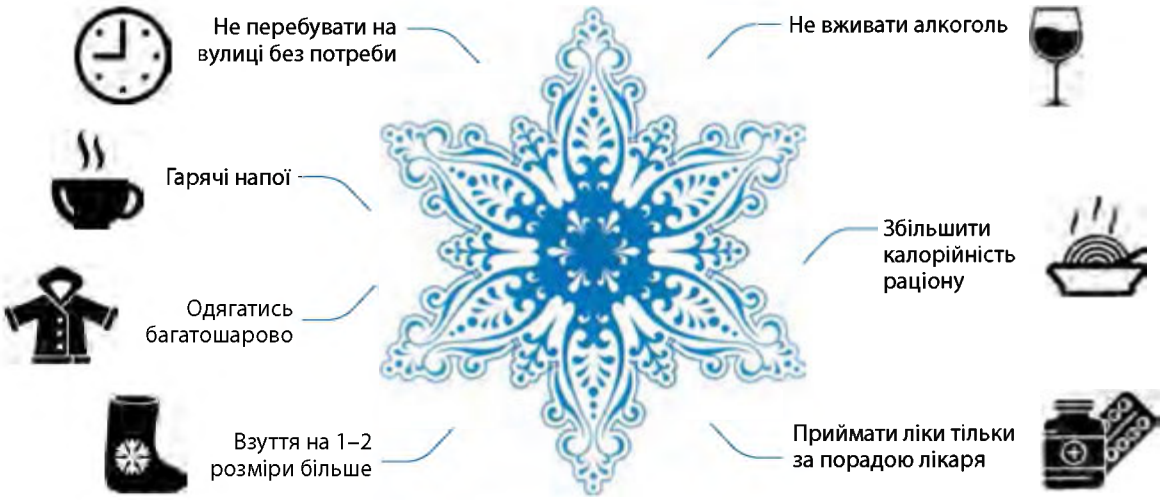


Рис. 12.7. Індивідуальні заходи профілактики переохолодження

Індивідуальні заходи передбачають раціональний підбір одягу та взуття, раціональний режим і характер харчування та питний режим залежно від мікрокліматичних умов (рис. 12.6, рис. 12.7).

Наприклад, всі, хто працює при високих температурах і значній тепловій радіації, забезпечуються газованою підсоленою водою, яка забезпечує нормалізацію водно-сольового обміну. При низьких температурах повітря обов'язкове споживання гарячої їжі, збільшення кількості жиру в раціоні.

При виконанні робіт на виробництві з несприятливими умовами мікроклімату обов'язковим є використання персоналом індивідуальних засобів захисту (спецодяг, спецвзуття, засоби захисту голови, очей, обличчя, рук).

Знання параметрів мікроклімату для лікаря має велике значення. Лікар повинен уміти визначати й оцінювати вплив мікроклімату на самопочуття і перебіг захворювань у людей. Не менш важливим є впровадження заходів попередження патологічних станів, що зумовлюються дискомфортним мікрокліматом. Лікар будь-якого фаху повинен вміти провести комплекс заходів зі створення сприятливих умов для мешкання людини, в навчальних, виховних, лікувальних, профілактичних закладах, виробничих приміщеннях з метою зміцнення та збереження здоров'я.

13
РОЗДІЛ

ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ЙОГО ДЕНАТУРАЦІЯ, ШЛЯХИ ТА ЗАСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДНОГО СКЛАДУ

О. П. Вавріневич

Життя людини проходить у повітряному середовищі або атмосфері. Атмосфера – це газова (повітряна) оболонка Землі, що поширюється на висоту 1000–1300 км.

Умовно атмосферу поділяють на наступні шари: тропосферу та тропопаузу (висотою біля 16 км у тропіках та 8,5–10 км на полюсах Землі), стратосферу, стратопаузу, мезосферу та мезопаузу (до 80–100 км), іоносферу, термосферу (до 800 км), верхній шар термосфери отримав назву магнітосфери (рис. 13.1).

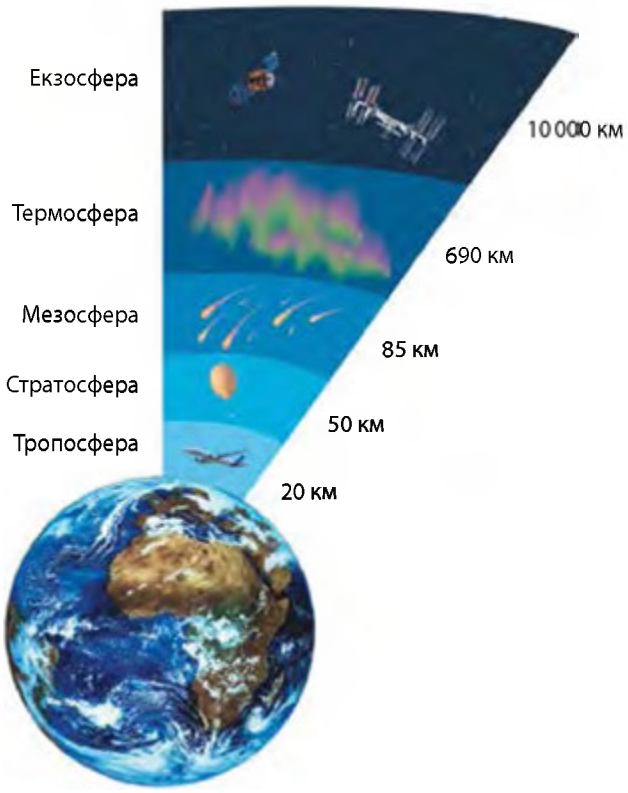


Рис. 13.1. Шари атмосфери

З гігієнічної точки зору найбільший інтерес має нижня частина атмосфери: тропосфера та тропопауза (у перекладі з грецької "тропейн" – повертати або змінювати). В цій частині зосереджена переважна більшість маси атмосфери (майже 80 %). Саме в ній відбуваються основні процеси перетворення енергії Сонця на кінетичну енергію (масштабні рухи гігантських мас повітря, випаровування води з морів, річок та океанів, формування поверхневого стоку річок, підземних водних басейнів тощо), підтримання життя рослинного й тваринного світу. Тому нижню частину атмосфери (тропосферу і тропопаузу) разом з літосферою й гідросферою прийнято називати біосферою.

У тропосфері відбуваються різні зміни температури як по широті та довжині, так і зі збільшенням висоти: на кожний 1 км висоти температурний градієнт зменшується в середньому на 6 °С. Такі зміни температур призводять до того, що разом з повітрям у вищі шари піднімаються і його забруднення (пил, гази тощо), тобто повітряний простір атмосфери, особливо її нижні шари, служать резервуаром для надходження газоподібних продуктів обміну речовин, господарсько-побутової та промислової діяльності людей.

Відповідне гігієнічне значення мають і інші шари атмосфери. На відміну від тропосфери, стратосфера є надзвичайно малорухомим шаром, і хімічні речовини надовго, протягом років, можуть залишатися в ньому.

Знання гігієнічного значення повітряного середовища важливо мати лікарю будь-якого фаху, особливо стосовно саме тропосфери, з якою безпосередньо контактує людина.

Питанню значення атмосфери почали приділяти увагу ще в древні часи:

Так, Анаксимен – давньогрецький філософ – говорив:

"Повітря – першоматерія".

"Повітря – першооснова всього, що існує".

"Повітря – джерело життя і психічних явищ".

Арістотель – давньогрецький філософ – вважав, що: *"Повітря – один із чотирьох елементів, з яких складаються всі речовини в природі".*

Гіппократ стверджував: "Повітря – це пасовище життя".

Атмосферне повітря є одним з найважливіших елементів середовища, що оточує людину.

13.1. Хімічний склад атмосферного повітря та повітря, яке видихає людина

Тривалий час повітря уявляли однорідною речовиною. І тільки в другій половині XVII ст. французький хімік Антуан Лавуазьє встановив, що повітря – це складна суміш газів.

Атмосферне повітря – це фізична суміш газів, які у зв'язку зі зміною густини атмосфери на різних висотах змінюють лише свій парціальний тиск. Співвідношення різних газів атмосфери однакове до висоти 80–100 км.

Постійний газовий склад атмосфери підтримується за рахунок біологічного кругообігу речовин екологічних систем біосфери, а також за рахунок безперервного переміщення мас повітря в горизонтальному і вертикальному напрямках. Наявність повітря – обов'язкова умова підтримання життя людини.

Хімічний склад атмосферного повітря та повітря, яке видихає людина, наведено в табл. 13.1.

Азот відіграє важливу роль у кругообігу речовин у природі. Азот повітря засвоюється деякими видами бактерій та синьозеленими водоростями, які синтезують із нього азотисті органічні сполуки. Під впливом атмосферних розрядів електрики також утворюється невелика кількість азоту оксидів, які вимиваються з атмосфери опадами та збагачують ґрунт солями азотистої й азотної кислот. Солі азотистої кислоти перетворюються за участі ґрунтових бактерій на нітрати. Нітрати й солі аміаку – сполуки, які засвоюються рослинами і беруть участь у синтезі білків. Частина азотистих речовин підлягає глибокому розпаду.

Азот – безбарвний газ, без запаху і смаку, малоактивний, не підтримує дихання і горіння. Через це і називається "безжиттєвим". Але виявилося, 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 та фіксують у ґрунті у вигляді азотнокислих і амонійних солей. Звідси азот у зв'язаному вигляді надходить в організм травоїдних тварин і, таким чином, входить 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 в крові дрібненькі пухирці, які закупорюють кровоносні судини, і це є причиною розвитку кесонної хвороби.

Кисень є основним складником повітря. Без нього неможливе життя. Це безбарвний газ, що добре розчиняється у воді, і завдяки йому виникло все живе на Землі. Кисень входить майже до всіх органічних речо-

Таблиця 13.1. Хімічний склад атмосферного повітря та повітря, яке видихає людина, %

Повітря	Азот (N_2)	Кисень (O_2)	Діоксид вуглецю (CO_2)	Інертні гази (He, Kr, H_2, O_3 та ін.)
Атмосферне	78,09	20,7–20,9	0,03–0,04	до 1,0
Видихуване	78,26	15,4–16,0	3,4–4,7	до 1,0

вин. Його наявність у повітрі потрібна для дихання, горіння і гниття. Джерелом кисню у природі є фотосинтез.

В організмі людини міститься 65% кисню. У стані спокою людина поглинає за годину 25 л кисню і видихає 22,6 л вуглецю діоксиду. Усі тканини й клітини організму безперервно поглинають кисень. Завдяки наявності кисню в організмі людини відбуваються всі окисні процеси.

Зниження вмісту кисню, за деякими даними – до 15%, а за іншими – до 13%, може призвести до порушення фізіологічних функцій організму людини, а саме – газообміну і переносу кисню від органів дихання в тканини. Нестача кисню може призвести до прискорення дихання і збільшення кількості серцевих скорочень. При 7–8% настає асфіксія, зниження температури тіла людини, анурія, втрата свідомості і смерть.

Озон (O_3) міститься в атмосфері у незначній кількості. Він утворюється під час громовиці за рахунок електричних розрядів, а також унаслідок фотохімічної дії на кисень УФ-випромінювання. Це проста речовина, що є видозміною кисню. Озон вирізняється сильною окисною дією. Внаслідок взаємодії з органічними речовинами озон дуже легко розпадається, і при цьому виділяється атом кисню. Отже, озон активно окислює всі речовини, що забруднюють повітря, а тому служить показником чистоти повітря. Він характеризується знезаражувальною дією, отож застосовується для очищення повітря і води.

Інертні гази (гелій, неон, криптон, ксенон) є в атмосфері у незначній кількості й пов'язані з безперервними процесами природного радіоактивного розпаду.

Вуглецю діоксид (CO_2) – це безбарвний газ, кислуватий на смак, зі своєрідним запахом, розчинний у воді. Джерелом вуглецю діоксиду служить в основному дихання людей, тварин, частинки рослин, процеси розкладання органічних речовин та виділення газу з ґрунту.

Підвищення вмісту вуглецю діоксиду у вдихуваному повітрі негативно впливає на організм. За наявності наднормової конфентрації CO_2 у повітрі дихання людини прискорюється і поглиблюється, а поступове його подальше підвищення спричинює відчуття тиску в голові і головний біль, шум у вухах, психічне збудження. Наявність у повітрі 20% вуглецю діоксиду через кілька секунд зумовлює параліч мозкових центрів.

За останні 100 років кількість вуглекислого газу в атмосфері зросла приблизно **на 10%**, що призвело до підвищення середньої глобальної температури поверхні Землі на 0,3–0,4 °С.

13.2. Гігієнічне значення атмосферного повітря

Атмосферне повітря має велике гігієнічне значення, а саме:

1. Фізіологічне

Без повітря людина може прожити не більше 5–6 хвилин. Через легені проходить приблизно 10–12 м^3 повітря за добу. Адже людина робить 16–18 дихальних рухів за хвилину, вдихаючи кожного разу 0,5 л повітря. Якщо людина виконує важку фізичну роботу, їй потрібно близько 30 м^3 повітря.

2. Епідеміологічне

Повітря є чинником передачі збудників інфекційних захворювань вірусної й бактеріальної етіології повітряно-крапельним шляхом (збудники вірусної етіології – ГРВІ, аденовірусної інфекції; бактеріальної природи – пневмококи, менінгококи, стафілококи, мікобактерії туберкульозу тощо).

3. Кліматоутворююче.

Із цього питання був присвячений окремий розділ.

4. Самоочисне.

В основі самоочищення атмосфери лежать фізичні та фізико-хімічні процеси (адгезія, адсорбція, окисно-відновні хімічні реакції), які зумовлюють седиментацію, вимивання атмосферних домішок.

5. Резервуар накопичення хімічних речовин.

Технічний прогрес, розвиток різних галузей промисловості, транспорту, хімізація сільського господарства, будівництво міст призвели до появи в атмосферному повітрі сторонніх специфічних хімічних домішок (свинець, марганець, фтор, миш'як тощо), які несприятливо впливають на здоров'я населення.

Це створює небезпеку з огляду на те, що через легені в стані спокою проходить приблизно 10–12 м^3 повітря за добу. Отрути, що надходять через легені, діють у 80–100 разів сильніше, ніж ті, що потрапляють через шлунково-кишковий тракт.

6. Чинник, який обумовлює якість повітря закритих приміщень.

Щороку в атмосферу Землі потрапляють десятки мільйонів тонн шкідливих газів і пилу, зокрема, понад 150 млн тонн вуглеводнів, 20 млн тонн азоту оксиду. Загалом, щороку в атмосферу викидається понад 500 млн тонн різних хімічних речовин. Нині дуже важ-

ко перелічити всі джерела забруднення атмосферного повітря, тому їх об'єднують в окремі групи, хоча забруднення повітря може бути комплексним і відбуватися одночасно з кількох джерел.

13.3. Джерела забруднення атмосферного повітря

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є:

1. **Природні чинники:**
   - біогенні (гази й тверді частинки, що потрапляють в атмосферу внаслідок розпаду органічних речовин, а також прижиттєві виділення рослин, тварин і мікроорганізмів);
   - абіогенні (гази, пил, які утворюються внаслідок викидів вулканів, із гейзерів і гарячих джерел, лісових і степових пожеж, космічний пил).
2. **Антропогенні чинники:**
   - транспорт (оксид вуглецю, вуглеводні, оксид азоту, діоксид сірки, поліхлоровані біфеніли);
   - чорна металургія (гази, залізорудний пил, сірки оксиди, фенол, оксид вуглецю, аміак, арсен, марганець, бензол тощо);
   - кольорова металургія (викиди сірчаного газу, пороху, олова, сурми, оксиду Cu, Pb і Zn);
   - хімічна промисловість (сірчаний газ, пари сірчаної кислоти);
   - будівельна промисловість (цементний пил);
   - теплоелектростанції (продукти згорання палива – вугілля, нафти, торфу, природного газу).

Із розвитком перенаселених індустріальних міст проблема забруднення стала набагато серйозніша. Використання автомобілів та інших машин і механізмів призвело до того, що довкілля стало постійно й інтенсивно забруднюватися. Саме автотранспорт серед забруднювачів атмосферного повітря стоїть на першому місці.

У структурі забруднювачів на автомобільні джерела забруднення атмосферного повітря припадає близько 70 %.

За даними ВООЗ, найпоширенішими забруднюючими речовинами атмосферного повітря є:

1. Тверді частинки (леткі – зола, пил, оксид цинку, силікати, хлорид свинцю).
2. Сполуки сірки (діоксид сірки, сірководень, меркаптани).
3. Органічні сполуки (альдегіди, вуглеводні, смоли).
4. Сполуки азоту (азоту оксид, азоту діоксид, аміак).
5. Сполуки кисню (озон, вуглецю оксид, вуглецю діоксид).
6. Сполуки галогенів (водню фторид, водню хлорид).
7. Радіоактивні сполуки (гази, аерозолі).

Викиди автотранспорту є причиною надходження в атмосферне повітря оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту, сажі, сірчаних сполук.

Аналіз відомостей щодо рівня забруднення атмосферного повітря м. Києва (згідно з даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Б. І. Срезневського) показав, що визначались 20 забруднювальних домішок. Основні – завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю і діоксид азоту. Зі специфічних домішок визначались сірководень, фенол, фтористий водень, хлористий водень, аміак, формальдегід, 8 важких металів та ін. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря проводилась шляхом порівняння з відповідними граничнодопустимими концентраціями (ГДК) речовин у повітрі населених міст.

На стаціонарних постах спостережень були зафіксовані високі концентрації забруднювальних речовин в атмосфері. Зокрема, по місту середньомісячні концентрації п'яти забруднювальних речовин перевищували ГДК: діоксиду азоту та фенолу – у 3,3 раза, формальдегіду – у 3 рази, оксиду азоту – у 1,5 раза, оксиду вуглецю – у 1,2 раза.

У період дослідження у Києві спостерігались метеорологічні умови, які сприяли накопиченню та утриманню шкідливих домішок у приземному шарі повітря. Зростання забруднення повітря у ці періоди було зумовлене антициклональним характером погоди, спекою, слабким вітром у приземному шарі повітря.

За індексом забруднення атмосферного повітря (ІЗА) рівень забруднення у серпні загалом по місту характеризувався як дуже високий. По території міста рівень забруднення відрізнявся: на чотирьох постах він характеризувався як дуже високий, на восьми – як високий, на одному – як підвищений, ще на одному – як низький (згідно з даними центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського).

Найбільші середньомісячні концентрації забруднюючих речовин відзначені в місцях скупчення автотранспорту: на Бессарабській площі, вулиці Довженка і проспекті Перемоги, на Деміївській площі та Оболонському проспекті.

Забруднення атмосферного повітря у Києві у серпні 2016 року підвищилось: зросли середньомісячні концентрації фенолу, оксиду вуглецю, оксиду азоту, формальдегіду, фтористого водню. Порівняно з липнем 2016 року підвищився рівень забруднення пові-

тря фенолом, оксидом азоту, оксидом вуглецю, фтористим воднем.

Зростання рівня забруднення повітря Києва у серпні 2016 року пов'язане з метеорологічними та синоптичними умовами (антициклональний характер погоди, висока температура повітря, слабкий вітер), які сприяли накопиченню та утриманню шкідливих домішок в атмосфері. Основними забруднювачами повітря були викиди автотранспорту та викиди при проведенні асфальтування і ремонтних робіт на багатьох шляхах міста.

Із забрудненням атмосфери хімічними домішками антропогенного походження на сьогодні пов'язують виникнення наступних проблем:

1. Виникнення смогів.
2. Парниковий ефект.
3. Озонові діри.
4. Кислотні дощі.

13.4. Вплив забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для людини посідає перше місце. Це зумовлено насамперед тим, що забруднюючі речовини з атмосферного повітря мають найбільше розповсюдження та випадають у різні середовища.

Наприклад, атмосферні опади дають до 10% забруднення водних об`єктів басейну Дніпра, значно забруднюють ґрунт тощо.

Крім того, людина споживає за добу і в цілому за життя в об`ємному відношенні повітря набагато більше, ніж води і їжі. В той же час природа поставила істотні захисні бар`єри тільки для шкідливих речовин, що потрапляють до організму через шлунково-кишковий тракт, не забезпечивши таким же надійним захистом легені.

Оцінюючи розміри шкоди від хімічного забруднення атмосферного повітря, необхідно приймати до уваги, що таке забруднення може:

1. Знижувати адаптаційні можливості організму і, як наслідок цього, – опір до негативних чинників іншої етіології.
2. Підвищувати рівень захворюваності, насамперед хворобами дихальної системи.
   Лікарями гігієнічного профілю було встановлено кореляцію між промисловими викидами в атмосферне повітря та підвищенням захворюваності населення на бронхіт, астму, емфізему легень, рак, хронічну пневмонію, алергії, появу рефлекторних реакцій, зумовлених хімічними речовинами.
3. Виникнення гострих і хронічних отруєнь хімічними сполуками.
4. Виникнення вад розвитку у дітей.
5. Впливати на рівень смертності населення.

За даними досліджень, проведених в Інституті громадського здоров'я під керівництвом А. М. Сердюка, досліджено стан імунітету у дітей, що мешкають на територіях з різним ступенем забруднення атмосферного повітря (рис. 13.2).

Враховуючи, що майже третина населення України підпадає під вплив забруднювачів повітря, цей факт деякою мірою може пояснити зростання інфекційної захворюваності на дифтерію, туберкульоз тощо, а також відсутність належного ефекту від вакцинації.

Зростає кількість випадків хронічного бронхіту, бронхіальної астми, новоутворень дихальної системи.

І, нарешті, встановлено, що серед 19 міст з різним рівнем забруднення атмосферного повітря найменша очікувана тривалість життя при народженні (як у чоловіків, так і у жінок) – у містах з розвиненою металургійною та хімічною промисловістю, на противагу містам без такої промисловості, з меншою забрудненістю повітря.

За даними ВООЗ, основними забруднювачами великих міст є тверді частинки (ТЧ 10, ТЧ 2,5), озон, двоокиси азоту та сірки.

Основними компонентами ТЧ є сульфати, нітрати, аміак, хлористий натрій, вуглець, мінеральний пил і вода. Найбільш руйнівні для здоров'я частинки діаметром 10 або менше мікронів (≤ ТЧ 10), які можуть проникати глибоко в легені й осідати в них. Хроніч-

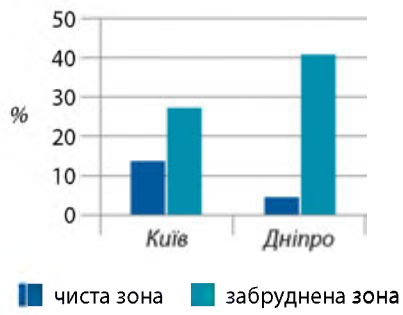


Рис. 13.2. Частота імунодефіцитів у дітей, що мешкають на територіях з різним ступенем забруднення атмосферного повітря

ний вплив твердих частинок посилює ризик розвитку серцево-судинних і респіраторних захворювань, а також раку легень.

O_3 – компонент фотохімічного смогу.

Основними джерелами антропогенного NO_2 є процеси згоряння (обігрів, вироблення електроенергії, робота двигунів машин тощо).

SO_2 утворюється при спалюванні викопних видів палива (вугілля і нафти) і виплавці мінеральних руд, що містять сірку; при обігріві осель, виробленні електроенергії в автомобілях.

Серйозний ризик для здоров'я являє не тільки вплив ТЧ, але й вплив озону (O_3), двоокису азоту (NO_2) і двоокису сірки (SO_2). Як і в разі ТЧ, найвищі рівні їх концентрацій спостерігаються в міських районах країн з низьким і середнім рівнем доходу. Озон є одним з основних факторів ризику захворюваності та смертності від астми, в той час як двоокис азоту і двоокис сірки можуть також бути причетними до розвитку астми, бронхіальних симптомів, запалення легень і до зниження функції легень.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я встановлено, що у 2012 році забруднення повітря стало причиною кожної восьмої смерті на планеті. Структура смертей, викликаних забрудненим атмосферним повітрям, наведена (ВООЗ) на рис. 13.3.

13.5. Заходи з охорони атмосферного повітря

Для збереження здоров'я населення в Україні використовується комплекс заходів:

1. **Законодавчі заходи** – комплекс заходів, які визначають юридичну основу в галузі охорони атмосферного повітря.
   - ЗУ "Про охорону навколишнього природного середовища" (1991 р.);
   - ЗУ "Про охорону атмосферного повітря" (1992 р.);
   - ЗУ "Про забезпечення санітарного і епідеміологічного благополуччя населення" (1994 р.);
   - ДБН 360-92 "Планування і забудова міських і сільських поселень";
   - ГОСТ "Правила качества воздуха населенных пунктов";
   - "Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць";
   - "Державні санітарні правила планування і забудови населених пунктів".
2. **Технологічні:**
   - замкнуті технологічні процеси;
   - заміна технологічних процесів;
   - очищення газів на виробництві.
3. **Санітарно-технічні:**
   - пиловловлювачі;
   - електрофільтри;
   - газопромивачі.
4. **Планувальні:**
   - зонування території міст;
   - озеленення міст;
   - організація СЗЗ.

Серед новітніх технологій виділяють створення повітряних фільтрів розміром з будівлю – точніше, будівлі-фільтри. У 2015 році лікарня ім. Мануеля Га Гонсалеса в Мехіко обладнала фасад, який поглинає смог. Фасад вкритий двоокисом титану, що здатний

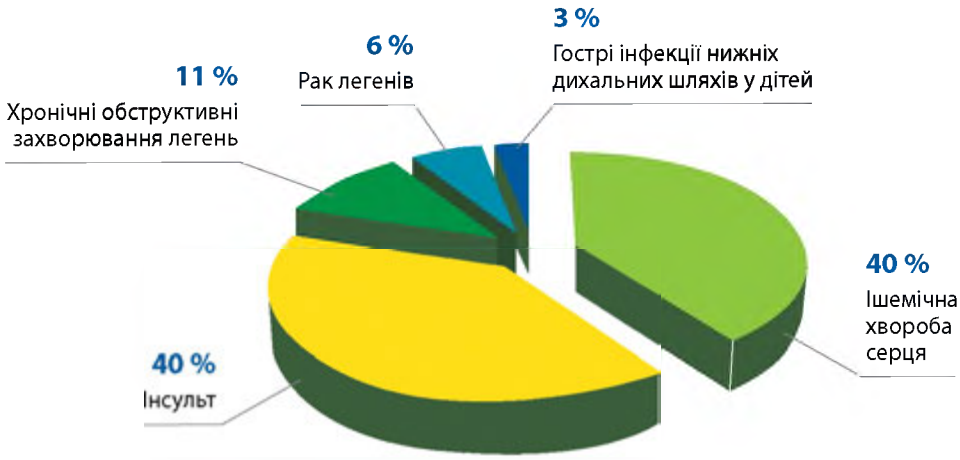


Рис. 13.3. Смерті, викликані забрудненням атмосферного повітря

розкладати забруднюючі речовини на менш шкідливі складові при взаємодії з УФ-променями. Розробники стверджують, що вони максимально можуть поглинати вихлопні гази тисячі машин на день. Такі ж будівлі планують збудувати і в Лондоні.

Також планується збудувати в Мілані будівлю, вкриту цементом, що зданий очищувати повітря.

***У Пекіні** в 2016 році за підтримки китайського міністерства охорони навколишнього середовища було споруджено 7-метрової висоти відкритий очисник повітря "Smog Free Tower". Цей фільтр поглинає забруднювачі й з іншого боку видуває чисте повітря. Ця вежа може очистити повітря на площі розміром з футбольне поле, при цьому споживає мінімум електроенергії.*

13.6. Джерела забруднення повітря закритих приміщень

Специфіка проживання в місті веде до того, що люди 80–95 % свого часу проводять у приміщеннях (житлові будинки, метро, службові приміщення). Одним з показників якості міського життя є повітря приміщень. Згідно з оцінкою Агентства з охорони навколишнього середовища США, повітря всередині міських приміщень забруднене у 100 разів більше, ніж зовні. Такі явища спостерігаються внаслідок того, що в приміщенні присутні додаткові джерела забруднення повітря.

Джерелами хімічного забруднення повітря приміщень є:

1. Повітря відкритої атмосфери.
2. Людина (видихуване повітря, патогенні мікроорганізми з кашлем і чханням, паління, розкладання органічних речовин на шкірі тіла й одязі).
3. Кімнатний пил (розкладання органічних речовин, мікроорганізми, що осіли на пил).
4. Випадкові (ртуть із розбитих термометрів, виробничий одяг із залишками токсичних речовин тощо).
5. Промислові процеси (шкідливі хімічні речовини, радіоактивні речовини, патогенні мікроорганізми, водяна пара, аероіони).
6. Полімерні та інші синтетичні речовини (будівельні матеріали, меблі, одяг, мийні засоби, інсектициди та ін.).
7. Газові плити й опалювальні прилади, приготування їжі тощо.
8. Побутова хімія, аерозолі, косметичні засоби.

13.7. Вплив різних концентрацій діоксиду вуглецю на організм

Непрямим показником забруднення повітря закритих приміщень є концентрація CO_2. ГДК CO_2 в приміщенні становить 0,07–0,1 %.

Вплив різних концентрацій CO_2 на організм людини наведено в таблиці 13.2.

Таблиця 13.2. Вплив різних концентрацій CO_2 на організм людини

Концентрація CO_2 в повітрі, %	Ефект
0,1–0,5	поріг дії у найчутливіших людей; тимчасові зміни з боку біопотенціалів мозку на електроенцефалограмі (ЕЕГ)
0,5–1,0	перші ознаки ацидозу, що швидко зникають, ледь помітне посилення хвилинного об'єму дихання (за рахунок збільшення частоти та глибини дихання); незначне посилення периферичного кровообігу в кінцівках; тимчасові зміни з боку ЕЕГ (γ-ритм)
1,0–2,0	ацидоз, помірні ознаки інтоксикації (з боку діяльності ЦНС); зниження працездатності при тривалій дії
3,0–4,0	різке збудження клітин дихального центру; збільшення величини легеневої вентиляції за рахунок частоти і глибини дихання; клінічно – задуха, жар, загрудинний біль; різке зниження працездатності

Таблиця 13.2. Вплив різних концентрацій CO_2 на організм людини

Концентрація CO_2 в повітрі, %	Ефект
6,0–8,0	параліч клітин дихального центру; клінічно миттєва втрата свідомості, смерть
10,0	швидка смерть
15,0–20,0	миттєва смерть

13.8. Гігієнічне значення вентиляції приміщень. Види, класифікація вентиляції приміщень комунально-побутового та виробничого призначення

Для забезпечення чистоти повітря і необхідних параметрів повітряного середовища по температурі й вологості використовуються різні системи вентиляції приміщень.

Вентиляція – процес видалення повітря з приміщення і заміна його свіжим, у необхідних випадках – обробленим повітрям.

Виробнича вентиляція – організований повітрообмін, який сприяє підтримуванню необхідних гігієнічних і технологічних параметрів повітря у виробничих приміщеннях.

Класифікація систем вентиляції приміщень

1. *За способом переміщення повітря:*
   - природна – повітрообмін відбувається внаслідок різниці температур і під дією вітру;
   - штучна (механічна) – повітрообмін здійснюється за допомогою вентиляційних систем: припливних, витяжних, припливно-витяжних.
2. *За способом організації:*
   - за призначенням:
     - припливні;
     - витяжні;
     - припливно-витяжні.
   - за зоною обслуговування:
     - місцеві;
     - загальнообмінні.
   - за конструктивним виконанням:
     - канальні;
     - безканальні.

Кожна із систем вентиляції має свої переваги й недоліки.

Природна вентиляція дає можливість здійснювати великий повітрообмін при невеликих енерговитратах. Проте вона має наступні недоліки: значні коливання повітрообміну та неможливість обробки повітря. Для природного повітрообміну в приміщенні використовують вікна, фрамуги, кватирки, інфільтрацію та ексфільтрацію через будівельні конструкції.

Штучна вентиляція дозволяє розподіляти припливне повітря, можлива обробка припливного повітря (нагрів, охолодження, висушування, очищення) і також можливе очищення повітря, що виводиться. При використанні штучної вентиляції повітрообмін сталий у будь-яку пору року. Одним із недоліків штучної вентиляції є великі енерговитрати.

13.9. Показники ефективності вентиляції. Необхідний та фактичний об'єм і кратність вентиляції, методи їх визначення

Для оцінки ефективності вентиляції використовують такі показники:

Необхідний об'єм вентиляції – кількість свіжого повітря, яке повинне надходити в приміщення, щоб концентрація CO_2 не перевищила ГДК.

Фактичний об'єм вентиляції – кількість свіжого повітря, яке фактично надходить у приміщення.

Необхідна кратність вентиляції – число, яке показує, скільки разів повітря приміщення повинне за-

мінюватися свіжим повітрям, щоб концентрація CO_2 не перевищувала ГДК.

Фактична кратність вентиляції – число, яке показує, скільки разів повітря приміщення фактично замінюється свіжим повітрям.

Порівнявши значення кратності вентиляції, можна оцінити якість вентиляційного режиму в приміщенні (рис. 13.4).

Оцінка якості повітряного середовища в приміщенні здійснюється за наступними показниками:

1. Прямі – вміст окремих хімічних речовин.
2. Непрямі – окиснюваність, концентрація CO_2.

Для визначення цих показників використовують експресні та хімічні методи.

Для відбору проб повітря використовуються наступні методи:

1. Аспіраційні.
2. Седиментаційні.
3. Одномоментно в ємності.

Для відбору проб повітря використовують різні поглинаючі пристрої: фільтри та тверді і рідкі поглинаючі середовища.

Рис. 13.4. Оцінка ефективності вентиляції в приміщенні

Для нормальної життєдіяльності людини необхідно, щоб навколишнє повітряне середовище містило достатню кількість кисню і було вільне від механічних, хімічних і бактеріальних забруднювачів. На сьогодні доведено тісний зв'язок між рівнем здоров'я людини й інтенсивністю забруднення повітряного середовища.

Вищевикладене визначає необхідність знання лікарями лікувального профілю методів контролю чистоти й гігієнічної оцінки атмосферного повітря і повітря закритих приміщень різного призначення.

14 РОЗДІЛ ГІГІЄНА ҐРУНТУ ТА ОЧИСТКИ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ. ПРОБЛЕМИ УРБАНІЗАЦІЇ

О. П. Вавріневич, Т. І. Зінченко, А. О. Шевченко

14.1. Урбанізація як об'єктивна реальність науково-технічного прогресу. Особливості умов життя і санітарно-гігієнічного забезпечення населення в сучасних містах і селах

Під **урбанізацією** розуміють процес концентрації в містах промисловості, науки, культури, міграцію населення із сіл в міста, збільшення відсотка міського населення за рахунок збільшення кількості міст і росту чисельності населення в них.

Урбанізація – процес зростання ролі міст у розвитку суспільства, який супроводжується ростом і розвитком міських поселень, зростанням питомої ваги міського населення.

За підрахунками спеціалістів, економічні втрати від хвороб урбанізації, передусім шуму, стресу, забруднення – перевищують втрати від страйків.

Сучасна урбанізація як всесвітній процес має **три спільні риси,** характерні для більшості країн.

Перша риса – швидкі темпи зростання кількості міського населення.

Наприклад: На початку XIX сторіччя в містах проживало близько 14% населення світу, у 1950 р. – 29%, а в 1990 р. цей показник складав 46%. У середньому міське населення щороку збільшується приблизно на 50 млн чоловік (рис. 14.1).

В Україні на 2016 рік міське населення складає близько 70% (рис. 14.2).

Друга риса – концентрація населення і господарства в основному у великих містах. Це пояснюється насамперед характером виробництва, ускладненням його зв'язків з наукою, освітою. Крім того, великі міста зазвичай повніше задовольняють духовні запити людей, краще забезпечують достаток і різноманітність товарів і послуг, доступ до сховищ інформації. *В сучасному місті людина почуває себе комфортніше, має більше можливостей для навчання, удосконалення і підвищення кваліфікації у профе-*

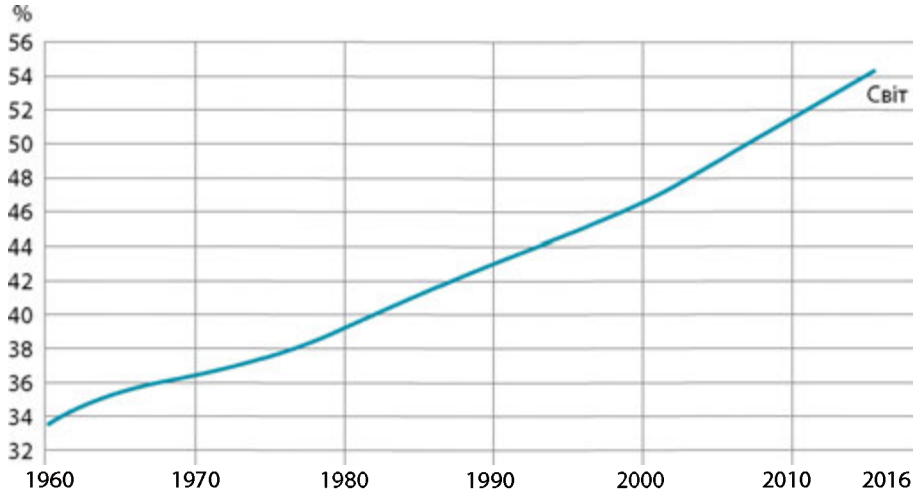


Рис. 14.1. Динаміка частки міського населення в у світі за період з 1960 по 2016 рр. (% від загальної кількості)

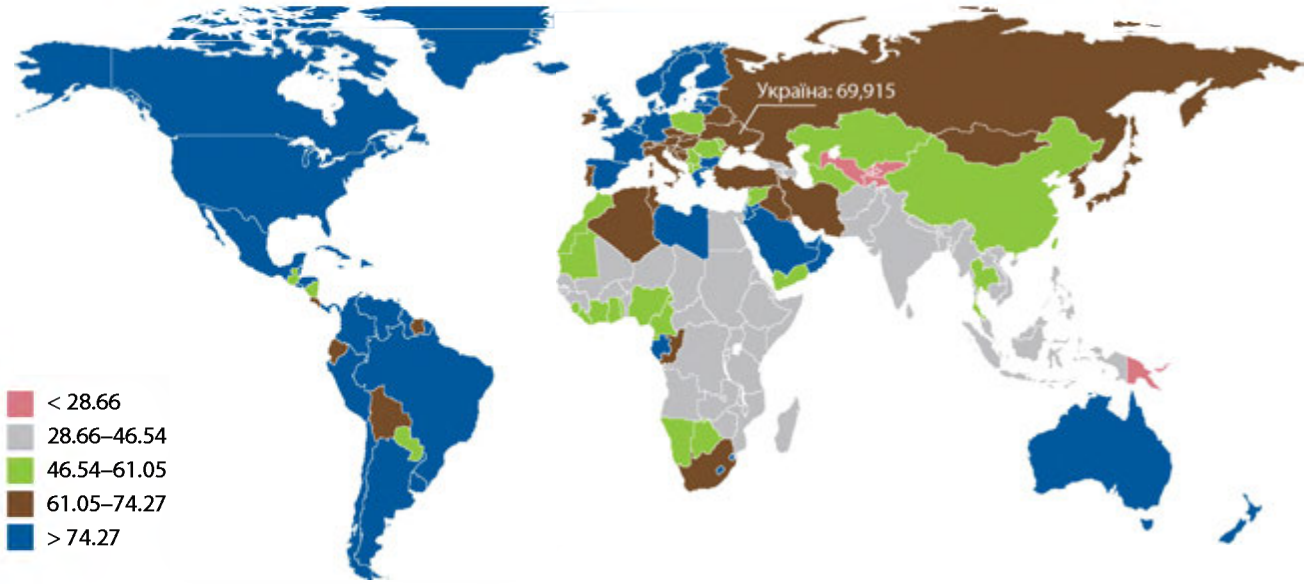


Рис. 14.2. Частка міського населення станом на 2016 рік (% від загальної кількості)

сійній діяльності, більше можливостей щодо працевлаштування.

Наприклад: з-поміж великих міст прийнято окремо виділяти найбільші міста – "мільйонери" з населенням понад 1 млн мешканців. На початку XX ст. їх було всього 10, на 80-ті роки – понад 200.

На початку XX ст. у світі налічувалося 360 великих міст (із населенням понад 100 тис. мешканців), у яких проживало тільки 5% усього населення. Наприкінці 80-х рр. таких міст було вже 2,5 тис., а частка їх у світовому населенні перевищила ¼. У Радянському Союзі, за переписом 1959 р., великих міст було 148, а за переписом 1989 р. – близько 300.

Третя риса – розширення території міст. Для сучасної урбанізації особливо характерний перехід від простих до групових форм міського розселення – від звичайного "точкового" міста до міських агломерацій – компактних територіальних угруповань міських і сільських поселень.

Ядрами найбільших міських агломерацій стають переважно столиці, найважливіші промислові і портові центри (рис. 14.3).

Відповідно до останнього перепису населення (2001 р.) в Україні налічувалось 5 міст-"мільйонерів" (Київ, Харків, Одеса, Дніпропетровськ, Донецьк). Великі міста: Львів, Запоріжжя, Кривий Ріг, Миколаїв, Маріуполь, Луганськ та ін.

У розвинутих країнах рівень урбанізації в середньому становить 72%, а в країнах, що розвиваються, – 32%. Темпи урбанізації багато в чому залежать від її рівня. У наші дні міське населення в країнах, що розвиваються, зростає втричі швидше, ніж у розвинутих. На них тепер припадає 1/6 усього щорічного приросту міських мешканців.

Процес урбанізації надає своїм жителям багато переваг економічного, соціального та суб'єктивного характеру, а саме:

- наявність місць роботи та можливість зміни роботи;
- зосередження закладів науки та культури;
- забезпечення висококваліфікованої медичної допомоги;
- можливість створювати кращі житлові та соціально-побутові умови життя;
- розвиток міжнародної та регіональної культури.

Незважаючи на позитивні ефекти, процес урбанізації може призвести й до негативного впливу на здоров'я населення в сучасному місті.

У великому місті формується своєрідне міське середовище. В умовах сучасного міста спостерігаються наступні зміни в стані навколишнього середовища:

- на 15–20% зменшується інтенсивність сонячної радіації;
- на 60–70% – інтенсивність УФ-радіації;
- на 10% більше хмарних днів;
- середньодобова температура повітря в місті на 2–3 °С вища, а швидкість руху повітря – удвічі нижча, ніж в сільській місцевості. Це призводить до перегріву та погіршення провітрювання міських кварталів;
- рівень шуму в містах наближається до небезпечних меж – до 80 дБ;

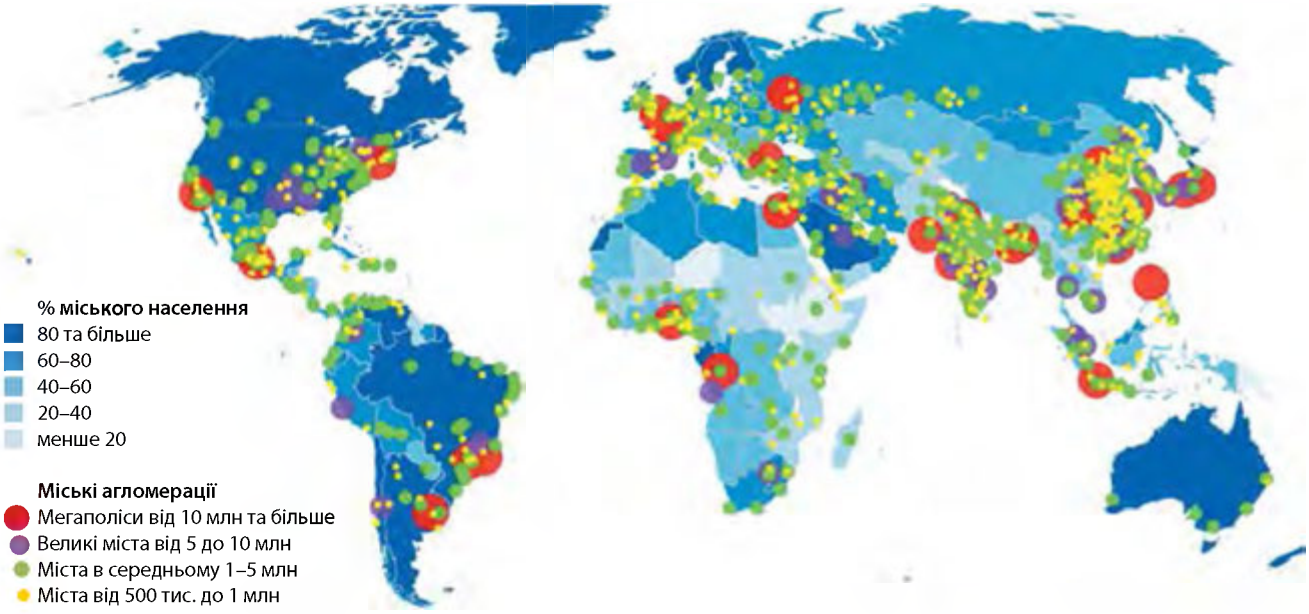


Рис. 14.3. Відсоток міського населення та місць розташування міських агломерацій, 2014 рік

- у великих промислових центрах вміст CO в атмосферному повітрі більше ніж у 50 разів, а сірчаного газу – більш ніж у 1000 разів вищий, ніж у селі;
- суттєво змінюються соціальні умови в місті, а саме:
  - людина частіше зустрічається зі стресовими ситуаціями;
  - надлишок інформації;
  - велика втрата часу для проїзду на роботу.

В результаті поліетіологічної дії міського середовища створюються умови для погіршення здоров'я людини – постійне зростання "хвороб цивілізації". Збільшується захворюваність на гіпертонічну хворобу та спостерігаються її ускладнення; смертність від інфаркту міокарда; широко розповсюджені неврози, вегетосудинні дистонії; збільшується автотранспортний травматизм; онкологічна захворюваність; захворюваність на алергічні хвороби; часто виникають дефекти слуху; виникають розлади фізичного розвитку в пубертатний період. Останнім часом у великих українських містах серед дітей 6–7 років спостерігається тенденція до збільшення кількості осіб з дисгармонійним фізичним розвитком, унаслідок зростання контингенту з надлишком та дефіцитом маси тіла. Такі діти мають більшу схильність до порушення стану здоров'я в майбутньому. Збільшується кількість вроджених вад та виникає велика кількість розладів невстановленої етіології.

Для забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов у населених пунктах необхідне правильне їх планування та забудова.

Кожний населений пункт, особливо місто, являє собою складний комплекс різних елементів промислової діяльності (підприємства, транспорт), культури та побуту населення (житла, культурно-побутові заклади). Всі ці елементи повинні бути правильно розміщені на певній території і функціонально між собою пов'язані, щоб забезпечити населенню більш сприятливі умови життя, праці та побуту. Окремі з цих елементів відіграють провідну роль у плануванні міста і їх відносять до основних містоутворюючих факторів.

Основними **принципами містобудування** є:

1. *Вибір здоровіших територій під населений пункт.*

Найважливішим при будівництві населених пунктів є вибір території. Земельна ділянка повинна мати сприятливий мікроклімат, добре інсолюватися, бути захищеною від вітрів. Ґрунт не повинен бути забруднений відходами, мати ухил для стоку атмосферних вод. На земельній ділянці повинні бути водні об'єкти, атмосферне повітря не повинне забруднюватися. Земельна ділянка повинна бути здорова в епідемічному відношенні.

2. *Місто повинне мати високий рівень санітарно-технічного благоустрою.* Облаштування централізованого водопостачання, каналізації, системи електро-, газопостачання та ін.
3. *Необхідно зберігати високий відсоток озеленення* (до 60 %).

Зелені насадження повинні бути невід'ємною складовою великих міст і селищ, житлових районів та мікрорайонів. Гігієнічне значення зелених насаджень

дуже велике. Вони мають санітарно-гігієнічне, медико-екологічне, рекреаційне, архітектурне, структурно-планувальне, декоративно-художнє, громадсько-культурне значення.

По-перше, вони сприятливо впливають на органи чуття і функціональний стан центральної нервової системи, викликаючи у людини відчуття естетичної насолоди, сприятливо впливають на настрій, психіку та здоров'я. *По-друге,* зелені насадження сприяють покращенню мікроклімату житлових кварталів і міста в цілому. *По-третє,* зелені насадження мають вітрозахисну та шумозахисну дію. А найголовніше – зелені насадження є потужним резервуаром чистого повітря для населеного пункту, оскільки зменшують концентрацію пилу та хімічних токсичних домішок, очищують повітря і збагачують його киснем.

Нормування зелених насаджень здійснюють залежно від кліматичних умов, розмірів території міста, його призначення, щільності забудови. Рівень озеленення території житлової забудови має бути не меншим за 24 %, промислових підприємств – 30 %, ділянок шкіл і дитячих дошкільних закладів – 45–55 %, закладів охорони здоров'я – 55–65 %.

4. *Розвиток кожного міста повинен проходити планово:* для міст повинні розроблятися генеральні плани.
5. *Обмеження чисельності населення міст до оптимальних меж.* Розширення міст краще вести за рахунок створення міст-супутників.
6. *Необхідно здійснювати зонування території міста.*

Виділяють наступні основні зони:

- житлова;
- промислова;
- санітарно-захисна;
- транспортна;
- комунальна;
- приміська.

7. *Використання найбільш прогресивної системи забудови.*

Розрізняють наступні системи забудови кварталів (рис. 14.4):

- периметральна;
- рядкова;
- групова.

В останні роки все більшого поширення набуває змішана система забудови. Для неї характерне поєднання різних прийомів розташування будинків, велика їх довжина та складна конфігурація фасадів.

8. *Забудова міст здійснюється мікрорайонами або крупними масивами* (в Києві: Русанівка, Березняки, Оболонь, Троєщина та ін.).
9. *Створення відповідної економічної бази.*

Дотримання принципів містобудування забезпечить комфортні умови проживання населення в умовах сучасного міста та попередить виникнення захворювань, пов'язаних з порушенням цих принципів.

Окрім проблем раціонального містобудування, комунальна гігієна займається вирішенням питань, які стосуються гігієни атмосферного повітря, води, ґрунту, освітлення, мікроклімату в населених пунктах.

14.2. Ґрунт: визначення поняття, склад, типи ґрунту

Ґрунт – це поверхневий шар твердої оболонки (тобто літосфери) земної кори.

Ґрунт являє собою складну багатокомпонентну малодинамічну дисперсну систему, в якій дисперсійне середовище представлене мінеральними речо-

1. Периметральна забудова

2. Рядкова забудова

3. Групова забудова

Рис. 14.4. Системи забудови кварталів

винами (кристалічним кварцом, алюмосилікатами, глинистими мінералами, природними макро- й мікроелементами), а дисперсними фазами є органічні речовини, всі види ґрунтової вологи (гігроскопічної, плівкової, капілярної, вільної гравітаційної), повітря, мікро- та макроорганізми.

Ґрунт – це величезна природна лабораторія, в якій постійно перебігають різноманітні складні процеси руйнування та синтезу органічних речовин, фотохімічні процеси. В ньому також утворюються різні нові неорганічні та органічні сполуки. У ґрунті гинуть патогенні бактерії, віруси, найпростіші, яйця гельмінтів. Він використовується для очищення й знезараження рідких забруднених стічних вод, нечистот, сміття населених місць, впливає на клімат місцевості, на планування населених місць, їх благоустрій. Ґрунт може бути фактором передачі інфекційних хвороб.

Виділяють три види ґрунтів за їх призначенням (рис. 14.5).

Ґрунт складається з біотичної (ґрунтові мікроорганізми) та абіотичної компонент. Абіотична компонента включає тверду речовину ґрунту (мінеральні й органічні сполуки та органомінеральні комплекси), ґрунтову вологу та ґрунтове повітря.

Мінеральні (неорганічні) речовини ґрунтів на 60–80 % представлені кристалічним кремнеземом або кварцом. Значне місце серед мінеральних сполук посідають алюмосилікати, а саме – польові шпати та слюда. До алюмосилікатів належать також вторинні глинисті мінерали, зокрема монтморилонітової групи (монтморилоніт, нотроніт, бейделіт, соконіт, гекторит, стивенсит). Їхнє гігієнічне значення полягає в тому, що вони зумовлюють поглинальну здатність та ємність поглинання катіонів (наприклад, важких металів) ґрунтом.

Крім кремнезему та алюмосилікатів, до мінерального складу ґрунту входять практично всі елементи періодичної системи Д. І. Менделєєва.

Органічні речовини ґрунту представлені як власне ґрунтовими органічними (гумінові кислоти, фульвокислоти тощо) сполуками, що синтезовані ґрунтовими мікроорганізмами і називаються гумусом, так і сторонніми для ґрунту органічними речовинами, що потрапили у ґрунт іззовні внаслідок природних процесів і техногенного (антропогенного) забруднення.

Ґрунтова волога може перебувати у твердому та рідкому стані, а також у вигляді пари. Найбільший інтерес з гігієнічної точки зору представляє рідка волога, яка може знаходитись у формі:

- гігроскопічної води, що конденсується на поверхні ґрунтових частинок;
- плівкової води, що утримується на поверхні ґрунтових частинок;
- капілярної води, що утримується капілярними силами в тонких порах ґрунту;
- вільної гравітаційної води, що перебуває під дією сили тяжіння або гідравлічного напору і заповнює великі пори ґрунту.

Ґрунтове повітря – суміш газів та пари, яка заповнює пори ґрунту. За складом відрізняється від атмосферного та постійно взаємодіє з ним шляхом дифузії за градієнтом концентрацій. Ґрунтове повітря і вода є антагоністами відносно простору пор. Природний склад ґрунтового повітря регулюється швидкістю використання кисню та утворення діоксиду вуглецю внаслідок мікробіологічних процесів мінералізації органічних речовин. Із збільшенням глибини вміст в ґрунтовому повітрі діоксиду вуглецю збільшується, а кисню – зменшується.

До основних фізичних властивостей ґрунту належать:

Рис. 14.5. Класифікація ґрунтів за призначенням

- *механічний склад* – відсотковий розподіл часток ґрунту за їх розміром. Визначається просіюванням через сита Кнопа, яких існує 7 номерів з отворами діаметром від 0,25 до 10,0 мм. До механічних елементів ґрунту належать: каміння та гравій (розміром > 3 мм); пісок великий (3–1 мм), середній (1–0,25 мм), дрібний (0,25–0,05 мм); пил великий (0,05–0,01 мм), середній (0,01–0,005 мм), дрібний (0,005–0,001 мм); мул (< 0,001 мм). За механічним складом ґрунти класифікують залежно від питомої ваги фізичного піску (частки розміром > 0,01 мм) та фізичної глини (частки розміром < 0,01 мм) (Додаток 3);
- *пористість* – сумарний об'єм пор в одиниці об'єму ґрунту, виражений у відсотках. Розмір пор в однорідному ґрунті тим більший, чим більші за розміром окремі механічні елементи ґрунту, тобто його зернистість. Найбільші пори – в кам'янистому ґрунті, менші – у піщаному, дуже маленькі – у глинистому, найменші – у торф'яному. При цьому сумарний об'єм пор, виражений у відсотках, збільшується, тобто пористість ґрунту тим вища, чим менші за розміром окремі механічні елементи ґрунту. Так, пористість піщаного ґрунту становить 40 %, а торф'яного – 82 %;
- *повітропроникність* – здатність ґрунту пропускати повітря через свою товщу. Підвищується із збільшенням розмірів пор та не залежить від їх загального об'єму (пористості);
- *водопроникність* – здатність ґрунту поглинати та пропускати воду, яка надходить з поверхні. Перебігає у дві фази: всмоктування, коли вільні пори послідовно заповнюються водою до повного насичення ґрунту, і фільтрації, коли за умов повного насичення ґрунту водою вона починає рухатися в порах ґрунту під дією сили тяжіння;
- *вологоємність* – кількість вологи, яку здатний утримати ґрунт за рахунок сорбційних та капілярних сил. Вона тим більша, чим менший розмір пор та більший їх сумарний об'єм, тобто пористість, тому чим дрібніші механічні елементи ґрунту, тим вища його вологоємність;
- *капілярність ґрунту* – здатність ґрунту піднімати по капілярах воду з нижніх шарів догори. Що менший розмір механічних частинок ґрунту, тобто дрібніші пори, то більшою буде капілярність ґрунту, вище і повільніше буде підніматися в такому ґрунті вода.

У ґрунтах легкого механічного складу (піщаних, супіщаних і легких суглинистих) порівняно з важкими (глинами, важкими суглинками) переважає фізичний пісок, пори мають більший розмір, пористість невисока, повітропроникність, водопроникність та фільтраційна здатність значні, капілярність і вологоємність малі. У таких ґрунтах, з одного боку, швидко перебігають процеси самоочищення від органічних забруднень, з іншого – більш потужною є міграція хімічних речовин з ґрунту в підземні та поверхневі водойми, атмосферне повітря та рослини.

14.3. Гігієнічне, епідемічне й ендемічне значення ґрунту

Ґрунт має велике гігієнічне значення для здоров'я населення та благоустрою населених місць:

1. *Ґрунт – провідна ланка кругообігу речовин у природі.*

Міграція речовин як природного, так і антропогенного походження здійснюється по коротких (наприклад: ґрунт – рослина – ґрунт, ґрунт – вода – ґрунт) та довгих міграційних ланцюгах (наприклад: ґрунт – рослина – тварина – ґрунт, ґрунт – вода – рослина – ґрунт).

2. *Роль у формуванні хімічного складу питної води, харчових продуктів, атмосферного повітря.*

***Ґрунт формує хімічний склад* продуктів харчування рослинного і тваринного походження та питної води, які тісно пов'язані з його хімічним складом. Різноманітні за фізико-хімічними властивостями хімічні сполуки, якими насичений ґрунт унаслідок техногенного забруднення, шляхом випаровування надходять в атмосферне повітря, накопичуються в приземному шарі до концентрацій, що перевищують граничнодопустимі, тобто сягають рівнів, шкідливих для здоров'я людини.**

Слід зауважити, що ґрунт має пори, і якщо він сухий, то вони заповнені ґрунтовим повітрям. Концентрації газів та пари, що утворюють ґрунтове повітря, не такі, як в атмосфері. Тому постійно триває дифузія, тобто переміщення за градієнтом концентрацій: газоподібні речовини, яких багато в ґрунтовому повітрі (наприклад, діоксиду вуглецю), надходять у приземний шар атмосфери, і, навпаки, гази, парціальний тиск яких в атмосфері вищий (наприклад, кисень), переміщуються в ґрунт.

3. *Епідеміологічне значення ґрунту.*

Ґрунт є фактором передачі збудників інфекційних захворювань та інвазій:

- кишкових інфекцій бактеріальної (черевний тиф, паратифи А і В, дизентерія, холера, ешерихіоз), вірусної (гепатит А, ентеровірусні інфекції: поліомієліт, Коксакі, ЕСНО) та протозойної етіології (амебіаз, лямбліоз);
- спороутворюючих клостридій – збудників правця, газової гангрени, ботулізму;

- зооантропонозів (лептоспірози: інфекційна жовтяниця, або хвороба Васильєва – Вейля, безжовтяничний лептоспіроз, бруцельоз, туляремія, сибірка);
- мікобактерій туберкульозу;
- геогельмінтозів – аскаридозу, трихоцефальозу, анкілостомідозу (рис. 14.6).

У ґрунті мікроорганізми зберігаються тривалий час. Терміни виживання деяких мікроорганізмів у ґрунті наведено в табл. 14.1.

Збудники інфекційних захворювань можуть передаватись повітряно-крапельним, аліментарним, повітряно-пиловим шляхами та через ранову поверхню. Шляхи передачі збудників інфекційних захворювань наведено на рис. 14.7.

4. *Ендемічне значення ґрунту.*

Від хімічного складу ґрунту залежить хімічний склад води, рослинності місцевості, хімічний склад харчових продуктів рослинного і тваринного походження. Надлишок і дефіцит тих чи інших природних мікроелементів у ґрунті призводить до надлишку і дефіциту їх у харчових продуктах чи у воді, що, відповідно, впливає на стан здоров'я населення і є причиною виникнення ендемічних захворювань (ендемічний зоб і карієс, флюороз, селеноз, хвороба Кешана, хвороба Кашина – Бека, молібденова подагра, борний ентерит та ін.).

Детальніше ці захворювання розглядались у розділі, присвяченому гігієнічному значенню води.

5. *Природне середовище знешкодження рідких і твердих промислових відходів.*

Знешкодження рідких та твердих промислових відходів у ґрунті здійснюється завдяки процесам самоочищення.

Самоочищення ґрунту – це складний і відносно тривалий біологічний процес, унаслідок якого органічні речовини перетворюються на воду, діоксид вуглецю, мінеральні солі та гумус, а патогенні мікроорганізми відмирають. Самоочищення ґрунту обумовлене наявністю сапрофітних гнильних, нітри- та нітрофікуючих бактерій, найпростіших організмів, личинок ко-

Таблиця 14.1. Терміни виживання деяких мікроорганізмів у ґрунті

Збудник інфекції	Середній термін, тиж.	Максимальний термін, міс.
Сальмонели черевного тифу	2–3	> 12
Шигели	1,5–5	9
Холерний вібріон	1–2	до 4
Бруцели	0,5–3	до 2
Збудники туляремії	1–2	до 2,5
Збудники чуми	0,5	до 1
Мікобактерії туберкульозу	13	до 7
Ентеровіруси: Коксакі, ЕСНО	10–13	до 6

Рис. 14.6. Збудники, які зберігаються в ґрунті

Рис. 14.7. Шляхи передачі патогенних мікроорганізмів через ґрунт

мах, хробаків, грибків, вірусів, бактеріофагів, а також його фізико-хімічними властивостями.

14.4. Джерела забруднення ґрунту, їх класифікація та гігієнічна характеристика

Науково-технічний прогрес призвів до того, що щороку дедалі більше ґрунт забруднюється екзогенними хімічними речовинами внаслідок викидів в атмосферне повітря відходів промисловості, теплоелектростанцій, автотранспорту.

До основних джерел забруднення ґрунту належать:

1. Внесення мінеральних та органічних добрив.
2. Використання пестицидів.
3. Промислові та побутові відходи різних видів, які використовуються як добрива та з метою зволоження.
4. Викиди в атмосферу відходів промислових підприємств, автотранспорту.
5. Зберігання або постійне захоронення побутових і промислових відходів.
6. Біологічні забруднювачі (віруси, бактерії, яйця гельмінтів, найпростіші).

Усі забруднювачі ґрунту можна поділити на дві групи: біологічні (віруси, бактерії, яйця гельмінтів, найпростіші) та хімічні.

Хімічні забруднювачі також поділяють на дві групи.

До першої належать хімічні речовини, що їх вносять у ґрунт цілеспрямовано, найчастіше – в сільському господарстві (пестициди, мінеральні добрива, стимулятори росту рослин тощо). Внесення цих речовин у ґрунт є керованим процесом, і вони небезпечні лише за надмірного надходження в ґрунт, коли не дотримуються гігієнічні регламенти застосування.

До другої групи належать забруднення, що надходять у ґрунт випадково з техногенними (антропогенними) рідкими, твердими та газоподібними відходами.

В Україні дуже гостро стоїть проблема забруднення територій навколо населених пунктів поліетиленовими пакетами. Слід зауважити, що поліетиленові пакети у довкіллі зберігаються тривалий час і не піддаються біологічному розкладанню. У світі щорічно використовується 4 трильйони пакетів.

Є країни, які повністю відмовились від використання поліетиленових пакетів, – Кенія, ЮАР, Руанда, Еритрея. У Данії ще в 1994 році введено податок на безкоштовну роздачу поліетиленових пакетів у торговельних закладах, після чого на 90 % знизилось використання цих засобів. Також у Сан-Франциско (США) великі супермаркети не використовують поліетиленові пакети. Гаваї стали першим штатом, який відмовився від застосування пакетів. У 2003 році встановлено

заборону на використання поліетиленових пакетів у Сингапурі, Бангладеш і Тайвані, внаслідок того що ці засоби закупорювали каналізацію і перекривали русла річок. Така заборона діє також і в ряді штатів Індії.

Проте наша країна ще не може відмовитись від цих засобів.

14.5. Показники санітарного стану ґрунту, їх класифікація та гігієнічне значення

Санітарний стан ґрунту – це сукупність показників, які характеризують безпечність ґрунту в хімічному, епідемічному та радіологічному відношенні. Показники санітарного стану ґрунту поділяють на фізичні, фізико-хімічні, хімічні, епідеміологічні, радіологічні (табл. 14.2).

Усі показники поділяються на *прямі* (що дозволяють безпосередньо за результатами лабораторного дослідження проби ґрунту оцінити рівень його забруднення та ступінь небезпечності для здоров'я населення – табл. 14.3) та *непрямі* (дозволяють зробити висновки про факт існування забруднення, його давність і тривалість шляхом порівняння результатів лабораторного аналізу досліджуваного ґрунту і контрольного чистого ґрунту того ж типу, відібраного з незабруднених територій).

Більшість показників є непрямими. Безпосередньо оцінити ступінь забруднення ґрунту можна за показником, який має назву санітарне число Хлєбнікова. *Санітарне число Хлєбнікова* – співвідношення азоту гумусу (суто ґрунтової органічної речовини) до загального органічного азоту (складається з азоту гумусу та азоту сторонніх для ґрунту органічних речовин, що його забруднюють). Якщо ґрунт чистий, то санітарне число Хлєбнікова дорівнює 0,98–1.

Таблиця 14.2. Показники санітарного стану ґрунту

Група показників	Показники
Санітарно-фізичні	Механічний склад, коефіцієнт фільтрації, повітропроникність, вологопроникність, капілярність, вологоємність, загальна та гігроскопічна вологість
Фізико-хімічні	Активна реакція (pH), ємність поглинання, сума поглинутих основ
Показники хімічної безпеки:	
• хімічні речовини природного походження	Фоновий вміст валових і рухомих форм макро- та мікроелементів незабрудненого ґрунту
• хімічні речовини антропогенного походження (показники забруднення ґрунту ЕХР)	Залишкові кількості пестицидів, валовий вміст важких металів та миш'яку, вміст рухомих форм важких металів, вміст нафти та нафтопродуктів, вміст сірчаних сполук, вміст канцерогенних речовин (бенз(а)пірену) тощо
Показники епідемічної безпеки:	
• санітарно-хімічні	Загальний органічний азот, санітарне число Хлєбнікова, азот аміаку, азот нітритів, азот нітратів, органічний вуглець, хлориди, окисність ґрунту
• санітарно-мікробіологічні	Загальне число ґрунтових мікроорганізмів, мікробне число, титр бактерій групи кишкової палички (колі-титр), титр анаеробів (перфрінгенс-титр), патогенні бактерії та віруси
• санітарно-гельмінтологічні	Кількість яєць гельмінтів
• санітарно-ентомологічні	Кількість личинок та лялечок мух
Показники радіаційної безпеки	Активність ґрунту
Показники самоочищення ґрунту	Титр та індекс термофільних бактерій
Показники радіоактивного забруднення ґрунту	
Природні, штучні радіонукліди	Активність

*Таблиця 14.3. Шкала оцінки санітарного стану ґрунту**

Ступінь небезпечності	Ступінь забруднення	Показники епідемічної безпеки					Показник забруднення ЕХР – кратність перевищення ГДК	Показник радіаційної безпеки – активність ґрунту	Показник самоочищення – титр термофілів
		Колі-титр	*Титр анаеробів*	*Число яєць гельмінтів в 1 кг*	*Число личинок і лялечок мух на 0,25 м²*	*Санітарне число Хлєбнікова*			
Безпечний	Чистий	1,0 і вище	0,1 і вище	0	0	0,98–1,0	≤ 1	Природній рівень	0,01–0,001
Відносно безпечний	Слабо забруднений	1,0–0,01	0,1–0,01	До 10	Одиничні екземпляри	0,86–0,98	1–10	Перевищення природного рівня в 1,5 раза	0,001–0,00002
Небезпечний	Забруднений	0,01–0,001	0,01–0,0001	11–100	10–25	0,70–0,86	11–100	Перевищення природного рівня у 2 рази	0,00002–0,00001
Надзвичайно небезпечний	Сильно забруднений	0,001 і нижче	0,0001 і нижче	Більше 100	25 і більше	< 0,70	> 100	Перевищення природного рівня в 3 рази	< 0.00001

** За умов відбору проб ґрунту з глибини 0–20 см.*

Колі-титр ґрунту – мінімальна кількість ґрунту у грамах, в якій міститься одна бактерія групи кишкової палички.

Титр анаеробів (перфрінгенс-титр) *ґрунту* – мінімальна кількість відходів у грамах, в якій міститься одна анаеробна клостридія.

Мікробне число ґрунту – це кількість мікроорганізмів в 1 грамі ґрунту, що виросли на 1,5 % м'ясопептонному агарі при температурі 37 °С за 24 години.

14.6. Основи санітарної очистки населених місць від рідких та твердих відходів

Основними забруднювачами ґрунту є **відходи** – це залишки речовин та предметів, що утворилися внаслідок побутової, господарської та промислової діяльності людини, які не можуть бути використані на місці утворення, а їх накопичення та зберігання порушує санітарний стан навколишнього середовища.

Відходи поділяють на:

1. *Рідкі:*
   - нечистоти з вигребів туалетів;
   - помиї (від приготування їжі, миття посуду, підлоги, прання білизни);
   - стічні води: господарсько-побутові, промислові, зливові, міські.
2. *Тверді:*
   - сміття (домові відходи);
   - відходи кухні;
   - відходи лікувально-профілактичних установ (у тому числі специфічні – використаний перев'язний матеріал, використані одноразові системи та шприци, залишки ліків, рештки органів і тканин після операцій, трупи лабораторних тварин;

- відходи інших громадських установ (шкіл, дитячих дошкільних установ, середніх та вищих навчальних закладів, офісів тощо);
- відходи підприємств громадського харчування;
- відходи тваринного походження (трупи тварин, гній, харчові конфіскати);
- відходи торговельних закладів;
- відходи промислових підприємств;
- шлаки котельних;
- будівельне сміття, міський ґрунт;
- вуличний зміт.

14.7. Шляхи та способи видалення, знешкодження та утилізації твердих відходів у сучасних населених пунктах

Виділяють наступні системи видалення відходів:

1. *Сплавну* застосовують у повністю каналізованих населених пунктах, в яких рідкі та частково дрібні тверді відходи сплавляють на очисні споруди системою труб (каналізація); решту твердих відходів вивозять спеціальним автотранспортом.
2. *Вивізну* використовують у неканалізованих населених пунктах. При цьому і рідкі, й тверді побутові відходи (ТПВ) вивозять у місця знешкоджування та утилізації спеціальним автотранспортом. Такий спосіб видалення твердих відходів дістав назву очищення, а рідких – асенізації (від франц. *assenisation* – оздоровлення).
3. *Змішану* застосовують у частково каналізованому населеному пункті. За такої системи рідкі відходи з каналізованої частини населеного пункту видаляють за допомогою каналізаційної мережі, з неканалізованої – вивозять асенізаційним транспортом, а всі тверді відходи вивозять транспортом санітарного очищення.

Санітарне очищення населеного пункту передбачає 3 етапи:

I – збирання і тимчасове зберігання твердих побутових відходів;

II – вивезення;

III – знешкоджування та утилізацію.

Усі методи знешкоджування ТПВ мають відповідати таким основним гігієнічним вимогам:

- повинні забезпечувати надійне знешкодження, перетворення відходів на нешкідливий в епідемічному та санітарному плані субстрат;
- швидкість: ідеальним вважається такий метод, який дозволяє ефективно знешкодити відходи за той проміжок часу, за який вони утворюються;
- повинні запобігати відкладенню яєць та розвитку личинок і лялечок мух у відходах;
- повинні запобігати доступу гризунів;
- повинні запобігати забрудненню повітря леткими продуктами руйнації органічних речовин;
- у процесі знешкоджування відходів не повинні забруднюватися поверхневі та підземні води;
- повинні дозволяти максимально і безпечно для здоров'я людей використовувати корисні властивості ТПВ, оскільки вони містять до 6% утилю; при їх спалюванні можна отримувати теплову енергію, при біотермічному переробленні – органічні добрива, а харчові відходи використовувати для відгодівлі тварин.

Методи знешкодження поділяють за:

- **кінцевою метою:**
  - *утилізаційні* (перероблення відходів на органічні добрива, біопаливо, виділення вторинної сировини, наприклад, металевого брухту, для промисловості, використання як енергетичного палива);
  - *ліквідаційні* (поховання в землю, скидання в моря, спалювання без використання тепла);
- **технологічним принципом:**
  - біотермічні (поля заорювання, удосконалені звалища, полігони складування, поля компостування, біокамери, заводи біотермічного перероблення; у сільській місцевості в особистих господарствах – компостні купи, парники);
  - термічні (сміттєспалювальні заводи без або з використанням теплової енергії, що утворюється при цьому; піроліз з одержанням горючого газу та нафтоподібних мастил);
  - хімічні (гідроліз);
  - механічні (сепарація відходів з подальшою утилізацією, пресування в будівельні блоки);
  - змішані.

14.8. Використання ґрунту для знешкодження відходів господарсько-побутової та виробничої діяльності людини

Найбільше розповсюдження отримали біотермічні методи. В їх основі лежать складні процеси самоочищення ґрунту від органічних забруднень, які схематично можна представити наступним чином:

Біотермічне знешкоджування дає змогу вирішити два завдання: 1) розкласти складні органічні речовини відходів та продукти їх метаболізму (сечовину, сечову кислоту тощо) до простіших сполук з тим, щоб у подальшому за допомогою спеціальних мікроорганізмів, у присутності кисню повітря, синтезувати нову, стійку, безпечну в санітарному відношенні речовину, що зветься гумусом; 2) знищити вегетативні форми патогенних та умовно-патогенних бактерій, віруси, найпростіших, яйця гельмінтів, яйця і личинки мух, насіння бур'янів. Схема біотермічного розкладання твердих відходів біотермічним методом наведена на рис. 14.8.

Наша країна має потенціал нетрадиційних джерел енергії. Україна вважається зоною, придатною для активного розвитку біогазових технологій. Потенціал звалищного газу, що утворюється на великих українських полігонах твердих побутових відходів (ТПВ), становить 288 млн куб. м (0,19 т у.п.). Важливою перевагою переробки органічних відходів є невисока вартість одержуваної енергії.

В Україні 92% ТПВ залишаються неперероблениими, тоді як у західних країнах частка біогазових установок з переробки даного виду сировини постійно зростає і є досить значною.

Високотемпературний піроліз є одним з найперспективніших напрямків переробки ТПВ з точки зору екологічної безпеки, а також отримання вторинних корисних продуктів – синтез-газу, шлаків, металів та інших матеріалів. Зазначена технологія переробки ТПВ є безвідходною, оскільки енергетичний потенціал відходів використовується у вигляді синтез-газу, а матеріальний ресурс – у вигляді екологічно інертного шлаку: сировини для будівельної індустрії, для виготовлення товарної продукції з нього, наприклад, теплоізоляції.

Промислова переробка враховує вимоги екології, ресурсозбереження та економіки. На сьогодні для переробки ТПВ широко застосовуються наступні технології:

- термічна обробка (в основному спалювання);
- біотермічне аеробне компостування (з отриманням біопалива);
- анаеробна ферментація (з отриманням біогазу);
- сортування (з вилученням тих чи інших цінних компонентів для вторинного використання видаленням шкідливих компонентів, виділенням окремих фракцій, найбільш придатних технічно, екологічно й економічно для переробки тим чи іншим методом.

У європейських країнах спалюванням переробляють 20–25% обсягу міських відходів, у Японії – близько 65%, у США – близько 15% (у США сміттєспалювання розглядають як один з основних способів продовження терміну служби звалищ). Відомо, що технологія прямого спалювання ТПВ становить екологічну небезпеку внаслідок токсичних викидів, у зв'язку з чим переходять на комплексну переробку ТПВ. Прикладом може слугувати сміттєпереробний завод продуктивністю 200 тис. т на рік в японському місті Осака.

14.9. Заходи із санітарної охорони ґрунту

Для покращення стану навколишнього середовища в нашій країні використовується комплекс заходів.

Санітарна охорона ґрунту – комплекс заходів (організаційних, законодавчих, гігієнічних, або наукових, санітарних, санітарно-технічних, планувальних, землевпорядкувальних, агротехнічних), спрямованих на обмеження надходження в ґрунт механічних, хімічних та біологічних забруднювачів до величин, які не порушують процеси самоочищення ґрунту, не призводять до накопичення у рослинах шкідливих речовин у небезпечних для здоров'я людей і тварин кількостях, не забруднюють атмосферного повітря, поверхневих та підземних водойм, а також не обмежують використання ґрунту в сільському господарстві (рис. 14.9).

Рис. 14.8. Біотермічний метод знешкодження твердих побутових відходів

До першої групи заходів із санітарної охорони ґрунту належить група законодавчих заходів. Так, із 1 січня 2018 року в Україні запрацювали зміни до Закону "Про відходи", які передбачають сортування сміття та заборону на поховання непереробленних побутових відходів. Згідно з документом, великогабаритні, ремонтні та небезпечні відходи у складі побутових належить збирати окремо від інших видів, а небезпечні відходи необхідно відділяти на етапі збирання чи сортування. Далі їх потрібно передавати спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами. А термічна обробка (спалювання) побутових відходів дозволена лише на спеціально призначених для цього підприємствах чи об'єктах.

Серед заходів з охорони ґрунту виділяють технологічні, планувальні, медико-профілактичні (рис. 14.9).

Рис. 14.9. Заходи із санітарної охорони ґрунту

Ґрунт є основною ланкою поширення захворювань інфекційного та неінфекційного характеру. Науково-технічний прогрес, інтенсивні темпи процесів урбанізації загострюють проблему забруднення ґрунтів та інших об'єктів довкілля. Саме у великих населених пунктах утворюється значна кількість рідких і твердих відходів, які здатні забруднювати навколишнє середовище.

Правильне планування населених пунктів, організація заходів із санітарної охорони ґрунту – запорука здоров'я населення та комфортного перебування людини в сучасних населених містах. Впровадження нових підходів до вирішення проблем утилізації твердих побутових відходів дозволить не лише стабілізувати та покращити екологічну ситуацію у країні, але й сформувати засади сталого розвитку в Україні.

15 РОЗДІЛ

ВОДА І ЗДОРОВ'Я. ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

О. П. Вавріневич, І. М. Пельо, Е. М. Білецька

Вода в житті людини відіграє важливу роль: забезпечує фізіологічні функції, використовується для загартовування, для дотримання особистої гігієни. Хімічний склад води, а саме вміст мікроелементів, впливає на активність процесів обміну речовин, а їх нестача або надлишок може призвести до виникнення ендемічної патології. Окрім того, вода є одним із факторів, що спричиняють виникнення інфекційної патології різної етіології у населення.

15.1. Вода і здоров'я як гігієнічна проблема

"Благодатні цілющії води!
Дайте нам захист, втамуйте нашу спрагу,
Дайте нам блаженство і щастя.
Господарі безцінних скарбів,
Володарі народів, цілющі води!
Ми жадаємо випити наш цілющий бальзам", –
так звертались древні жителі до вод Нілу

Ще в стародавні часи люди знали, що вода має велике значення в житті людини.

Гігієнічне значення води визначається фізіологічною потребою в ній людини.

ВОДА з хімічної точки зору – це H_2O, хімічна речовина у вигляді прозорої безбарвної рідини без запаху і смаку (за нормальних умов тиск – 101,3 кПа (одна атмосфера), температура – 20 °С).

ВОДА з гігієнічної точки зору – це складна дисперсна система, в якій дисперсійним середовищем є хімічна сполука H_2O, а дисперсними фазами – різні мінеральні солі, колоїди, гази, органічні речовини, живі організми.

Вода має унікальні аномальні властивості:

- у природі існує в трьох агрегатних станах: твердому (лід), рідкому (вода) і газоподібному (водяна пара);
- єдина у світі речовина, яка при замерзанні збільшується в об'ємі на 9%;
- має найвище значення сили поверхневого натягу (після ртуті);
- універсальне розчинне середовище;
- інертний розчинник;
- володіє найбільшою теплоємністю й теплопровідністю;
- при t від 0 °С до +4 °С змінюється структура й характер взаємодії водневих зв'язків;
- при t 35–40 °С – найлегше нагрівається і найшвидше охолоджується;
- лід – унікальний стан води.

Вода є невід'ємною складовою існування людини і виконує широкий спектр функцій (рис. 15.1).

Жодний живий організм на Землі не може існувати без води.

Невипадково східна приказка говорить: "Де закінчується вода, там закінчується і життя".

Відомо, що без води людина може прожити всього 5–6 діб, без повітря – 5–6 хвилин, без їжі – 5–6 тижнів.

Детально зупинимось на кожній із функцій води.

15.2. Гігієнічне значення питної води

15.2.1. Фізіологічне значення

Вода бере участь в утворенні структурних елементів тіла людини. Загальний вміст води в організмі складає приблизно 60–65% від усього тіла. Ембріон людини містить у собі 90–97% води. У новонародженого кіль-

Рис. 15.1. Гігієнічне значення питної води

кість води дещо зменшується і становить 77–80 % маси тіла. До 50-річного віку людина немовби "висихає" і на частку води припадає лише 55 % від маси тіла (рис. 15.2).

Основна частина води (70 %) зосереджена внутрішньоклітинно, а 30 % – це позаклітинна вода. Вміст води у різних тканинах людини зосереджується таким чином: скелет містить 22–31 %, м'язова тканина – 50–79 %, сполучна тканина – 80 %, плазма крові – 92 %, склисте тіло – 99 %.

Вода має важливе значення як розчинник – фізико-хімічні процеси в організмі людини відбуваються у водних розчинах, тканини тіла являють собою водно-колоїдні системи.

Вода є учасником процесів окислення, гідролізу та інших реакцій обмінних процесів.

Вода входить до складу секретів та екскретів організму.

Вода бере участь у транспортуванні нутрієнтів по організму.

Випаровуючись з поверхні шкіри та дихальних шляхів, вона бере участь у процесах терморегуляції.

Вода бере участь в обміні речовини, безперервно виділяється з організму людини через нирки, легені, кишечник та шкіру. Із сечею виділяється приблизно 1–1,5 л води за добу, з фекаліями – до 0,2 л, легенями у вигляді парів – приблизно 0,4–0,5 л, шкірою і потовими залозами – від 0,5 л до 10 л, залежно від метеорологічних умов і характеру роботи.

Організм людини гостро реагує на водний голод. У разі зневоднення організму посилюються процеси розпаду тканинних білків, жирів і вуглеводів, змінюються фізико-хімічні константи крові та водно-електролітного обміну.

Організм людини важко переносить зневоднення (табл. 15.1).

Чіткі клінічні прояви зневоднення з'являються, якщо втрата води становить *5–6 %* маси тіла (збільшення частоти дихання, почервоніння шкіри, сухість слизових оболонок, зниження артеріального тиску, порушення координації рухів, запаморочення).

Втрата води на *10 %* маси тіла може призвести до незворотних змін, а втрата води на рівні *15–20 %* – смертельна за температури повітря 30 °С, на рівні *25 %* – за температури 20–25 °С.

"Не відчувши страждання спраги, неможливо осягнути, яка дорогоцінна хороша вода" (Д. Байрон).

Фізіологічна потреба організму людини у воді покривається за рахунок споживання:

- води, чаю, інших напоїв та рідких страв, на частку яких припадає 1–1,5 л;
- води, яка міститься в харчових продуктах, – 1–1,2 л;
- води, яка утворюється в тканинах при окисленні харчових речовин – 0,2–0,4 л: при повному окисленні 100 г жирів утворюється 107 г води, 100 г вуглеводів – 55,5 г води, 100 г білків – 431 г води.

У шлунок людини, крім води ззовні, надходить ще 6–7 л рідини: 3 л слини, по 3 л шлункового та кишкового соку і до 0,5 л жовчі протягом доби.

Як бачимо, зазначене переконливо свідчить, що вода є одним із найцінніших дарів природи. І не можна не згадати, як влучно висловив своє захоплення водою французький письменник Антуан де Сент-Екзюпері. Герой його повісті "Планета людей" зазнав катастрофи під час польоту над пустелею, пережив передсмертну агонію від зневоднення і, побачивши цілющу вологу, відчув неймовірну радість: *"Вода!*

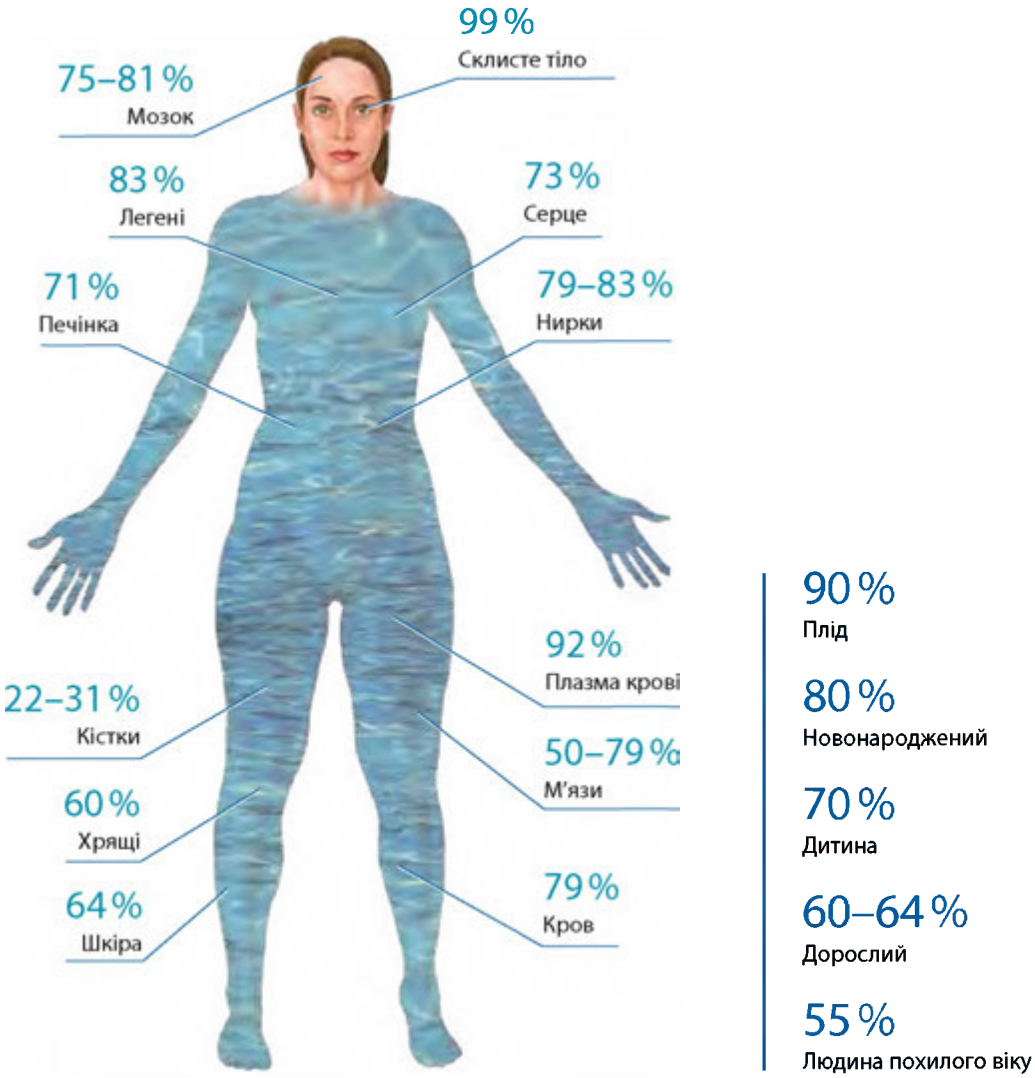


Рис. 15.2. Пластична функція води

Таблиця 15.1. Симптоми зневоднення організму (Е. Адольф, 1952)

При зменшенні води в організмі (в % від маси тіла) спостерігається:	
1–5 %	спрага, нездужання, економія рухів, втрата апетиту, почервоніння шкіри, подразливість, сонливість, підвищення температури тіла
6–10 %	запаморочення, задишка, відчуття повзання "мурашок" в кінцівках, зменшення об'єму крові, зупинка слиновиділення, ціаноз, нечітка мова
11–5 %	марення, розпухання язика, утруднення ковтання, глухота, послаблення зору, в'ялість і оніміння шкіри, болюче сечовиділення, анурія
15–20 %	при температурі повітря понад 30 °С є смертельною
25 %	втрата є смертельною при будь-якій температурі

В тебе немає ні смаку, ні кольору, ні запаху! Тебе неможливо описати! Тобою насолоджуєшся, не знаючи, що ти таке. Не можна сказати, що ти потрібна для життя, ти – саме життя. Ти наповнюєш нас радістю, яку не пояснити нашими почуттями! З тобою повертаються до нас сили, з якими ми вже розпрощалися... ти – найбільше багатство у світі".

У той же час в разі вживання неякісної води створюється реальна небезпека захворіти на інфекційні та неінфекційні недуги.

Статистика ВООЗ свідчить, що майже 3 млрд населення планети користується неякісною водою.

Із понад 2 тис. хвороб техногенного походження 80% виникають унаслідок споживання неякісної питної води.

Саме тому надзвичайно важлива гігієнічна роль води та її значення для профілактики інфекційних і неінфекційних захворювань.

15.2.2. Епідемічне значення води

Роль води у механізмі передачі збудників кишкових інфекцій, виникненні ендемій та пандемій людство усвідомило значно раніше, ніж були відкриті патогенні мікроорганізми.

Однак і сьогодні, незважаючи на поширення централізованого водопостачання у населених пунктах та удосконалення методів знезаражування води, ця проблема залишається надзвичайно актуальною.

Тому під час вирішення питання забезпечення населення доброякісною питною водою необхідно передусім унеможливити появу і поширення збудників інфекційних хвороб, що можуть передаватися через воду.

Останнє досягається лише завдяки сталому забезпеченню населення доброякісною водою в достатній кількості.

При порушенні гігієнічних вимог і санітарних правил, як під час організації водопостачання населеного пункту, так і при подальшій експлуатації водопроводу, може виникнути надзвичайно небезпечна, навіть катастрофічна ситуація – спалах водної епідемії, коли інфекційною хворобою одночасно уражуються сотні й тисячі людей.

Нині доведено роль води у механізмі передачі збудників кишкових інфекцій, виникненні епідемій та пандемій. Наймасовіші водні епідемії з найтяжчими наслідками порушення громадського здоров'я пов'язані з можливістю поширення з водою збудників кишкових інфекцій, яким притаманний фекально-оральний механізм передачі. Доведено можливість поширення через воду збудників холери, черевного тифу, паратифів А і В, сальмонельозу, шигельозу та інших збудників інфекційних захворювань.

Експертами ВООЗ було запропоновано класифікацію інфекційних хвороб, у механізмі передачі яких бере участь вода:

1. Хвороби, які виникають унаслідок використання забрудненої води для питних потреб:
   - кишкові інфекції (провідний механізм передачі – фекально-оральний):
     - бактеріальної природи: холера, черевний тиф, паратифи А і В, шигельоз, сальмонельоз, коліентерит;
     - вірусної етіології: вірусний епідемічний гепатит А, вірусний гепатит Е, поліомієліт та інші ентеровірусні інфекції, ротавірусні хвороби;
     - протозойної етіології: амебна дизентерія (амебіаз), лямбліоз.
   - інфекції дихальних шляхів, збудники яких інколи можуть поширюватись фекально-оральним шляхом:
     - бактеріальної природи: туберкульоз;
     - вірусної етіології: аденовірусні інфекції – ринофарингіт, фарингокон'юнктивальна гарячка, риніт.
   - інфекції шкіри та слизових оболонок, які можуть мати фекально-оральний механізм передачі: сибірка;
   - кров'яні інфекції, які можуть мати фекально-оральний механізм передачі: Ку-гарячка;
   - зооантропонози, які можуть мати фекально-оральний механізм передачі: туляремія, лептоспіроз, бруцельоз;
   - гельмінтози:
     - геогельмінтози: трихоцефальоз, аскаридоз, анкілостомідоз;
     - біогельмінтози: ехінококоз, гіменолепідоз.
2. Хвороби шкіри і слизових оболонок, які виникають унаслідок контакту з забрудненою водою: трахома, проказа, сибірка, контагіозний молюск, грибкові захворювання (епідермофітія, мікози тощо).
3. Захворювання, які зумовлюють гельмінти, що живуть у воді: шистосомоз, дракункульоз, або ришта.
4. Трансмісивні інфекції, які поширюють комахи-переносники, що розмножуються у воді: малярія, жовта гарячка.

Історія знає багато прикладів епідемій, що спалахнули внаслідок вживання забрудненої патогенними мікроорганізмами води із водойм та водопроводів.

Найраніше помічено зв'язок водного чинника із поширенням холери. Вперше водною визнано епідемію холери в Лондоні у 1854 р.

Але найбільші епідемії кишкових інфекцій зареєстровано в другій половині XIX ст., що збігалося з періодом бурхливого розвитку і будівництва водопроводів.

Це пов'язано з тим, що перші водогони, в яких здебільшого використовували воду поверхневих водойм, інколи не поліпшували, а навпаки, погіршували санітарний стан населених пунктів.

Це пояснюється як браком очисних споруд на водогонах, так і забрудненням водойм унаслідок високої концентрації населення в містах.

Саме через це виникли епідемії черевного тифу в Гамбурзі і Лондоні, холера – в Петербурзі, Ростові-на-Дону та інших населених пунктах.

У сучасних умовах на шляху поширення інфекційних хвороб через воду існує багато перешкод, зокрема, споруди для очищення та знезаражування стічних вод перед їх скиданням у водойми; споруди для очищення та знезаражування води на водопровідних станціях.

Здавалося б, є всі передумови ліквідувати водний шлях поширення інфекційних недуг. Однак цього не вдається домогтися протягом багатьох років.

Нині у світі інфекційна захворюваність населення, пов'язана з водопостачанням, сягає 500 млн випадків на рік.

За даними ВООЗ, щорічно внаслідок низької якості питної води гине майже 5 млн осіб.

Наприклад, за 1995–2006 роки в Україні офіційно зареєстровано 70 спалахів гострих кишкових інфекцій, пов'язаних з водним фактором передачі збудника, з кількістю постраждалих 8265 осіб, з них 4140 – діти. Основна кількість спалахів пов'язана із забрудненням водопровідної води внаслідок аварійних ситуацій у мережах водопостачання і водовідведення.

У 2007 році зафіксовано два спалахи вірусного гепатиту А (захворіло 154 особи, з них 75 дітей), пов'язані з вживанням недоброякісної питної води – в АР Крим та Закарпатській області.

У 2008 р. – спалах ротавірусного ентериту (захворіло 30 осіб, з них 24 дитини) і спалах вірусного гепатиту А (у Львівській обл. – постраждало 92 особи, з них 37 дітей.

У 2011 р. було зареєстровано спалах холери (захворіло 16 осіб) у Маріуполі – 15 осіб, ще один випадок захворювання холерою – в Донецькій області. Зареєстровано 6 випадків виявлення носіїв вібріонів такого ж збудника у клінічно здорових осіб.

Найбільші масові спалахи воднообумовлених кишкових інфекцій наведено в таблиці 15.2.

Слід наголосити, що абсолютно уникнути ризику виникнення кишкових інфекцій неможливо, оскільки вони можуть поширюватися не лише через воду, а й через забруднену їжу, руки, переносяться мухами тощо. Таким чином підтримується резервуар хворих і носіїв та спорадичний рівень захворюваності.

Проте статистичні дані переконливо свідчать, що організація раціональної системи водопостачання, очищення та знезаражування води на водогонах сприяє зниженню захворюваності кишковими інфекціями у 8–12 разів.

Таблиця 15.2 Спалахи воднообумовлених кишкових інфекцій в Україні

Область, населений пункт, рік	Інфекція	Кількість інфікованих осіб	
		дорослих	*дітей*
м. Донецьк (Донецька обл.), 1998 р.	ентеровірусний менінгіт	203	70
м. Одеса (Одеська обл.), 2000–2001 рр.	ротавірусний гострий ентероколіт	866	2277
м. Торез (Донецька обл.), 2003 р.	гепатит А	33	21
Закарпатська обл., 2007 р.	гепатит А	79	75
Львівська обл., 2008 р.	ротавірусний ентерит	6	24
	гепатит А	55	37
м. Маріуполь (Донецька обл.), 2008 р.	холера	16	
мікрорайон Бортничі, м. Київ, 2015 р.	ГКІ (ентеропатогенні *E. coli*)	34	121

Поширення інфекційних хвороб через воду теоретично і практично можливе лише за наявності одночасно трьох умов.

По-перше, збудники повинні потрапити у джерело водопостачання. За сучасного розвитку каналізації населених місць, наявності інфекційних хворих і бактеріоносіїв (1–2% населення) ця загроза існує завжди.

По-друге, патогенні мікроорганізми повинні зберігати вірулентність і життєдіяльність у водному середовищі протягом тривалого часу (табл. 15.3). (Цим забезпечується збереження мікроорганізму як біологічного виду).

По-третє, збудники інфекційних хвороб повинні потрапити в організм людини з питною водою. Ця умова може реалізуватися за порушення технології очищення та знезаражування води або правил експлуатації водопроводу.

Для попередження виникнення епідемій водного походження слід виконувати комплекс заходів (рис. 15.3).

15.2.3. Ендемічне значення води

Один із героїв твору Антуана де Сент-Екзюпері "Планета людей" зазначав: *"Ти – найбільше у світі багатство, проте і найбільш нетривке – ти настільки чиста в надрах Землі. Можна померти біля джерела, якщо в ньому є домішка магнію. Можна померти за два кроки від солончакового озера. Можна померти, хоч і є два літри роси, якщо в неї потрапили якісь солі. Ти не терпиш домішок, не виносиш нічого чужорідного, ти – божество, яке так легко злякати ... проте ти даєш нам нескінченно просте щастя".*

Таблиця 15.3. Термін виживання мікроорганізмів у воді (діб)

Мікроорганізми	Вода			
	стерильна	*водопровідна*	*колодязна*	*річкова*
Ентеропатогенна кишкова паличка	8–356	**2–262**	2–106	**21–183**
Бактерії тифо-паратифозної групи	6–356	**3–371**	12–107	7–157
Збудник гепатиту А	–	–	40	–
Шигела	2–72	5–27	2–19	19–92
Холерний вібріон	3–392	4–28	1–92	4-92
Поліовірус	до 100	до 118	56	До 180
Лептоспіра	до 16	до 5	7–75	До 150
Туляремійна паличка	3–15	до 92	12–60	7–31
Бруцела	6–168	5–25	4–122	До 10

Рис. 15.3. Заходи профілактики інфекцій водного походження

Масові ураження можуть мати неінфекційну природу, тобто спричинюватися наявністю у воді хімічних – як мінеральних, так і органічних – домішок.

Проблема впливу хімічного складу води на здоров'я населення давно цікавила вчених, однак перші науково обґрунтовані уявлення про це з'явилися лише на початку XX ст.

Вагомий внесок у розвиток цих явищ зроблено російськими та українськими вченими. Видатні ґрунтознавці, геохіміки та біогеохіміки В. Л. Вернадський і О. П. Виноградов під час вивчення мікроелементного складу ґрунтів у різних регіонах помітили, що в деяких місцевостях вміст тих чи інших елементів у ґрунті надто високий або, навпаки, надто малий.

Нестача або надлишок тих чи інших елементів у ґрунті призводили до нестачі або надлишку їх у воді поверхневих та підземних водойм, що формувалися на цій території, а відтак – у питній воді та харчових продуктах рослинного і тваринного походження.

Це певним чином впливало на здоров'я людей, які постійно мешкали в даній місцевості – вони страждали на хвороби, які в інших регіонах не траплялися та отримали назву ендемічних захворювань.

Ендемічне захворювання – це захворювання, які спричиняються недостатнім або надлишковим вмістом природних хімічних елементів у об'єктах навколишнього середовища (воді, ґрунті, повітрі), харчових продуктах рослинного і тваринного походження та розвиваються на певних територіях. Так званих біогеохімічних провінціях.

Біогеохімічні провінції – географічні райони, де етіологічним фактором захворювань є характерний мінеральний склад води, рослинних і тваринних організмів внаслідок недостатнього або надмірного вмісту мікроелементів у ґрунті, а захворювання, що виникають у цих районах, називають ендемічними.

Значний внесок у розвиток уявлень про гігієнічне значення мікроелементного складу питної води зроблено вітчизняними вченими-гігієністами Р. Д. Габовичем і Г. П. Степаненком (проблеми фтору), Б. П. Сучковим (проблеми селену і його впливу на здоров'я), І. І. Швайком (проблеми йоду).

У таблиці 15.4 узагальнено інформацію про найпоширеніші ендемічні хвороби, ареали їх поширення, причини та головні клінічні прояви.

Серед ендемічних захворювань особливо тісно пов'язані з вживанням води ендемічний флюороз, ендемічний карієс, водно-нітратна метгемоглобінемія та ендемічний зоб.

Для попередження виникнення ендемічних захворювань слід виконувати комплекс заходів (рис. 15.4).

15.2.4. Токсикологічне значення води

На сьогодні загрозливим для здоров'я людей є техногенне забруднення водойм хімічними речовинами внаслідок скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод промисловими підприємствами, поверхневого стоку із сільськогосподарських угідь, територій звалищ промислових відходів тощо (табл. 15.5).

Таблиця 15.4. Ендемічні хвороби та їх характеристика

Хвороба	Причина	Біогеохімічна провінція	Клінічна картина
Ендемічний флюороз	Вміст фтору у воді понад 1,5 мг/л	У гірських районах, де залягають фторвмісні мінерали: Бучацька геохімічна провінція	Флюороз – з'являються фарфороподібні плями на зубах (I стадія), пігментація плям (II стадія) та ерозія емалі, ураження дентину, руйнація коронки (III стадія), флюороз скелета (IV стадія) – остеосклероз, осифікація зв'язок, хрящів, гепатит, нефрит, міокардит
Ендемічний карієс зубів	Вміст фтору у воді до 0,5 мг/л	Ендемічні зони охоплюють значні території на всіх континентах	Деструкція зубної емалі та дентину (стадії пігментованої та каріозної порожнин)
Водно-нітратна метгемоглобінемія	Вміст нітратів у воді понад 45 мг/л		Клінічні прояви немічної гіпоксії: акроціаноз, ціаноз слизових оболонок, тахікардія, задишка, запаморочення, судоми. Спостерігається у немовлят, які перебувають на штучному вигодовуванні

Таблиця 15.4. Ендемічні хвороби та їх характеристика

Хвороба	Причина	Біогеохімічна провінція	Клінічна картина
Молібденова подагра	Надлишок молібдену (0,25 мг/л)	Вірменія (Анкаван і Кадражан)	Внаслідок інтенсифікації пуринового обміну спостерігається накопичення сечової кислоти в суглобах. Клінічно – подагричний артрит: підвищення температури тіла, сильний біль, набряк і почервоніння одного, інколи – кількох уражених суглобів. Атеросклеротичний нефросклероз ("подагрично зморщена нирка"), уролітіаз, коронаросклероз, анемія, лейкопенія, функціональне порушення печінки
Ендемічний зоб	Нестача йоду	Полтавська обл., Карпати, Кавказ, Алтай, Середня Азія	Порушення синтезу тироксину, гіперплазія щитоподібної залози, гіпотиреоз, пригнічення обміну речовин. Клінічно – збільшення розмірів щитоподібної залози, зниження температури тіла, ожиріння, пасивність, апатія, випадіння волосся, у дітей – вади розвитку, апатія, кретинізм.

Рис. 15.4. Заходи профілактики ендемічних захворювань

Таблиця 15.5. Основні джерела забруднення водойм

Промислові	гірничовидобувна промисловість; нафтогазодобувна промисловість; заводи та фабрики; звалища промислових відходів; аварії на промислових підприємствах
Комунально-побутові	господарсько-побутові; садово-паркове господарство; звалища
Сільсько-господарські	сільське господарство; тваринництво; парникове господарство
Транспортні	наземний; водний

Потрапляння у воду токсичних речовин, навіть у незначних кількостях, може становити небезпеку для здоров'я людини.

Цьому сприяє те, що хімічні речовини, які забруднюють воду водойм, не затримуються сучасними очисними спорудами водопровідних станцій.

Ймовірність негативної дії підвищується у разі надзвичайно токсичних і високотоксичних речовин, наявності у них мутагенної та канцерогенної активності, ембріотоксичності й тератогенності, репродуктивної токсичності та сенсибілізуючих властивостей.

Крім того, ризик шкідливого впливу вищий у речовин, які погано руйнуються у воді внаслідок як фізико-хімічних процесів (гідролізу та фотолізу), так і мікробіологічної деструкції. До стійких у водному середовищі належать важкі метали, хлорорганічні сполуки ДДТ, ГХЦГ тощо.

Згідно з даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Б. І. Срезневського, аналіз рівнів забруднення крупних річок і водойм нашої країни показав, що жодну з річок України не можна назвати кришталево чистою – в кращому випадку вода в них належить до відносно чистих.

У таблиці 15.6 узагальнено інформацію про найпоширеніші хронічні інтоксикації, пов'язані з техногенним забрудненням води хімічними речовинами, причини виникнення та клінічні прояви.

Для профілактики виникнення захворювань неінфекційного характеру необхідно дотримуватись наступних заходів (рис. 15.5).

15.2.5. Господарсько-побутове та народногосподарське значення води

Гігієнічне значення води не вичерпується лише її фізіологічною роллю та безпосереднім впливом на здоров'я населення.

Велика кількість води витрачається на гігієнічні, господарсько-побутові та виробничі потреби.

Господарсько-побутові функції води:

- використання води як засіб приготування їжі;

Таблиця 15.6. Хронічні інтоксикації, пов'язані з техногенним забрудненням води хімічними речовинами в концентраціях, що перевищують ГДК

Речовина	Вміст у воді	Хвороба	Клінічна картина
Поліхлоровані біфеніли (ПХБ)	Природні води: чисті – 0,5 нг/л, забруднені – понад 50 нг/л	Юшо (масляна хвороба)	Блювання, нудота, слабкість, гіперкератоз шкіри, хлоракне, бронхіт, гепатит, неврологічні порушення. Канцерогенний вплив
Свинець	ГДК – 0,03 мг/л	Сатурнізм	Загальна слабкість, тремор кінцівок, схуднення, свинцева облямівка на яснах, ознаки анемії. Парез, параліч, порушення гемопоезу, енцефалопатія, гепато- й нефропатія, "свинцева колька". Рак нирок, лейкемії
Кадмій	ГДК – 0,001 мг/л	Ітай-Ітай	Дисфункція проксимальних відділів ниркових канальців, що призводить до надмірної втрати мінеральних елементів кісткової тканини. Остеопороз, остеомаляція, множинні переломи кісток, деформації скелета. Залізодефіцитна анемія, порушення функції підшлункової залози, ентеропатія. Тератогенний, мутагенний, канцерогенний ефекти
Миш'як	ГДК – 0,05 мг/л	Ратицева (копитна) хвороба	Нудота, блювання, погіршення апетиту, головний біль, гіперкератоз, дерматит, випадіння волосся, ламкість нігтів, неврити, параліч, порушення зору, ураження печінки. Ризик раку
Хром	ГДК: Cr^{6+} – 0,05 мг/л Cr^{3+} – 0,5 мг/л		Cr^{6+} – небезпечніший. Спричиняє алергенну, мутагенну й канцерогенну дії. Виразки шкіри, дерматити – при контакті. Інгаляційне надходження – рак легень, верхньощелепних пазух
Ртуть	ГДК – 0,0005 мг/л	Хвороба Мінамата	Ртуть – протоплазматична отрута, блокує SH-групи тіолових ензимів. Нейротоксична, нефротоксична, гепатотоксична, гонадотоксична, ембріотоксична, мутагенна дія
Тригалометани (ТГМ)	Хлорування води. ГДК – 0,1 мг/л		Загальнотоксична дія, ураження печінки, нирок, нейротоксична дія, каріотоксичний ефект. Канцерогенна дія
Діоксин ТХДД, ТХДФ	Хлорування води. ГДК – 20 нг/л		Нейротоксична дія, хлоракне, ураження печінки, нирок, ЦНС, порушення жирового, вуглеводного обміну. Канцерогенна дія
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	ГДК – 0,01 мкг/л		Загальнотоксична дія, ураження печінки, нирок, ЦНС, системи крові. Канцерогенна дія

Рис. 15.5. Заходи профілактики неінфекційних захворювань водного походження

- засіб підтримання чистоти тіла, одягу, постелі, посуду, житлових, громадських, виробничих, приміщень, території населених пунктів;
- зрошування зелених насаджень у межах населених пунктів;
- санітарно-транспортна та знешкоджуюча функції води – видалення побутових, промислових відходів системною каналізацією, самоочищення водойм;
- гасіння пожеж, очищення атмосферних забруднень (дощ, сніг).

Використання води в достатній кількості сприяє формуванню навичок особистої гігієни. Лише чиста шкіра виконує фізіологічні функції, а саме – маючи бактерицидні властивості, стає надійним бар'єром на шляху проникнення збудників багатьох інфекційних хвороб.

Вода відіграє важливу роль у створенні оптимальних умов побуту у житлових будинках, громадських установах, промислових підприємствах.

Народногосподарські функції води:

- використання у сільському господарстві (зрошування у рослинництві та садівництві, тепличних господарствах, птахівництві й на тваринницьких комплексах);
- у промисловості (харчовій, хімічній, металургійній);
- траси водного транспорту (пасажирського, вантажного).

Воду використовують для вологого прибирання приміщень, підтримання чистоти предметів ужитку та догляду, прання білизни, приготування їжі, миття посуду тощо.

Воду використовують для виробничих потреб на всіх без винятку промислових підприємствах (табл. 15.7 та 15.8). Інколи технологічні процеси пе-

Таблиця 15.7. Витрати води на одного жителя на добу в деяких містах (без урахування промислових витрат)

Міста	Витрати на 1 мешканця, дм³/добу
Рим	1000
Москва	700
Тбілісі	500
Київ	400
Санкт-Петербург	400
Глазго	250
Манчестер	200
Гамбург	200
Мюнхен	200

Таблиця 15.8. Витрати води у промисловості

Продукція	Кількість води (м³/т)
Гума	1500
Алюміній	1500
Сталь	150
Синтетичне волокно	2000
Пшениця	1500
Рис	4000
М'ясо	20000

редбачають використання не просто водопровідної води, а спеціально підготовленої – демінералізованої, деіонізованої, пом'якшеної, апірогенної.

У великих кількостях її використовують у сільському господарстві для зрошування у рослинництві та садівництві, в теплицях, птахівництві й на тваринницьких комплексах. Багато водопровідної води витрачають на миття вулиць, зрошування зелених насаджень у межах населених пунктів. Обов'язково повинен бути так званий пожежний запас води.

15.2.6. Оздоровче значення води

Вода використовується для загартовування організму людини. Основними принципами загартовування є поступовість і систематичність.

Мінеральні води використовуються для реабілітації хворих, які мають патологію шлунково-кишкового тракту, сечовивідної системи. На території України виявлено близько 500 джерел різних мінеральних вод (Нафтуся, Свалява, Поляна Квасова та ін.).

Інтенсивно у медичній практиці використовуються лікувальні ванни. Розрізняють такий вид терапії, як таласотерапія – використання морського повітря, морської води з лікувальною метою.

Як видно з наведених матеріалів, вода як складовий компонент навколишнього середовища відіграє важливу роль у формуванні здоров'я як окремої людини, так і населення держави та створенні високих санітарних умов життя в населених містах.

Таким чином, важко переоцінити значення води для забезпечення життєдіяльності людини, забезпечення та зміцнення здоров'я населення, забезпечення високого ступеня санітарного благоустрою населених пунктів, створення санітарних умов для проживання та задоволення народногосподарських потреб суспільства.

16

РОЗДІЛ

ПРОБЛЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ. ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ТА МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

О. П. Вавріневич, І. М. Пельо

До найактуальніших проблем сьогодення, від яких залежить майбутнє людства, належать екологічні проблеми, зокрема проблеми, пов'язані з водою.

Всі водні запаси Землі об'єднуються поняттям "гідросфера".

Під гідросферою розуміють сукупність водних об'єктів, включаючи океани, моря, річки, озера, водосховища, підземні води, льодовики, сніговий покрив і крапельно-рідку воду, що знаходиться в атмосфері.

Загальний об'єм води на планеті складає близько 1,5 млрд м^3. При цьому 93,96 % води зосереджено в морях і океанах (табл. 16.1).

Проте високий вміст солей (до 35 г/дм^3) робить цю воду непридатною для питних і господарсько-побутових потреб. Людині потрібна вода, концентрація солей в якій не більше 1–2 г/дм^3.

Прісні води складають менше 6 % усіх водних ресурсів на Землі. Однак більша частина світових запасів прісної води зосереджена в льодовиках Антарктиди, Гренландії, Арктики та інших зонах вічної мерзлоти, що робить її малодоступною. Фахівці вважають, що реально для пиття можна використовувати лише 0,2–0,3 % всієї прісної води на Землі.

Незважаючи на відносно великі запаси прісної води, на 35 Сесії Генеральної асамблеї ООН зазначалось, що понад 1 млрд людей зазнають гострого дефіциту доброякісної води.

Перша причина нестачі доброякісної води полягає в нерівномірному розподілі її як в цілому на Землі, так і в окремих країнах.

Друга найважливіша причина нестачі прісної води носить антропогенний характер.

Найгостріше відчувають нестачу води в населених пунктах на берегах морів та океанів. Так, наприклад, підземні води в південних областях України здебільшого високомінералізовані або мають надмірний вміст заліза та інших домішок, тобто вода непридатна для споживання, до того ж ресурси їх дуже обмежені, тому населення користується привізною водою.

Основними проблемами, що пов'язані з гідросферою планети, є умови забезпечення населення водою, якість води та можливості її підвищення.

До недавнього часу ці проблеми не стояли так гостро з огляду на відносну чистоту природних джерел водопостачання та їх достатню кількість.

Проте за останні десятиріччя ситуація різко змінилася.

Величезна концентрація міського населення, різке збільшення промислових, транспортних, сільськогосподарських, енергетичних та інших антропогенних викидів у довкілля призвели до порушення якості води, появи у джерелах водопостачання не властивих природному середовищу хімічних, радіоактивних та біологічних речовин.

Все це робить ефективне водопостачання населення провідною проблемою сучасної гігієни.

Таблиця 16.1. Структура гідросфери

Складові гідросфери	Вода, %
Світовий океан	93,96
Підземні води	4,12
Зони активного водообміну	0,27
Льодовики	1,65
Озера	0,019
Ґрунтова волога	0,006
Пара атмосфери	0,001
Ріки	0,0001

16.1. Джерела водопостачання, їх порівняльна гігієнічна характеристика

Не всяка вода придатна як для пиття, так і для господарсько-побутових цілей. Вода може виконувати свою гігієнічну роль лише в тому випадку, якщо вона має необхідні якості. Якість води значною мірою залежить від характеру джерела водопостачання. Формування джерел води пов'язане з її кругообігом, який постійно відбувається на нашій планеті.

Із поверхні Світового океану, який складає ¾ поверхні нашої планети, випаровується щорічно 334 тис. км^3 води. 297 тис. км^3 або 90 % води, випадає у вигляді осадів над океанами та морями і 37 тис. км^3 води, тобто лише 10 % її, відноситься повітряними течіями і випадає над материками.

Частина цієї води, приблизно третина, стікає у відкриті водойми – ріки, озера; приблизно стільки ж води потрапляє в землю і стільки ж випаровується з поверхні землі та водойм.

Внаслідок цих процесів утворюється три джерела водопостачання:

1. Атмосферні води.
2. Підземні води.
3. Відкриті водойми (поверхневі води).

Атмосферні води. Для господарсько-побутового водопостачання атмосферна вода – дощова вода та сніг – використовується тільки в маловодних регіонах. Одна крапля дощу промиває близько 16 л повітря, тому в атмосферній воді присутні хлориди, сульфати, бікарбонати. Загальна кількість солей в атмосферній воді 20–95 мг/дм^3.

Атмосферні води характеризуються слабкою мінералізацією, у зв'язку з чим вони мають неприємний смак, не містять органічних речовин і практично вільні від патогенних мікроорганізмів. Атмосферні води вважають ненадійним джерелом водопостачання.

Підземні води: утворюються за рахунок фільтрації атмосферної води і за рахунок конденсації водяних парів, які є в ґрунтовому повітрі.

Розрізняють три основних види підземної води:

1. *Верховодка* – це підземні води, що залягають найближче до земної поверхні. Вони накопичуються на перших від поверхні землі невеликих ділянках переривчастих водонепроникних включень у вигляді лінз. Цієї води мало і використовується вона рідко. Верховодка містить багато органічних сполук, маломінералізована, незадовільна в епідеміологічному відношенні.
2. *Ґрунтова вода* – це та вода, яка в процесі фільтрації досягає першого від поверхні землі водонепроникного шару, що утворений глиною, гранітом, вапняком, і, накопичуючись над ним, утворює перший водоносний горизонт. Якість ґрунтових вод залежить від глибини їх залягання, мінерального складу та чистоти ґрунту. Ґрунтові води, як правило, прозорі, безбарвні. Їх середня мінералізація складає від 200 до 600 мг/дм^3. Якщо ґрунт за механічним складом дрібнозернистий, то в разі глибини залягання 5–6 м і більше ґрунтові води взагалі вільні від бактеріального забруднення.

Ґрунтові води, маючи хороші якості, широко використовуються в сільській місцевості шляхом облаштування шахтних і трубчастих колодязів.

Ґрунтові води у разі неглибокого розташування недостатньо захищені від потрапляння забруднень із поверхні. Характеризуються сезонними коливаннями рівня стояння, дебіту, хімічного і бактеріального складу, що залежить від частоти і кількості опадів, наявності відкритих водойм, глибини залягання, характеру ґрунту. Фільтруючись через шар чистого дрібнозернистого ґрунту завтовшки 5–6 м і більше, ґрунтові води стають прозорими, безбарвними, не містять патогенних мікроорганізмів. Запаси ґрунтових вод незначні, тому, щоб використати їх як джерело централізованого водопостачання, передбачають їх штучне поповнення водою за допомогою спеціальних інженерно-технічних споруд.

3. *Міжпластова вода* – сама назва говорить про те, що це вода, яка знаходиться між двома водоне-

проникними шарами. Один шар – нижній – є водонепроникним ложем, а другий – верхній – водонепроникною покрівлею. Міжпластова вода заповнює весь простір між водонепроникними шарами, залежно від рельєфу місцевості може бути напірною і ненапірною. Перша напірна свердловина була побудована у 1126 році у Франції в графстві Артуа, у зв'язку з чим міжпластові води отримали назву артезіанські.

Міжпластові води, на відміну від ґрунтових, характеризуються невисокою температурою, постійністю рівня та складу. Вони прозорі, без кольору, не мають запаху та будь-якого присмаку. Кількість розчинених у них солей залежить від складу порід, в яких вони накопичуються. Завдяки тривалій фільтрації та наявності водонепроникної покрівлі міжпластові води відрізняються від інших практично повною відсутністю мікроорганізмів, тим більше патогенних. Добувають міжпластові води шляхом буріння свердловин.

Міжпластові напірні та ненапірні води надійно захищені від проникнення у них забруднень із поверхні, оскільки залягають між водонепроникними шарами. Поповнення міжпластових вод відбувається у зонах живлення – місцях виклинювання водоносного шару на поверхню, які, як правило, знаходяться на значній відстані від місць водозабору з міжпластових підземних джерел. Міжпластові води вирізняються стабільною невисокою температурою (5–12 °С), постійним фізико-хімічним складом, сталим рівнем і відносно значним дебітом порівняно з іншими підземними джерелами;

4. *Джерельні води* – підземні води, що самостійно виходять на поверхню землі. Виходити на поверхню можуть як ґрунтові, так і міжпластові води, якщо горизонт розрізується внаслідок зниження рельєфу (схил гори, глибокий яр). Джерела поділяються на низхідні та висхідні. Останні утворюються в разі виходу на поверхню міжпластових напірних вод. Забирають воду для господарських потреб із джерел за допомогою водозабірних споруд – каптажів.

Поверхневі води (відкриті водойми)

Атмосферна вода, випадаючи на поверхню ґрунту, стікає природними схилами до нижчих місць, утворюючи проточні та непроточні водойми – струмки, річки, озера. Відкриті водойми частково можуть живитися підземними водами.

Вода відкритих водойм в органолептичному відношенні має ряд недоліків: органічні речовини, які містяться в ній, обумовлюють присмак та колірність. За своїм хімічним складом поверхневі води маломінералізовані, з епідеміологічної точки зору – потенційно небезпечні. Особливо сильно забруднюються водойми на ділянках, які знаходяться поруч з населеними пунктами та в місцях спуску стічних вод.

Для поверхневих вод характерна непостійність якості води, яка змінюється залежно від сезону року і навіть погоди.

Головна перевага відкритих водойм як джерела водопостачання – велика кількість води.

Вода відкритих водойм при використанні її для питних та господарських потреб повинна піддаватися очистці та знезараженню.

16.2. Системи водопостачання населених місць та їх гігієнічна характеристика

Розрізняють дві системи водопостачання: 1) децентралізована, або місцева, і 2) централізована – водопровід.

При місцевому водопостачанні здійснюється розбір води безпосередньо із джерел водопостачання, наприклад, із колодязів, каптажів, і доставка до місця споживання за допомогою різної тари: відер, бочок.

При централізованому водопостачанні вода із джерел подається споживачу по мережі трубопроводів.

Децентралізоване водопостачання

У більшості сільських населених пунктів використовується децентралізована (місцева) система водопостачання, при якій населення бере воду безпосередньо із джерела. Найчастіше за джерело водопостачання використовують підземні води (ґрунтові та джерельні). Беруть воду із підземних джерел за допомогою шахтних і трубчастих колодязів та каптажів.

Шахтний колодязь – інженерна споруда, що є вертикальною виробкою з великим (порівняно з водозабірною свердловиною) розміром поперечного перерізу, круглої, квадратної, прямокутної або шестигранної форми, що призначена для забору ґрунтових вод.

Каптаж джерела – інженерна водозабірна споруда, призначена для збирання джерельної води в міс-

цях її довільного виходу на поверхню, до складу якої входять камери каптажу (приймальна та освітленої води), каптажне приміщення або павільйон.

У містах населення переважно використовує воду із бюветів.

Бювет – інженерна водозабірна споруда для забезпечення споживачів необробленими (крім знезараження води методом ультрафіолетового опромінення) міжшаровими напірними (артезіанськими) або безнапірними підземними водами, до складу якої входять свердловина, розподільна колонка та спеціальне приміщення або павільйон.

При виборі джерела води для місцевого водопостачання виходять з того, що його вода буде використана для питних потреб без попередньої обробки. Тому його вода повинна відповідати загальним вимогам, що їх висувають до доброякісної питної води. Під час вибору місця розташування колодязя звертають увагу на санітарні умови місцевості та зручність користування колодязем.

Відстань від колодязя до споживача не повинна перевищувати 100 м. колодязі розташовують за нахилом місцевості, вище від усіх джерел забруднення. Відстань між колодязем і джерелом забруднення повинна бути не меншою 50 м.

Результати досліджень якості питної води з бюветів м. Києва показали, що бюветна вода упродовж багатьох років залишається стабільно високої якості і за більшістю показників має кращі параметри, ніж питна вода з централізованої системи водопостачання. У воді окремих бюветів виявлено порушення органолептичних властивостей; ці порушення мають природний характер і не пов'язані з зовнішнім забрудненням (табл. 16.2).

Централізоване водопостачання – це сукупність заходів і споруд із забезпечення населених пунктів доброякісною питною водою у достатній кількості, які передбачають механізований забір води з джерела, її очищення, знезараження та, за потреби, спеціальне оброблення і доставку споживачам мережею водопровідних труб.

Централізована система водопостачання досконаліша порівняно з місцевою, зручніша і відчутно поліпшує санітарний рівень та епідемічне благополуччя населених пунктів.

Її перевагами є:

- можливість вибрати найліпше джерело води;
- забезпечення санітарної охорони джерела;
- передбачення, при необхідності, можливості поліпшення якості води;
- забезпечення населення необхідною кількістю води;
- забезпечення належного технологічного та гігієнічного контролю за режимом підготовки та якістю питної води.

Водопровід – комплекс інженерних споруд, призначених для централізованого водопостачання, за допомогою яких здійснюють водозабір із джерела, оброблення води з метою доведення її якості до вимог діючого стандарту, подачу в населений пункт та розподіл між споживачами.

Основними складниками водопроводу є:

1. Джерело водопостачання (підземне або поверхневе).
2. Водозабірні споруди.
3. Водопідйомні пристрої (насосні станції).
4. Очисні споруди.
5. Споруди для накопичення запасів води.
6. Споруди для доставки та розподілу води (водопроводи, водопровідна мережа, водорозбірні споруди на мережі).

Таблиця 16.2. Якість питної води з бюветів м. Києва

Показник	Норматив	Район м. Києва			
		Оболонський	*Шевченківський*	*Подільський*	*Деснянський*
Кількість бюветів з 97, що не відповідають нормативним вимогам	–	4	7	5	2
Каламутність, мг/дм³	< 0,58	1,2–1,25	6,71	3,2	–
Загальне залізо, мг/дм³	< 0,2	0,27–0,7	1,24–1,7	0,3–0,96	0,27–0,88
Амоній, мг/дм³	< 1,2	–	0,79–0,9	–	–

16.3. Загальні гігієнічні вимоги до якості питної води, норми споживання води, показники якості води

Гігієнічні вимоги до показників якості води залежать від призначення води, тобто від того, з якою метою її використовуватимуть.

Розрізняють 7 типів води:

1. **Водопровідна**, яку подає населенню централізований господарсько-питний водопровід для питних та господарсько-побутових потреб.
2. **Вода шахтних колодязів** та **каптажів,** яку використовує населення так само, як і воду 1 типу, але в умовах децентралізованого (місцевого) водопостачання.
3. **Вода підземних** (міжпластових напірних, або артезіанських, і ненапірних) та **поверхневих** (річок, прісних озер, водосховищ) **джерел** централізованого господарсько-питного водопостачання.
4. **Гаряча вода,** яку подають централізованим водопроводом.
5. **Мінеральна вода,** яку використовують для лікування хворих.
6. **Технічна вода,** яку подає технічний водопровід на промислових підприємствах.
7. **Вода спеціального призначення,** яку застосовують у фармацевтичній промисловості для приготування ліків, на підприємствах мікробіологічного синтезу тощо.

Для кожного типу води є набір гігієнічних показників якості, але всі вимоги вкладаються у 3 групи показників, які характеризують **органолептичні** (фізико-хімічні), **хімічні** й **епідеміологічні** властивості.

"Вода питна", призначена для споживання людиною, – вода, складяко ї за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними, паразитологічними та радіаційними показниками відповідає вимогам державних стандартів та санітарного законодавства (з водопроводу – водопровідна, фасована, з бюветів, пунктів розливу, шахтних колодязів та каптажів джерел), призначена для забезпечення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових та господарських потреб населення, а також для виробництва продукції, що потребує використання питної води (Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН) 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною").

Вода буде безпечною для здоров'я людей, якщо відповідатиме наступним гігієнічним вимогам:

1. *Мати сприятливі органолептичні властивості* – тобто мати освіжаючу температуру, бути прозорою, без кольору, не мати присмаку або запаху.

Саме така вода не справлятиме негативного впливу на нервово-психічний стан людини, не призводитиме до відмови від неї та не спонукатиме до пошуку варіантів для задоволення спраги.

2. *Бути нешкідливою за своїм хімічним складом.* Бажано, щоб хімічний склад води був найсприятливішим у фізіологічному відношенні. Хімічні речовини, які надходять у водойми зі стічними водами промислових підприємств і поверхневим стоком із сільськогосподарських угідь, або їх додають на водопровідних станціях як реагенти під час водопідготовки, не повинні знаходитись у воді або знаходитись у концентраціях, що не перевищують ГДК.

На сьогодні науково обґрунтовано граничнодопустимі концентрації у воді понад 1,5 тис. хімічних речовин.

3. *Бути безпечною* в епідеміологічному відношенні, тобто вода не повинна містити патогенних бактерій, вірусів, яєць гельмінтів, цист найпростіших.

4. *Бути безпечною в радіаційному відношенні.* Тобто містити безпечну кількість природних радіонуклідів та мати таку сумарну об'ємну активність (α- і β-випромінювачів), що не перевищує ГДК.

5. Бути фізіологічно повноцінною: її мінеральний склад, вміст окремих біомікроелементів (фтору, йоду, селену тощо) мусить бути адекватний біологічним потребам організму.

Всі показники якості води, виходячи з їхнього гігієнічного значення, можна поділити на такі групи:

1. Органолептичні показники.
2. Показники нешкідливості за хімічним складом.
3. Показники епідемічної безпечності.
4. Показники радіаційної безпечності.
5. Показники фізіологічної повноцінності.

Гігієнічні вимоги стосуються не лише якості води, що її подають населенню, а й кількості. Кількість води, необхідна для забезпечення однієї людини, в практиці водопостачання отримала назву **норми водоспоживання** (табл. 16.3).

Норма водоспоживання залежить від наявності води, від способу її доставки до житла та його санітарного благоустрою.

За розрахунками О. М. Марзєєва та В. Н. Жаботинського, у середньому для вмивання тричі на добу потрібно 5 л, для щоденного гігієнічного душу – 25 л, для

Таблиця 16.3. Норми споживання води в мирний час

Ступінь благоустрою	Норми споживання води, л на 1 особу/добу
Колодязі	40–60
Водопровід	90
Водопровід + каналізація	150
Водопровід + каналізація + ванна з підігрівом у колонці	250
Водопровід + каналізація + гаряча вода	400–500

Добове використання води – 150 л/добу (О. М. Марзєєв та В. Н. Жаботинський):
- умивання тричі на добу – 5 л;
- щоденний гігієнічний душ – 25 л;
- приймання ванни раз на тиждень – 250 л;
- приготування їжі – 5 л;
- миття підлоги – 1 л на 1 м² (у середньому 10 л на добу)

приймання ванни раз на тиждень – 250 л. На приготування їжі витрачають 5 л, для миття підлоги – 1 л на 1 м² (у середньому 10 л на добу).

За ДБН В.2.5--74:2013 "Водопостачання, зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування" питома норма водоспоживання в містах складає 230–285 л на добу, у сільській місцевості – 25–60 л на добу на 1 мешканця. Ця норма може змінюватись на 10–20 % залежно від кліматичних умов, а також ступеня благоустрою.

З метою запобігання виникнення захворювань водного походження слід дотримуватись комплексу заходів, спрямованих на переривання механізму передачі (рис. 16.3).

Для забезпечення високої якості водопровідної води має значення не тільки правильне облаштування водопроводу, але й також санітарна охорона водойм від забруднення. З цією метою встановлюють зони санітарної охорони водопроводів та джерел водопостачання.

Зони санітарної охорони (ЗСО) водопроводів та джерел водопостачання – спеціально виділена територія навколо джерела водопостачання і водопровідних споруд, на якій повинен дотримуватися встановлений режим з метою охорони джерела води, водопровідних споруд та прилеглої території від забруднення.

ЗСО має три пояси особливого режиму:

1. Перший – пояс суворого режиму: територія, в яку входить певна частина акваторії водойми в місці забору води та вверх по течії, територія навколо водоочисних споруд.
2. Другий – пояс обмежень: територія, на якій заборонено будівництво та використання об'єктів, які можуть забруднювати цю територію і водойму.
3. Третій – пояс спостережень: територія, яка включає всю водопровідну мережу.

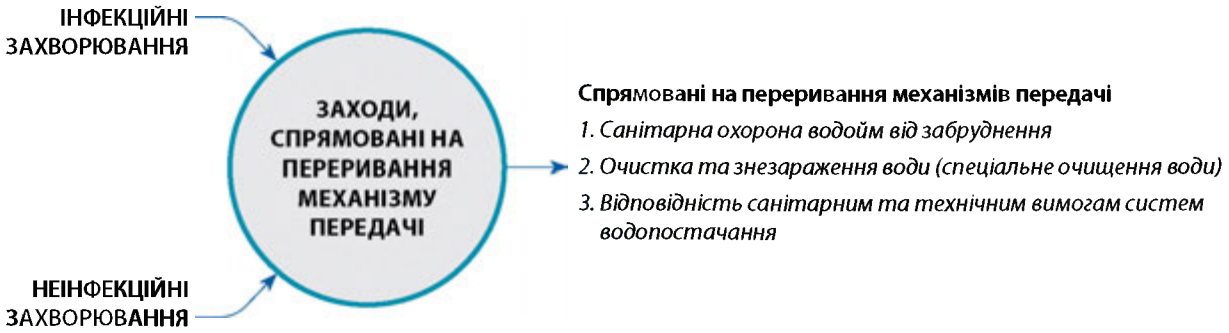


Рис. 16.3. Заходи профілактики захворювань водного походження

ЗСО створюються навколо об'єктів, де є підземні та відкриті джерела водопостачання, водозабірні та водоочисні споруди тощо.

У межах ЗСО забороняється діяльність, яка може призвести до нанесення шкоди.

Правовий режим земель ЗСО визначається законодавством України.

16.4. Методи поліпшення якості води

Враховуючи те, що якість води джерел водопостачання не завжди відповідає вимогам стандарту на питну воду, на водопроводах здійснюють її очистку та знезараження.

Всі методи поліпшення якості води поділяють на три основні групи:

- механічні;
- фізико-хімічні;
- біологічні.

Також методи поліпшення якості води (механічні, фізико-хімічні) умовно поділяються на основні – ті, що застосовуються на абсолютній більшості водоочисних споруд, та спеціальні – ті, що застосовуються лише за потреби для досягнення конкретної мети: фторування, дефторування, знезалізнення, деманганація, дезактивація тощо (рис. 16.4).

Основні методи включають у себе 2 групи:

1. Освітлення і знебарвлення.
2. Знезаражування.

Освітлення являє собою звільнення води від завислих частинок, *знебарвлення* – видалення забарвлених колоїдів чи розчинених речовин. Освітлення та знебарвлення води досягають шляхом відстоювання у спеціальних відстійниках, коагуляцією за участі коагулянтів (солей алюмінію та заліза) та фільтрацією через різні типи фільтрів.

Знезаражування води – знищення вегетативних форм патогенних мікроорганізмів.

Серед різних методів знезаражування води найширше застосування знайшло хлорування. Відносна дешевизна, нескладність обладнання та надійна дія

Рис. 16.4. Основні методи поліпшення якості питної води (освітлення, знебарвлення і знезаражування)

зробили хлорування води визнаним методом знезаражування води на водогонах усього світу. Для хлорування води найчастіше використовують рідкий хлор; також можуть бути застосовані хлорне вапно, кальцію та натрію гіпохлорити, хлору двооксид, хлораміни та ін. Знезараження води методом хлорування здійснюють у спеціальних установках – хлораторах.

Незважаючи на те, що хлорування води є найбільш розповсюдженим видом знезараження, метод має ряд суттєвих недоліків, найпоширеніші з яких наступні:

- в результаті хлорування у воді (особливо при недостатньо ефективному видаленні з неї до введення хлору гумінових та фульвокислот) утворюється близько 260 (за даними вчених США) найменувань хлорорганічних сполук. Хлорорганічні сполуки є різновидом галогеновмісних сполук. Використання води, що містить галогеновмісні сполуки, призводить до пригнічення імунної системи, захворювань печінки, нирок, підшлункової залози, щитоподібної залози, центральної нервової системи, але найголовніше – низка галогеновмісних сполук є канцерогенами;
- традиційні схеми хлорування в багатьох випадках не є надійним бар'єром на шляху проникнення деяких бактерій та вірусів у питну воду;
- хлор є сильнодіючою отруйною речовиною, і при його транспортуванні, зберіганні та використанні необхідно дотримуватися спеціальних заходів щодо безпеки обслуговуючого персоналу, населення та навколишнього середовища;
- робочі розчини хлорвмісних реагентів та оброблена ними вода є корозійно агресивними, що є причиною швидкого виходу з ладу обладнання та трубопроводів.

Дослідженнями останніх років показано, що у питній воді багатьох країн, які застосовують цей спосіб знезаражування, присутні продукти хлорування, так звані галогеновмісні сполуки (ГВС), які утворюються виключно внаслідок хлорування води на водопровідних станціях.

У світовій літературі існують дані щодо канцерогенності окремих продуктів хлорування води, однак вони стосуються тільки їх ізольованої дії на організм. У той же час питна вода, як правило, містить комплекс ГВС.

Вітчизняними вченими (І. О. Черниченко, Н. В. Баленко, В. Ф. Бабій) було розраховано додатковий ризик розвитку раку у людини від дії продуктів хлорування води, який розглядається як значний.

Озонування є одним із перспективних методів знезараження води. Нині майже 1000 водопровідних станцій у Європі, переважно Франції, Німеччині та Швейцарії, використовують озонування в технологічній системі водопідготовки. В Україні озонування використовують на Дніпровській водопровідній станції Києва.

Як знезаражувальний агент озон значно ефективніший, ніж хлор. Час контакту, необхідний для проявлення бактерицидного ефекту озону у воді, становить близько 10 хвилин. Високий віруліцидний ефект озону має місце при реальних для практики водопідготовки концентраціях 0,5–0,8 мг/дм^3 та часі контакту 10–15 хвилин. Відома висока ефективність озону по відношенню до присутніх у воді цист найпростіших. Механізм бактерицидної дії озону полягає в інактивації бактеріальних ферментів безповоротним порушенням структури ДНК клітини, шляхом впливу на ці структури атомарного кисню, що утворюється при розпаді озону. Мають значення також вільні радикали OH^-, HO_2^- та інші, вивільнення яких супроводжує розпад озону. Перевага озону порівняно з хлором при знезараженні води полягає в тому, що озон поліпшує органолептичні властивості води та забезпечує бактерицидний ефект при меншому часі контакту, має сильніший окислюючий потенціал, ніж у препаратів хлору, та ширший спектр біоцидної активності, в тому числі й по відношенню до цист найпростіших.

Разом з тим, при обробці води озоном в ній утворюються продукти озонолізу органічних сполук у вигляді карбоксильних сполук (альдегіди, кетони, низькомолекулярні карбонові кислоти, бромати). Найбільшої уваги серед усіх сполук, що утворюються внаслідок озонолізу, заслуговують формальдегід та бромати, оскільки вони мають токсичні й канцерогенні властивості.

Останніми науковими дослідженнями було встановлено, що у воді після обробки озоном, особливо у разі поєднання озонування з подальшим хлоруванням, виявлються речовини, що мають мутагенні властивості.

Іншими недоліками озонування є: відсутність післядії, утворення органічних сполук у воді, які легко біорозкладаються і є джерелом вуглецю для бактерій, що створює потенційну можливість вторинного росту мікроорганізмів у водорозподільчих мережах, викликає активну корозію обладнання та матеріалів, трубопроводів.

Окрім хімічних методів знезаражування води, існують фізичні методи: оброблення води УФ-опромінюванням, ультразвуком, термічне знезараження.

Таблиця 16.4. Спеціальні методи водопідготовки

1. Дезодорація	усунення присмаку та запаху води
2. Знезалізнення	видалення з води заліза
3. Пом'якшення	зниження природної жорсткості води
4. Опріснення	зниження кількості розчинених солей, що містяться у природних водах
5. Дезактивація	зниження вмісту радіоактивних речовин у воді
6. Дегазація	видалення з води розчинених газів
7. Дефторування	видалення надлишку фтору з води
8. Фторування	збагачення води фтором

Серед найновіших методів знезаражування води виділяють фотолітичне озонування – це одночасна обробка води озоном та ультрафіолетовими променями, при якій збільшується швидкість окислення розчинених органічних молекул у 100–10000 разів; при цьому спостерігається взаємне підсилення дії озону та УФ-опромінювання.

Серед спеціальних методів водопідготовки виділяють дезодорацію, знезалізнення, пом'якшення, опріснення, дистиляцію, дезактивацію, дегазацію, дефторування, фторування (табл. 16.4).

16.5. Санітарне законодавство в галузі гігієни води та водопостачання

Державна політика у сфері питної води та питного водопостачання (Закон України "Про питну воду та питне водопостачання") будується на принципах:

- державного управління і регулювання відносин у сфері питної води та питного водопостачання;
- гарантованого першочергового забезпечення питною водою населення для забезпечення питних, фізіологічних, санітарно-гігієнічних та побутових потреб;
- науково обґрунтованого нормування якості питної води;
- наближення вимог державних стандартів на питну воду, технологій виробництва питної води, а також засобів вимірювання і методів оцінки до відповідних стандартів, технологій, засобів і методів, прийнятих у ЄС;
- запобіжного характеру заходів щодо охорони джерел і систем питного водопостачання;
- невідворотності відповідальності у разі порушення законодавства у сфері питної води та питного водопостачання;
- забезпечення вільного доступу до інформації про якість питної води;
- заборони відключення об'єктів питного водопостачання та водовідведення від системи енерго-, газо-, теплопостачання як об'єктів життєзабезпечення і стратегічного значення.

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд за господарсько-питним водопостачанням здійснюється у двох формах: запобіжного та поточного санітарного нагляду. Під час його проведення лікар-гігієніст керується такими законодавчими документами:

1. Конституція України. Затв. Постановою Верховної Ради України №30 від 28.06.1996 р.
2. Основи законодавства України про охорону здоров'я. Затв. Постановою Верховної Ради України № 2802-12 від 19.11.1992 р.
3. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення". Затв. Постановою Верховної Ради України від 24.02.1994 р.
4. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". Затв. Постановою Верховної Ради України від 25.06.1991 р.
5. Водний кодекс України. Затв. Постановою Верховної Ради України від 06.06.1995 р.
6. Закон України "Про питну воду та питне водопостачання". Затв. Постановою Верховної Ради України від 10.01.2002 р.
7. Державні санітарні правила і норми "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Затв.

Наказом МОЗ України за № 400 від 12.05.2010. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України за № 452/17747 від 1 липня 2010 р.

8. Державні гігієнічні нормативи "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів 137CS і 90Sr у продуктах харчування та питній воді" Затв. Наказом МОЗ України за № 256 від 03.05.2006 р. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України за № 845/12719 від 17.07.2006 р.
9. ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання, зовнішні мережі та споруди".
10. ДБН В.2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація".
11. Постанова "Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів" Затв. Постановою Кабінету Міністрів України № 2024 від 18.12.1998 р.

В Україні затверджено Загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006–2020 роки. Затв. Законом України за № 2455-IV від 3 березня 2005 р.

Метою Програми є покращення забезпечення населення України питною водою нормативної якості в межах науково обґрунтованих нормативів (норм) питного водопостачання; реформування та розвиток водопровідно-каналізаційної мережі, підвищення ефективності та надійності її функціонування; поліпшення на цій основі стану здоров'я населення та оздоровлення соціально-екологічної ситуації в Україні; відновлення, охорона й раціональне використання джерел питного водопостачання.

Як видно з наведених у розділі матеріалів, вода як складовий компонент довкілля відіграє важливу роль у формуванні здоров'я як окремої людини, так і населення держави та створенні високих санітарних умов життя в населених містах.

Майбутнім лікарям слід у своїй практичній діяльності робити все необхідне для того, щоб вода як джерело водопостачання завжди виконувала своє головне гігієнічне значення, а саме – вона не повинна бути причиною захворюваності населення.

17 РОЗДІЛ

ГІГІЄНА ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАКЛАДІВ. ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ, БЛАГОУСТРОЮ ТА ОБЛАДНАННЯ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

С. М. Ткаченко, А. М. Гринзовський, А. В. Дубнов

17.1. Значення знання гігієни лікарні для лікаря лікувального профілю

Терміном ЛПЗ позначають велику групу медичних закладів, де надають кваліфіковану та спеціалізовану медичну допомогу населенню. У цьому розділі ми розглянемо лікарню як заклад для стаціонарного лікування хворих.

Лікарня – це головний ЛПЗ служби охорони здоров'я. Вона виконує такі функції: діагностики, лікування, реабілітації, профілактики, санітарної освіти, підготовки лікарів і середнього медперсоналу.

Нині основними типами ЛПЗ є:

1. *Багатопрофільні лікарні* – обласна, центральна міська, міська, районна, дитяча обласна, швидкої медичної допомоги та ін.
2. *Спеціалізовані лікарні* – інфекційна, психіатрична, туберкульозна, реабілітаційного лікування, офтальмологічна, наркологічна та ін.
3. *Стаціонари при диспансерах* – онкологічному, психоневрологічному, протитуберкульозному, ендокринологічному та ін.

Прагнення поєднати надання висококваліфікованої спеціалізованої допомоги з розробкою наукових проблем сприяло створенню спеціалізованих медичних центрів (кардіологічних, онкологічних тощо), складовим елементом яких є клінічний стаціонар.

Для сотень хворих лікарня – це тимчасове житло з їдальнею, лазнею і пральнею. Образно кажучи, це житловий будинок, у якому певний контингент населення, насамперед хворі, тобто люди з обмеженими функціями систем і органів, добровільно чи вимушено мусять той чи інший період часу (2–4 тижні і більше) перебувати, тобто лікуватися. А хворий помітно відрізняється від здорового. Це зазвичай немобільна людина, яка потребує постійного нагляду, у якої пригальмовані функції, порушені окисно-відновні процеси, виражені прояви гіпоксії. Нарешті, хворий – це людина, яка іноді потребує ізоляції з метою запобігання впливу на неї чинників зовнішнього середовища і, навпаки, для охорони довкілля і здорових людей від інфікування.

Крім медичної допомоги, хворому потрібні: дбайливий догляд, світла, простора, добре інсольована й вентильована палата, зручна постіль, тиха й спокійна обстановка, повноцінне дієтичне харчування, регулярне миття тіла, раціональний режим дня, прогулянки на свіжому повітрі серед зелених насаджень, умови, що забезпечують здоровий сон.

Недаремно відомий російський терапевт В. А. Манассеїн вважав, що терапія – це передусім гігієна хворої людини, що терапія безсила, якщо не створено належних для хворого гігієнічних умов. Тобто, гігієна лікарні – один із факторів лікувальної дії для хворого.

Лікарня водночас є і громадською будівлею. Тут відбувається професійна діяльність лікарів, середнього й молодшого медичного персоналу, ведеться велика санітарно-просвітницька робота, навчаються студенти медичних навчальних закладів, виконуються наукові дослідження з оцінювання та впровадження новітніх методів лікування.

Лікарня більшою мірою, ніж інші комунальні об'єкти, може бути небезпечною в плані поширення збудників інфекційних хвороб, особливо якщо йдеться про інфекційні клініки, туберкульозні та шкірно-венерологічні диспансери, а також внутрішньолікарняних інфекцій. Це потребує розв'язання надзвичайно складних проблем каналізування лікарні, очищення та знезараження стічних вод, вирішення питань очищення від твердих побутових і особливо специ-

фічних відходів, що утворюються в операційних, пологових залах, перев'язочних та маніпуляційних.

Тобто, лікарня – багатопрофільний об'єкт, в умовах якого лікарю-гігієністові доводиться вирішувати комплексно питання комунальної, соціальної гігієни, гігієни харчування та праці, епідеміології.

В лікарні працюють середній персонал та лікарі, на їхнє здоров'я можуть негативно впливати різні чинники.

Із гігієнічного значення лікарні й випливають *гігієнічні вимоги* до неї. А саме, лікарня повинна:

1. Забезпечити оптимальні житлово-побутові умови для хворого залежно від характеру захворювання. Це і достатня площа, й оптимальні параметри мікроклімату, й ефективна вентиляція, і достатня інсоляція, належні рівні природного й штучного освітлення тощо.
2. Забезпечити комплекс лікувально-профілактичних заходів і сприяти дотриманню лікувально-охоронного режиму.
3. Забезпечити запобігання виникненню та поширенню ВЛІ і захворювань під час перебування хворого в стаціонарі або під час відвідування поліклініки.
4. Стати школою гігієнічного виховання та формування навичок. Хворі особливо сприйнятливі до гігієнічного виховання, пропаганди здорового способу життя.
5. Забезпечити принцип наукової організації праці й дотримання гігієнічних умов праці для медичного персоналу.
6. Стати школою медичних кадрів. Для цього на базі лікарні мають бути створені відповідні умови.
7. Лікарня не повинна бути джерелом забруднення довкілля.
8. Відповідати сучасним вимогам містобудування й загальним архітектурним рисам міста чи мікрорайону.

Виходячи з наведеного, фактори, які визначають дотримання гігієнічного режиму в лікарні, можна згрупувати таким чином:

1. Розміщення лікарні в найкращих для населеного пункту природних та екологічно безпечних умовах, які передбачають захист хворих від шуму, вібрації, електромагнітних випромінювань, атмосферних забруднень, створення сприятливого мікроклімату, забезпечення оптимальної інсоляції тощо.
2. Другий аспект – це наукова розробка та впровадження заходів із профілактики ВЛІ.
3. Охорона навколишнього середовища від забруднень, що утворюються на території лікарень, та психологічного дискомфорту.
4. Санітарно-технічне забезпечення лікарні (водопостачання, каналізація, опалення, вентиляція, освітлення).
5. Гігієна праці медичного персоналу (створення безпечних умов праці, дотримання режиму та відпочинку, правил особистої гігієни).

Коли уважно проаналізувати кожен із зазначених гігієнічних аспектів, можна зробити висновок, що вони мають важливе значення для створення оптимального лікувально-охоронного режиму в лікарні та профілактики ВЛІ.

Процес створення оптимальних гігієнічних умов у лікувально-профілактичних закладах великою мірою визначається також особливостями планування й забудови земельної ділянки, упорядкуванням та внутрішнім плануванням будинків, їх санітарно-технічним благоустроєм, а також санітарним станом під час експлуатації.

17.2. Гігієнічні вимоги до земельної ділянки, яку відводять під будівництво лікарні

1. Земельна ділянка, що її відводять під будівництво лікарні, як мінімум, повинна бути не гірша за ті земельні ділянки, що їх планують під житлові будинки, або навіть краща. Тут мають бути чисті атмосферне повітря та ґрунт. Заборонено споруджувати лікувальні заклади на ділянках, які колись використовували під сміттєзвалища, поля асенізації, цвинтарі тощо, а також на тих, де ґрунт забруднений органічними, хімічними та іншими речовинами.
2. Конфігурація земельної ділянки має забезпечити оптимальне розташування лікарняних комплексів з гігієнічних і медико-технічних позицій. Вважається, що найкращою є прямокутна ділянка зі співвідношенням сторін 1 : 2–2 : 3.
3. Площа земельної ділянки повинна бути достатньою. Критеріями для визначення площі земельної ділянки є призначення лікарні, потужність стаціонару та системи забудови.
4. Земельна ділянка повинна мати зручний зв'язок з районом обслуговування.

5. Земельна ділянка повинна добре інсолюватися, бути сухою, багатою на рослинність, розміщуватися на підвищеній території з природним ухилом 1–6° для вільного переміщення хворих і забезпечення стоку атмосферних опадів, приєднання підземних комунікацій, обладнання під'їзних доріг.
6. Ділянки лікарень та пологових будинків мають бути віддалені від залізничних колій, аеропортів, швидкісних автомагістралей та інших потужних джерел шуму, вібрації, ЕМП і викидів промислових підприємств. На території ділянки, що прилягає до лікувальних корпусів, середній еквівалентний рівень шуму з 7.00 до 23.00 не повинен перевищувати 45 дБА, а з 23.00 до 7.00 – 35 дБА.
7. Рівень стояння ґрунтових вод повинен бути не менше 1,5 м від поверхні землі.
8. Ділянку лікарні розташовують з навітряного боку щодо промислової зони, джерел забруднення довкілля.
9. Територія ділянки лікарні, пологового будинку або іншого лікувального стаціонару має бути озеленена, упорядкована. Площа зелених насаджень та газонів має становити не менше ніж 60% від загальної площі ділянки, а площу садово-паркової зони розраховують на підставі нормативу, тобто 25 м^2 на ліжко.

За периметром земельна ділянка лікарні повинна мати стрічку зелених насаджень завширшки не менше ніж 15 м, що складається з двох рядів високостовбурних дерев та кущів.

Важливою медико-технологічною та гігієнічною вимогою до земельної ділянки ЛПЗ слід вважати забезпечення принципу функціонального зонування, тобто виділення на ділянці лікарні таких функціональних зон: зона лікувальних корпусів для неінфекційних хворих, зона спеціалізованих відділень (інфекційні, психоневрологічні, акушерсько-гінекологічні, педіатричні, радіологічні, туберкульозні тощо), зона поліклініки, садово-паркова зона, зона патологоанатомічного відділення з моргом та господарча зона.

Обов'язковою умовою функціонального зонування території є організація окремих в'їздів (не менше трьох). Обов'язкові окремі в'їзди у зони лікувальних корпусів, зону патологоанатомічного відділення і господарчу зону.

В сучасному лікарняному будівництві склалися такі різновиди систем забудови лікарняних комплексів, як децентралізована (павільйонна), централізована, змішана або централізовано-блочна.

Децентралізована система (рис. 17.1). Характерним для неї є розташування на ділянці кількох, здебільшого малоповерхових, корпусів, що їх використовують для відділень одного профілю (терапевтичного, хірургічного тощо). У лікарні може бути кілька корпусів одного профілю. В окремих корпусах розташовуються допоміжні служби. Ця система набула особливого поширення наприкінці XIX – на початку XX ст. Позитивними її елементами прийнято вважати можливість ізоляції окремих корпусів, суворе дотримання санітарно-протиепідемічного режиму, наближеність до природи.

Разом з тим, основними недоліками павільйонної системи є: незадовільні технологічні зв'язки лікувально-діагностичного та допоміжного обслуговування, відсутність належних умов для їх повноцінного використання, подовженість графіків пересування, відносна віддаленість усіх служб одна від одної, необхідність транспортування хворих, їжі, білизни, медикаментів по території лікарняного комплексу.

Централізована система (рис. 17.2). За цієї системи практично всі структурні елементи лікарні розміщено в одному багатоповерховому приміщенні.

Переваги централізованої системи:

1. Раціональне використання всіма відділеннями лікувально-діагностичного обладнання.
2. Можливість взаємної консультації фахівців різного профілю.
3. Зручні внутрішні комунікації між відділеннями за допомогою вертикального ліфта; особливо це добре у непогоду.
4. Скорочення шляху руху хворих, медичного персоналу, доставки їжі.
5. Рентабельність. За рахунок меншої площі ділянки та відсутності дублювання приміщень, функціональних підрозділів та інженерних мереж зменшуються витрати на будівництво й технічне устаткування лікарні.

При всіх перевагах цієї системи є й суттєві її недоліки: зниження ефективності системи заходів щодо профілактики ВЛІ, збільшення рівня внутрішньолікарняного шуму, неповноцінне використання садово-паркової зони.

Змішана система (рис. 17.3). Така забудова характеризується тенденцією до зменшення кількості корпусів до двох-чотирьох, централізації загальнолікарняних лікувально-діагностичних та допоміжних служб. При цьому зазвичай виділяється головний корпус, в якому ці служби і зосереджені. Змішана система забудови дозволяє скоротити відстань транспорту-

Рис. 17.1. Генеральний план децентралізованої системи будівництва лікарні: 1 – адміністративний корпус; 2 – поліклініка; 3 – терапевтичний корпус; 4 – хірургічний корпус; 5 шкірно-венерологічний корпус; 6 – фтизіатричний корпус; 7 – корпус для ЛОР-хвороб та очного відділень; 8 – інфекційний корпус; 9 – дитячий корпус; 10 – пологовий корпус: 11 – харчоблок; 12–17 – службово-господарські будівлі; 13 – патологоанатомічний корпус; 19 – перепускник

вання хворих, забезпечити лікувально-профілактичний режим та значно ефективніше використовувати обладнання лікарні. Ця система переважала в першій половині XX ст. За нею здебільшого побудовано районні лікарні.

Зараз частіше застосовують централізовано-блочну систему, при якій лікарня складається з кількох корпусів (терапевтичного, хірургічного тощо), зблокованих в одне ціле. У цьому випадку краще використовуються позитивні сторони централізованої системи будівництва. За допомогою підземних, наземних або поверхових переходів на каталках перевозять хворих, пересувну лікувально-діагностичну апаратуру та різноманітні вантажі, що дозволяє ефективніше застосовувати можливості лікувального закладу.

Основним елементом архітектурної композиції при застосуванні централізовано-блочної системи є головний корпус – лікувально-діагностичний блок, до якого приєднуються стаціонар і поліклініка. Такий варіант, у свою чергу, забезпечує як централізацію медичних процесів, так і використання обладнання та реалізацію принципу ізоляції окремих лікувальних

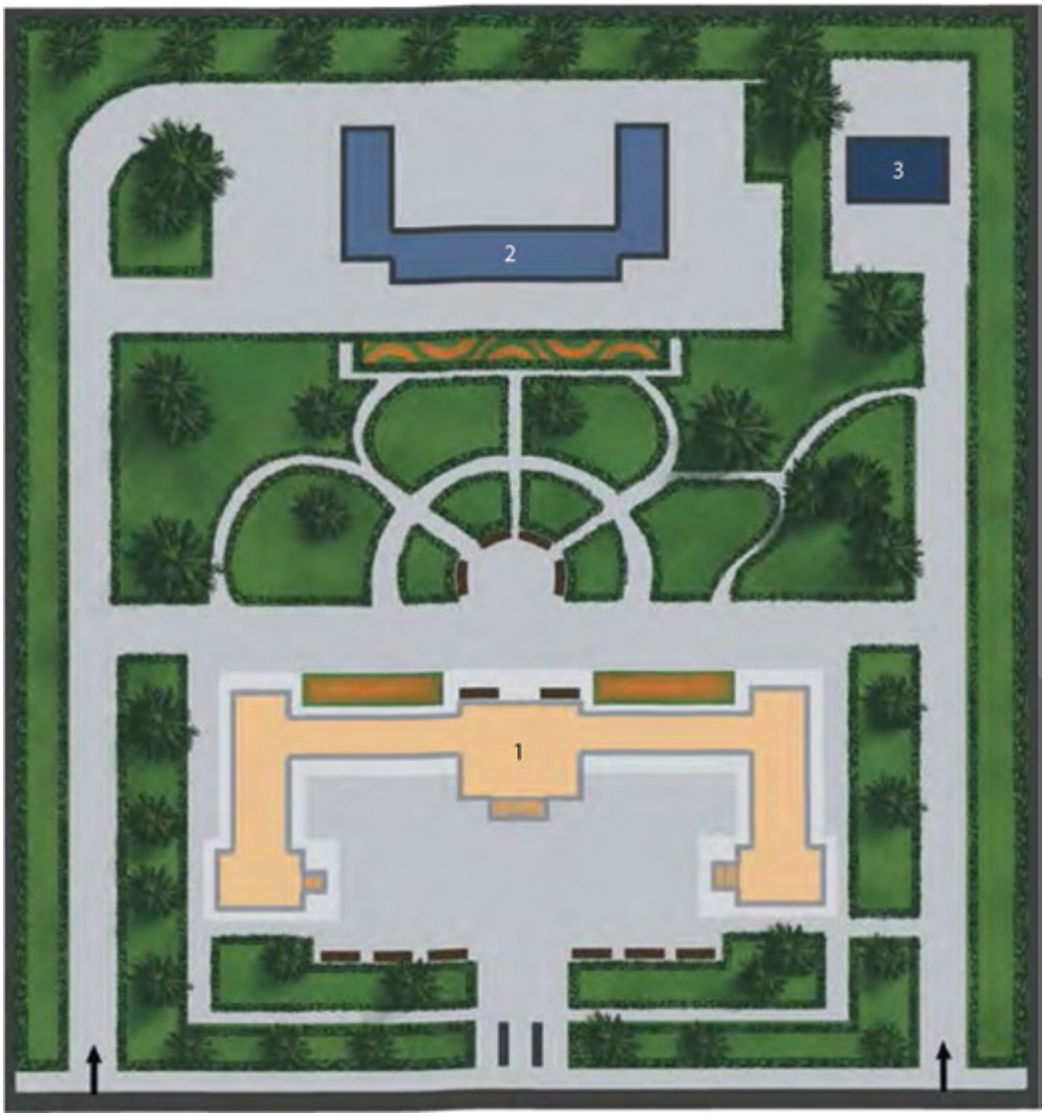


Рис. 17.2. Генеральний план лікарні на 400 ліжок: 1 – головний корпус; 2 – господарчий корпус; 3 – патологоанатомічний корпус

відділень. Централізовано-блочна система дозволяє об'єднати функціонально однорідні підрозділи і створити відповідні комплекси (операційний, стерилізаційний, рентгенодіагностичний, лабораторний тощо).

У західних країнах через обмежену площу земельної ділянки часто будують централізовано-блочні лікарні (рис. 17.4) у кілька наземних і 2–3 підземні поверхи, в яких розміщують операційний комплекс, стерилізаційний відділ, бомбогазосховище, господарські та допоміжні служби тощо. При цьому на сьогодні технічні та інженерні можливості дозволяють повністю забезпечити кондиціонування повітря, раціональне опалення та освітлення і створити на всіх об'єктах нормальні й стабільні умови праці.

В Україні однаковою мірою функціонують лікарні всіх систем. Оскільки наука і техніка, в тому числі й медицина, технологія лікарської справи, санітарна техніка, постійно зазнають удосконалення, поглиблення і наукового розвитку, в нас постійно перебудовуються і добудовуються лікарняні будівлі.

Перед головним входом (або входами, якщо їх декілька) до лікарні необхідно передбачити обладнані майданчики для відвідувачів з розрахунку 0,2 м^2 на ліжко, але не менше ніж 50 м^2, а також стоянки для автотранспорту лікарняних закладів, працівників та від-

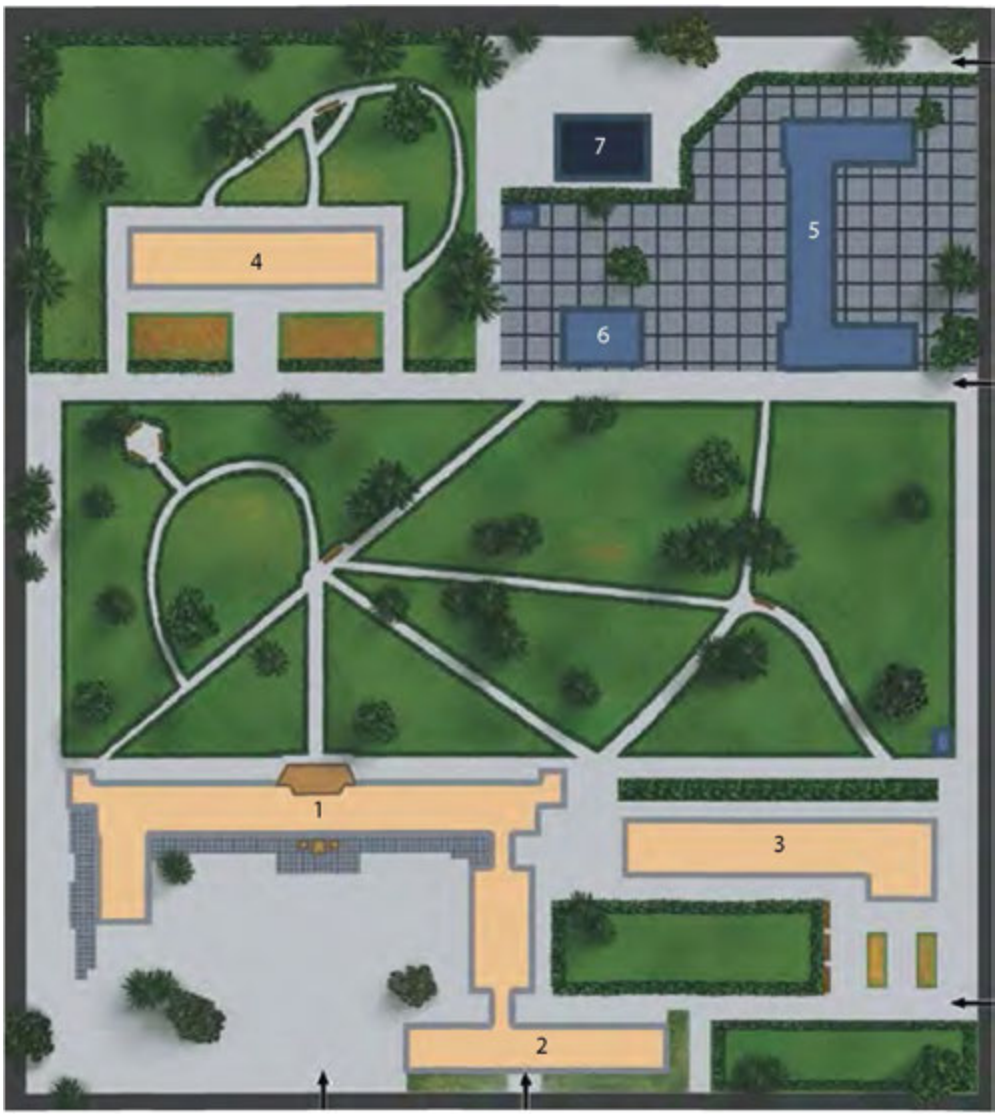


Рис. 17.3. Змішана система забудови лікарняного комплексу. 1 – головний корпус; 2 – поліклініка; 3 – акушерсько-гінекологічний корпус; 4 – інфекційний корпус; 5 – харчоблок; 6 – господарчий корпус; 7 – патологоанатомічний корпус

відувачів на відстані не ближче ніж 100 м від палатних корпусів.

Проводячи гігієнічну оцінку забудови ділянки лікарні, слід враховувати такі важливі об'єктивні критерії: відсоток забудови, що залежить від системи забудови, профілю й місця її розташування і коливається від 10 до 18 %; площа озеленення має бути не менше ніж 60 %. Площа садово-паркової зони визначається виходячи з розрахунку 25 м^2 на 1 ліжко. Навколо радіологічних, інфекційних корпусів і вздовж рентгенівських кабінетів необхідно розміщувати зелені насадження завширшки 3 м, що перешкоджає хворим перебувати поблизу вказаних корпусів.

Розташовуючи споруди на ділянці, необхідно дотримуватися таких мінімальних відстаней між ними: між стінами будинків з вікнами палат – 2,5 висоти протилежного будинку, але не менше ніж 25 м; між корпусами з палатами і патологоанатомічним корпусом – не менше ніж 30 м; між радіологічним корпусом та іншими спорудами, що не зблоковані з ним, – не менше ніж 25 м.

Рис. 17.4. Лікарня централізовано-блочної системи будівництва

17.3. Особливості внутрішнього планування основних підрозділів лікарні

Виходячи з функціонального призначення різних приміщень, їх умовно можна об'єднати в такі групи:

1. Для приймання і виписування хворих.
2. Для постійного перебування хворих (палатні відділення).
3. Лікувально-діагностичні.
4. Допоміжні приміщення медичного призначення.
5. Приміщення служби харчування.
6. Адміністративно-службові й побутові приміщення.
7. Приміщення для служб і споруд інженерного, санітарно-технічного, електротехнічного, ремонтного забезпечення.

Технологічний процес обслуговування хворого починається з приймального відділення. Воно є "дзеркалом лікарні". Тут у хворого складається перше враження про лікарню, що має велике значення для його психологічного настрою й успіху лікування. Тому слід турботливо ставитися до хворих, забезпечити чіткість у роботі, зразковий порядок, затишок.

Головними функціональними завданнями цього відділення є такі:

- приймання, реєстрація та розподіл хворих;
- встановлення орієнтовного медичного діагнозу;
- вирішення питання про потребу в стаціонарному чи амбулаторному лікуванні;
- надання медичної допомоги;
- санітарна обробка хворих неінфекційного профілю;
- здійснення заходів щодо запобігання занесенню та поширенню інфекційних хвороб;

- організація евакуації хворих, які потребують лікування в інших лікувальних закладах;
- виписування хворих та видача довідок.

Приймальні відділення та приміщення для виписування хворих мають бути окремими для дитячого, акушерського, гінекологічного, шкірно-венерологічного, інфекційного, туберкульозного та психіатричного відділень.

Приймальні приміщення інших відділень слід проектувати спільними і розташовувати у головному корпусі лікарні або в корпусі з найбільшою кількістю ліжок, щоб вони мали зручний зв'язок з палатними і лікувально-діагностичними відділеннями стаціонару.

Відділення для приймання та виписування слід розташовувати на першому поверсі, в ізольованій частині будинку та, у міру можливості, поблизу головного в'їзду на територію ділянки лікарні. Для під'їзду санітарних машин до відділення слід передбачати пандус з навісом для стоянки 1–2 машин.

Робота приймального відділення пов'язана з під'їздом санітарних машин, тому не допускається його розташування під вікнами палатних відділень.

Основні приміщення приймального відділення – це оглядова кімната та приміщення для санітарної обробки. Оглядова призначена для огляду, обстеження хворих і встановлення попереднього діагнозу, а за потреби – і надання медичної допомоги. Оглядову варто облаштовувати поблизу приймального відділення. Бажано поряд із санпропускником. Розміри оглядової повинні забезпечувати вільний проїзд каталки.

Санітарний пропускник призначений для гігієнічної обробки хворих, які потрапляють у палатні відділення, приймання особистих речей і видачі лікарняного одягу.

Крім цих приміщень, до складу приймального відділення входять вестибюль, реєстратура, кабінет чергового лікаря, вбиральні для персоналу та хворих, приміщення для зберігання одягу хворих, каталок та інвентарю для прибирання тощо. Планувати приймальне відділення треба так, щоб уникнути перехресного зараження хворих. Тобто потоки хворих, яких госпіталізують, і тих, що виписуються, не повинні перетинатися.

Особливої уваги вимагає планування **коридорів.** Вони можуть бути трьох типів:

- із двосторонньою забудовою (центральні);
- з односторонньою забудовою (бокові);
- із частковою двосторонньою забудовою.

З гігієнічної точки зору коридори з двосторонньою забудовою найгірші, тому що в них погані можливості для природного освітлення та провітрювання. Як правило, в них досить темно та душно. Добрі гігієнічні умови в бокових коридорах, в яких одна сторона – суцільні вікна. Але вони незручні в організаційному плані. Всі приміщення розтягнуті в один ряд, внаслідок чого значно подовжуються графіки руху як хворих, так і персоналу. Найкращими виявилися коридори з частковою двосторонньою забудовою, при якій влаштовують так званий світловий розрив (хол), який може слугувати як приміщення для денного перебування хворих. Але при влаштуванні такого коридору необхідно дотримуватися співвідношення між забудованою частиною та світловим коридором. Останній повинен складати не менше 40% від загальної довжини коридору.

Палатне відділення – головний функціональний елемент стаціонару. Там здійснюють діагностику захворювань, лікування, нагляд та догляд за хворими. Найчастіше палатне відділення має 60 ліжок. В окремих випадках їх збільшують до 90–120 або зменшують до 15–45 ліжок. У разі місткості понад 30 ліжок палатне відділення складається з палатних секцій, загальних приміщень і спеціалізованих кабінетів.

Палатна секція – це головна архітектурно-планувальна і функціональна одиниця стаціонару, ізольований комплекс палат і лікувально-допоміжних приміщень, що призначені для пацієнтів з однорідними захворюваннями. Кількість ліжок у палатній секції повинна бути не менше ніж 20 і не більше ніж 30. Стандартна палатна секція для дорослих розрахована на 30 ліжок. У кожній палатній секції має бути 60% палат на 4 ліжка і по 20% – одно- і дволіжкових. Для секції на 30 ліжок це: 6 палат на 4 ліжка, 2 – на 2 ліжка і 2 – на одне ліжко. Крім палат, до складу палатної секції входять такі лікувальні та допоміжні приміщення: кабінет для лікарів, процедурна, приміщення для денного перебування хворих, буфетна з їдальнею, санітарний вузол, комори.

Головним завданням під час проектування палатних секцій є забезпечення гігієнічного комфорту й зручності обслуговування. Тому палати слід розташовувати компактно, приміщення для обслуговування відокремлюють, пости чергових медичних сестер облаштовують у центрі відносно палат, санітарні вузли виносять на периферію секції.

За архітектурно-планувальним рішенням палатні секції можуть бути прохідними й непрохідними. Гірша, звичайно, прохідна секція, бо там значно вище бактеріальне забруднення і на 4–5 дБА вищий рівень шуму.

Дуже важливим гігієнічним показником палатної секції є відношення площі допоміжних приміщень до площі палат. Де буде краще хворому? Звичайно, там, де їх більше, там буде краще обслуговування. Тому це

відношення повинне бути не меншим за 1. У старих лікарнях площа палат займає до 60 %, тобто 0,6.

Шляхи руху хворих і медперсоналу повинні бути максимально короткими і не перетинатися.

Санітарним законодавством заборонено змінювати внутрішнє планування приміщень відділення, ставити ліжка в коридорах або інших приміщеннях, а також використовувати приміщення не за прямим призначенням.

Палати (рис. 17.5). Понад 90 % часу перебування хворого в стаціонарі припадає на палату й рекреаційні приміщення. Тому в лікарні не може бути важливішого приміщення, ніж палата. Для більшості хворих це місце для приймання відвідувачів, їдальня, бібліотека, ванна кімната.

Тому гігієнічні вимоги до її утримання мають бути високими.

Палата повинна мати достатню площу, яка б забезпечила належний об'єм вентиляції та розстановку меблів. Згідно з нормативними документами, приймають такі площі палат. Мінімальна площа палати на 1 ліжко без шлюзу повинна бути не меншою за 9 м^2, із шлюзом – 12 м^2, із шлюзом та вбиральнею – 14 м^2, із шлюзом, вбиральнею та душовою – 16 м^2, боксу та напівбоксу – 22 м^2. Надзвичайно важливим гігієнічним показником є кількість ліжок у палаті та їх розташування. Санітарними нормами прийнято оптимальний варіант – 4. Це підтверджується психологічними дослідженнями. Коли хворих запитали, в яких палатах їм краще, то 60 % хворих відповіли, що в 4-ліжкових, по 15 % – у 2–3-ліжкових і тільки 5 % – в одноліжкових.

Мінімальна висота палати повинна бути не меншою за 3 м, глибина – не більше 6 м, мінімальна ширина палати на 1 ліжко – не менше 2,9 м, відношення глибини до ширини палати має бути не більшим за 2. В іншому разі будуть несприятливі умови природного освітлення та вентиляції.

Велике гігієнічне значення має колір стін палати. До недавнього часу існувало поняття, що в лікарні все має бути білим. Але з позицій елементарної гігієни та фізіологічного сприйняття білий колір не є найкращим. Опитування хворих засвідчило, що більшість з них надає перевагу салатовому або світло-жовтому кольору. Зоровий аналізатор ліпше сприймає частину спектра з довжиною хвилі 550–560 нм, а ця довжина хвилі і припадає якраз на зелені та зеленуваті тони. Інші вважають, що оптимально фарбувати стіни в теплі тони. Стелю покривають вапном або водоемульсійною фарбою.

Головними гігієнічними чинниками, що формують умови перебування хворих у палаті, є мікроклімат, якість повітря, освітлення та інсоляція, рівні внутрішньолікарняного та вуличного шумів. Гігієнічні вимоги до мікроклімату та якості повітря палат детально ми розглянемо в наступному пункті плану.

Зупинимося ще на вимогах до *інфекційних відділень (рис. 17.6).* З огляду на те, що інфекційні хворі поступають в інфекційне відділення не лише для лікування, але й з метою ізоляції, внутрішнє планування та санітарний режим цього відділення з метою запобігання ВЛІ мають ряд особливостей. Вони починаються з прийому хворих. Інфекційні хворі, минаючи центральне приймальне відділення, надходять у приймально-оглядовий бокс інфекційного відділення. Після термометрії та огляду тут хворі проходять санітарну обробку, а їх одяг відправляють у дезінфекційне відділення. Після того як хворі залишають оглядовий бокс, його прибирають, провітрюють та дезінфікують із застосуванням бактерицидних ламп.

Інфекційне відділення повинне мати два входи: один для хворих, другий – для персоналу, доставки їжі та чистих речей. Планування інфекційного відділення повинне передбачати поділ його на декілька самостійних секцій, призначених для госпіталізації хворих з різними інфекціями. Кожна секція повинна мати свій шлюз, а також санітарний вузол. Наступною особливістю, що вирізняє інфекційні відділення, є те, що для поліпшення ізоляції хворих палати розраховують переважно на одне та двоє ліжок (максимум 4).

Для індивідуальної госпіталізації хворих використовують одноліжкові палати зі шлюзом, напівбокси та бокси. Напівбокс складається з палати, шлюзу та санітарного вузла. Недоліком є те, що хворі поступають через палатний коридор. Гарантує від зараження повітряно-крапельними інфекціями індивідуальний повний бокс. Він складається з вуличного тамбура, санітарного вузла, власне палати та шлюзу.

17.4. Мікроклімат, повітряне середовище та освітлення лікарняних приміщень

Серед чинників, що визначають гігієнічний та санітарно-протиепідемічний режим лікарняних приміщень, неабияке значення мають параметри мікроклімату та повітряного середовища. Це, зокрема, зумовлено: обмеженням рухової активності хворого, його перебуванням (часом тривалим) у приміщеннях з малодинамічним мікрокліматом і повітряним

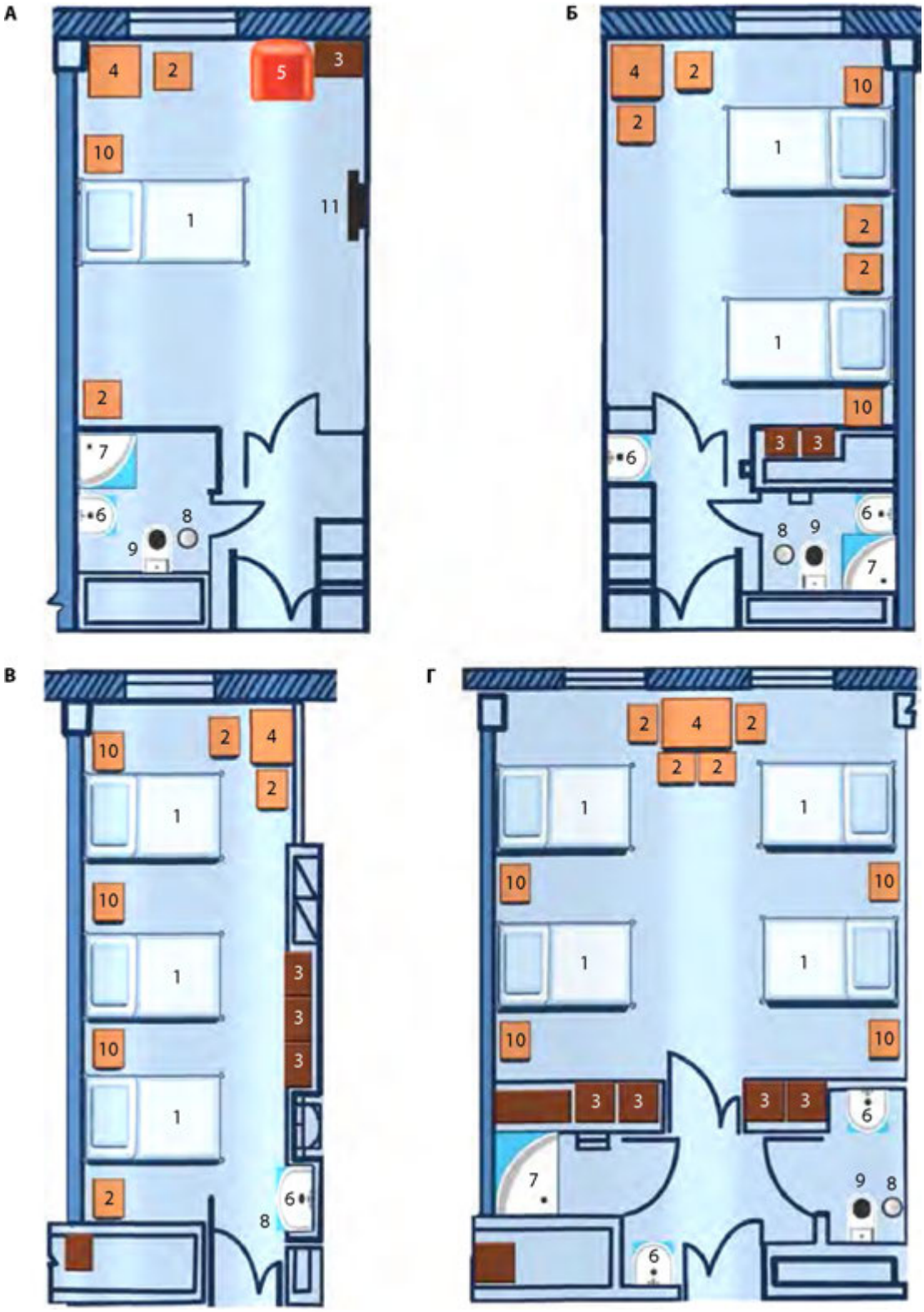


Рис. 17.5. Варіанти планування та обладнання лікарняних палат (А – одноліжкова, Б – дволіжкова, В – триліжкова, Г – чотириліжкова). 1 – ліжко; 2 – стілець; 3 – шафа; 4 – стіл; 5 – крісло; 6 – умивальник; 7 – душ; 8 – відро; 9 – унітаз; 10 – приліжкова тумбочка; 11 – телевізор

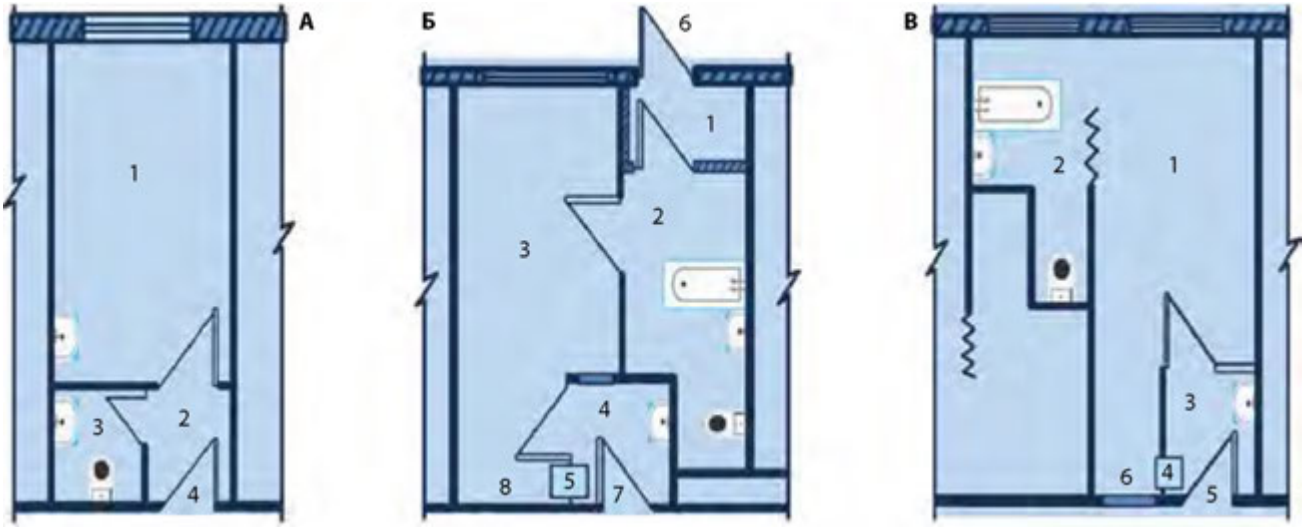


Рис. 17.6. Планувальні рішення інфекційних відділень.

А – план палати із шлюзом: 1 – палата; 2 – шлюз; 3 – санітарний вузол; 4– вхід з коридору відділення;

Б – план боксу: 1 – тамбур на вході; 2 – санітарна кімната; 3 – палата; 4 – шлюз на вході з відділення; 5 – вікно для передавання їжі; 6 – вхід з вулиці; 7 – вхід з коридору відділення; 8 – оглядове вікно;

В – план напівбоксу: 1 – палата; 2 – санітарна кімната; 3 – шлюз на вході з відділення; 4 – вікно для передавання їжі, 5 – вхід з відділення; 6 – оглядове вікно

середовищем, порушеннями терморегуляторних та окисно-відновних процесів, а також проявами кисневої недостатності, наявністю в повітрі речовин (летких, органічних, медикаментозних) та патогенних мікроорганізмів, які створюють специфічний фон повітряного середовища замкнутого лікарняного приміщення, підвищеною, іноді спотвореною, чутливістю та реактивністю хворого у відповідь на зовнішні впливи.

Тому забезпечення комфортних мікрокліматичних умов перебування в ЛПЗ слід вважати одним з першочергових завдань медичного персоналу.

Для хворих усіх вікових груп залежно від характеру, форми і стадії захворювання, віку, стану системи терморегуляції, часу доби та пори року, а також деяких зовнішніх обставин діапазон коливань оптимальної температури повітря може бути досить великим: від 15 до 27 °С.

За оптимальну температуру повітря в палатах кардіологічних стаціонарів слід вважати 21–24 °С, в палатах для пульмонологічних хворих – 21–22 °С, у палатах опікових центрів – 24–26 °С.

У зимову пору температура стін і повітря біля зовнішніх стін може бути на 8–12 °С нижчою, ніж температура повітря всередині приміщень, що слід враховувати під час оцінки мікроклімату палат та розміщення ліжок.

Вимоги до параметрів мікроклімату ґрунтуються на призначенні та експлуатаційних особливостях приміщень і можуть мати істотні відмінності. Виходячи з того, що в помірному кліматичному поясі зона теплового комфорту перебуває в межах 20–23 °С, рекомендується, щоб перепад температури повітря по вертикалі не перевищував 2–3 °С, по горизонталі – 2 °С, перепад між температурою поверхні внутрішніх стін і повітрям – не більше ніж 5 °С, швидкість руху повітря складала до 0,15 м/с, відносна вологість його – 60 %.

Відчуття тепла хворими з різними видами патології та об'єктивні показники їх теплового стану можуть дуже відрізнятися від наведених вище. Особливо виражені такі відмінності в разі ендокринних порушень, серцевої та легеневої недостатності, опіків та інших захворювань і станів.

Створенняоптимальнихпараметрівтемпературно-вологісного режиму лікарняних приміщень забезпечується головним чином раціональним опаленням. Для опалювання будівель зазвичай використовують централізовані системи (конвекційні або радіаційні) з можливістю регулювання та відключення. За теплоносій у конвекційних системах має використовуватись гаряча вода. При цьому середня температура поверхні нагрітих приладів має становити 80 °С для палатних відділень, операційних та інших.

Велику роль у формуванні складу повітряного середовища лікарняних приміщень відіграє повітря, яке видихає хворий. Встановлено, що повітря, яке види-

хається, часом характеризується дуже високим (у 2–5 разів вищим, ніж у здорових людей) вмістом недоокислених органічних речовин. Якщо у практично здорових людей окислюваність повітря, яке видихається, не перевищує 16–20 мг/м^3, то у хворих із патологією ендокринної системи (цукровий діабет), серцево-судинними, нирковими та іншими захворюваннями вона може сягати 150 мг/м^3 і більше. Встановили, наприклад, що повітря палат може забруднюватися радоном, який видихають хворі після радіонуклідної мієлорадіометрії, і за певних умов це може складати санітарну небезпеку.

Окислюваність є дуже важливим об'єктивним показником забруднення повітря органічними речовинами і поряд із вмістом CO_2 та ступенем бактеріального обсіменіння вона має розглядатися як обов'язковий елемент гігієнічного дослідження повітряного середовища палат, операційних та інших лікарняних приміщень. Для гігієнічної оцінки рівня забрудненості повітря лікарняних палат органічними речовинами рекомендовано такі орієнтовні нормативи окислюваності: чисте повітря – до 6 мг O_2/м^2, помірно забруднене – від 6 до 10 мг O_2/м^2, забруднене – більше ніж 10 мг O_2/м^2.

Отже, в процесі проектування та будівництва ЛПЗ слід передбачити відповідні санітарно-технічні та інші пристрої, які могли б створювати необхідні мікроклімат і склад повітряного середовища.

Будівлі лікарняних стаціонарів мають бути обладнані системами приточно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням. Має також влаштовуватись природна вентиляція за допомогою кватирок та інших пристосувань у віконних рамах; а також вентиляційних каналів без механічного спонукання.

Приміщення, медико-технологічний процес в яких супроводжується виділенням у повітря шкідливих речовин, у разі необхідності мають бути обладнані місцевими витяжними шафами.

Не менш суттєве значення для організації оптимального гігієнічного режиму в приміщеннях ЛПЗ має раціональне природне та штучне освітлення.

Враховуючи біологічну, психофізіологічну, теплову та бактерицидну дію сонячного випромінювання, треба забезпечити достатню інсоляцію та рівень природного освітлення палат. Опромінення УФ-променями підвищує імунобіологічну реактивність організму, прискорює процеси загоєння ран, скорочує тривалість післяопераційного періоду.

До показників, що характеризують освітлення, належать: тривалість безперервної інсоляції, орієнтація вікон, СК, КПО, рівень освітлення. Оптимальною є орієнтація палат на південні та східні румби. Тривалість безперервної інсоляції повинна бути не менше 3 годин на добу в період з 22 березня до 22 вересня. СК 1 : 5–1 : 6, КПО не менше 0,5 %.

Відносно природної освітленості всі приміщення лікарні можна розділити на три групи:

1. Приміщення, де необхідна добра інсоляція, але без перегріву (палати, кімнати для денного перебування хворих, очікувальні). Для таких приміщень доцільна орієнтація південна та південно-східна, допустима й південно-західна.
2. Приміщення, в яких інсоляція недоцільна:
   - через можливість засліплюючої дії (операційні, перев'язочні, маніпуляційні, лабораторії, секційні);
   - через можливість перегріву (морги, кухні, комори для продуктів).

Для цієї групи рекомендована орієнтація: північ, північний схід.

3. Приміщення, до інсоляції яких немає певних вимог, але без перегріву (адміністративні приміщення, кабінети фізіотерапії, підсобні приміщення, санвузли тощо).

Різноманітні функціонально-технологічні вимоги ставлять до штучного освітлення лікарняних приміщень. Як джерело штучного освітлення, великого поширення набувають люмінесцентні лампи. За допомогою таких ламп, як правило, здійснюється загальне освітлення, проте останнім часом вони широко використовуються і для місцевого освітлення. Повинні бути передбачені настінні світильники біля кожного ліжка на висоті 1,7 м від підлоги. Усі палати мають бути оснащені черговим нічним освітленням. А його вимикачі мають бути встановлені за межами палати.

Нормовані значення мінімальної освітленості поверхонь при загальному освітленні різні для різних приміщень. Наприклад, кабінети лікарів – 300–500 лк, палати – 100–150 лк, коридори – 150 лк, операційні – 400 лк.

В лікарнях передбачено робоче нічне, чергове, аварійне та евакуаційне освітлення двох систем: загальне та комбіноване. Аварійним освітленням повинні бути забезпечені такі приміщення: операційні блоки, реанімаційні, пологові відділення, процедурні, приймальні відділення, перев'язочні, маніпуляційні, пункти невідкладної допомоги, лабораторії термінових аналізів, пости чергових медсестер.

18 РОЗДІЛ ВНУТРІШНЬОЛІКАРНЯНІ ІНФЕКЦІЇ, ЗАХОДИ ЇХ ПРОФІЛАКТИКИ. ГІГІЄНА ПРАЦІ МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ

С. М. Ткаченко, А. М. Гринзовський, А. В. Дубнов

18.1. Актуальність проблеми внутрішньолікарняних інфекцій у сучасних лікарняно-профілактичних закладах

Комітетом експертів ВООЗ (1981) було сформульовано визначення: внутрішньолікарняна інфекція (*ВЛІ*) – *це будь-яке клінічно виражене захворювання мікробного походження, що уражує пацієнта внаслідок його госпіталізації або відвідування лікувальної установи, а також медичний персонал під час виконання ним роботи, незалежно від того, є чи немає проявів недуги під час перебування таких осіб у лікарні.*

У цьому визначенні звертають увагу лікарів на 4 важливі моменти:

- по-перше, це клінічно виражене захворювання мікробного походження, тобто інфекційне захворювання;
- по-друге, інфікування хворого відбувається в конкретному місці – лікувально-профілактичному закладі (ЛПЗ) – або під час госпіталізації, або відвідування амбулаторно-поліклінічних установ з метою діагностики чи лікування;
- по-третє, може відбутися інфікування медичного персоналу у зв'язку з його професійною діяльністю, тобто під час надання медичної допомоги хворим;
- четверте: симптоми цього інфекційного захворювання можуть з'явитися як під час перебування в лікарні, так і за її межами, бо кожна інфекційна недуга має інкубаційний період. Це період від моменту інфікування, тобто вторгнення мікроорганізму в організм людини, до появи перших клінічних ознак (симптомів) хвороби. При різних інфекціях він може коливатися від кількох годин до кількох діб (грип), тижнів (гепатит) і навіть місяців та років (СНІД).

На сучасному етапі слід звернути увагу ще на деякі моменти формування ВЛІ:

1. На сьогодні ВЛІ спричинюються не одним окремим збудником, а асоціацією внутрішньогоспітальних штамів мікроорганізмів.

Формування внутрішньолікарняних штамів відбувається в кожній окремій лікарні або навіть відділенні. Цьому сприяють: циркуляція м/о серед хворих, тобто осіб зі зниженою опірністю організму, пригніченим природним імунітетом; нераціональне використання антибіотиків, ігнорування антибіотикограм, необґрунтоване призначення антибіотиків широкого спектра дії, порушення доз і термінів приймання, порушення режимів знезараження та дезінфекції, тобто використання неправильно приготованих дезінфекційних розчинів, умов і термінів їх зберігання, методу або способу використання. Слід наголосити, що в сучасних лікарняних комплексах за вищезгаданих умов відбувається своєрідна селекція м/о, внаслідок якої формуються внутрішньогоспітальні штами. Наприклад, доведено, що в різних типах лікувальних закладів домінують 1–2 (рідше – до 5) так званих внутрішньогоспітальних фаготипів стафілококів.

2. Найпоширенішими на сьогодні формами є гнійно-септичні. Вони посідають перше місце в структурі ВЛІ. Їхня питома вага сягає майже 85 %, і лише 15 % припадає на традиційні інфекції (сальмонельоз, вірусний гепатит В, вірус СНІД тощо). Причому більшість гнійно-септичних ускладнень (майже 92 %) виникає у хворих хірургічного профілю, тобто в хірургічних відділеннях та стаціонарах. Друге місце посідають пологові будинки (майже 8 %).
3. Виникнення та поширення ВЛІ відбувається лише за умови порушення санітарно-гігієнічних умов стосовно утримання, обладнання та експлуатації

приміщень лікарні, а також санітарно-гігієнічного та протиепідемічного режимів лікарні.

На сьогодні рівень захворюваності ВЛІ залишається високим. Наприклад, частота гнійних ускладнень, пов'язаних з хірургічними втручаннями, сягає 20 %.

За даними ВООЗ, 6–7 % хворих, які звертаються по медичну допомогу в ЛПЗ, захворюють на ВЛІ. Особливу небезпеку становлять такі захворювання, як вірусний гепатит В, СНІД. ВЛІ ускладнюють перебіг післяопераційного періоду, що збільшує тривалість перебування хворих у стаціонарі на 15–18 діб, за даними вітчизняних авторів; на 5–7 діб – за повідомленнями зарубіжних учених. Інколи такі інфекції зводять нанівець наслідки складних операцій на серці, магістральних судинах, нирках, легенях тощо, ускладнюють також післяпологовий період, призводять до тяжкої патології у немовлят.

Структура ВЛІ має досить суттєві особливості, пов'язані як із профілем стаціонару, так і з конкретними санітарно-протиепідемічними умовами перебування в ньому.

Які ж саме причини сприяють росту захворювання та поширеності ВЛІ?

1. Збільшення контингенту підвищеного ризику. Експерти ВООЗ до найчутливіших верств населення зараховують осіб зі зниженою внаслідок тих чи інших причин опірністю організму. А саме: а) людей похилого віку; б) новонароджених, особливо з вадами розвитку, недоношених, з травмами під час пологів; в) хворих на хронічні соматичні недуги в стадії компенсації та субкомпенсації.
2. Останнім часом у населення спостерігається пригнічення природного імунітету та алергізація організму. Це пов'язано з дією несприятливих чинників довкілля, передусім хімічних (забруднення хімікатами) та фізичних (іонізуюче випромінювання, неіонізуюче, шум, вібрація тощо). Саме ці порушення виявили вчені у населення України в цілому і, зокрема, в регіонах, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС.
3. Відбувається формування та поширення ВЛ штамів м/о, утворюються їхні стійкі асоціації.
4. У медичну практику запроваджено надзвичайно складні лікувальні та діагностичні методи. Колись лікар під час встановлення діагнозу розпитував хворого, проводився огляд, пальпація, перкусія, аускультація. Сьогодні ж це – бронхоскопія, цистоскопія, колоноскопія, гастродуоденоскопія тощо, тобто втручання в організм хворого. Це підвищує ризик появи ВЛІ.
5. Значно ускладнилися оперативні втручання, особливо в кардіології, нейрохірургії, трансплантології. Медичну допомогу надають хворим, яких раніше вважали приреченими (велика кількість медичних працівників, тривале оперативне втручання).
6. Під час надання медичної допомоги при деяких недугах (захворювання крові, онкозахворювання) використовують терапевтичні засоби, що пригнічують імунну систему.

І нарешті, чи не найголовнішим є те, що поширенню ВЛІ сприяє насамперед деяке самозаспокоєння медичного персоналу, ослаблення уваги до санітарно-гігієнічного та протиепідемічного режиму. Сподівання на антибіотики призводить до того, що медичні працівники інколи не виконують належним чином санітарно-гігієнічних та протиепідемічних вимог, порушують правили асептики й антисептики, режими знезараження, дезінфекції та стерилізації. А безконтрольне призначення антибіотиків сприяє виникненню високовірулентних і дуже стійких м/о і збідненню нормальної бактеріальної флори організму людини.

Які ж інфекції виявляють найчастіше в ЛПЗ?

Як уже зазначалося, на першому місці у хірургічних стаціонарах, пологових будинках стоять гнійно-септичні інфекції. Їх зумовлюють асоціації мікроорганізмів, зокрема золотистий стафілокок або інші умовно-патогенні бактерії. Співвідношення різних нозологічних форм у різних хірургічних стаціонарах більш-менш однакове. Так, було встановлено, що в 33,3% випадків спостерігалась інфекція сечових шляхів, у 18,3 % – ранова інфекція, у 16,4 % – інфекційні ускладнення з боку дихальних шляхів, у 8,7 % – сепсис.

Друге місце – гострі кишкові інфекції у дітей, особливо першого року життя (сальмонельоз, ешерихіоз).

Третє – парентеральні інфекції: гепатит, СНІД.

Хто ж може бути джерелом збудника ВЛІ?

1. Хворі, які звертаються до ЛПЗ.
2. Медичний персонал (руки, волосся, верхні дихальні шляхи).
3. Відвідувачі, студенти... (хворі, носії).

Усі згадані категорії осіб можуть стати джерелом ВЛІ за умови, якщо вони або хворі на гостре, стерте чи хронічне інфекційне захворювання, або є носіями різноманітних видів патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів.

Шляхи передачі:

- повітряно-краплинний;
- контактно-побутовий;
- фекально-оральний;
- артифіціальний.

Профілактика здійснюється шляхом організації та проведення комплексу заходів, спрямованих на джерело збудника інфекції, механізм його передачі та сприйнятливий організм.

До основних напрямків профілактики ВЛІ у сучасних умовах слід віднести архітектурно-планувальні заходи, санітарно-протиепідемічний режим та підвищення стійкості організму хворих і медичного персоналу до впливу несприятливих чинників.

18.2. Профілактика внутрішньолікарняних інфекцій

1. *Архітектурно-планувальні заходи:*
   - оптимальні розміщення земельної ділянки та система забудівлі, функціональне зонування території лікарні;
   - розподіл функціонально-технологічних потоків;
   - ізоляція режимних відділень, палат та приміщень;
   - забезпечення нормативних вимог до набору та санітарного благоустрою приміщень;
   - раціональне взаєморозташування основних підрозділів лікарні.
2. *Санітарно-протиепідемічний режим:*
   - вентиляція, кондиціювання приміщень;
   - забезпечення оптимального мікроклімату;
   - регулярна санація повітряного середовища;
   - особиста гігієна персоналу та хворих;
   - медичний контроль стану здоров'я та бацилоносіння персоналу;
   - дотримання вимог, що забезпечують санітарно-протиепідемічний режим у лікарні;
   - якісна дезінфекція та стерилізація різноманітних предметів;
   - виявлення та ізоляція інфекційних хворих;
   - об'єктивний контроль бактеріального забруднення об'єктів навколишнього середовища та продуктів.
3. *Підвищення стійкості організму до впливу несприятливих чинників:*
   - раціональне харчування;
   - планова імунізація;
   - екстрена імунізація.

18.3. Гігієна праці медичного персоналу

Серед провідних проблем гігієни ЛПЗ останнім часом все більшого значення набувають питання гігієни праці медичного персоналу. Трудова діяльність медичних працівників поєднана з можливістю негативного впливу різних специфічних професійних чинників:

- високе нервово-емоційне напруження, пов'язане з почуттям співпереживання, відповідальності за здоров'я та життя хворого;
- контакт з інфекційними хворобами, небезпека зараження і травматизації під час проведення маніпуляцій, обстежень, операцій, перебування в середовищі, де мешкають носії та переносники захворювань;
- несприятливе за своїми хімічними та фізичними властивостями навколишнє середовище на робочому місці;
- вимушене положення тіла, напруження зору, фізичні навантаження під час виконання більшості маніпуляцій та операцій;
- порушення фізіологічно оптимальної структури режиму дня, що пов'язані з працею в нічний та позаурочний час.

Численні дослідження показують, що в реальних умовах професійної діяльності медичного персоналу ці шкідливості можуть досягати величин, які наближаються до допустимих санітарним законодавством значень або навіть перевищують їх. Так, наприклад, в операційних температура повітря може сягати 28–30 °C і більше, відносна вологість повітря – 85–90 %, створюючи для операційної бригади умови вираженого теплового дискомфорту. Значне перевищення допустимих концентрацій вмісту медикаментозних препаратів може визначатися в процедурних кабінетах, аптеках.

Таке становище зумовлює високий рівень захворюваності серед медичних працівників. У структурі цієї захворюваності переважають ІХС, гіпертонічна хвороба, алергічні та гінекологічні захворювання, ускладнення вагітності та післяопераційного періоду, хвороби опорно-рухового апарату, порушення зору та слуху тощо.

19

РОЗДІЛ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ГІГІЄНИ ПРАЦІ

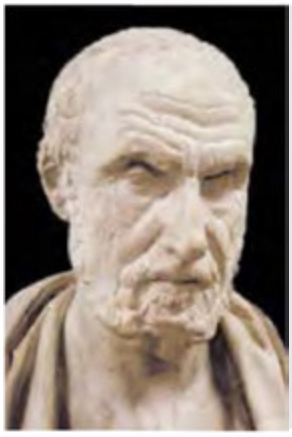
Є. М. Анісімов, В. О. Коробчанський

19.1. Історичні аспекти розвитку гігієни праці

Наслідки несприятливого впливу працівників різних видів трудової діяльності і рекомендації щодо дотримування певного режиму при виконанні робочих операцій зустрічаються в документах глибокої старовини.

Так, у трактатах, написаних видатним давньогрецьким лікарем, якого визнають "батьком медицини", **Гіппократом** (460–377 рр. до н. е.) "Про повітря, води і місцевості", "Про здоровий спосіб життя" та ін., містяться міркування відносно здоров'я людини і навколишнього середовища.

Виходячи з медичних спостережень і узагальнень, Гіппократ виділив дві основні групи чинників, які впливають на здоров'я людини: загальні (клімат, ґрунт, вода тощо) та індивідуальні (спосіб життя, харчування, спадковість та умови праці). Гіппократ зробив опис професійної патології, склав перелік існуючих на той час так званих свинцевих професій, описав клініку отруєння свинцем та несприятливий вплив на гірників рудникового пилу.



"Про повітря, води і місцевості"

"Про здоровий спосіб життя"

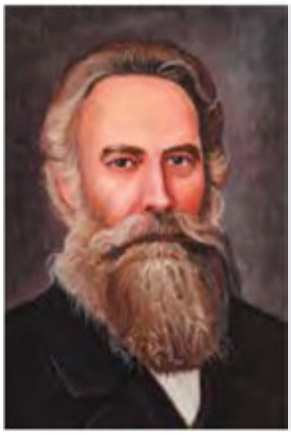
- Склав перелік свинцевих професій
- Описав клініку отруєння свинцем
- Описав несприятливий вплив на гірників рудникового пилу

Гіппократ (460–377 рр. до н.е.)

У період епохи Відродження, або Ренесансу, питаннями гігієни праці займався **Парацельс.** У 1530 році вийшла з друку тритомна монографія видатного лікаря і хіміка Парацельса "Про гірські сухоти та інші гірські хвороби", де він детально зупинився на умовах праці та описав професійні захворювання рудокопів як наслідок дії пилу, сірки, пари ртуті та інших металів.

Спробу систематизувати дані про вплив умов праці на здоров'я працівників та описати відомі на той час професійні захворювання вперше здійснив італійський лікар **Бернардино Рамацціні** (1633–1714). Він видав ряд робіт з гігієни та профпатології, а в 1700 р. – свою основну працю "Роздуми про хвороби ремісників", яка принесла йому згодом і світову популярність. У книзі описано умови праці у всіх ремеслах і мануфактурах, що існували на той час. Подано причини і перебіг хвороб, викликаних професійною діяльністю робітників, вплив шкідливих речовин, що використовувалися в процесі діяльності, на організм людини. Слід зазначити, що цю дату (1700 рік) вважають початком гігієни праці, як нової наукової і практичної галузі медицини.

Значно посилилась увага до профілактичних аспектів охорони здоров'я населення в Росії в період державних перетворень, що здійснювались Петром I і в післяпетровську епоху. Великий внесок у цей напрям суспільного життя зробив основоположник російської науки **М. В. Ломоносов,** який заклав основи гігієни праці у гірничодобувній промисловості у трактаті "Первые основания металлургии или рудных дел" (1763). У цій роботі він докладно освітив питання гігієни та охорони праці гірників, зокрема висловив міркування щодо раціонального робочого одягу, надійного кріплення виробок і безпечного пересування у них, видалення рудникової води, провітрювання шахт.



"Руководство по гигиене" (3 тома)

"Общедоступная гигиена"

"Профессиональная гигиена, или гигиена умственного и физического труда"

"Материалы по обследованию фабрик и заводов Московской губернии" (19 томов)

Ерісман Ф. Ф. (1842–1915)

Великий вплив на розвиток гігієни праці як наукової та практичної дисципліни зробили представники земської медицини, серед яких найвідомішим є **Ф. Ф. Ерісман**.

Діяльність Ф. Ф. Ерісмана в галузі гігієни мала широкий науковий діапазон. Крім багатьох експериментальних робіт, за період від 1872 до 1874 рр. ним було написано тритомний посібник "Руководство по гигиене" та книга "Общедоступная гигиена". Великою популярністю користувався посібник "Профессиональная гигиена, или гигиена умственного и физического труда", виданий Ф. Ф. Ерісманом у 1877 році.

Перша в Україні кафедра гігієни праці та професійних захворювань була організована у 1923 році в Київському медичному інституті. Вона мала назву "кафедра професійної гігієни". Її очолив професор **Володимир Якович Підгаєцький**.

"Фабрична гігієна" (1923)

"Що таке наукова організація праці" (1924)

"Научная организация труда в сельском хозяйстве" (1924)

"Управління робочою силою у сільському господарстві" (1925)

"Научная организация труда и управление рабочей силой в сельском хозяйстве" (1930);

Підручник "Гігієна праці" (1929)

Підгаєцький В. Я. (1889–1937)

Наукова діяльність В. Я. Підгаєцького була спрямована на вивчення проблем гігієни праці в сільському господарстві, на промислових підприємствах м. Києва та механізму виникнення втоми. Він є автором першого в Україні підручника "Гігієна праці" (К., 1929), перших навчальних планів і робочих програм з гігієни праці, курсу лекцій і методичних розробок до практичних занять з цієї дисципліни.

Свої дослідження в галузі гігієни праці В. Я. Підгаєцький узагальнив у низці ґрунтовних монографічних праць: "Фабрична гігієна" (1923); "Що таке наукова організація праці" (1924); "Научная организация труда в сельском хозяйстве" (1924); "Управління робочою силою у сільському господарстві" (1925); "Научная организация труда и управление рабочей силой в сельском хозяйстве" (1930). Завдяки цим та багатьом іншим працям, в яких було всебічно обґрунтовано вчення про наукову організацію праці в сільському господарстві, ім'я українського вченого-гігієніста увійшло в історію світового наукознавства.

У формуванні київської школи промислових токсикологів велику роль відіграли **Г. А. Шкавера, О. І. Черкес, Л. І. Медведь** та інші. Так, у Київському інституті гігієни праці і профзахворювань ще у 1932 р. було розпочато дослідження з токсикології пестицидів, застосовуваних у сільському господарстві.

Основними напрямами наукової діяльності кафедри є: пріоритетні закономірності формування умов праці, особливості біологічної дії новосинтезованих хімічних сполук різних класів на організм працюючих; залежність токсичності, алергенності, мутагенності, ембріо- й гонадотоксичних властивостей хімічних сполук від квантово-хімічних, фізико-хімічних характеристик і будови молекули; комбінована і поєднана дія іонізуючого випромінювання, солей важких металів і пестицидів; виробничого шуму і вібрації; кількісна характеристика сумаційних, потенціюючих ефектів та оцінка ризику їх впливу на організм працюючих.

Необхідно зазначити, що запровадження в народне господарство великої кількості нових хімічних сполук вимагає вирішення дуже важливого з практичного боку завдання – гігієнічного нормування цих речовин з урахуванням їхньої комбінованої і поєднаної дії з фізичними та іншими факторами виробничого середовища. У зв'язку з цим гігієністами було розроблено поняття про граничнодопустиму концентрацію (ГДК) шкідливих речовин у робочій зоні і методи її встановлення. Нині затверджено ГДК для всіх хімічних речовин, що широко застосовуються в промисловості та сільському господарстві.

19.2. Гігієна праці (визначення поняття), ознаки гігієни праці, предмет вивчення та мета гігієни праці

Праця може бути **непрофесійна**, якщо вона має на меті задовольнити власні потреби людини – домогосподарки, дачника, селянина. Частіше праця буває **професійною**, що має на меті створення такої виробничої цінності, в обмін на яку людина може задовольнити усі інші власні потреби. Тобто професія виникає там, де з'являються суспільне виробництво і обмін виробничими товарами чи продуктами праці. Чим вища диференціація суспільної праці, тим більше з'являється професій.

Крім того, праця може розглядатися й характеризуватися як соціальна та біологічна категорія. ***Праця як соціальна категорія*** – це процес, в якому людина своєю свідомою діяльністю опосередковує, регулює і контролює обмін речовин між собою і природою, створює додаткову вартість. ***Праця як біологічна категорія*** – це важлива функція організму, що характеризується певною фізіологічною вартістю.

Гігієна праці – це профілактична дисципліна, яка вивчає вплив трудової діяльності та виробничого середовища на організм працівників з метою розробки на цій основі комплексу санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних та організаційних заходів, спрямованих на створення здорових умов праці та підвищення її продуктивності.

Гігієна праці, як і кожна інша самостійна наукова дисципліна, має такі власні атрибутивні ознаки: об'єкт дослідження; предмет вивчення; мета дослідження; завдання дослідження; методи дослідження.

Об'єктом гігієни праці можуть бути: працююча людина; колективи працюючих людей; усе працююче населення країни та умови праці на виробничих об'єктах.

Предметом вивчення гігієни праці є умови праці, які включають сукупність виробничих чинників, що формуються конкретними соціально-економічними процесами й відбиваються на здоров'ї працюючих:

1. Трудові процеси та фізіологічні реакції організму працівників при їх виконанні (для розробки раціональних режимів праці і відпочинку).
2. Виробничі процеси та несприятливі (фізичні, хімічні, біологічні шкідливі та небезпечні) фактори виробничого середовища, які виникають при їх здійсненні (для гігієнічної регламентації та розробки оздоровчих заходів).
3. Стан здоров'я і захворюваність робітників, які зазнають в умовах виробництва впливу шкідливих і небезпечних чинників (для вивчення патогенезу професійних і виробничо-обумовлених захворювань та розробки заходів профілактики).

Метою гігієни праці є:

- збереження і зміцнення здоров'я працюючих людей;
- профілактика професійних і виробничо-обумовлених захворювань;
- підвищення працездатності і продуктивності праці робітників;
- подовження трудового довголіття.

19.3. Завдання та методи дослідження гігієни праці

Завдання гігієни праці:

1. Якісна і кількісна оцінка умов праці (факторів трудового процесу і факторів виробничого середовища). Вивчення їх впливу на організм працюючих, включаючи вивчення професійного здоров'я, на підставі чого розробляються профілактичні заходи, спрямовані на отримання максимальної продуктивності праці при відсутності шкідливого впливу на здоров'я.
2. Наукове обґрунтування і розробка гігієнічних нормативів шкідливих фізичних, хімічних і біологічних чинників виробничого середовища (ГДК, ОБР, МДР та ін.); рекомендацій з раціональної організації трудових процесів і робочих місць, режимів праці і відпочинку; санітарних правил влаштування і утримання промислових підприємств.
3. Оцінка ефективності науково обґрунтованих гігієнічних нормативів і рекомендацій (через оцінку індивідуального і популяційного здоров'я).
4. Гігієнічна оцінка нових видів енергії, новітніх технологій і нових несприятливих виробничих чинників.

Методи дослідження гігієни праці

1. Фізичні та хімічні.
2. Фізіологічні.
3. Клініко-статистичні та санітарно-статистичні.
4. Експериментальні дослідження.

Фізичні та хімічні методи використовують для комплексної оцінки стану виробничого середовища (визначення параметрів фізичних факторів, таких як вібрація, шум, ультразвук, метеорологічні фактори, різні види випромінювання; визначення шкідливих речовин у повітряному середовищі у твердому, газо-, пароподібному та інших станах; вивчення стану забруднення шкіри, спецодягу, взуття; оцінка ефективності роботи різних санітарно-технічних пристроїв).

Фізіологічні методи дозволяють судити про функціональний стан органів та систем організму в процесі трудової діяльності та під впливом факторів виробничого середовища.

Клініко-статистичні та санітарно-статистичні методи використовують в основному для вивчення стану здоров'я, загальної та професійної захворюваності працівників.

Експериментальні дослідження проводять для з'ясування характеру дії того чи іншого фактора виробничого середовища або самого трудового процесу на організм тварин та інших біологічних об'єктів із застосуванням фізичних, фізико-хімічних, біохімічних, фізіологічних, біофізичних, токсикологічних, патоморфологічних та інших методів дослідження.

Необхідно зазначити, що вивчення патогенезу професійних захворювань з метою розробки методів патогенетичної терапії та їх профілактики, а також гігієнічна регламентація шкідливих факторів у виробничому середовищі здійснюються разом з клініцистами, патоморфологами та іншими спеціалістами. Це підвищує науковий рівень і практичне значення одержаних даних.

Гігієна праці поділяється на.

1. Загальну гігієну праці (основні розділи):
   - фізіологія і психологія праці;
   - факторна гігієна праці;
   - промислова токсикологія;
   - санітарна хімія та ін.
2. Спеціальну гігієну праці.

Загальна гігієна праці (пропедевтика гігієни праці) вивчає загальні закономірності впливу факторів трудового процесу і виробничого середовища на організм працюючої людини і на цій основі розробляє загальні принципи профілактики їх несприятливої дії. Основні розділи загальної гігієни праці: фізіологія і психологія праці, факторна гігієна праці, промислова токсикологія, санітарна хімія та інші.

Спеціальна гігієна праці вивчає вплив умов праці і трудового процесу в конкретних галузях промислового і сільськогосподарського виробництва (гірничо-видобувній, металургійній, машинобудівній, текстильній, хімічній, рослинництві, тваринництві тощо) і на цій основі розробляє конкретні профілактичні заходи – технологічні, організаційні, санітарно-технічні, медико-біологічні, індивідуальні та інші.

19.4. Фактори трудового процесу (важкість та напруженість), ергонометричні та фізіологічні показники праці

Умови праці – це сукупність факторів трудового процесу і факторів виробничого середовища, у якому здійснюється діяльність людини.

Фактори трудового процесу:

Важкість праці – характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

Згідно зі ступенем напруженості фізіологічних функцій, визначають категорію важкості та напруженості праці: I ступінь – легка, ненапружена; II ступінь – помірно важка, помірно напружена; III ступінь – важка, напружена; IV ступінь – дуже важка, дуже напружена.

Основним принципом, покладеним в основу класифікації праці за показниками важкості та напруженості, є принцип диференціації умов праці залежно від фактично визначених рівнів факторів виробничого середовища і трудового процесу порівняно з гігієнічними нормативами, а також з урахуванням їх можливого шкідливого впливу на стан здоров'я працівників.

Для оцінки ступеня важкості й напруженості праці використовуються ергонометричні та фізіологічні методи.

Ергонометричні показники важкості праці: маса вантажу, який піднімають, потужність праці, характер робочої пози, величина статичного навантаження.

Величина статичного навантаження обчислюється множенням величини зусилля на час утримання і виражається в кг/с.

Характеристика робочої пози та переміщення у просторі базується на даних спостережень вимірюванням кута нахилу тулуба, довжини шляху переміщення, хронометражу тощо.

Ергонометричні показники напруженості праці:

1. Кількість об'єктів одночасного спостереження.
2. Тривалість зосередженого спостереження або часу активних дій (% від загального часу робочого дня).
3. Щільність сигналів (оголошень) за 1 год.
4. Емоційна напруженість.
5. Змінність.
6. Напруженість функцій аналізаторів.
7. Обсяг оперативної пам'яті.
8. Інтелектуальна напруженість.
9. Монотонність та інші.

Основними показниками важкості праці є потужність і величина статичного навантаження, а також інтенсивність (щільність м'язових зусиль за одиницю часу).

При визначенні напруженості праці основними показниками є: показники уваги, щільність сигналів інформації, що переробляється, характеристика емоційної напруженості, а інші наведені критерії – додаткові. Визначати, до якої категорії належить та чи інша робота, потрібно за одним, найбільш інформативним основним показником або двома додатковими показниками.

Класифікація важкості та напруженості праці за фізіологічними показниками, а також фізіологічні норми напруження організму використовуються для оцінки праці окремих груп працівників (за статтю, віком, станом здоров'я) з урахуванням їх фізіологічних особливостей, а також для обґрунтування ергономічних критеріїв важкості та напруженості праці. Шкала оцінки важкості та напруженості праці, розроблена ДУ "Інститут медицини праці ім. Ю. І. Кундієва НАМН України", передбачає визначення частоти пульсу, енерговитрат, показника витривалості до статичних зусиль, латентного періоду сенсомоторних реакцій, показника пам'яті, уваги та інших. При цьому фізіологічні показники визначають на початку і по закінченні робочого дня (рис. 19.1).

19.5. Форми праці, особливості впливу факторів виробничого середовища на організм працюючих

Необхідно зазначити, що серед різних варіантів праці виділяють наступні **форми праці:**

1. Форми, що потребують значної м'язової активності.
2. Механізовані форми праці.
3. Напівавтоматизоване виробництво.
4. Автоматизоване виробництво.
5. Групові форми праці (конвеєр).
6. Форми, що пов'язані з дистанційним управлінням.
7. Форми інтелектуальної (розумової) праці.

Працездатність – стан людини, при якому сукупність фізичних, розумових та емоційних можливостей дозволяє працівникові виконувати роботу визначеного змісту, обсягу і якості.

Працездатність розрізняють специфічну та неспецифічну. Оцінка працездатності проводиться за виробничими показниками і за функціональним станом.

Таблиця 19.1. Оцінка напруженості фізіологічних функцій при фізичній праці

Ступінь напруженості фізіологічних функцій	Середня величина енерговитрат, Дж/с	Середня частота пульсу за 1 хв, за зміну	Зміна функцій наприкінці робочого дня (зміни), %				
			зменшення		*збільшення*		
			м'язова витривалість	*обсяг оперативної пам'яті*	*латентний період ПЗМР*	*латентний період СЗМР*	*час розрізнення (концентрація уваги)*
I	до 174	до 80	до 10	до 5	Немає збільшення	до 5	до 5
II	175–290	81–95	11–30	6–25	1–25	6–30	6–25
III	291–406	96–110	31–50	26–50	26–50	31–60	26–50
IV	407 і більше	111 і більше	51 і більше	51 і більше	51 і більше	61 і більше	51 і більше

ПЗМР – проста зорово-моторна реакція; **СЗМР** – складна зорово-моторна реакція

Працездатність людини – непостійна величина. Вона змінюється протягом робочої зміни та протягом робочого тижня (рис. 19.1).

Крім цього, під час виконання роботи у робітника спостерігаються ознаки втоми та перевтоми.

Втома **–** це тимчасове зменшення працездатності за показниками кількості та якості виконаної роботи, спричинене інтенсивною або тривалою роботою. Навіть такий показник, як висота робочої поверхні при виконанні різних видів та різної точності роботи, сприяє розвитку втоми та формуванню перевтоми (рис. 19.2).

Типи втоми**:** первинна (розвивається швидко) та вторинна (розвивається поступово).

Серед теорій втоми, як правило, розглядають гуморально-локалістичну концепцію (Пфлюгер, Ліндгард, Вейхардт) та центрально-нервову (І. М. Сєченов).

З метою оцінки ступеня втоми при розумовій праці за фізіологічними показниками використовують наступні показники: стандартне м'язове зусилля (СМЗ), короткочасна пам'ять (КП), проста зорово-моторна реакція (ПЗМР), складна зорово-моторна реакція (СЗМР), увага (УВ), критична частота злиття зорових мерехтінь (КЧЗМ). Градація вказаних показників для різних ступенів втоми наведена в таблиці 19.2.

Перевтома – це патологічний стан, який супроводжується різким зниженням продуктивності праці та потребує лікувальних і реабілітаційних заходів.

Ці питання детальніше розглядаються при виконанні самостійної роботи студента.

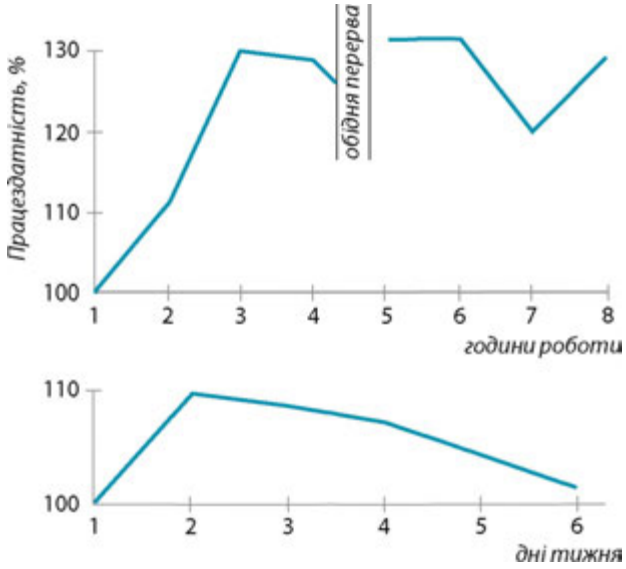


Рис. 19.1. Динаміка працездатності протягом робочої зміни та робочого тижня за виробничими показниками (М. І. Виноградов)

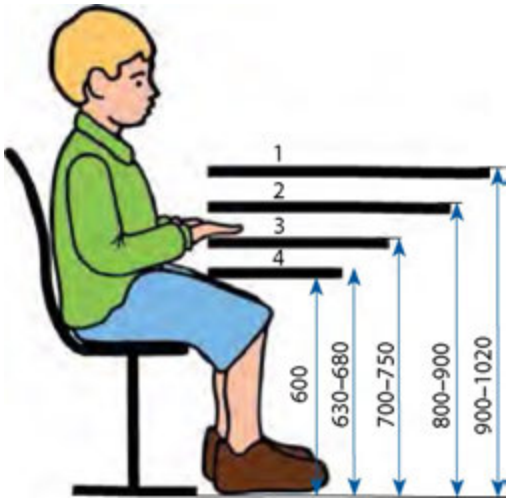


Рис. 19.2. Висота робочої поверхні при виконанні різних видів та різної точності роботи: 1 – дуже точні і тонкі роботи; 2 – точні роботи; 3 – конструкторські роботи; 4 – друкування (С. І. Горшков)

19.6. Заходи підвищення працездатності та профілактики втоми

Заходи підвищення працездатності при різних формах праці:

1. Технологічні й санітарно-технічні заходи: механізація та автоматизація виробничих операцій, застосування технологій та технічних засобів, які запобігають виникненню шкідливих факторів або знижують їх рівні до допустимих санітарних норм.
2. Забезпечення гігієнічного, ергономічного та естетичного рівнів виробничого устаткування: відповідність конструкції машин і механізмів, робочого місця, органів керування, засобів відображення інформації, а також статичних зусиль, які розвиває працівник при виконанні роботи, антропометричним, фізіологічним, психологічним особливостям людини, вимогам чинних державних стандартів системи безпеки праці.
3. Організаційні заходи: впровадження науково обґрунтованих раціональних режимів праці і відпочинку – внутрішньозмінних, добових (графіки змінності), тижневих, річних; застосування в режимах праці чергування робіт з різним характером та умовами праці; заходи щодо зниження монотонності праці; використання функціональної музики; впровадження виробничої гімнастики; раціональна організація перерв на відпочинок протягом ро-

Таблиця 19.2. Оцінка ступеня втоми за фізіологічними показниками при розумовій праці (О. О. Навакатікян та ін.,1987)

Ступінь втоми	Зміна функцій наприкінці робочого дня (зміни), %					
	СМЗ	*КП*	*ПЗМР*	*СЗМР*	*УВ*	*КЧЗМ*
Маловиражена втома (1)	до 5	до 5	до 3	до 3	до 5	до 2
Помірна втома (2)	6–20	6–20	4–15	4–15	6–20	3–8
Виражена втома (3)	21–35	21–35	16–30	16–30	21–40	9–15
Дуже виражена втома (4)	36 і більше	36 і більше	31 і більше	31 і більше	41 і більше	16 і більше

бочого дня та після закінчення роботи; активний відпочинок.

Заходи підвищення працездатності та профілактики втоми при розумовій праці (М. Є. Введенський):

- поступове входження в роботу в повільному темпі з поступовим посиленням навантаження;
- рівномірність та ритмічність у роботі, можливий індивідуальний ритм роботи;
- послідовність та систематичність у роботі, що забезпечує формування робочого динамічного стереотипу;
- правильне чергування періодів праці та відпочинку зі зміною одних форм праці іншими, застосування регламентованих перерв після 3–4 год розумової праці, використання функціональної музики;
- підвищення соціального значення результатів праці, формування у працівника позитивного емоційного стану.

20
РОЗДІЛ

ШКІДЛИВІ ТА НЕБЕЗПЕЧНІ ВИРОБНИЧІ ЧИННИКИ, ПРОФІЛАКТИКА ЇХ ВПЛИВУ

Є. М. Анісімов, В. О. Коробчанський

20.1. Гігієнічна класифікація умов праці

У попередньому розділі йшлося про поняття "умови праці". Корисним буде нагадати це визначення.

Умови праці – це сукупність факторів трудового процесу і факторів виробничого середовища, у якому здійснюється діяльність людини.

Гігієнічна класифікація умов праці передбачає їх розподіл на наступні класи:

1 клас: Оптимальні умови праці

умови, при яких не лише зберігається здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності

Необхідно зазначити, що оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і деяких показників важкості трудового процесу (фізичне навантаження, маса вантажу). Для інших факторів за оптимальні умовно приймають такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих як безпечні для населення.

2 клас: Допустимі умови праці

характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни і не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах

Дотримання гігієнічних нормативів при допустимих умовах праці не виключає порушень стану здоров'я у осіб з підвищеною чутливістю.

3 клас: Шкідливі умови праці

характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженістю можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені:

1 ступінь (3.1) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту з шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2 ступінь (3.2) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років і більше);

3 ступінь (3.3) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (із втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

4 ступінь (3.4) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (із втратою загальної працездатності).

4 клас: Небезпечні (екстремальні) умови праці

характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень

Саме факторам виробничого середовища, як складовій частині, що визначає умови праці, присвячено даний розділ. І тут необхідно чітко розрізняти, які виробничі фактори належать до шкідливих, а які – до небезпечних. Зазначте собі визначення "шкідливий виробничий фактор".

20.2. Фактори виробничого середовища

Шкідливий виробничий фактор

фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов (інтенсивність, тривалість тощо) може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних та інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків

Прикладом шкідливого виробничого фактора може бути вплив нагрівного мікроклімату на організм працюючого, що може викликати гостре або хронічне перегрівання організму.

Крім цього, є поняття "Небезпечний виробничий фактор".

Небезпечний виробничий фактор

фактор виробничого середовища і трудового процесу, що може бути причиною гострого захворювання, раптового різкого погіршення здоров'я або смерті

Прикладом небезпечного виробничого фактора може бути робота на висоті, що небезпечна падінням, та робота з токсичними речовинами.

Залежно від кількісної характеристики рівнів і тривалості дії, окремі шкідливі виробничі фактори можуть стати небезпечними (приклад з важкими металами – свинцем і ртуттю).

20.3. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників

Шкідливі та небезпечні чинники виробничого середовища за природою впливу на організм працюючої людини поділені на 4 групи:

1. Фізичні.
2. Хімічні.
3. Біологічні.
4. Психофізіологічні.

Давайте розглянемо, які шкідливі та небезпечні чинники відносяться до вказаних груп. Так, група фізичних шкідливих та небезпечних виробничих факторів включає 29 найменувань: машини і механізми, що рухаються; рухомі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки і матеріали, що переміщуються; конструкції, що руйнуються; гірські породи, які обвалюються; підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищена чи понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місті; підвищений рівень вібрації; підвищений рівень інфразвукових коливань; підвищений рівень ультразвуку; підвищений чи знижений барометричний тиск у робочій зоні і його різка зміна; підвищена чи знижена вологість повітря; підвищена чи знижена рухомість повітря; підвищена чи знижена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючого випромінювання в робочій зоні; підвищені рівні напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини; підвищений рівень статичної електрики; підвищений рівень електромагнітних випромінювань; підвищена напруженість електричного поля; відсутність чи нестача природного світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; знижена контрастність; пряма і відбита блисткість; підвищена пульсація світ-

лового потоку; підвищений рівень ультрафіолетової радіації; підвищений рівень інфрачервоної радіації; гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання; розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі, підлоги; невагомість.

Хімічні фактори – речовини хімічного походження, деякі речовини біологічної природи, що отримані хімічним синтезом та/або для контролю яких використовуються методи хімічного аналізу.

За характером впливу на організм людини хімічні фактори поділяються на: токсичні, подразливі, сенсибілізуючі, канцерогенні, мутагенні й такі, що впливають на репродуктивну функцію.

За шляхом надходження в організм людини хімічні фактори поділяються на: речовини, що надходять через органи дихання, через шлунково-кишковий тракт, через шкірні покриви і слизові оболонки.

Біологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники: патогенні мікроорганізми: бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, найпростіші та продукти їх життєдіяльності.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

1. *Фізичні перевантаження:* статичні, динамічні.
2. *Нервово-психічні перевантаження:* розумове перенапруження. перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

Класифікація хімічних речовин за класами небезпеки враховує наступні показники (табл. 20.1).

20.4. Основні види впливу факторів виробничого середовища на організм людини

Залежно від конкретних умов чинники виробничого середовища можуть справляти на організм людини різні види дії (рис. 20.1).

Основними видами такої дії можуть бути: ізольована, комбінована, комплексна та поєднана дії.

Ізольована дія характеризує вплив на організм людини якого-небудь *одного* чинника виробничого середовища. В реальних умовах вплив виробничого середовища відбувається у складніших формах. А саме – у вигляді комбінованої, комплексної та поєднаної дії.

Рис. 20.1. Основні види дії факторів виробничого середовища

Таблиця 20.1. Класифікація хімічних речовин за класами небезпеки

Ступінь втоми	Величина по класах небезпеки			
	1	*2*	*3*	*4*
ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м³	< 0,1	0,1–1	1,1–10	> 10
Середньосмертельна доза при введенні речовини у шлунок, мг/кг	< 15	15–150	151–5000	> 5000
Середньосмертельна доза при нанесенні речовини на шкіру, мг/кг	< 100	100 –500	501–2500	> 2500
Середньосмертельна концентрація речовини у повітрі, мг/м³	< 500	500–5000	5001–50 000	> 50 000
Зона гострої дії	< 6	6 –18	18,1–54	> 54
Зона хронічної дії	>10	10–5	4,9–2,5	< 2,5
Коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння	> 300	300–30	29–3	< 3

Комбінована дія – це *дія кількох* хімічних (чи біологічних) речовин (комбінацій), що одночасно надходять в організм людини з якого-небудь одного об'єкта виробничого середовища (повітря, води, ґрунту).

Комплексна дія проявляється тоді, коли яка-небудь *одна* хімічна речовина одночасно надходить в організм людини з різних об'єктів навколишнього середовища.

Поєднана дія спостерігається при *одночасному впливі* на організм людини фізичних, хімічних і біологічних чинників виробничого середовища (тобто чинників різної природи).

Таким чином, характеризуючи виробниче середовище з погляду його впливу на здоров'я, слід підкреслити, що середовище, яке оточує людину, може справляти як сприятливу, так і несприятливу (патогенну) дію. З цієї точки зору *комплексна програма первинної профілактики професійних захворювань передбачає:*

- з одного боку, усунення або зниження впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища шляхом їх гігієнічної регламентації;
- з другого боку, на практиці знаходить широке застосування чинників навколишнього середовища (в першу чергу чинників природного середовища) з профілактичною та оздоровчою метою.

20.5. Поняття про професійну захворюваність та виробничо-обумовлену захворюваність. Перелік професійних захворювань

Таким чином, внаслідок впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників можуть виникати отруєння. Розрізняють наступні різновиди таких отруєнь.

Професійні інтоксикації (отруєння) – це окремий вид професійних захворювань, що виникли під впливом на організм шкідливих хімічних речовин.

Гострі професійні отруєння – виникають відразу після одноразового впливу або через короткий проміжок часу після контакту з токсичною речовиною (синильна кислота, оксид вуглецю, хлор тощо).

Хронічні професійні отруєння – це захворювання, що розвиваються повільно, після систематичного довгострокового впливу малих концентрацій хімічних речовин (свинець, марганець, пари ртуті).

Професійне захворювання – це захворювання, у виникненні якого вирішальна роль належить впливу несприятливих факторів виробничого середовища і трудового процесу.

Показниками, які використовують для статистичної звітності та аналізу, є професійна захворюваність та виробничо-обумовлена захворюваність.

Професійна захворюваність – це показник числа виявлених уперше протягом року хворих із професійними захворюваннями чи отруєннями, розрахований на 100, 1000, 10 000, 100 000 працюючих, які зазнають впливу шкідливих виробничих факторів.

Виробничо-обумовлена захворюваність – це захворюваність (стандартизована за віком) на загальні (не віднесені до професійних) захворювання різної етіології (переважно не поліетіологічні), що має тенденцію до зростання при збільшенні стажу роботи в несприятливих умовах праці і перевищує таку в професійних групах, що не контактують із шкідливими факторами.

Перелік професійних захворювань включає **7 груп.** Давайте розглянемо ці групи.

1. ***Захворювання, що виникають під впливом хімічних факторів (27 кодів за МКХ-10):***
   - гострі, хронічні інтоксикації та їх наслідки, для перебігу яких характерне ізольоване або сполучене ураження органів і систем (18 кодів хвороб згідно з МКХ-10);
   - хвороби шкіри (епідерматоз, контактний дерматит, токсикодермія, фотодерматити, оніхії, пароніхії, токсична меланодермія, мастильні фолікуліти, вітиліго);
   - металева, фторопластова (тефлонова) лихоманка.
2. ***Захворювання, викликані впливом виробничих аерозолів (8 кодів за МКХ-10):*** пневмоконіози, коніотуберкульоз, бісиноз, хронічний бронхіт, емфізема-бронхіт, емфізема, хронічний ринофаринголарингіт.
3. ***Захворювання, викликані дією фізичних факторів (13 кодів за МКХ 10).*** Захворювання від дії іонізуючих і неіонізуючих випромінювань, вібраційна хвороба, нейросенсорна приглухуватість, вегетосенсорна поліневропатія верхніх кінцівок, електрофтальмія, катаракта, декомпресійна хвороба і її наслідки, гостре і хронічне перегрівання, облітеруючий ендартеріїт, механічні епідермози.
4. ***Захворювання, пов'язані з фізичним перевантаженням та перенапруженням окремих органів і систем (8 найменувань, 18 кодів хвороб згідно з МКХ-10):*** писальний спазм, захворювання периферичної нервової та кістково-м'язової сис-

Таблиця 20.2. Шкала оцінки показників захворюваності з тимчасовою втратою працездатності

Рівень захворюваності	Тимчасова втрата працездатності на 100 працівників	
	у випадках	*у днях*
Дуже високий	150 і більше	1500 і більше
Високий	120–149	1200–1499
Вище середнього	100–119	1000–1199
Середній	80–99	800–999
Нижче середнього	60–79	600–799
Низький	50–59	500–599
Дуже низький	менше 50	менше 500

тем і сполучної тканини, опущення внутрішніх органів, варикоз вен на ногах.

5. ***Захворювання, викликані дією біологічних факторів (12 кодів за МКХ-10):*** інфекційні захворювання та паразитози, мікози, дисбактеріоз, вісцеральний кандидоз.
6. ***Алергічні захворювання (10 кодів за МКХ-10):*** кон'юнктивіт, ринофаринголарингіт, риносинусит, астматичний бронхіт, бронхіальна астма.
7. ***Злоякісні новоутворення (професійний рак) – 9 найменувань, 10 кодів за МКХ-10:*** пухлини шкіри, порожнини рота, органів дихання, печінки, шлунка, сечового міхура, кісток, мезотеліома, лейкози.

Стан здоров'я професійної групи оцінюють за наступними показниками: частота, важкість і тривалість професійної захворюваності; частота виробничо-обумовленої загальної захворюваності; захворюваність з тимчасовою втратою працездатності (ЗТВП); смертність; інвалідизація; біологічний вік робітника (табл. 20.2).

20.6. Профілактика професійних захворювань

Закон України "Про охорону праці" містить основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників щодо результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції;
- обов'язковий соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- використання економічних методів управління охороною праці;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання і з урахуванням інших напрямків економічної та соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- запровадження єдиних нормативів з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності й виду діяльності;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- співробітництво і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці;
- міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці.

20.7. Пріоритетні завдання вітчизняної та світової медицини праці

Основні пріоритети медицини праці:

- розробка технологій, що забезпечують попередження впливу несприятливих чинників виробничого середовища на здоров'я працюючих;
- пошук оптимальних моделей організації медичного обслуговування працюючих, особливо в умовах підвищеного ризику;
- докорінне поліпшення системи виявлення і реєстрації професійних захворювань, створення Національного реєстру осіб, що мають профзахворювання;
- розробка концепції оцінки професійних ризиків і управління ними для здоров'я працюючих, удосконалювання на цій основі гігієнічної класифікації праці;
- впровадження існуючих і розробка нових інформаційних технологій для фахівців з медицини праці, удосконалення системи навчання роботодавців, робітників.

Основні функції ВООЗ (в області гігієни праці), викладені в статті 2 її Статуту, включають сприяння поліпшенню умов праці та інших гігієнічних умов навколишнього оточення. Визнаючи той факт, що гігієна праці тісно пов'язана з суспільною охороною здоров'я та розвитком систем охорони здоров'я, ВООЗ вживає заходів щодо всіх детермінант здоров'я працюючих людей, включаючи ризики розвитку хвороб і отримання травм на робочих місцях, соціальні та індивідуальні фактори, а також доступ до служб охорони здоров'я.

ВООЗ здійснює Глобальний план дій з охорони здоров'я працюючих, схвалений Всесвітньою асамблеєю охорони здоров'я, для досягнення наступних цілей:

- розробка та реалізація інструментів політики в галузі охорони здоров'я працюючих;
- захист і зміцнення здоров'я на робочих місцях;
- підвищення ефективності роботи і розширення доступу до служб гігієни праці;
- надання і поширення фактичних даних в інтересах дій та практичної роботи;
- включення компонента охорони здоров'я працюючих в політику інших секторів.

Пріоритетні галузі і програми досліджень з медицини праці (NJOSH):

1. Хвороби і травми: алергічний і контактний дерматит, астма і хронічні обструктивні легеневі захворювання, фертильність і аномалії вагітності, втрата слуху, інфекційні хвороби, порушення спини, м'язово-скелетні порушення верхніх кінцівок, травматичні ушкодження.
2. Виробниче середовище і робоча сила: нові технології, середовище приміщень, змішані експозиції, організація праці, групи підвищеного ризику.
3. Методи досліджень і підходи: методи вивчення раку, методи боротьби і засоби індивідуального захисту, методи оцінки експозицій, дослідження служб охорони здоров'я, оцінка ефективності заходів, методи оцінки ризику, соціально-економічні наслідки професійних хвороб і травм.

21 РОЗДІЛ

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

Сьогодні питання гігієни дітей і підлітків є надзвичайно актуальними, особливо з огляду на тенденцію різкого погіршення стану здоров'я дитячого населення, що пов'язано з сучасними соціально-економічними та екологічними негараздами в Україні. Особливе занепокоєння у гігієністів дитинства викликають умови перебування школярів у закладах освіти, які стають все агресивнішими щодо здоров'я вихованців.

Проведені дослідження свідчать про те, що в сучасних освітніх закладах порушуються гігієнічні принципи організації навчального процесу: постійно підвищується навантаження учнів, збільшується наповнюваність класів та груп, що призводить до значного погіршення мікрокліматичних умов, підвищення хімічного і бактеріального забруднення повітря навчальних приміщень. Нові педагогічні технології навчання, програми та підручники не завжди мають гігієнічну оцінку щодо їхньої безпеки для фізичного та психічного здоров'я школярів.

Внаслідок цього вже серед учнів початкових класів шкіл здоровими є лише 33,7 %; 30,4 % – мають хронічні захворювання, а у решти дітей визначаються функціональні відхилення різного характеру. У середньому в Україні лише 10 % випускників шкіл можуть вважатись здоровими, 52,6 % – мають морфофункціональні відхилення, а 36,0–40,0 % учнів старшого шкільного віку страждають на хронічні захворювання. Гармонійний фізичний розвиток має лише половина сучасних школярів. Лише 18 % загальноосвітніх навчальних закладів України мають склад медичних приміщень, який відповідає нормативним вимогам; шкільними лікарями забезпечено лише близько 9 % шкіл.

Серйозною проблемою є *готовність шестирічних дітей* до навчання в школі. За результатами дослідження, 46,4 % учнів перших класів функціонально не готові до систематичного навчання в школі, серед семирічних – 22,5 %.

Раціональне харчування є важливою умовою доброго здоров'я на всіх етапах життя дитини. Через неадекватне харчування з 1991 року серед школярів 15–17 років захворюваність на виразку шлунка зросла на 41%, захворюваність ендокринної системи – в 6 разів, кількість хворих з ожирінням збільшилась на 73%. Неадекватне харчування на ранніх етапах розвитку часто має вплив на все подальше життя людини. Такі наслідки, як ожиріння, ССЗ, деякі види новоутворень – результат неправильного харчування. (Дані Австрії: 12–22% дітей віком 10–15 років мають надмірну вагу, 5–10% – ожиріння, а 2% – надзвичайне ожиріння). Опитування школярів за даними МОЗ виявило, що кожен третій учень взагалі не вживає фруктів. При цьому майже половина дітей 11–12 років пробували алкогольні напої. До 11 років закурює кожна четверта дитина. Дівчата починають палити в 14–15 років.

Ще одна проблема сучасних дітей – *гіподинамія*. Рухова активність, яка є провідним фактором розвитку організму дитини, не забезпечується на необхідному фізіологічному рівні.

Тобто, в основі погіршення стану здоров'я дітей шкільного віку і підлітків лежить цілий комплекс соціально-економічних чинників, які лише підсилюють дію факторів ризику медико-біологічного характеру. Це визначає проблему збереження здоров'я підростаючого покоління як комплексну, розв'язання якої неможливе без активної взаємодії держави, сім'ї і школи. Роль гігієни дітей та підлітків як науки і сфери практичної діяльності полягає при цьому у своєчасному виявленні загальних і специфічних для конкретного навчального закладу негативних факторів середовища, контролі за станом здоров'я школярів, розробці та проведенні профілактичних заходів, оцінці їхньої

ефективності та організації допомоги шкільній адміністрації з питань раціональної організації навчально-виховного процесу та гігієнічного виховання учнів.

Завдання гігієни дітей та підлітків (ГДП):

1. Дослідження закономірностей формування здоров'я дітей під впливом комплексу чинників (умов навчання і виховання, екологічних, соціальних тощо).
2. Виявлення закономірностей процесів фізичного і біологічного розвитку дітей та підлітків в Україні.
3. Фізіолого-гігієнічне обґрунтування та розробка профілактичних заходів, спрямованих на збереження та зміцнення здоров'я дітей в умовах реформування освіти в Україні.
4. Обґрунтування наукових засад формування здорового способу життя підлітків у сучасних умовах (профілактика тютюнопаління, алкоголізації тощо).
5. Гігієнічний супровід проектування, будівництва та обладнання навчально-виховних, позашкільних і оздоровчих закладів для дітей.
6. Розробка і впровадження нормативно-методичних документів з питань санітарно-епідеміологічної, біологічної, хімічної безпеки та гігієнічних вимог щодо засобів, методів, умов навчання, виховання, а також виробів дитячого асортименту.

Таким чином, ГДП як профілактична медицина, що вивчає вплив умов життя і виховання дітей на їхнє здоров'я і розробляє наукові основи та практичні заходи, що забезпечують оптимальний рівень функцій і сприятливий розвиток їхнього організму, є важливим компонентом гігієнічного навчання і виховання лікарів усіх спеціальностей і повинна у XXI сторіччі займати належне місце у підготовці медичних кадрів.

21.2. Основні закономірності росту і розвитку дитячого організму

Здоров'я дітей є незаперечною гарантією здоров'я та благополуччя прийдешніх поколінь. Запобігання захворюванням і збереження й зміцнення здоров'я дітей та підлітків завжди були і залишаються одним із пріоритетних завдань будь-якого суспільства.

Особливе значення ця проблема має для України, де внаслідок аварії на ЧАЕС та багатьох інших об'єктивних чинників склалися несприятливі екологічні обставини, які потребують великої уваги щодо профілактики різних захворювань у дітей та підлітків.

Вікові особливості росту, розвитку та формування здоров'я дитини мають певні закономірності. Їм притаманні нерівномірність та морфофункціональні особливості. Характерним проявом такої нерівномірності є розбіжності між періодами інтенсивного росту і періодами диференціації окремих органів і тканин організму.

Нерівномірність і морфофункціональні особливості розвитку притаманні практично всім органам і системам дитини. Це стосується ЦНС, дихальної системи, лімфатичної тканини тощо. Існують певні розбіжності розвитку хлопчиків і дівчаток. Препубертатний період у дівчаток у кліматичних умовах України починається в 10–12 років, у хлопчиків – у 13–14 років, що зумовлює наявність двох "перехрещень" основних морфологічних показників порівняно з динамікою їх росту. Однак такі функціональні показники, як м'язова сила, життєва ємність легень та деякі інші, у хлопчиків перевищують аналогічні показники дівчаток протягом усього періоду їх росту й розвитку.

Хвороби росту

Швидкі темпи росту – час підвищеного ризику для здоров'я. По-перше, судини не встигають за розвитком тканин, через що погіршується живлення останніх; по-друге, різні частини одних і тих же органів розвиваються нерівномірно, створюючи структурні дефекти і перебої в нормальному функціонуванні; по-третє, м'які в цей період кістки викривляються через чергування слабкості й напруження різних груп м'язів, які тиснуть на них. Все це призводить до виникнення так званих підліткових хвороб. Їх особливість у тому, що пропущена під час інтенсивного росту "банальна" проблема всього за півроку може зробити людину інвалідом на все життя. Основні хвороби росту:

Викривлення хребта. Кістки, що ростуть, у тому числі й кістки хребта, легко набувають ту форму, яку їх заставляють набувати м'язи та навантаження на верхній плечовий пояс. Якщо вони значні, то у дитини може з'явитися сколіоз.

Пролапс мітрального клапана. Зустрічається приблизно у кожного 10-го школяра віком від 12 до 15 років. Причиною є те, що мітральний клапан росте швидше, ніж тканини серця. В результаті виникає стан, схожий на ваду серця (недостатність клапана). З'являються ознаки легкої серцевої недостатності – посиніння кінчика носа, нігтів, пальців, задуха, швидка втомлюваність. Може виникати біль в ділянці серця на фоні емоційних переживань.

Погіршення зору підлітка. Це прямий наслідок неправильного положення за столом під час читання, а також недостатнього освітлення робочого місця.

Запропоновано низку класифікацій (періодизацій) розвитку дитячого організму. Як правило, за схемою вікової періодизації виділяють такі періоди:

- новонародженість (1 доба – 10 діб);
- грудний вік (10 діб – 1 рік);
- раннє дитинство (1 рік – 3 роки);
- перше дитинство (4–7 років);
- друге дитинство (хлопчики – 8–12 років, дівчатка – 8–11 років);
- підлітковий вік (дівчатка – 12–15 років, хлопчики – 13–16 років);
- юність (дівчата –16–20 років, юнаки – 17–21 рік).

Дещо спрощеною, проте більш поширеною в практиці роботи педіатрів, гігієністів та педагогів є така періодизація:

- переддошкільний вік (до 3 років);
- дошкільний вік (3 роки – 7 років);
- молодший шкільний вік (7–10 років);
- середній шкільний вік (11–14 років);
- старший шкільний вік (15–18 років).

Кожному з вікових періодів притаманні свої морфофункціональні особливості:

Переддошкільний вік (до 3 років) характеризується інтенсивним ростом і розвитком тіла й окремих його органів. Збільшується маса тіла, формується опорно-руховий апарат. Особливо інтенсивно росте мозковий відділ черепа. Протягом першого року життя його обсяг збільшується у 2,5 рази, в 3 роки становить 80 % обсягу мозкового черепа дорослої людини. У віці 1,5–2 міс. дитина намагається утримувати голову, зникає згинальний гіпертонус м'язів рук, із 5–6 місяців формується функція сидіння. До 3 років повністю формується здатність вільно ходити та бігати. Відносно велика маса серця та його висока васкуляризація зумовлюють можливість забезпечення потрібного кровообігу і поступового зниження ЧСС (із 120–140 в перші місяці життя до 100–110 у 3–4 роки).

Поверхня легеневих альвеол у новонародженої дитини становить 5,5–6 м^2, дихання у дітей переддошкільного віку переважно поверхневе, хоча обсяг легень протягом перших років від народження збільшується в 4,5 рази. Потрібна легенева вентиляція забезпечується підвищеною частотою дихальних рухів (у новонародженого вона становить 40–60, у дітей віком 2–3 роки – 25–30 за 1 хвилину).

Секреторна функція шлунка ще відносно слабка, але всмоктувальна здатність достатньо велика. З появою молочник зубів та поступовим переходом від грудного вигодовування до змішаного зростає товщина м'язового шару шлунка, відбувається інтенсивний ріст кишок.

Суттєві морфофункціональні зміни спостерігаються з боку ЦНС. Починаючи з 2–3-го тижня з'являється перший умовний рефлекс на позу (положення) для годування. Умовні рефлекси на зорові та слухові подразники формуються протягом 2–3-го місяців життя.

Що менша дитина, то більше процеси іррадіації в корі великого мозку переважають над процесами концентрації. Це призводить до поганої координації рухів та інколи – виникнення неадекватних реакцій на різні зовнішні впливи.

У дитини поступово збільшується запас слів, до 3 років вона вже налічує 800–1000 слів. Розвитку мови сприяє активне спілкування з оточуючими, чітка мова дорослих, знайомство з іншими малюками, захоплення зображеннями тощо. Удосконалюється зорова функція. Наприкінці першого місяця життя погляд дитини має бути вже фіксованим, протягом першого року вона оволодіває здатністю розрізняти кольори. Розвивається реакція сприйняття акустичних впливів. Реакція на звукові подразники з'являється наприкінці другого – на початку третього місяців життя.

Ендокринна система на момент народження морфологічно вже сформована. З ростом дитини її активність збільшується і вдосконалюється.

Таким чином, протягом переддошкільного періоду відбуваються дуже важливі морфологічні та функціональні зміни, результатом яких є формування здатності до вільного пересування, оволодіння основами мовлення, сприйняття та оцінка навколишнього світу, що адекватні віку.

У дошкільному віці (3–7 років) дитина продовжує відносно рівномірно рости й розвиватися. Триває інтенсивне формування опорно-рухового апарату, майже закінчується окостеніння хрящової тканини епіфізів трубчастих кісток, скелета, розвивається схильність дитини до мануальних вправ (малювання, ліплення, майстрування тощо). Потреба у виконанні різних складнокоординованих фізичних вправ зумовлює інтенсивний розвиток нервового апарату м'язів. Майже завершується формування легеневої тканини, зростає життєва ємність легень, частота дихальних рухів зменшується до 22–24 на 1 хвилину. Секреторна і моторна функції шлунка і кишок майже не відрізняються від таких у дорослих.

Значно вдосконалюються функціональні можливості ЦНС, поліпшується координація процесів ірра-

діації та концентрації, набуває значно вищого рівня форма спілкування дитини з дорослими та навколишнім світом.

У молодшому шкільному віці (7–10 років) продовжується фізичний ріст і розвиток дитини (маса тіла щороку в середньому збільшується на 2–3 кг, обвід грудної клітки – на 1,5–2 см, довжина тіла – на 4–5 см), продовжуються процеси окостеніння й розвитку скелета. Зростає м'язова сила. Дещо підвищується загальна опірність до несприятливих впливів навколишнього середовища. Проте, незважаючи на позитивні зміни, що відбулися в попередній період, процеси збудження ще переважають над гальмівними, а обидва вони – над процесами концентрації, що призводить до легкої виснажливості і швидкої втомлюваності ЦНС.

Середній шкільний вік (11–14 років) дуже відповідальний щодо розвитку і всебічного подальшого становлення дитини й підлітка. Триває інтенсивний ріст і збільшення м'язів, розмірів тіла, формування скелета, життєва ємність легень у дівчаток 14 років збільшується до 2700 см^3, у хлопчиків – до 3200 см^3, починається посилений розвиток статевих залоз, розвиваються вторинні статеві ознаки. У зв'язку з підвищеною збудливістю ЦНС та її підкіркових відділів суттєво ослаблюються процеси внутрішнього гальмування. Порушується (особливо у дівчаток) вегетативна регуляція з боку серцево-судинної та дихальної систем, підвищуються емоційна збудливість і втомлюваність.

Старшому шкільному вікові (15–18 років) притаманне завершення статевого розвитку, яке супроводжується подальшим збільшенням довжини і маси тіла, завершенням (в основному) росту й окостеніння трубчастих кісток, скелета, стоп та кистей (закінчуються ці процеси тільки у віці 20–25 років). Практично завершується морфофункціональний розвиток усіх органів і систем організму (в подальшому цей процес відбувається головним чином за рахунок активної діяльності й тренування). Слід зазначити, що в цей період у підлітків досить часто спостерігаються психічна неврівноваженість, схильність до неадекватних реакцій, прояви негативізму тощо. Усе це обов'язково необхідно враховувати під час організації навчально-виховного процесу, спілкування з підлітками.

Процеси розвитку ЦНС, що відбуваються, дозволяють виділити основні типи вищої нервової діяльності, без урахування яких неможлива ефективна і раціональна організація повсякденної діяльності дітей та підлітків. До них належать:

I тип – оптимально збудливий, урівноважений, швидкий (реакції адекватні силі подразників, кора великого мозку перебуває в стані оптимальної працездатності, умовні рефлекси стійкі, формуються легко і швидко, діти товариські, ініціативні, дисципліновані, рис. 21.1)

II тип – оптимально збудливий, урівноважений млявий повільний: умовні рефлекси утворюються повільно, але стійкі, діти володіють достатнім мовним запасом, спокійні, наполегливі, дисципліновані (рис. 21.2).

III тип – сильний, підвищено збудливий, неврівноважений: знижена регулююча функція кори головного мозку, процеси збудження суттєво переважають над процесами гальмування, реакції досить часто неадекватні, спостерігається підвищена емоційність, іноді навіть агресивність (рис. 21.3).

Рис. 21.1. Діти з I типом вищої нервової діяльності. Джерело фото: *network.org.ua*

Рис. 21.2. Дитина з II типом вищої нервової діяльності. Джерело фото: *vk.com*

Рис. 21.3. Діти з III типом вищої нервової діяльності. Джерело фото: *censor.net.ua*

IV тип – слабкий, знижено збудливий (умовні рефлекси формуються повільно, процеси внутрішнього гальмування ослаблені, сильні подразники спричиняють швидку втомлюваність, має місце схильність до нервових розладів, рис. 21.4).

Рис. 21.4. Діти з IV типом вищої нервової діяльності. Джерело фото: *twitter.com*

З віком тип вищої нервової діяльності може змінюватись як природним шляхом, так і (що слід відзначити окремо) шляхом відповідної виховної і навчальної роботи, способу індивідуального життя, дотримання правил особистої гігієни тощо.

21.3. Стан здоров'я дітей і підлітків. Критерії його оцінки

Визнано, що здоров'я дітей та підлітків характеризується не лише наявністю або відсутністю захворювань, але й гармонійним розвитком організму, що відповідає вікові, нормальним рівнем розвитку численних функцій, якостей тощо. Тому основними вихідними критеріями оцінки стану здоров'я є:

- наявність або відсутність на момент обстеження хронічних захворювань;
- рівень функціонального стану основних систем організму;
- ступінь опірності організму впливові несприятливих чинників навколишнього середовища;
- рівень досягнутого фізичного і нервово-психічного розвитку та ступінь його гармонійності.

Аналіз та врахування визначених критеріїв дозволяє виділити **5 груп здоров'я дітей та підлітків:**

- *Перша група.* Практично здорові діти з нормальним розвитком і функціонуванням усіх систем і органів (рис 21.5).
- *Друга група.* Практично здорові діти, але з наявністю деяких морфологічних або функціональних відхилень, а також зниженою опірністю до гострих та хронічних захворювань.

Рис. 21.5. Перша група здоров'я дітей та підлітків. Джерело фото: *pomoho.net*

- *Третя група.* Діти з хронічними захворюваннями в стані стійкої компенсації зі збереженням функціональних можливостей організму.
- *Четверта група.* Діти з хронічними захворюваннями в стані субкомпенсації зі зниженими функціональними можливостями організму.
- *П'ята група.* Діти з хронічними захворюваннями в стані стійкої декомпенсації із суттєвим зниженням функціональних можливостей організму, здебільшого ті, що потребують постійної сторонньої допомоги та догляду.

21.4. Методика гігієнічної оцінки фізичного розвитку дитини

Для визначення належності дитини до тієї чи іншої групи здоров'я (а це має велике значення під час вирішення багатьох питань, пов'язаних з організацією навчальної діяльності, фізичного й трудового виховання, профорієнтації тощо) використовують та оцінюють об'єктивні показники функціонального стану організму, рівня його адаптаційних ресурсів, фізичного розвитку та біологічного віку.

Надзвичайно важливими слід визнати методи оцінки функціональних можливостей вищої нервової діяльності, аналізаторних систем, уваги, пам'яті, мислення, особливостей особистості (табл. 21.1).

Існують певні вікові закономірності структури захворюваності дитячого населення.

У період новонародженості провідне місце займають захворювання і стани, пов'язані переважно з впливом чинників у період внутрішньоутробного розвитку. У переддошкільний вік домінують хвороби органів дихання та інфекційні захворювання. Певне значення у цьому віці мають також захворювання органів слуху, розлади нервової системи, хвороби органів травлення, алергічні прояви тощо. У віці до 7 років на першому місці стоять хвороби органів дихання, далі у дітей молодшого шкільного віку (7–10 років) переважають інфекційні захворювання, хвороби органів травлення, травми, у дітей середнього шкільного віку (11–14 років) – травми, інфекційні захворювання, хвороби шкіри та ор-

Таблиця 21.1. Методи дослідження функціонального стану організму дітей та підлітків (Г. Н. Сердюковська, 1984)

Функція, що досліджується	Властивості, що вивчаються	Метод	Апаратура
Індивідуально-типологічні особливості вищої нервової діяльності	Сила нервової системи Рухомість та врівноваженість нервових процесів Лабільність нервової системи	Хронорефлексометрія Визначення критичної частоти злиття світлових миготінь (КЧСМ)	Хронорефлексометр Прилад для вивчення КЧСМ
Зоровий аналізатор	Лінійний окомір Лабільність зорового аналізатора	Визначення довжини відрізка Визначення КЧСМ	Лінійка Ф. Гальтона Прилад для вивчення КЧСМ
Сенсомоторний (руховий) аналізатор	Точність відтворення заданого руху Точність підтримування м'язового зусилля Координація рухів М'язова сила	Кінематометрія Динамометрія Координамометрія, термометрія Динамометрія	Кінематометр Жуковського Динамометр Розенблата Координамометр, тремометр Динамометр
Тактильний аналізатор	Поріг тактильної чутливості	Метод Мак-Уорті	Лінійка Мак-Уорті
Увага	Стійкість уваги Переключення уваги	Коректурна проба Відшукування чисел	Табл. Анфімова Табл. Шульте – Платонова
Пам'ять	Механічна пам'ять Образна пам'ять	Метод Нечаєва Метод Бюлера	Картки, секундомір Картки, секундомір

ганів травлення. У дітей старшого шкільного віку (15–17 років) – травми, хвороби органів травлення, шкіри та інфекційні захворювання. Крім того, для дітей шкільного віку велике значення мають розлади серцево-судинної системи, зору (зниження його гостроти), слуху, нервової системи, опорно-рухового апарату (деформації скелета), а також ступінь гармонійності фізичного розвитку.

Фізичний розвиток чітко й адекватно відображує морфофункціональний стан дитини протягом проміжку часу та рівень його відповідності біологічному вікові. Його особливості, а також ступінь гармонійності оцінюють на підставі визначення соматоскопічних (антропоскопічних), соматометричних (антропометричних) та фізіометричних показників з їх подальшою оцінкою за допомогою методу сигмальних відхилень, за шкалами регресії, з використанням комплексного та центильного методів.

До ***соматоскопічних показників*** відносять стан шкірних покривів та слизових оболонок, ступінь жировідкладання, характеристики опорно-рухового апарату (скелет, форма грудної клітки, хребта, ніг та стоп), ознаки статевого дозрівання (оволосіння під пахвами і на лобку, розвиток молочних залоз у дівчат, оволосіння на обличчі, розвиток щитоподібного хряща гортані, мутація голосу у юнаків). Провідними ***соматометричними*** показниками вважають довжину і масу тіла, обвід грудної клітки та інші обводи (обводи голови, плеча, стегна тощо). До ***фізіометричних показників*** належать м'язова сила кистей, життєва ємність легень, станова сила та ін.

Оцінку фізичного розвитку проводять на підставі зіставлення індивідуальних даних із середніми нормативними значеннями (стандартами фізичного розвитку) для кожної окремої віково-статевої групи, які відображають рівень фізичного розвитку дітей і підлітків, що мешкають у подібних за географічними, етнічними, національними та соціальними ознаками умовах перебування.

Методи оцінки фізичного розвитку дітей та підлітків і ступеня його гармонійності:

1. Метод сигмальних відхилень з графічним зображенням профілю фізичного розвитку.
2. Оцінка за шкалами регресії (оціночні таблиці враховують кореляційну залежність між довжиною, масою тіла та окружністю грудної клітки).
3. Комплексний метод оцінки фізичного розвитку (враховують як особливості морфофункціонального стану організму, так і відповідність рівня його біологічного розвитку календарному віку).
4. Центильний метод оцінки фізичного розвитку.

Оцінка фізичного розвитку **за методом сигмальних відхилень** з графічним зображенням профілю фізичного розвитку передбачає порівняння кожної індивідуальної ознаки із середньозваженою арифметичною величиною для цієї ознаки при певному віці, що дозволяє визначити її фактичне відхилення від нормативних значень (табл. 21.2).

Таблиця 21.2. Показники фізичного розвитку дітей шкільного віку

Вік	Довжина тіла, см		Маса тіла, кг		Обвід грудної клітки, см	
	M	*σ*	*M*	*σ*	*M*	*σ*
Хлопчики						
7	121,6	5,8	24,3	3,98	61,0	3,68
8	128,1	5,56	27,9	4,94	62,5	4,92
9	132,6	5,4	30,2	5,3	65,4	4,74
10	137,3	5,6	33,4	6,0	67,5	4,80
11	142,5	6,26	37,0	6,82	69,9	5,20
12	147,0	6,96	39,9	6,7	71,6	4,46
13	153,5	8,22	45,1	8,74	75,0	5,48
14	161,1	8,74	50,8	8,70	78,7	6,14
15	166,9	8,16	57,2	10,12	82,0	6,0

Таблиця 21.2. Показники фізичного розвитку дітей шкільного віку

Вік	Довжина тіла, см		Маса тіла, кг		Обвід грудної клітки, см	
	M	*σ*	*M*	*σ*	*M*	*σ*
16	173,1	7,02	62,98	8,24	85,3	4,52
17	178,4	7,6	65,6	7,8	87,0	4,0
Дівчатка						
7	121,5	5,54	23,3	3,65	59,0	2,4
8	127,0	5,26	26,8	4,74	59,0	3,2
9	131,5	5,74	29,0	4,52	61,9	2,7
10	137,4	6,15	33,3	7,0	63,4	2,4
11	142,8	7,1	37,0	7,30	66,8	4,0
12	149,3	6,8	40,4	7,08	70,4	4,8
13	156,2	6,2	48,5	7,74	73,2	5,6
14	157,2	5,42	51,8	8,78	79,4	5,1
15	158,0	5,54	23,3	3,65	82,1	5,1
16	159,2	5,2	54,6	6,6	83,4	4,5
17	159,5	4,9	55,9	7,0	84,8	4,2

Далі шляхом ділення фактичного відхилення на величину середнього квадратичного відхилення знаходять *сигмальне відхилення σ),* що і дає інформацію про те, на яку величину сигм у більший чи менший бік відрізняються показники дитини від середніх показників, властивих певному віково-статевому періодові.

Відхилення у межах від *–1σ* до *+1σ* вважають *середнім* розвитком ознаки, що досліджується, від *–1σ* до *–2σ* – розвитком *нижче середнього*, від *–2σ* та нижче – низьким, від *+1σ* до *+2σ* – *вище середнього*, від *+2σ* та вище – високим.

Для побудови *профілю фізичного розвитку* на однаковій відстані одна від одної проводять горизонтальні лінії, кількість яких зумовлена числом ознак, що підлягають оцінці, і на кожній з них відкладають значення отриманих відхилень, котрі з'єднують прямими лініями. Метод сигмальних відхилень дозволяє визначити ступінь розвитку кожної окремої ознаки фізичного розвитку та його пропорційність, відомості про яку надає саме профіль. Якщо величини відхилень укладаються в одне сигмальне відхилення – розвиток вважається пропорційним, якщо не вкладаються – *непропорційним*.

Висновок щодо фізичного розвитку дитини при використанні методу сигмальних відхилень повинен мати такий вигляд: *"Фізичний розвиток учня 10 років, за довжиною тіла середній (вище середнього, високий, нижче середнього, низький), за масою тіла середній (вище середнього, високий, нижче середнього, низький), за обводом грудної клітки середній (вище середнього, високий, нижче середнього, низький), пропорційний (непропорційний)".*

Використання методу оцінки фізичного розвитку **за шкалами регресії** (табл. 21.3) дозволяє подолати основний недолік методики сигмальних відхилень, а саме – відокремлений характер оцінки кожної соматометричної ознаки. Оціночні таблиці в даному випадку враховують кореляційну залежність між довжиною та масою тіла, обводом грудної клітки і таким чином дозволяють дати більш ґрунтовну оцінку ступеня фізичного розвитку за сукупністю взаємопов'язаних ознак.

Перший етап проведення індивідуальної оцінки фізичного розвитку за оціночними таблицями шкал регресії спрямований на пошук групи (розвиток середній, нижче середнього, вище середнього, низький, високий), до якої слід віднести довжину тіла ди-

Таблиця 21.3. Оцінка фізичного розвитку школярів 11 років (шкала регресії за довжиною тіла)

Значення сигмальних відхилень	Довжина тіла, см	Маса тіла, кг	Обвід грудної клітки, см	Довжина тіла, см	Маса тіла, кг	Обвід грудної клітки, см
	хлопчики 11 років			*дівчатка 11 років*		
Низькі (від M –2σ і нижче)	123	20,9	59,8	123	22,1	58,0
	124	216	60,2	124	22,9	58,5
	125	22,7	60,6	125	23,6	59,0
	126	23,1	61,0	126	24,3	59,5
	127	23,7	61,4	127	25,1	60,0
	128	24,5	61,8	128	25,8	60,5
	129	25,2	66,2	129	26,5	
Нижче середніх (від M –1σ до M –2σ)	130	25,9	62,7	130	27,2	61,0
	131	22,6	63,1	131	28,0	61,6
	132	27,3	63,5	132	28,7	62,1
	133	28,1	63,9	133	29,4	62,6
	134	28,8	64,3	134	30,2	63,1
	135	29,5	64,7	135	30,9	64,1
	136	30,2	65,1	136	31,6	64,6
Середні (M ±1σ)	137	30,9	65,5	137	32.4	65,1
	138	31,7	65,9	138	33,1	65,6
	139	32,4	66,3	139	33,8	66,1
	140	33,1	66,8	140	34,6	66,7
	141	33,8	67,2	141	35,3	67,2
	142	34,5	67,6	142	36,0	67,7
	143	35,3	68,0	143	36,7	68,2
	144	36,0	68,4	144	37,5	68,7
	145	36,7	68,8	145	38,2	69,2
	146	37,4	69,2	146	38,9	69,7
	147	38,1	69,6	147	39,7	70,2
	148	38,9	70,0	148	40,4	70,7
	149	39,6	70,4	149	41,1	71,2
	159	40,3	70,8	159	41,8	71,8
	151	41,0	71,3	151	42,6	72,3

Таблиця 21.3. Оцінка фізичного розвитку школярів 11 років (шкала регресії за довжиною тіла)

Значення сигмальних відхилень	Довжина тіла, см	Маса тіла, кг	Обвід грудної клітки, см	Довжина тіла, см	Маса тіла, кг	Обвід грудної клітки, см
	хлопчики 11 років			*дівчатка 11 років*		
Вище середніх (від M +1σ до M +2σ)	152	41,7	71,7	152	43,3	72,8
	153	42,5	72,1	153	44,0	73,3
	154	432	72,5	154	44,8	73,8
	155	43,9	72,9	155	45,5	74,3
	156	44,6	73,3	156	46,2	74,8
	157	45,3	73,7	157	47,0	75,3
	158	46,1	74,1	158	47,7	75,8
	159	46,8	74,5	159	48,4	76,3
Високі (від M +2σ і вище)	160	47,5	75,0	160	49,2	76,9
	161	48,2	75,4	161	49,9	77,4
	162	48,9	74,8	162	50,6	77,9
	163	49,7	76,2	163	51,3	78,4
Високі (від M +2σ і вище)	164	50,4	76,6	164	52,1	78,9
	165	51,1	77,0	165	52,8	79,4
M±σ Ry/x ±σR	144,5 7,01	36,4 7,01 0,72 4,89	68,6 5,46 0,41 4,63	143,9 7,54	37,4 7,72 0,73 5,37	68,6 6,22 0,51 4,92

тини. Далі знаходять показники маси тіла та обводу грудної клітки, що повинні відповідати фактичному ростові, та порівнюють з ними фактичні показники ознак, які досліджуються. Для цього від величини фактичного розвитку ознаки віднімають її стандартне значення та ділять на сигму регресії (σ_R) для кожної досліджуваної ознаки. Критерії оцінки аналогічні попереднім.

Проведене дослідження дозволяє віднести дитину до однієї з груп фізичного розвитку: *нормальний фізичний розвиток* – маса тіла у межах від M $-1\sigma_R$ до M $+1\sigma_R$; *дефіцит маси тіла* – маса тіла менш ніж M $-1\sigma_R$; *надлишок маси тіла* – маса тіла більш ніж M $+2\sigma_R$; *низький ріст* – довжина тіла менша ніж M -2σ.

Комплексний метод оцінки фізичного розвитку дозволяє врахувати як особливості морфофункціонального стану організму, так і відповідність рівня його біологічного розвитку календарному вікові. Спочатку за даними довжини тіла, щорічного її збільшення, числа постійних зубів, ступенем розвитку вторинних ознак статевого дозрівання, часом окостеніння кісток кисті визначають біологічний вік дитини та порівнюють його з календарним.

Залежно від значень отриманих показників він може відповідати календарному вікові, випереджати його або відставати від нього (табл. 21.4).

Наступний етап комплексного методу пов'язаний з оцінкою ***морфофункціонального стану організму*** із застосуванням шкал регресії та віково-статевих стандартів розвитку функціональних показників. Фізичний розвиток вважається:

- *гармонійним*, якщо величини маси тіла і обводу грудної клітки відрізняються від нормативних значень у межах від $-1\sigma_R$ до $+1\sigma_R$ та функціональні показники характеризуються відхиленнями від -1σ і вище;

Таблиця 21.4. Показники рівня біологічного розвитку хлопчиків шкільного віку

Вік	Довжина тіла (M±σ)	Щорічне збільшення довжини тіла, см	Ознаки окостеніння кісток кисті	Кількість постійних зубів (M±σ)	Ступінь статевого дозрівання
7	$M_7 \pm \sigma$	4–6	Наявність ядер скостеніння всіх кісток зап'ястка (крім горохоподібної), поява епіфіза ліктьової кістки	7±3	P_0, Ax_0
8	$M_8 \pm \sigma$	4–6	Наявність епіфіза ліктьової кістки	12±2	P_0, Ax_0
9	$M_9 \pm \sigma$	4–6	Наявність добре вираженого епіфіза ліктьової кістки	14±2	P_0, Ax_0
10	$M_{10} \pm \sigma$	4–6	Поява та формування шилоподібного відростка ліктьової кістки	18±3	P_0, Ax_0
11	$M_{11} \pm \sigma$	4–6	Наявність вираженого шилоподібного відростка ліктьової кістки	20±4	P_0, Ax_0
12	$M_{12} \pm \sigma$	4–6	Поява горохоподібної кістки	24±3	$P_{0,1}$, Ax_0, V_1
13	$M_{13} \pm \sigma$	7–10	Поява сесамоподібної кістки у I п'ястково-фаланговому суглобі	27±1	P_1, Ax_0, V_1, $L_{0,1}$
14	$M_{14} \pm \sigma$	7–10	Наявність сесамоподібної кістки	28	P_2, Ax_1, $V_{1,2}$, $L_{0,1}$, $F_{0,1}$
15	$M_{15} \pm \sigma$	4–7	Початок скостеніння I п'ясткової кістки	28	P_3, Ax_2, V_2, $L_{1,2}$, F_1
16	$M_{16} \pm \sigma$	3–4	Скостеніння I п'ясткової кістки та дистальних фаланг пальців	28	$P_{3,4}$, Ax_3, V_2 L_2, $F_{1,2}$
17	–	1–2	Скостеніння II–V п'ясткових кісток	28	P_4, Ax_3, V_2, L_2, $F_{2,3}$

Примітка: *Ax – оволосіння пахвових впадин; P – оволосіння лобка; F – оволосіння обличчя; L – розвиток кадика; V – мутація голосу.*

- *дисгармонійним*, якщо величини маси тіла і обводу грудної клітки відстають або випереджають стандартні значення за рахунок надлишкових жировідкладень на $\pm 1\sigma_R - \pm 2\sigma_R$ і функціональні показники знаходяться у межах від -1σ до -2σ;
- *різко дисгармонійним*, якщо величини маси тіла і обводу грудної клітки відстають або випереджають нормативні показники за рахунок надлишкових жировідкладень більш ніж на $\pm 2\sigma_R$ і функціональні показники характеризуються відхиленнями від -2σ і нижче.

Висновок щодо фізичного розвитку дитини при використанні комплексного методу повинен мати такий вигляд (табл. 21.5): "Фізичний розвиток учня 10 років середній (вище середнього, високий, нижче середнього, низький), гармонійний (дисгармонійний, різко дисгармонійний), біологічний вік відповідає *календарному вікові (випереджає календарний вік, відстає від календарного віку)".*

Центильний метод оцінки фізичного розвитку, на відміну від традиційних, що орієнтовані на оцінку ознак фізичного розвитку, які варіюють за законом нормального розподілу, є ефективним непараметричним способом стислого опису характеру розподілу показників, котрий має право- або лівобічну асиметрію (маса тіла, обвід грудної клітки тощо).

Суть центильного методу полягає в зіставленні фактичної ознаки розвитку окремої характеристики фізичного розвитку з упорядкованим рядом, що включає у свою структуру весь діапазон коливань ознаки, яка досліджується, розподілений на 100 інтервалів, потрапляння в які має однакову ймовірність,

Таблиця 21.5. Комплексна оцінка фізичного розвитку дітей та підлітків

Біологічний рівень	Морфофункціональний стан	Маса тіла, обвід грудної клітки	Функціональні показники
Відповідає вікові	Гармонійний	M ± 1σR і більше за рахунок розвитку м'язів	M ± 1σR та вище
Випереджає вік	Дисгармонійний	Від M-1σR до M-2σR, від M+1σR до M+2σR	Від M-1σR до M-2σR
Відстає від віку	Різко дисгармонійний	Від M-2σR і нижче, від M+2σR і вище	Від M-2σR і нижче

Примітка: *M – середньоарифметична зважена величина; σ_R – сигма регресії.*

але розміри цих центильних інтервалів у абсолютних одиницях вимірювань неоднакові. Для визначення ступеня фізичного розвитку використовують сім фіксованих центилів: 3, 10, 25, 50,75, 90 та 97 і відповідно вісім центильних інтервалів:

- 1-й інтервал (нижче ніж 3 %) – дуже низькі показники;
- 2-й інтервал (від 3 до 10 %) – низькі показники;
- 3-й інтервал (від 10 до 25 %) – знижені показники;
- 4-й та 5-й інтервали (відповідно від 25 до 50% та від 50 до 75 %) – середні показники;
- 6-й інтервал (від 75 до 90 %) – підвищені показники;
- 7-й інтервал (від 90 до 97 %) – високі показники;
- 8-й інтервал (вище ніж 97 %) – дуже високі показники.

Індивідуальну оцінку морфофункціональних показників проводять за одновимірними оціночними шкалами, що включають у свою структуру розмах коливань (максимальне та мінімальне значення), центральну тенденцію (медіану впорядкованого ряду) та 8 центильних інтервалів і дозволяють визначити як окремі характеристики розвитку соматометричних ознак, так і ступінь його гармонійності, враховуючи той факт, що 4-й та 5-й інтервали номограми характеризують гармонійний фізичний розвиток, 3-й та 6-й інтервали – дисгармонійний, 1-й та 2-й і 7-й та 8-й – різко дисгармонійний за рахунок дефіциту або надлишку маси тіла.

21.5. Гігієнічна оцінка організації фізичного виховання і трудового навчання в дитячих закладах

Медичний контроль за фізичним вихованням дітей та підлітків передбачає проведення медичних спостережень за станом і динамікою їх здоров'я та особливостями реакцій організму у відповідь на фізичні навантаження, санітарний нагляд за приміщеннями та умовами фізичного виховання і заняттями спортом.

Дошкільний вік. Виходячи з можливостей залучення дітей дошкільного віку до фізичного виховання, виконання фізичних вправ тощо, прийнято поділяти їх на три групи. До *першої групи* належать діти, які за станом здоров'я відносяться до першої та другої груп здоров'я, тобто ті, здоров'я яких не перешкоджає залученню до всіх видів фізичного виховання відповідно до їх вікових можливостей і особливостей функціонального розвитку. До *другої групи* відносяться діти з різними захворюваннями в стадії компенсації і затримкою фізичного розвитку, а також ті, які часто і тривало хворіють. До дітей цієї групи потрібен обережний підхід щодо виконання фізичних вправ, пов'язаних із м'язовими зусиллями, щадний режим загартовування тощо. Зрештою, до *третьої групи* належать діти з природженими вадами розвитку, хронічними захворюваннями, що супроводжуються тривалою (стійкою) суб- і декомпенсацією та з гострими запальними захворюваннями будь-якої локалізації тощо. Залежно від стану здоров'я та функціональних можливостей діти цієї групи можуть повністю звільнятися від занять з фізичного виховання. Їм потрібен індивідуальний режим лікувальної фізкультури.

Дітей шкільного віку залежно від стану здоров'я та рівня функціональної підготовленості також поділяють на 3 групи фізичного виховання: основну, підготовчу та спеціальну.

До основної групи відносяться здорові діти та підлітки, а також ті, хто має незначні функціональні відхилення, якщо їхній загальний розвиток не перешкоджає загальному доброму самопочуттю дитини та її заняттям фізичними вправами за шкільною загальноосвітньою програмою.

За наявності у стані здоров'я функціональних порушень, деяких хронічних захворювань, підвище-

ної збудливості серцево-судинної і нервової систем, швидкої втомлюваності, після гострих захворювань тощо школярі мають бути зараховані до підготовчої групи. У цій групі заняття мають проводитися з меншим фізичним навантаженням та індивідуальним добором вправ.

Спеціальна група включає школярів з хронічними захворюваннями в стадії декомпенсації та субкомпенсації, з короткозорістю понад 5 діоптрій, суттєвими дефектами опорно-рухового апарату тощо. Діти цієї групи звільняються від занять в основній групі і, як правило, в підготовчій групі. Вони мають займатися за індивідуальним режимом лікувальної фізкультури. Існують спеціальні методичні вказівки з деталізованими рекомендаціями, що стосуються показань до занять фізичною культурою у тій чи іншій групі дітей з визначеною формою і стадією різних захворювань.

Встановлено орієнтовні терміни початку занять з фізкультури і допущення до спортивних змагань після перенесених захворювань (табл. 21.6). Проте в кожному разі це питання вирішується індивідуально, після проведення поглибленого медичного обстеження.

Усі питання щодо зарахування дитини будь-якого віку до тієї чи іншої групи фізичного виховання, про перехід з однієї групи до іншої тощо вирішується лікарем за результатами первинного, а далі – регулярного періодичного медичного обстеження. Об'єктивними критеріями такої оцінки можуть бути показники рівня рухової активності та фізичної підготовленості і працездатності дітей та підлітків. Забороняти заняття з фізкультури лікар повинен тільки в крайніх випадках, якщо він сумнівається в їх користі для дитини.

Таблиця 21.6. Основні терміни поновлення занять фізичною культурою після гострих захворювань

Захворювання	Термін поновлення занять після хвороби
Ангіна	2–4 тижні
Бронхіт, ГРВІ	1–3 тижні
Гострий отит	2–4 тижні
Пневмонія	1–2 тижні
Плеврит	1–2 тижні
Грип	2–4 тижні
Гострі інфекційні захворювання	1–2 тижні
Гострий нефрит	2 тижні
Гепатит інфекційний	8–12 тижнів
Апендицит (після операції)	1–2 тижні
Переломи кісток кінцівок	1–3 тижні
Струс мозку	3–12 місяців і більше

Критеріями комплексної оцінки рухової активності дітей та підлітків є *число локомоцій, величина енерговитрат і тривалість динамічного компонента* як у добовому циклі, так і протягом певного проміжку часу, наприклад, у навчальний або в позаурочний час.

Число локомоцій (у кроках) визначають за допомогою крокоміра, що прикріплюється до одягу досліджуваного у вертикальному положенні поблизу від центру ваги його тіла.

Величина енерговитрат (у кДж або ккал) розраховується хронометражно-табличним методом з урахуванням того, що енерговитрати організму складаються з таких компонентів, як основний обмін; витрати енергії на ріст, розвиток тощо (15 % від величини основного обміну); витрати енергії, пов'язані зі специфічно-динамічною дією їжі (10 % від величини основного обміну); витрати енергії, що зумовлені виконанням певної діяльності та руховою активністю.

Тривалість рухового динамічного компонента (у хвилинах або у %) визначають на підставі даних хронометражних спостережень, анкетування або інтерв'ювання учнів.

Гігієнічна оцінка уроку фізичної культури передбачає проведення хронометражних спостережень (вступна, підготовча, основна і заключна частини), визначення загальної і моторної щільності уроку та зовнішніх ознак втоми, побудову фізіологічних кривих фізичного навантаження, використання функціональних проб, дослідження рівня рухової активності та ступеня фізичної підготовленості, здійснення контролю за повітряно-тепловим режимом внутрішньошкільного середовища та оцінку правильності медичного забезпечення уроку.

В ході проведення *хронометражних спостережень* враховують, що вступна частина (3–4 хвилини) передбачає організацію колективу та його підготовку до уроку, підготовча частина (12–15 хвилин) зумовлює проведення загальної фізичної підготовки, основна частина (20–25 хвилин), яка власне є темою уроку, поділяється на 2 періоди, а саме: періоди формування рухових навичок та рухливої гри, зрештою – заключна частина (3–5 хвилин) повинна забезпечити приведення організму до вихідного стану.

Загальна щільність уроку фізичної культури – це співвідношення корисного часу, тобто часу, що був витрачений на виконання різних рухів, показ фізичних вправ та їх пояснення вчителем, шикування та перешикування, прибирання спортивного реманенту, – до загальної тривалості заняття. Відповідно до гігієнічних вимог її величина повинна становити не менш ніж 80%. *Моторна щільність уроку фізичної культури* являє собою відношення часу, що був витрачений на виконання різних рухів, до загальної тривалості заняття. Згідно з гігієнічними нормативами її величина не повинна складати менш ніж 60%.

Фізіологічна крива фізичного навантаження – це графічне зображення реакцій провідних показників функціонального стану організму (частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, частота дихання тощо) у відповідь на фізичне навантаження. В умовах правильної побудови уроку фізіологічна крива повинна мати двохвершинну параболоподібну форму, причому після вступної частини уроку рівень фізіологічних показників, як правило, повинен збільшуватися на 15–20%, після періоду формування рухових навичок основної частини – на 50–60%, після рухливої гри – на 70–90%, після заключної частини – на 5–10%, що свідчить про наявність тренувального ефекту, і через 2–3 хвилини після закінчення уроку має повертатися до рівня вихідних значень.

Основними *зовнішніми ознаками втоми*, що враховуються, є зміна забарвлення шкіри обличчя, зрушення з боку характеристик дихання, уваги, самопочуття, пітливості та особливостей виконання необхідних рухів.

Функціональними пробами, які нині широко використовуються, слід вважати ортостатичну пробу (перехід дитини з положення лежачи в положення стоячи з наступним визначенням реакцій серцево-судинної та дихальної систем), пробу Мартіне – Кушелевського (здійснення 20 присідань протягом 15 секунд), модифіковану пробу Летунова (10 віджимань від підлоги протягом 10 секунд), біг на місці у максимальному темпі впродовж 10 секунд та біг на місці протягом 1 хвилини (дівчата) і 1,5 хвилин (юнаки) у темпі 180 кроків за хвилину), степ-тест (PWC_{170}) тощо.

21.6. Режим дня та гігієна навчально-пізнавальної діяльності

Режим дня дітей та підлітків і організація навчального процесу в школі й позанавчальній діяльності мають враховувати стан здоров'я, вікові особливості фізичної та розумової працездатності дитини і досягнутий рівень розвитку.

Фактично режим дня являє собою розподіл часу на виконання різних видів діяльності та відпочинку протягом доби, в основі якого знаходиться умовнорефлекторна діяльність, а саме – процеси формування певного динамічного стереотипу щодо здійснення її окремих видів.

Режим дня вважається правильним у тому випадку, якщо передбачає достатній час для виконання дитиною всіх необхідних елементів життєдіяльності та забезпечує високий рівень працездатності.

З метою гігієнічної оцінки режиму дня дітей і підлітків використовують методи анкетування, інтерв'ювання та хронометражних спостережень.

У ході досліджень необхідно отримати інформацію про наявність і тривалість у режимі дня основних режимних елементів (сон, навчальна діяльність у школі, режим харчування, відпочинок з перебуванням на свіжому повітрі, підготовка домашніх завдань, виконання домашніх обов'язків, вільний час), правильність та доцільність їх взаєморозташування, відповідність стану здоров'я, віково-статевим анатомо-фізіологічним і функціональним особливостям організму та індивідуальним схильностям дитини.

Слід підкреслити, що щотижневе навчальне навантаження зазвичай має бути обмежене 24 годинами для учнів 1–3-го класу, 27 – для учнів 4-го, 29 – для учнів 5–7-го, 30 – для учнів 8-го, 32 годинами для учнів 9–11-го класів.

Зважаючи на особливості біоритмологічної структури особистості та закономірності змін працездатності протягом доби, розклад занять необхідно складати таким чином, щоб уроки з найскладніших предметів проводилися після періоду впрацьовування і до появи розумової втоми.

Гігієнічна оцінка організації навчального процесу в школі передбачає вивчення навчального розпорядку, розкладу занять та організації уроку.

Контроль за навчальним розпорядком пов'язаний з визначенням часу занять у школі, тривалості уроків, перерв між уроками та змінами, відповідності кількості уроків протягом року і тижня навчальному плану.

Основними елементами *санітарно-гігієнічного нагляду за розкладом занять* є визначення відповідності розподілу та чергування предметів протягом навчального дня і навчального тижня стану здоров'я та морфофункціональним можливостям організму дітей і підлітків, урахування особливостей фізіологічної

кривої працездатності учнів, вивчення ступеня складності предметів та характеру їх взаєморозташування (наявність здвоєних уроків, розміщення поряд уроків з предметів, подібних за змістом або за видом діяльності, наприклад, рідна мова та іноземна мова, алгебра й геометрія тощо).

Для визначення ступеня складності уроків використовують методику групування предметів за ступенем важкості (1 група: математика, іноземна мова; 2 група – хімія, фізика; 3 група – рідна мова, історія, географія; 4 група – природознавство, література; 5 група – фізична культура, музика, праця) або рангову шкалу складності шкільних предметів (математика – 11 балів; іноземна мова – 10; фізика, хімія – 9; історія – 8; рідна мова, література – 7; природознавство, географія – 6; фізична культура – 5; праця – 4; креслення – 3; малювання – 2; музика – 1 бал).

Гігієнічна оцінка організації уроку передбачає дослідження умов його проведення, особливостей подання навчального матеріалу, методики та наочності викладання, ступеня розвитку втоми учнів у ході навчального процесу, проведення хронометражних спостережень за тривалістю основних структурних елементів уроку (організаційна частина, перевірка домашнього завдання, основна частина, закріплення нового матеріалу, заключна частина).

Між уроками встановлюють перерви, тривалість яких складає від 10 до 30 хвилин. Велику перерву (30 хв) доцільно проводити після 2-го або після 3-го уроку. Одним із можливих та поширених варіантів розподілу перерв є ще такий: по 20 хвилин після 2-го і 3-го уроків, що дає змогу використовувати першу велику перерву для сніданку школярів молодших та середніх, а другу – для сніданку школярів старших класів.

У період іспитів режим дня має змінюватися таким чином, щоб загальна тривалість занять із самопідготовки не перевищувала 8–9 годин з обов'язковим дво-, тригодинним перебуванням на свіжому повітрі вдень і перед сном.

Важливим елементом складання режиму дня є гігієнічне регламентування позанавчальної діяльності дітей та підлітків як в умовах позашкільних закладів, так і у вільний час.

22 РОЗДІЛ

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

До дитячих закладів належать дитячі дошкільні (ясла, дитячі садки та інш.), дитячі освітні (загальноосвітні та спеціалізовані) школи (ліцеї, гімназії) різного типу та позашкільні заклади (палаци, будинки дітей та юнацтва, літні табори тощо).

Здоров'я дитини, її соціально-психологічна адаптація, нормальне зростання й розвиток багато в чому визначаються середовищем, у якому вона перебуває.

Для дитини 6–17 років таким середовищем є школа, позаяк вона у ній проводить близько 70% часу. Не випадково гігієністи, фізіологи, педіатри, педагоги, психологи намагаються виділити весь комплекс чинників, які можуть порушувати процеси росту і розвитку дитини, погіршувати її здоров'я.

Основні чинники шкільного середовища, які можуть мати вплив на здоров'я дитини:

1. Мікроклімат навчальних приміщень.
2. Стан повітряного середовища.
3. Природне та штучне освітлення класів і кабінетів.
4. Невідповідність дитячих меблів.
5. Гіподинамія.
6. Нераціональне харчування.
7. Психоемоційне навантаження.

За даними спеціальних медичних епідеміологічних спостережень, за період навчання в школі здоров'я дітей значно погіршується. В чотири рази зростає частота виявлення порушень зору, удвічі – органів травлення, в 3,5 рази – нервової й ендокринної систем та функціональних відхилень у серцево-судинній системі.

У середньому в Україні лише 10,0% випускників шкіл можна вважати здоровими, 52,6% – мають серйозні морфофункціональні відхилення, а 36,0–40,0% школярів страждають на хронічні захворювання. Останніми роками також спостерігається зростання нервово-психічних захворювань у школярів. Тільки 23% дітей можна визнати благополучними, 77% учнів становлять групу ризику, причому 28% з них мають дисфункціональні стани, які виходять за межу норми (М. М. Коренєв та ін.).

Без урахування негативних наслідків щодо впливу на підростаючий організм порушуються гігієнічні принципи організації навчального процесу. Збільшується термін навчання в школі (до 12 років), зменшується вік дітей, що навчаються в школах, підвищується навчальне навантаження на учнів, зменшується кількість класів та груп у загальноосвітніх навчальних закладах, професійно-технічних училищах та збільшується їх наповнюваність. Змінюються і вводяться нові навчальні програми та підручники, в т. ч. і комп'ютерні, які повинні мати гігієнічну оцінку щодо їх безпеки для фізичного і психічного здоров'я школярів.

Проведене за єдиною схемою у 2001–2002 рр. обстеження всіх загальноосвітніх закладів України виявило, що матеріально-технічний стан середніх загальноосвітніх навчальних закладів і їх оснащення не відповідають гігієнічним вимогам до умов для повноцінного і гармонійного розвитку дітей: спортивні зали мають 68% із обстежених 13 620 закладів, актові зали – 45%, обідні зали – 70%, приміщення для подовженого дня – лише 9%.

Кабінети комп'ютерної техніки обладнані в 30% навчальних закладів, комп'ютерне обладнання яких відповідає гігієнічним вимогам у 75% випадків, а спеціальні комп'ютерні меблі є лише в 31% кабінетів. Навчальними меблями повністю забезпечено 77% навчальних закладів.

Навчальні приміщення за функціонально-планувальними показниками та освітленням не відповідають гігієнічним вимогам у понад 20 % шкіл. Фактична наповнюваність навчальних закладів перевищує проектну серед міських – у 28 %, сільських – 5,3 % шкіл.

Навчання у 2–2,5 зміни здійснюють у 14 % (серед міських – у 33 %, серед сільських – в 7 % шкіл), а початок занять раніше ніж о 8.30 – у 23 % навчальних закладів, що призводить до систематичного порушення хронобіологічних режимів життєдіяльності дітей.

Аналіз організації медичного обслуговування засвідчив:

- лише 18,0 % загальноосвітніх навчальних закладів України мають медичні приміщення, що відповідають вимогам ДСанПіН 5.5.2.008-01 "Державні санітарні правила і норми по устаткуванню, утриманню загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу";
- забезпеченість медичними працівниками недостатня (лікарями-педіатрами забезпечено в цілому лише 8,9 % шкіл: серед них міських шкіл – 24,7 % та сільських – 1,4 %);
- медичними оглядами у 2002–2003 навчальному році було охоплено 86,7 % учнів у міській місцевості і лише 51 % – у сільській;
- в умовах навчального закладу лише у 20,5 % шкіл проводяться профілактично-оздоровчі заходи щодо оздоровлення учнів з порушеннями у стані здоров'я.

22.2. Гігієнічні вимоги до планування та благоустрою дитячих закладів

Ділянки під забудову шкіл повинні розташовуватися в зонах населеного пункту з дотриманням санітарних норм щодо відстані від джерел викидів шкідливих речовин, шуму, вібрації, електромагнітних та іонізуючих випромінювань. Тобто їх слід розміщувати в екологічно найпридатніших місцях, на певному віддаленні від джерел забруднення атмосферного повітря, шуму та великих транспортних магістралей. Найдоцільніше розташовувати ці заклади внутрішньоквартально.

Розміщення дитячих закладів має бути поблизу від місць проживання відповідних контингентів дитячого та підліткового населення. Для дошкільних закладів радіус обслуговування повинен складати 0,3–0,5 км, для школярів молодших класів – до 0,5 км, для школярів середніх класів – до 1 км, для школярів старших класів – до 1,5 км, у сільській місцевості (за умови організованого підвезення дітей спеціально виділеним і придатним транспортом) – до 3 км.

Земельні ділянки, де розташовані заклади для дітей та підлітків, за своїми розмірами мають відповідати гігієнічним нормативам.

При розміщенні відповідних закладів слід враховувати необхідність забезпечення основних приміщень і відкритих ігрових та інших майданчиків не менш як тригодинною безперервною інсоляцією.

Внутрішнє планування дитячих дошкільних закладів має бути таким, щоб було створено необхідні умови для дотримання принципу групової ізоляції, забезпечення можливості рухової активності дітей, створення сприятливого повітряного і теплового середовища, достатньої освітленості тощо. Площа озеленення земельних ділянок має становити не менше ніж 15–17 м^2 на одне місце, тобто понад 50 % усієї їх площі. Зменшення цього нормативу можливе тільки тоді, коли ділянка дитячого закладу безпосередньо межує з лісовими або парковими територіями.

На території земельної ділянки дитячого дошкільного закладу слід передбачити наявність групових майданчиків для дітей різного віку, загального фізкультурного майданчика, городу-ягідника, господарчої зони та пішохідних доріжок.

Під час планування ділянок під освітні заклади для дітей шкільного віку вихідним є забезпечення насамперед раціонального функціонального зонування території і достатньої площі відповідних зон. Площа земельної ділянки навчально-виховних закладів (шкіл) має відповідати нормативним значенням, наведеним у таблиці 22.1.

До сучасних типів загальноосвітніх шкіл належать: початкові, основні та середні школи, гімназії та ліцеї.

Навчальні будівлі загальноосвітніх шкіл розміщують не ближче ніж 2,5 м від червоної лінії земельної ділянки, по периметру якої передбачається захисна зелена смуга (дерева, кущі) шириною не менше 1,5 м, а з боку вулиці – не менш як 3 м.

На ділянках навчального закладу мають бути розташовані такі **функціональні зони:** навчальна, навчально-дослідна (навчально-виробнича), фізкультурно-спортивна, господарча, житлова (за наявності гуртожитків, спальних корпусів тощо) та зона відпочинку. Фізкультурно-спортивну зону бажано розміщувати таким чином, аби вона не проглядалася з вікон навчальних класів (особливо початкових).

Таблиця 22.1. Площа земельної ділянки загальноосвітньої школи (без інтернату)

Кількість учнів	Площа ділянки, га	Кількість учнів	Площа ділянки, га
40	0,3	627	2,0
80	0,5	784	2,2
129	1,2	1176	2,8
320	1,7	1568	3,0
464	2,0	1960	4,0

Висота будівель загальноосвітніх шкіл не повинна перевищувати трьох-чотирьох поверхів, висота поверхів (від підлоги до підлоги вище розташованого поверху) має бути не меншою ніж 3,6 м, висота лекційних приміщень (на 50 місць і більше), актових залів, фізкультурно-спортивних споруд – не меншою ніж 4,2 м.

Забудова навчально-виховних закладів здійснюється за трьома основними системами: **компактною (централізованою) – А, блочною (секційною) – Б та павільйонною (децентралізованою) – В** (рис. 22.1). Набір і розташування приміщень залежать від типу закладу.

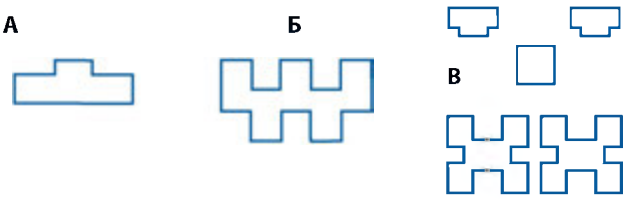


Рис. 22.1. Основні системи забудови дитячих закладів (пояснення в тексті)

Проте нині сучасні середні школи будуються переважно за блочною (секційною) структурою. Така структура передбачає можливість розміщення дітей різних вікових груп в окремих блоках; разом з тим, загальношкільні приміщення об'єднуються в окремий блок.

22.3. Гігієнічні вимоги до оснащення дитячих закладів

У складі шкільних будівель має бути передбачено три групи приміщень – основні (навчальні кабінети, класні кімнати, лабораторії, навчальні майстерні, спортивний зал), допоміжні (бібліотека, рекреаційні приміщення, їдальня, буфет, актовий зал, комори, складські приміщення, туалети тощо) та службові приміщення (кабінети для адміністрації, вчительські, медичний кабінет тощо).

Більшу частину часу учні перебувають у класних кімнатах або навчальних кабінетах, які мають відповідати певним гігієнічним вимогам (табл. 22.2).

Площа класу має бути не меншою ніж 60 м², навчального кабінету – 50–60 м², мінімальна площа на одного учня в цих кімнатах становить 2,0 м². Найкраща форма класної кімнати – прямокутна зі співвідношенням глибини до ширини 3:4. Відстань від першого ряду парт до дошки має складати 1,6–2 м, висота стелі – 3–3,5 м. Розміщення вікон – лівобічне, кут розгляду (кут між лінією погляду і площиною класної дошки в горизонтальній площині) має бути не меншим як 30–35°. Площа вчительської визначається з розрахунку 1,5–2,5 м² на один клас.

При спортивних залах мають бути дві роздягальні площею по 16 м² кожна, дві душові – по 3 м² кожна та два туалети – по 2 м² кожний.

У школах, які містять більше ніж 20 класів, влаштовують два гімнастичні зали, в тому числі один (на 144 м²) – для занять з учнями молодших класів.

Актовий зал розраховують на одночасне перебування в ньому не менш як 25 % учнів від загальної кількості їх, площею по 0,6 м² на кожного присутнього.

Таблиця 22.2. Перелік основних навчальних приміщень шкільних будівель та їх площа

Приміщення, група приміщень	Мінімальна площа на одного учня (м)
Навчальні класи, навчальні кабінети	1,25–2,4
Лабораторії з природничих наук, кабінети креслення	2,8
Лабораторії професійно-технічного та спеціального профілю	4
Кабінети інформатики та обчислювальної техніки (на одне робоче місце біля дисплею)	6
Аудиторії (залежно від кількості місць, обладнання)	Від 1 до 3

Кількість місць в обідніх залах їдалень у загальноосвітніх школах установлюється з розрахунку одне місце на трьох учнів. Площа обіднього залу в цих закладах установлюється з розрахунку 1,4 м² на одне місце.

У кожному навчальному закладі мають бути розташовані приміщення медичного обслуговування, до складу яких входять: терапевтичний кабінет (площею не менш як 16 м²), процедурна (10 м²), фізіотерапевтичний кабінет (18 м²), стоматологічний кабінет (16 м²), кімната психофізіологічного розвантаження (18 м²). Терапевтичний кабінет може бути використаний і як офтальмологічний. Для цього треба, щоб довжина однієї з його стін була не меншою ніж 5,8 м.

Санітарно-технічне обладнання будівель і окремих приміщень дитячих закладів має забезпечувати режим мікроклімату і повітряного середовища, що відповідає гігієнічним вимогам.

Забезпечення потрібного рівня освітленості приміщень та їх ультрафіолетового опромінення досягається шляхом дотримання відповідних заходів як під час будівництва дитячих закладів, так і під час їх експлуатації. Одним із таких заходів є оптимальна орієнтація вікон.

Будівельними нормами встановлено такі значення коефіцієнта природної освітленості (КПО): в класних кімнатах не менше ніж 1,5 %, в кабінетах креслення і малювання не менш ніж 2 %. За результатами гігієнічних досліджень вважається, що значення КПО мають бути ще більшими і сягати 2,5–5 %.

В основних приміщеннях дитячих закладів, де підвищене зорове навантаження, світловий коефіцієнт має бути 1:4 або більше. В інших приміщеннях він може складати 1:5–1:6. Відстань між вікнами (ширина простінків) не повинна бути більшою ніж 0,5 м.

При однобічному розташуванні вікон коефіцієнт заглиблення (відношення глибини кімнати до відстані від підлоги до верхнього краю вікна) не повинен бути більшим ніж 2. Якщо глибина приміщення становить більше ніж 6–6,5 метрів, виникає потреба у двобічному природному освітленні. Аби не заважати вільному проникненню зовнішнього світла до приміщень, протилежні будівлі мають розташовуватися від будівлі дитячого закладу на відстані не менше ніж 2,5–3 їх висоти.

Важливе значення має колір оточуючих поверхонь та обладнання, від якого залежить коефіцієнт відбиття. Білий колір відбиває 80–90 % світлових променів, жовтий та світло-голубий – 70–80 %, зелений – 60 %, світло-коричневий, темно-рожевий – 30–45 %, темно-зелений – 22–25 % світлових променів. Має бути забезпечена певна контрастність співвідношення яскравості поверхонь: 1:7 (зошит – вікно), 1:12 (класна дошка – вікно), 4:1 (зошит – парта) (табл. 22.3).

У приміщеннях дитячих дошкільних закладів слід використовувати світильники, що забезпечують освітлення відбитим або розсіяним світлом, яскравість яких не перевищує 2000 Кд/м².

У разі застосування комбінованого освітлення приміщень (природне та штучне) оптимальне співвідношення між світловими потоками від вікна і від джерела штучного освітлення становить 2:1.

22.4. Методики обстеження умов перебування учнів у навчальних закладах та гігієнічна оцінка навчальних меблів

Анатомо-фізіологічні вікові особливості дитячого організму, а також потреба у проведенні ефективного навчального процесу, відпочинку та виховної ро-

Таблиця 22.3. Нормативи штучного освітлення приміщень

Приміщення	Освітленість, лк	
	лампи розжарювання	*люмінесцентні лампи*
Групові, гральні, кімнати для музичних занять, приймальня, роздягальня в дошкільному дитячому закладі	150	200
Спальні в дошкільному дитячому закладі	50	75
Класи, навчальні кабінети, аудиторії, лабораторії, майстерні шкіл та профтехучилищ	200	300
Кабінети креслення та малювання	300	500
Спортивні та актові зали	150	200
Рекреаційні приміщення	100	150

боти з дітьми зумовлюють необхідність використання в дошкільних та шкільних закладах обладнання, яке б відповідало певним гігієнічним вимогам. Ці вимоги враховують насамперед особливості процесів формування зорового аналізатора та опорно-рухового апарату, підтримання робочої пози тощо.

Слід зазначити, що з віком у дітей відбуваються зміни у величині нахилу тіла. Так, якщо у школярів молодших класів голова має середній нахил по відношенню до горизонтальної площини 45°, а грудний відділ хребта – 55°, то в старшокласників ці показники становлять відповідно 33 та 48°. Нормальною вважається поза, при якій забезпечуються стійка рівновага тіла, нормальна діяльність серцево-судинної, дихальної й травної систем, зорового та слухового аналізаторів. Тому розміри дитячих та шкільних меблів мають бути стандартними і відповідати нормативним вимогам, наведеним у табл. 22.4.

Столи, стільці та парти повинні мати кольорове маркірування, що відповідає певній групі і яке можна було б бачити збоку від проходу між ними. Маркірування роблять у формі кола діаметром 25 мм або горизонтальної смужки завширшки 20 мм. На партах (на нижній поверхні кришки та стільці – сидінні) роблять позначку у вигляді дробу, в чисельнику якого пишуть літеру, що визначає групу меблів, а в знаменнику – діапазон довжини тіла дітей, для яких призначені меблі (наприклад, Б/130–145).

Необхідно витримувати і правильне співвідношення між столами і стільцями, яке регламентується величинами дистанції сидіння, дистанції спинки та диференції (рис. 22.2).

Найкраще основні гігієнічні вимоги щодо шкільних меблів можна прослідкувати на класичній шкільній парті (парта Ерісмана, рис. 22.3).

Розрізняють такі критерії гігієнічної оцінки шкільних меблів: глибина сидіння, що повинна становити

Рис. 22.2. Сучасна парта.

Рис. 22.3. Парта Ерісмана

Таблиця 22.4. Основні розміри парт, столів і стільців для школярів

Група меблів	Довжина тіла, см	Висота заднього краю кришки столу над підлогою, мм	Висота сидіння над підлогою, мм	Колір маркірування
А	до 130	540	320	Жовтий
Б	130–145	600	360	Червоний
В	145–160	660	400	Голубий
Г	160–175	720	440	Зелений
Д	понад 175	780	480	Білий

від 2/3 до 3/4 довжини стегна; диференція (відстань по вертикалі від заднього краю кришки столу від сидіння до ліктя вільно опущеної руки з додаванням 5–6 см; дистанція сидіння (відстань по горизонталі між переднім краєм сидіння та проекцією заднього краю кришки стола на площину сидіння) буває позитивною (коли є проміжок між сидінням і заднім краєм стола), негативною (коли край сидіння заходить за край стола) і нульовою (коли краї співпадають). Найкраща дистанція – негативна і повинна становити 4–7 см. Дистанція спинки (відстань від спинки стільця до заднього краю кришки стола) повинна перевищувати передньо-задній розмір грудної клітки учня на 5–6 см. Кут нахилу кришки стола оптимальний у межах від 12 до 15°. При невідповідності розмірів шкільних меблів зросту учнів розвиваються порушення постави.

Дистанція сидіння (відстань від заднього краю столу до переднього краю сидіння в горизонтальній площині) має бути від'ємною, тобто сидіння стільця має заходити за краї столу на 3–4 см для групи А, 5–6 см для груп Б і В та 7–8 см для груп Г і Д (рис. 22.4).

Дистанція спинки (відстань від заднього краю столу до спинки стільця в горизонтальній площині) має перевищувати передньо-задній діаметр грудної клітки на 3–5 см.

Диференція (відстань від заднього краю столу до сидіння у вертикальній площині) має перевищувати на 5–6 см відстань від площини сидіння до ліктя вільно опущеної руки школяра, який сидить.

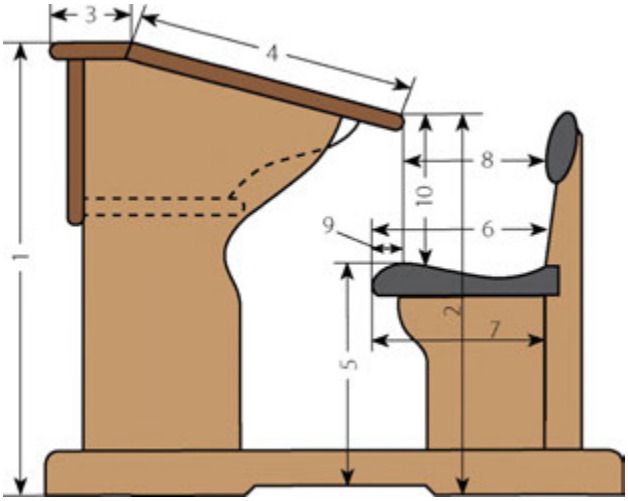


Рис. 22.4. Основні розміри шкільної парти. 1 – висота переднього краю столу; 2 – висота заднього краю столу; 3 – ширина горизонтальної частини кришки; 4 – ширина похилої частини кришки; 5 – висота сидіння; 6 – глибина сидіння; 7 – ширина сидіння; 8 – дистанція спинки; 9 – дистанція сидіння; 10 – диференція

При розміщенні учнівських столів і стільців у класах та навчальних кабінетах у перших трьох рядах слід розташовувати столи менших розмірів, в останньому ряді – найбільших для даного класу розмірів.

Вимоги до окремих параметрів розміщення меблів у класі такі: відстань від першого ряду парт до дошки повинна становити 2,4–2,6 м, розрив між рядами парт – 0,6–0,8 м, між першим рядом парт і зовнішньою стіною – 0,6–0,7 м, між третім рядом і внутрішньою стіною – 0,5–0,6 м, між задньою стіною і останнім рядом парт – 0,4–0,5 м.

Якщо навчальні кімнати мають не прямокутну, а квадратну конфігурацію і меблі в них виставляються в 4 ряди, відстань від дошки до перших парт (столів) має бути не меншою ніж 3 м, розрив від парт першого ряду до зовнішньої стіни повинен становити 0,8–1 м, між рядами парт – 0,6 м.

Нижній край класної дошки має бути на відстані 75–80 см від підлоги для учнів молодших класів і 80–90 см – для учнів середніх та старших класів.

Для профілактики порушень постави не менше 2-х разів на рік школярів пересаджують з першого ряду в третій і навпаки, не порушуючи відповідності групи меблів їх зросту та з урахуванням зору і слуху. Відповідно до діючих санітарно-гігієнічних норм, у класних кімнатах площа на одного учня не повинна бути менше 1,25 м^2, а в навчальних кабінетах чи лабораторіях – 1,4–1,65 м^2 (залежно від профілю лабораторії), у майстернях – 3,3 м^2, довжина класної кімнати – 9 м, ширина – від 5,7 до 6,2 м, висота приміщення – не менше 3 м. Для керівників загальноосвітніх навчальних закладів, які безпосередньо несуть відповідальність за санітарно-гігієнічні умови у шкільних приміщеннях, подаються зведені дані за показниками, висвітленими вище, у розрізі комфортної, допустимої та недопустимої зон.

Основні вимоги до гігієни праці трансформувались по відношенню до вчителя й учнів як основних суб'єктів навчально-виховного процесу, тобто їхньої розумової праці на уроці. Унаслідок довгої або напруженої роботи в організмі з'являється об'єктивний стан стомлення, зниження працездатності. Багато в чому динаміка працездатності дитини визначається віком і властивостями її нервової системи. У молодших школярів розумове стомлення настає досить швидко, тому навчальне навантаження для них обмежується у школі та вдома. У підлітків період оптимальної працездатності повної компенсації подовжується,

у старшокласників – стабілізується та наближається до норм праці дорослої дитини.

Серед зовнішніх факторів, що сприяють поліпшенню розумової працездатності суб'єктів навчально-виховного процесу, є вимоги до їх посадки за столом чи партою. Робоче місце має бути постійним. Висота стільця має бути такою, щоб ноги спирались повною стопою на підлогу, утворюючи в кульшовому й колінному суглобах прямі або трохи тупі кути. Стегна на 2/3–3/4 довжини повинні бути на сидінні. Під час роботи стілець засувають на 3–5 см за кришку столу. Під час читання й писання найдоцільніша поза з легким нахилом уперед. Під час слухання пояснення вчителя можлива "задня" поза, коли учень сидить, відкинувшись на спинку стільця.

Правильна посадка учнів, відкинувшись на спинку стільця, умови для роботи органів зору, кровообігу, дихання, травлення запобігають ранньому стомленню, сприяють збереженню правильної постави. Особливо вчителям слід стежити за робочою поставою учнів, щоб запобігти викривленню хребта, появі дефектів зору.

Певним гігієнічним вимогам мають відповідати шкільні підручники та дитячі іграшки (рис. 22.5).

Щодо підручників, ці вимоги ставляться до розмірів та форми шрифту, якості паперу, ілюстрацій, формату та маси книг, їх оправи. Для дітей дошкільного віку та першокласників, які вчаться читати, висота літер у підручниках повинна становити 6–8 мм. Висота шрифту для учнів 2–4 класів має бути від 2 до 2,5 мм, починаючи з 5-го класу – 1,75 мм, мінімальна товщина основних штрихів – 0,25–0,3 мм, а відстань між ними в літері не менше ніж 0,5–0,6 мм.

У звичайних підручниках не рекомендується набирати текст на сторінці у дві колонки, бо це суттєво утруднює роботу зорового аналізатора (збільшується кількість рухів очей, утруднюється відшукування початку рядків). У підручниках для 1–2-х класів відстань між рядками має бути не менша ніж 2,8 мм (між словами – не менша ніж 4 мм), для 3–4-х класів – не менша ніж 3 мм, починаючи з 5-го класу – не менша ніж 2 мм. Папір, що його використовують для друкування підручників, має бути білого або світло-жовтуватого кольору з коефіцієнтом відбиття 0,7–0,8, який забезпечує добрий контраст між тлом і друкованим матеріалом (літерами, малюнками). Оптимальною відстанню голови від тексту під час його читання вважають 25 см для дітей 8–9 років та 30–35 см – для школярів, почи-

Рис. 22.5. Підручники сучасного дизайну. Джерело фото: *osvita.ua*

наючи з 11–12 років. Оптимальний кут нахилу книги до поверхні столу повинен становити 40–45°.

На підставі досліджень функціонального стану опорно-рухового апарату, насамперед показників, що визначають стійкість вертикальної пози, встановлено такі допустимі маси щоденного навчального комплекту (тобто маси підручників, письмового приладдя та ранця або портфеля) школярів: для учнів 1–2-х класів – 1,2 кг; для учнів 3–4-х класів – 2,2 кг; для учнів середніх класів – 2,2–3,2 кг; для учнів старших класів – 3,2–3,7 кг. Разом з тим слід зазначити, що маса кожного підручника для школярів початкових класів не повинна перевищувати 300 г.

Серед основних гігієнічних вимог до іграшок слід виділити такі: матеріали для їх виготовлення не повинні містити токсичні речовини. Не допускається використання утильних матеріалів. Конструкція іграшок і матеріали, з яких їх виготовлено, не повинні мати загрози травматизації, покриття іграшок має щільно триматися і не змиватися гарячою (60 °С) водою з мийними засобами 2 % хлорним вапном або іншою дезінфекційною речовиною, бути стійкими до слини і поту, мати високу пожежостійкість.

23 РОЗДІЛ ХАРЧУВАННЯ ЯК ФАКТОР ЗДОРОВ'Я, НАУКОВІ ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

А. М. Антоненко, А. М. Гринзовський, П. В. Ставніченко, М. В. Кондратюк

23.1. Гігієна харчування як наука: визначення поняття, задачі

Гігієна харчування, або трофогігієна, – це розділ гігієни, який вивчає і розробляє питання раціонального харчування здорової та хворої людини, обґрунтовує заходи щодо безпечності харчових продуктів та профілактики аліментарних захворювань.

Основним завданням гігієни харчування є поліпшення здоров'я шляхом максимального використання позитивних сторін біологічної дії їжі на організм, як чинника навколишнього середовища.

У галузі гігієни харчування лікар лікувального фаху повинен:

1. Вміти давати гігієнічну оцінку харчуванню здорової, хворої людини або колективу людей та рекомендації щодо його покращення.
2. Знати гігієнічну характеристику основних харчових продуктів, які використовують для харчування населення (хімічний склад, біологічна цінність, засвоюваність).
3. Вміти діагностувати аліментарні захворювання, знати правильну тактику при цих захворюваннях, і головне – їх профілактику.
4. Здійснювати поточний санітарний нагляд на підприємствах громадського харчування (харчоблок лікарні, санаторію).
5. Вміти вести санітарно-просвітницьку роботу з питань використання раціонального харчування для профілактики і лікування захворювань.

23.2. Наукові теорії та концепції харчування

1. Антична кровотворна теорія харчування (Арістотель, Гален).
2. Класична теорія збалансованого харчування (Ю. Лібіх, кінець XIX ст.).
3. Теорія адекватного харчування (А. М. Уголєв).
4. Теорія збалансованого харчування (А. А. Покровський).
5. Теорія раціонального харчування.
6. Концепція диференційованого харчування.
7. Концепція спрямованого (цільового) харчування.
8. Концепція індивідуального харчування.
9. Концепція природного харчування.
10. Концепція вегетаріанського способу харчування.
11. Концепція роздільного харчування за Г. Шелтоном.
12. Концепція сироїдіння.
13. Концепція харчування макробіотиків.

23.2.1. Класичні теорії та концепції харчування

Історія науки розглядає три основні теорії харчування:

- античну;
- збалансованого харчування;
- адекватного харчування.

Антична теорія харчування

Антична теорія сформувалася в добу давньогрецького мислителя Арістотеля і проіснувала до часів давньоримського лікаря Галена. Відповідно до цієї теорії, живлення всіх структур організму відбувається за рахунок крові, що безперервно утворюється в травній системі з харчових речовин у результаті складного процесу невідомої природи, певною мірою подібного до бродіння. У печінці відбувається очищення цієї крові, після чого вона використовується для живлення всіх органів і тканин. На основі цієї теорії було побудовано численні лікувальні дієти давніх людей. Вона послугувала одним з обґрунтувань очищення організму від шкідливих речовин за допомогою кровопускання.

Теорія збалансованого харчування (рис. 23.1)

Ця теорія виникла понад 200 років тому і донедавна мала перевагу в дієтології. Вона набула розвитку на основі досягнень природознавства й безпосередньо спиралася на дослідження Германа Гельмгольца і Роберта Майєра, які сформулювали закон збереження енергії в живому організмі. Важливе значення для розвитку цього положення мали праці І. Сєченова.

Суть теорії збалансованого харчування:

1. Ідеальним вважається харчування, за якого надходження харчових речовин в організм відповідає їх витраті.
2. Їжа складається з кількох компонентів, які різняться за фізіологічним значенням: корисних, баластних і шкідливих, чи токсичних. У ній містяться і незамінні речовини, що не можуть утворюватися в організмі, але необхідні для його життєдіяльності.
3. Обмін речовин у людини визначається рівнем концентрації амінокислот, моносахаридів, жирних кислот, вітамінів і мінеральних речовин, що дає змогу створити так звані "елементні" (мономерні) дієти.
4. Утилізацію їжі здійснює сам організм.

Теорію збалансованого харчування було піддано переоцінці. Криза цієї теорії стимулювала нові наукові дослідження в галузі фізіології травлення, біохімії їжі, мікробіології. Було відкрито нові механізми травлення. Виявилося, що травлення відбувається не тільки в порожнині кишечника, а й великою мірою безпосередньо на його стінці, на мембранах його клітин. Було відкрито раніше не відому гормональну систему кишечника. Отримано нові відомості щодо ролі мікроорганізмів, які постійно мешкають у кишечнику, та їхніх взаємовідносин з організмом людини.

Теорія адекватного харчування

Відповідно до цієї теорії, необхідним компонентом їжі є не тільки корисні, а й баластні речовини (харчові волокна). Сформувалася уява про внутрішню екологію (ендоекологію) людини, що існує завдяки взаємодії організму та його мікрофлори.

Нормальне харчування зумовлене не одним потоком корисних речовин зі шлунково-кишкового тракту у внутрішнє середовище організму, а кількома потоками поживних і регуляторних речовин (рис. 23.1).

Основний поживний потік становлять амінокислоти, моносахариди (глюкоза, фруктоза), жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини, які утворюються в процесі ферментативного розщеплення їжі. Крім цього основного потоку, зі шлунково-кишкового тракту у внутрішнє середовище надходять ще п'ять потоків різних речовин.

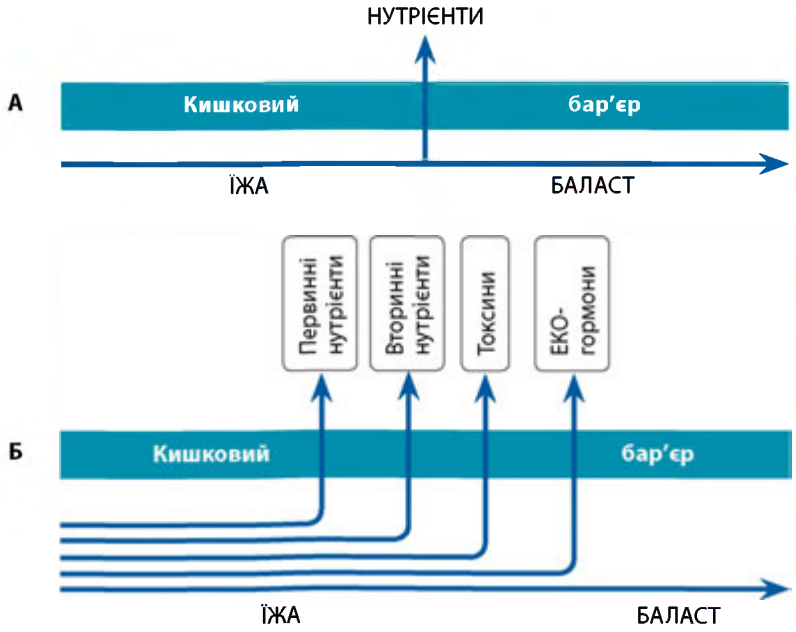


Рис. 23.1. Потоки нутрієнтів із травного каналу відповідно до теорії: А – збалансованого харчування; Б – адекватного харчування

Серед них потік гормональних і фізіологічно активних речовин, які продукуються клітинами шлунково-кишкового тракту. Ці клітини секретують близько 30 гормонів і гормоноподібних речовин, що контролюють не лише функції травного апарату, а й найважливіші функції організму.

У кишечнику формується ще три потоки, пов'язані з мікроорганізмами кишечника (продукти життєдіяльності бактерій, модифіковані баластні речовини і модифіковані харчові речовини). Умовно в окремий потік виділяються речовини, що надходять із забрудненою їжею.

Таким чином, харчування має бути не лише збалансованим, а й адекватним, тобто відповідати можливостям організму. У розробленні теорії адекватного харчування вагомим є доробок академіка О. Уголєва, керівника лабораторії фізіології харчування інституту фізіології ім. І. Павлова в Санкт-Петербурзі. Практичною реалізацією постулатів теорії адекватного харчування є закони раціонального харчування.

Концепції харчування

На основі теорії адекватного харчування розроблено різні наукові концепції харчування.

Концепція диференційованого харчування

Ця концепція ґрунтується на найсучасніших відомостях про склад харчових продуктів і біологічну конституцію (генотип) людини.

Концепція спрямованого (цільового) харчування

Норми харчування, якими користуються різні фахівці у галузі харчування, розраховані на середню людину. Однак у природі такої людини не існує. Доведено, що будь-яка формула збалансованого харчування не може бути однаковою мірою адекватна одразу для всіх процесів життєдіяльності організму певної людини. Неможливо підібрати раціон, який захищає одразу від усіх ксенобіотиків. Для обґрунтування харчування важливо враховувати індивідуальні особливості метаболізму в людей у рамках одного регіону.

Концепція індивідуального харчування

Відповідно до цієї концепції, людина включає у свій раціон різноманітні страви. Зауважено: якщо людина готує їжу самостійно, її смакові потреби, а відповідно, надходження необхідних речовин задовольняються повніше. В окремих випадках, підбираючи відповідні страви, можна викликати у своєму організмі цілеспрямовані зміни самопочуття. Як індивідуальне харчування можна розглядати підбір за своїм смаком і цілеспрямованістю стандартних і самостійних дієт.

23.2.2. Альтернативні теорії та концепції харчування

В останні десятиліття з'явилося багато нових оригінальних теорій харчування, які не вписуються в рамки традиційних уявлень, що мають глибокі історичні корені. Однак у кожній із цих теорій є раціональне зерно. Для вибору своєї методики харчування важливо знати сильні і слабкі сторони альтернативних теорій харчування. Розгляньмо основні з них.

Вегетаріанство (рис. 23.2)

Вегетаріанство є однією з найдавніших альтернативних теорій харчування. Це загальна назва систем харчування, які виключають чи обмежують споживання продуктів тваринного походження.

Переваги вегетаріанства:

- зменшення ризику захворювання атеросклерозом;
- нормалізація артеріального тиску;
- зниження в'язкості крові;
- зменшення ризику пухлинних захворювань кишечника;
- поліпшення відпливу жовчі та функцій печінки.

Недоліки:

- під час харчування виключно рослинною їжею виникають великі труднощі в достатньому забезпеченні організму повноцінними білками, насиченими жирними кислотами, залізом, деякими вітамінами, оскільки більшість рослинних продуктів містять порівняно мало цих речовин;
- під час дотримання принципів суворого вегетаріанства необхідно споживати надмірну кількість рослинної їжі, яка відповідала б потребам організму в енергії. Звідси – перевантаження діяльності травної системи великою кількістю їжі, яка зумовлює високу ймовірність виникнення дисбактеріозу, гіповітамінозу і білкової недостатності;
- для людей, уражених тяжкими захворюваннями, такими як злоякісні пухлини, хвороби системи крові, таке харчування може мати фатальні наслідки; з часом за умов суворого вегетаріанства

Рис. 23.2. Вегетаріанська піраміда харчових продуктів *(https://alter-zdrav.ru/vegetarianstvo-polza-i-vred-otkaza-ot-pishhi-zhivotnogo-proishozhdeniya/)*

у людини може розвиватися дефіцит заліза, цинку, кальцію, вітамінів B_2, B_{12}, D, незамінних амінокислот – лізину і треоніну.

Лікувальне голодування

Період повного утримування від їжі може бути короткочасним (1–3 доби), середньої тривалості (7–10 діб) або тривалим (до 40–50 діб). Останній повинен проводитися тільки під суворим контролем лікаря. Курс лікувального голодування – серйозне навантаження для організму, своєрідна стресова ситуація.

Нині дозоване голодування і розвантажувальна дієтотерапія є одними з методів лікування багатьох гострих і хронічних захворювань: серцево-судинних, шлунково-кишкових, алергічних, органів дихання, суглобів, ожиріння, низки психічних розладів.

Теорія харчування предків

Ця теорія базується на положенні про те, що сучасна людина успадкувала від своїх далеких предків пристосованість лише до певного раціону з продуктів, не підданих термічній обробці. Теорію харчування предків проповідують прихильники двох напрямів – сироїдіння і сухоїдіння; однак ці напрями, незважаючи на загальну концепцію, антагоністичні один до одного.

Теорія роздільного харчування (рис. 23.3)

Основні положення теорії Г. Шелтона:

1. Не можна одночасно вживати білкову і крохмальну їжу – м'ясо, риба, яйця, сир, молоко, кисломо-

Рис. 23.3. Роздільне харчування (peda.net)

лочний сир несумісні з хлібом, борошняними виробами і кашами. Пояснюється це тим, що білки перетравлюються в кислому середовищі у нижній частині шлунка, а крохмаль – у верхніх його частинах під дією ферменту слини і потребує лужного середовища. У кислому середовищі шлунка активність ферментів слини пригнічується, і перетравлювання крохмалю припиняється.

2. Кислі продукти не можна поєднувати з білковою і крохмалистою їжею, оскільки вони руйнують пепсин шлунка. У результаті білкова їжа загниває, а крохмалиста не засвоюється.
3. Цукор і солодкі фрукти рекомендується їсти окремо від усього іншого.

Теорія головного харчового фактора (макробіотика) (рис. 23.4)

Макробіотика базується на біполярній картині світу, яка відображається і в харчуванні. Відповідно до неї, кожен харчовий продукт містить полярні елементи інь та ян. Для розрахунку співвідношення між інь та ян враховується, наприклад, спосіб росту (під землею, над землею), час росту, колір, форма, структура, вміст мінералів і води. Спосіб приготування може збільшити вміст інь чи ян у продукті.

Макробіотика оцінює страву з погляду співвідношення в ній *інь* та *ян*. Бажане співвідношення – 5:1. Цій умові відповідає, наприклад, цільне зерно. Саме тому основу макробіотичної дієти становлять цілісні крупи.

Концепція індексів харчової цінності

Суть концепції полягає в тому, що цінність харчових продуктів або раціону для організму є сумою кількісних величин, які характеризують хімічні складники продукту. Однак такі спроби призводять до того, що якісно неоднозначні компоненти раціону постають в індексі як взаємозамінні. Це створює небезпеку формування неповноцінних раціонів, оскільки за основу береться не збалансованість харчування за основними харчовими речовинами, а кількість нарахованих індексів.

Рис. 23.4. Теорія головного харчового фактора – макробіотика *(rice.ua)*

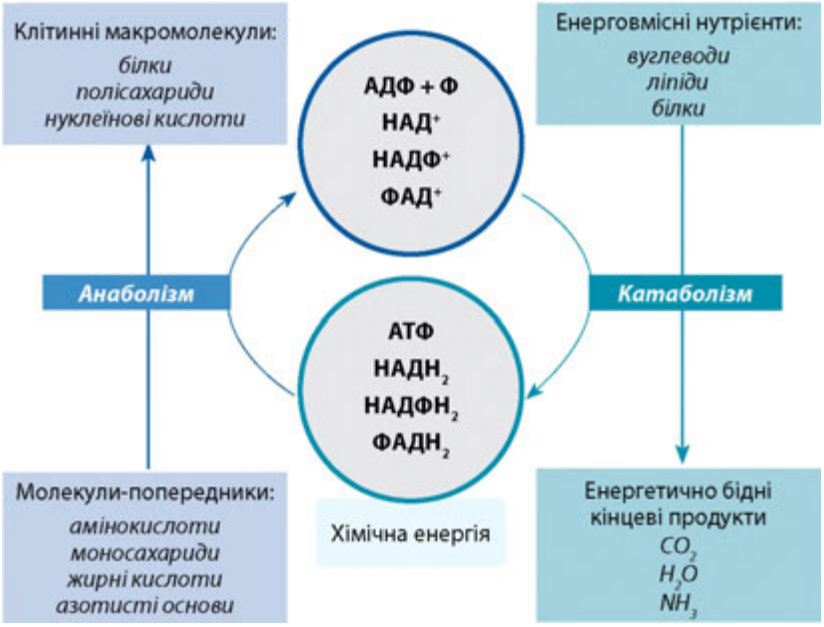


Рис. 23.5. Функціонування концепції "Живої енергії" *(svitppt.com.ua)*

Концепція "живої" енергії (рис. 23.5)

Концепція "живої" енергії відома з початку XIX століття. Її прихильники переконані, що у довкіллі існує особлива, властива лише живій істоті енергія – "жива". Вона передається через певні речовини, структури, які ніяк не вдається "матеріалізувати". Можливо, таким матеріальним субстратом є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ). Однак розрахунки виявили, що макроергічні сполуки фосфору спроможні дати лише стотисячні частки процента енергії білків, жирів і вуглеводів. До того ж у травному каналі не виявлено систем, здатних засвоювати енергію фосфатів. Трагічний досвід останньої світової війни засвідчив, що раціон з енергетичною цінністю близько 4,2 мДж (1000 ккал) спричиняє дистрофічні порушення в організмі.

На думку багатьох сучасних дослідників, концепція "живої" енергії антинаукова і не може бути рекомендована для застосування в дієтології.

23.3. Значення харчування для здоров'я та фізичного розвитку населення

В організмі одночасно відбуваються два протилежні процеси. Перший – катаболізм, або дисиміляція, який включає реакції, пов'язані з розпадом речовин, їх окисленням та виведенням із організму продуктів розпаду. Другий – анаболізм, або асиміляція, – поєднує всі реакції, пов'язані із синтезом необхідних речовин, їх засвоєнням та використанням для росту, розвитку й життєдіяльності організму. Ці два процеси являють собою основу обміну речовин і є основною ознакою життя (рис. 23.6).

Завдяки обміну речовин і нерозривному взаємозв'язку процесів дисиміляції та асиміляції здійснюється взаємодія організму з навколишнім середовищем. Поєднання катаболічних та анаболічних процесів забезпечує постійне поновлення складу тіла, яке у зв'язку з цим перебуває у динамічному стані безперервної перебудови та поновлення. Процеси дисиміляції та асиміляції, їх взаємне співвідношення і взаємозв'язок складають сутність життя.

23.4. Основні функції та біологічна дія їжі

Функції їжі

1. Енергетична – білки, жири, вуглеводи, органічні кислоти (макарони, крупи, кондитерські вироби, картопля, цукор, жири).
2. Пластична – білки, мінеральні речовини, ліпоїди. Асиміляція – процеси, що залежать від надхо-

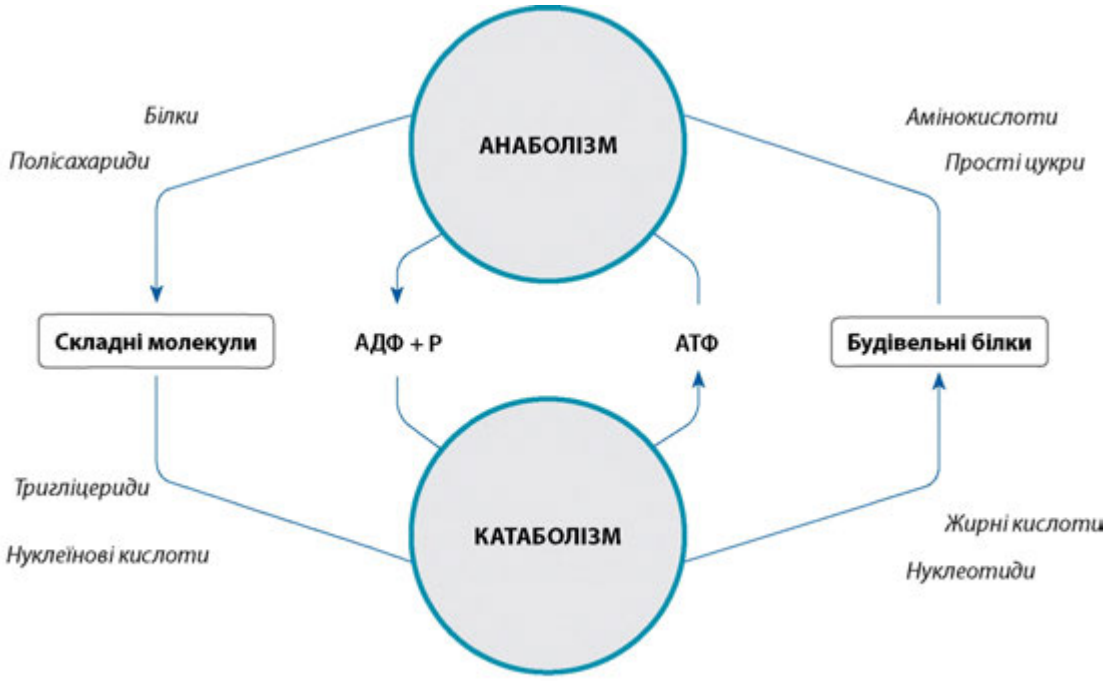


Рис. 23.6. Обмін речовин в організмі людини *(pharmbar.biz)*

дження їжі; дисиміляція – постійний, незалежний процес (м'ясні, рибні продукти, молочні та яєчні продукти).

3. Біорегуляторна – амінокислоти, вітаміни, мікроелементи, поліненасичені жирні кислоти (овочі, фрукти, ягоди, пташині яйця).
4. Пристосувально-регуляторна – харчові волокна, вода (пшеничний, житній хліб з борошна грубого помелу, крупи, картопля, овочі, фрукти).
5. Імунно-регуляторна – есенціальні жирні кислоти омега-3, цинк, залізо, йод, білки, вітаміни (вплив на імунокомпетентні клітини).
6. Реабілітаційна – зміна властивостей та хімічного раціону харчування (регуляція функцій і трофіки тканин, органів і систем організму в цілому в бік їх послаблення чи посилення). Прискорення видужання, попередження рецидиву.
7. Сигнально-мотиваційна – смакові та екстрактивні речовини (регуляція харчової мотивації. Приправи (оцет, кухонна сіль, цукор), цибуля, часник, кріп, селера, ефірні олії, гірчиця, вітаміни.

Біологічна дія їжі

1. Специфічна дія, що запобігає виникненню та розвитку синдрому недостатнього і надмірного харчування (аліментарні захворювання).
2. Неспецифічна дія, що перешкоджає розвитку і прогресуванню неінфекційних (неспецифічних) захворювань.
3. Захисна дія, що підвищує стійкість організму до несприятливого впливу виробничого середовища.
4. Фармакологічна дія, що відновлює порушений хворобою гомеостаз і діяльність функціональних систем організму.

23.5. Види харчування

Види харчування:

1. *Превентивне* – раціональне харчування, скориговане з урахуванням чинників ризику неінфекційних захворювань, що враховує наявність у людини властивих їй біохімічних і фізіологічних особливостей, які з'явились внаслідок несприятливого впливу навколишнього середовища.
2. *Лікувально-профілактичне* – для попередження розвитку професійних захворювань (молоко, кисломолочні продукти, вітаміни, пектини).
3. *Еколого-захисне* – для підвищення стійкості організму населення, що живе на екологічно небезпечних територіях

4. *Дієтичне (лікувальне)* – для відновлення порушеного хворобою гомеостазу і діяльності функціональних систем організму.

Лікувальне – застосування з лікувальною метою спеціальних раціонів і харчових дієт для хворих людей із гострими захворюваннями та хронічними захворюваннями в стадії загострення

Дієтичне – застосування з профілактичною метою спеціальних раціонів і харчових дієт для людей із хронічними захворюваннями в стадії ремісії.

23.6. Наукові основи та умови раціонального харчування

Раціональне харчування – це повноцінне в кількісному та збалансоване в якісному відношенні харчування, що забезпечує нормальний ріст, фізичний та психофізіологічний розвиток організму, його високу працездатність, активне довголіття та стійкість до несприятливих природних, техногенних, соціальних чинників навколишнього середовища.

Функції раціонального харчування

1. Раціональне харчування забезпечує оптимальне співвідношення між процесами асиміляції (анаболізму) та дисиміляції (катаболізму) організму людини у різні періоди її життя.
2. Раціональне харчування визначає високу і стійку фізичну та розумову працездатність організму, відшкодовує енерговитрати, які виникають при всіх видах роботи.
3. Раціональне харчування забезпечує високу специфічну і неспецифічну резистентність, витривалість та широкі адаптаційні можливості організму до дії несприятливих факторів навколишнього середовища.
4. Раціональне харчування забезпечує нормальне функціонування органів шлунково-кишкового тракту.
5. Раціональне харчування визначає ефективну первинну, вторинну і третинну профілактику та лікування захворювань шлунково-кишкового тракту (гастрит, коліт, ентерит, панкреатит, виразкова хвороба), серцево-судинної системи (ІХС, артеріальна гіпертонія), ендокринної системи (цукровий діабет) та інших захворювань.

Раціональне харчування забезпечує активне довголіття людини, тобто значну тривалість життя зі збереженням високої працездатності, тому що дозволяє уникнути порушення обміну речовин, викликаного недостатнім або надлишковим у кількісному чи якісному відношенні харчуванням.

Умови раціонального харчування

1. Їжа повинна бути повноцінною в кількісному відношенні, тобто енергоємність (калораж) добового раціону повинна відшкодовувати добові енерговитрати організму.
2. Їжа повинна бути повноцінною в якісному відношенні, тобто добовий раціон повинен містити усі харчові речовини (білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі та вітаміни) у необхідних кількостях і збалансованих у найсприятливіших відношеннях.
3. Повинен бути дотриманий раціональний режим харчування, який характеризується оптимальною кількістю прийомів їжі, інтервалами між ними, прийомом їжі у чітко визначений час при фізіологічно обумовлених кількостях їжі на окремі її прийоми.
4. Їжа повинна відповідати ферментативним можливостям травної системи, тому максимальне використання харчових речовин повинне бути забезпечене шляхом раціональної кулінарної обробки їжі, надання їй приємного смаку, аромату, вигляду, різноманітності, високої поживності, легкотравності та високої засвоюваності.
5. Їжа повинна бути нешкідливою в токсичному відношенні, тобто у готових стравах не повинно бути токсичних речовин у шкідливих для організму концентраціях.
6. Їжа повинна бути безпечною в епідемічному відношенні: в ній повинні бути відсутні збудники інфекційних захворювань з аліментарним механізмом передачі (бактерії, віруси, грибки, найпростіші, зародки гео- та біогельмінтів).

23.7. Задачі гігієнічної науки та санітарної практики при вирішенні сучасних проблем харчування населення

1. Визначити оптимальні гігієнічні вимоги до якості й асортименту традиційних та нових продуктів, збагачених білками, вітамінами та іншими корисними компонентами, розробити критерії збагачення продуктів біологічно активними речовина-

ми, які забезпечують оптимальну корисність цих продуктів для населення.

2. Науково обґрунтувати забезпечення високої якості та біологічної повноцінності широкого асортименту і випуску продуктів дитячого, профілактичного та дієтичного харчування.
3. Посилити контроль за залишковими кількостями хімічних засобів захисту рослин або підвищення ефективності виробництва в продуктах харчування.

23.8. Експертна оцінка харчових продуктів. Показники та ступені якості харчових продуктів

Безпечність тваринницької й рослинної продукції та продовольчої сировини є однією з вирішальних складових економічної безпеки кожної держави. Здатність гарантувати таку безпеку визначає спроможність країни ефективно контролювати виробництво і ввезення безпечного та якісного продовольства. Інтенсивний розвиток промисловості, широка урбанізація сільського господарства призводять до потрапляння у продовольчу сировину та харчові продукти чужорідних речовин, які негативно впливають на здоров'я населення. Крім того, певну небезпеку може становити безконтрольне використання харчових добавок, які передбачені багатьма новими технологіями виготовлення харчових продуктів. У зв'язку з цим безпека і якість харчової продукції є одними з основних факторів, які визначають здоров'я населення України.

До вступу України в СОТ уся відповідальність за безпечність та якість харчових продуктів покладалася на виробників, які часто розробляли і затверджували власні технічні умови без жодних обмежень, окрім формального дотримання загальних санітарних вимог. Розробка власних технічних умов виробництва (ТУ) дозволяла виробникам застосовувати при виробництві харчових продуктів різноманітні харчові добавки з метою покращення смакових якостей, кольору, зовнішнього вигляду, надання необхідної консистенції, оптимальної вологості. Це давало можливість замінювати натуральну сировину соєю, високосортне м'ясо – низькосортним, а в окремих випадках – органічними або навіть хімічними замінниками, які можуть бути шкідливими для здоров'я людей.

Завданням гігієнічної експертизи харчових продуктів є з'ясування властивостей, які характеризують харчову цінність і нешкідливість продуктів для здоров'я людини (професор Соколовська І. А.) (рис. 23.7).

Ступені якості харчових продуктів

Доброякісний продукт – це продукт, який повною мірою відповідає вимогам Державного стандарту.

Продукт зниженої якості – це продукт, що має певні відхилення від Державного стандарту, але вони не можуть викликати скарг або зрушень у стані здоров'я споживача.

Умовно придатний продукт – це продукт, який має певні відхилення від вимог Державного стандарту, що можуть викликати скарги або зрушення у стані здоров'я споживача, але водночас можуть бути усунені завдяки використанню спеціальних заходів кулінарної обробки (додаткова термічна обробка, додавання спецій тощо).

Недоброякісний продукт – це продукт, що має певні відхилення від вимог чинниї стандартів та норм якості, які здатні викликати скарги або зрушення у стані здоров'я споживача і не можуть бути усунені шляхом спеціальної кулінарної обробки. Такий продукт не повинен використовуватися в харчуванні людини і, отже, призначений для знищення або переробки з наступним застосуванням для годування тварин, для технічних цілей тощо.

Фальсифіковані продукти – це продукти із зміненими властивостями, вироблені з метою обману споживача.

Рафіновані продукти – це продукти, звільнені від баластних речовин за допомогою спеціальних засобів обробки.

Продукти-сурогати (або ерзац-продукти) – це продукти, що вироблені для заміни натуральних.

Рис. 23.7. Організація і порядок проведення експертизи харчових продуктів (д. мед. наук, професор Смоляр В. І. Сучасні проблеми ідентифікації та фальсифікації харчових продуктів)

24 РОЗДІЛ

ФУНКЦІЇ ХАРЧОВИХ РЕЧОВИН. ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГОЛОДУВАННЯ ТА НАДЛИШКОВОГО ХАРЧУВАННЯ

А. М. Антоненко, М. М. Коршун, О. О. Новохацька, І. В. Ткаченко

24.1. Класифікація та фізіологічні функції основних харчових речовин

Рис. 24.1. Класифікація харчових речовин (Гуменюк О. Л. Харчова хімія. Тексти лекцій)

Таблиця 24.1. Фізіологічні функції білків

Назва функції	Опис функції
Структурна	Білки є структурною основою усіх клітин тканин та органів (колаген) і складають 22 % маси тіла людини
Пластична	Білки є основним матеріалом для процесів росту та розвитку організму, регенерації клітин і тканин, джерелом незамінних амінокислот
Рухова	Білки (актин, міозин) забезпечують скорочення м'язів, кровообіг, роботу всіх внутрішніх органів, переміщення людини у просторі
Регуляторна	Білки забезпечують нормальне функціонування центральної та периферичної нервової системи, умовнорефлекторну діяльність та внутрішнє гальмування. Гуморальну регуляцію обміну речовин здійснюють переважно ферменти (біокаталізатори), які є білками, або гормони поліпептидної (білкової) природи
Транспортна	Білки є переносниками кисню, вуглекислоти (гемоглобін, карбогемоглобін), гормонів, металів, вітамінів
Буферна	Білки беруть участь у підтримці постійної реакції середовища (pH) у плазмі крові, цереброспінальній рідині, кишкових секретах
Захисна	Білки забезпечують стійкість організму до інфекційних захворювань, токсинів, утворення природного та набутого імунітету (g-глобуліни, пропердин)
Енергетична	Білки визначають 11–13 % добової потреби організму в енергії. Енергоємність 1 грама білків – 4 ккал, або 17 кДж

Таблиця 24.2. Фізіологічні функції жирів

Назва функції	Опис функції
Структурна	Жири входять до складу протоплазми та мембран клітин різних тканин; утворюють жирові депо. Жири складають 12 % маси тіла людини
Захисна	Жирова тканина в жирових депо (підшкірна клітковина, жирова тканина навколо внутрішніх органів, міжм'язові прошарки жиру) захищають внутрішні органи і тканини від забоїв та струсів
Теплозахисна	Жирові депо перешкоджають передачі тепла в навколишнє середовище, здійснюють теплоізоляцію організму та беруть участь у терморегуляції
Регуляторна	Жири забезпечують проникність клітинних мембран та протоплазми для продуктів обміну речовин, регулюють ферментативну активність білків шляхом утворення біологічно активних форм, сприяють утворенню білків, вуглеводів, мінеральних солей та вітамінів
Транспортна	Жири доставляють організму біологічно активні речовини – поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова та клупанодонова), ліпіди, фосфатиди (лецитин) та стерини тваринного (зоостерини – холестерин) або рослинного походження (фітостерини – ситостерин), жиророзчинні вітаміни A, D, E, K
Травна	Жири забезпечують сприятливі смакові властивості їжі, збільшують тривалість перебування їжі в шлунку, створюють відчуття ситості, сприяють всмоктуванню білків, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів
Енергетична	Жири визначають 33 % добової потреби організму в енергії. Енергоємність 1 г жирів – 9 ккал або 38 кДж

Функції поліненасичених жирних кислот

1. Пластична.
2. Забезпечення функцій мембрани клітини.
3. Зменшення синтезу, перетворення та виведення холестерину.
4. Синтез простагландинів.
5. Нормалізація стану судинної стінки (підвищення еластичності, зниження проникності).

Основні функції вітамінів

1. Біосинтез гему, цитохрому p450, меркаптурових кислот тощо.
2. Коферментна роль.
3. Функціонування антиоксидантної системи, підтримання стуктури та функцій ендоплазматичної сітки (E, A, C).

Основні функції мінеральних речовин

1. Підтримання кислотно-основного стану.
2. Попередження накопичення кислих продуктів метаболізму.
3. Субстрати синтезу гему, цитохрому P450, гемоглобіну, порфіринів, глутатіонпероксидази.

Рис. 24.2. Класифікація вуглеводів

Таблиця 24.3. Фізіологічні функції вуглеводів

Назва функції	Опис функції
Структурна	Вуглеводи входять до складу клітин усіх тканин, утворюють запаси (глікоген) у печінці, м'язах, міокарді та мозковій тканині. Вуглеводи складають 2 % маси тіла людини
Енергетична	Вуглеводи являються основним джерелом енергії. Енергоємність 1 г вуглеводів – 4 ккал, або 17 кДж
Пластична	Вуглеводи беруть участь у синтезі нуклеїнових кислот, АМК, глюкопротеїнів, мукополісахаридів, коензимів. При надлишковому надходженні вуглеводів з них утворюються жирні кислоти
Буферна	Окислюються до CO_2 та H_2O і знижують ацидоз, тобто сприяють підтриманню постійної реакції середовища (pH) у плазмі крові
Утилізаційна	Вуглеводи обмежують використання організмом жирів та білків не за призначенням
Захисна	Вуглеводи попереджають проникнення мікроорганізмів через клітинні мембрани (гіалуронова кислота), нормалізують мікрофлору кишечника (клітковина, пектин), затримують розвиток кишкових бактерій (олігосахариди материнського молока), пригнічують розвиток гнилісних мікроорганізмів (лактоза, пектин), знешкоджують токсини (глюкуронова кислота), володіють протизапальною та слабкою дезінфікуючою дією (пектини), визначають групу крові людини (гетерополісахариди)
Травна	Малозасвоювані вуглеводи (клітковина) стимулюють секреторну діяльність та перистальтику ШКТ, зв'язують воду і тим самим збільшують об'єм харчової грудки, сприяють впливу харчових ферментів та максимальному засвоєнню їжі, формують калові маси, попереджують закрепи, забезпечують щоденне вивільнення кишечника
Регуляторна	Вміст вуглеводів у тканинах визначає інтенсивність окислювально-відновлювальних процесів
Профілактична	Вуглеводи відіграють важливу роль у попередженні карієсу, цукрового діабету, атеросклерозу, тромбозів, інфаркту міокарда, інсульту

24.2. Оцінка адекватності харчування. Харчовий статус організму, його види, показники та методика вивчення

Оцінку адекватності харчування здійснюють шляхом:

1. Визначення показників, що характеризують харчовий раціон, режим харчування та умови прийому їжі. Для цього використовують такі методи:
   - **соціально-гігієнічні:**
     - анкетний метод;
     - опитувально-ваговий;
     - ваговий;
     - статистичний метод (за звітами та меню-розкладками).
   - **соціально-економічні основи харчування:**
     - бюджетний метод;
     - балансовий метод.
2. Дослідження стану здоров'я у зв'язку з харчуванням. Для цього визначають харчовий статус.

Під харчовим статусом розуміють фізіологічний стан організму, обумовлений його харчуванням.

Дієтологічний статус – фактичний стан харчування населення чи особи.

Вивчення харчового статусу людини чи організованого колективу з однаковим фізичним, емоційним навантаженням та загальним харчуванням дозволяє об'єктивно оцінити це харчування і своєчасно виявити аліментар-

но обумовлені порушення здоров'я та захворювання (енергетично-білкову, вітамінну, макро-, мікроелементну недостатність тощо). А тому поряд з визначенням енерговитрат та повноцінності добового раціону оцінка харчового статусу є одним з перших і основних методів медичного контролю за харчуванням різних статево-вікових та соціально-професійних груп населення.

У класифікації харчового статусу виділяють кілька категорій:

1. Оптимальний, коли цей фізіологічний стан і маса тіла відповідають зросту, віку, статі, важкості, інтенсивності та напруженості виконуваної роботи.
2. Надлишковий, обумовлений спадковою схильністю, переїданням, недостатніми фізичними навантаженнями; супроводжується збільшенням маси тіла, ожирінням, яке буває чотирьох ступенів: I – жировідкладення на 15–20% більше нормальної маси тіла; II – на 30–49%; III – на 50–99%; IV – на 100% і більше.
3. Недостатній, коли маса тіла відстає від віку, зросту, – обумовлений недоїданням (кількісним і якісним), важкою та інтенсивною фізичною працею, психоемоційним напруженням тощо.

Крім наведених вище, професор П. Є. Калмиков виділяє ще такі категорії харчового статусу:

Передхворобливий (преморбідний), обумовлений, крім названого вище, тими чи іншими порушеннями фізіологічного стану організму або вираженими дефектами в раціоні (енергетична, білкова, жирова, вітамінна, макро-, мікроелементна недостатність).

Хворобливий – похудіння, зумовлене тією чи іншою хворобою, голодуванням (сильними дефектами в раціоні – кількісними і якісними). Голодування може проявлятися у двох формах – кахексії (сильне схуднення, маразм), набряковій (квашіоркор), обумовленій у першу чергу відсутністю в раціоні білків. Вітамінне голодування – у авітамінозах (цинга, бері-бері, рахіт тощо), дефіцити інших нутрієнтів – у відповідних видах патології.

Вивчення харчового статусу людини чи однорідного за режимом праці та харчуванням колективу проводиться за цілим комплексом показників – суб'єктивних (анкети, опитування) та об'єктивних (табл. 24.4).

Методи оцінки харчового статусу

1. **Соціально-економічні** (використовує держава):
   - бюджетний (витрати на харчування);
   - балансовий (споживання основних продуктів.
2. **Соціально-гігієнічні:**

Анкетно-опитувальні дані повинні включати інформацію про:

- паспортні дані, стать, вік, професію;
- шкідливі звички (паління, вживання алкоголю, наркотиків);
- умови праці (вид трудової діяльності, важкість та напруженість праці, характер і вираженість професійних шкідливостей – фізичних, хімічних, біологічних, перенапруження окремих органів і систем);
- умови побуту, ступінь та якість комунального обслуговування, заняття фізичною культурою, спортом (вид, регулярність заняття), економічні можливості сім'ї чи організованого колективу;
- характер харчування за 1–3 доби: кількість прийомів їжі, години і місце прийому, перелік страв, продуктів, їх маса, якість кулінарної обробки тощо.

Серед об'єктивних показників харчового статусу найбільш інформативними і важливими є:

1. ***Соматоскопічні***: огляд тіла людини чи (вибірково) групи людей досліджуваного колективу дозволяє виявити цілий ряд ознак, які кількісно і якісно характеризують їх харчування.
2. ***Соматометричні***: вимірювання довжини, маси тіла, обводу грудної клітки, плеча, попереку, таза, стегна, товщини шкірно-жирової складки (під нижнім кутом лопатки, на задній стороні середини плеча, на боковій поверхні грудної клітки, живота).

На підставі цих вимірювань розраховують масово-ростові показники:

2.1. Індекс Брока – нормальна маса тіла (МТ) в кг дорівнює зросту (ЗР) в сантиметрах мінус 100 (105 або 110):

у чоловіків:

- при зрості 155–165 см МТ = ЗР – 100;
- при зрості 166–175 см МТ = ЗР – 105;
- при зрості понад 175 см МТ = ЗР – 110.

Таблиця 24.4. Основні показники харчового статусу

Функції харчування	Харчова адекватність	Захворюваність
1. Зовнішнє харчування (травлення та всмоктування) 2. Внутрішнє харчування (проміжний обмін та асиміляція)	1. Харчова недостатність 2. Харчова надмірність 3. Незбалансованість раціону	1. Специфічна аліментарна захворюваність 2. Неспецифічна захворюваність 3. Інфекційна захворюваність

У жінок у всіх випадках маса тіла повинна бути менша на 5%, ніж у чоловіків.

2.2. Масово-ростовий індекс Кетле – біомасіндекс (BMI) розраховують за формулою:

$$BMI = \frac{МТ}{ЗР^2},$$

де *МТ* – маса тіла, кг; *ЗР* – зріст, м.

3. ***Фізіометричні показники харчового статусу.*** Енергетичну та пластичну повноцінність харчування оцінюють визначенням мускульної сили (ручна, станова динамометрія, ергометрія), реституцією пульсу та дихання після фізичних навантажень, показниками, що характеризують стомлюваність, – тремометрія, хронорефлексометрія, пошук чисел тощо.
4. ***Клінічні показники*** – визначення симптомів хвороб аліментарного походження (гастритів, виразок шлунка, дванадцятипалої кишки, захворювань печінки, жовчного міхура, подагри, гіпо-, авітамінозів тощо).
5. ***Біохімічні показники*** – гематологічні, урологічні та інші показники харчового статусу.

24.3. Основні види та методи визначення енерговитрат організму

Енергетичні витрати:

1. *Не* регульовані волею людини:
   - витрати енергії на основний обмін (робота серця, легень, нирок, підтримання температури, м'язового тонусу).
   - витрати енергії, зумовлені специфічною динамічною дією їжі, – посилення окисних процесів для перетворення харчових речовин в організмі →↑ основного обміну); складають приблизно 10% від величини основного обміну.
2. *Регульовані* (трудова діяльність, побутова поведінка, домашня робота, заняття спортом).

Енерговитрати залежать також від кліматопогодних умов місцевості, мікроклімату робочого місця, характеру і якості одежі, навичок та уміння в трудовому процесі.

Методи визначення енерговитрат організму

1. ***Лабораторні*** – методи прямої та непрямої калориметрії.
2. ***Розрахункові методи:***
   - за антропометричними та хронометричними даними;
   - за питомою витратою енергії та видами енерговитрат;
   - за номограмами.
3. ***Лабораторно-розрахункові*** – метод "аліментарної калориметрії" (за динамікою маси тіла та калорійності раціону).

Найточнішими, проте громіздкими методами визначення енерговитрат є методи:

- прямої калориметрії (за виділенням тепла з організму в спеціальній калориметричній камері);
- непрямої калориметрії – за газообміном (кількістю спожитого за одиницю часу кисню та виділеної вуглекислоти), який визначають у спокої та при виконанні тієї чи іншої роботи. Видихуване повітря для аналізу вмісту O_2 і CO_2 накопичують у спеціальних заплічних мішках Дугласа;
- метод пульсометрії, при якому за допомогою спеціального приладу – пульсотахометра – вимірюють частоту і наповнення пульсу при виконанні різних видів робіт та інших навантажень, результати яких у приладі автоматично переводяться у кілоджоулі;
- метод аліментарної енергометрії – лабораторне визначення калорійності добового раціону з урахуванням незасвоєної частини їжі;
- розрахункові методи: окремо визначають основний обмін за допомогою спеціальних таблиць Гарріса і Бенедикта на підставі статі та маси тіла (перше число), а також статі, віку і зросту (друге число). Сума цих чисел і складає величину основного обміну. До основного обміну додають енерговитрати на специфічно-динамічну дію їжі, яка складає 10% величини основного обміну, і енерговитрати на всі види навантаження, яке виконує людина протягом активної частини доби (фізична і розумова праця, відпочинок, прийом їжі тощо). Ці енерговитрати розраховують за допомогою спеціальних таблиць, в яких викладена енергія (в калоріях) на різноманітні види навантаження за 1 годину, на підставі добового хронометражу – кількості годин чи хвилин, витрачених людиною протягом доби на кожний вид навантаження.

Спеціалістами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) розроблено методику визначення енерговитрат, за якою основний обмін ($О_{осн}$) та специфічну динамічну дію їжі розраховують за спеціальними рівняннями з урахуванням віку, статі, зросту, маси тіла (табл. 24.5), а енерговитрати – множенням $О_{осн}$ на коефіцієнт фізичної активності (КФА), значення якого розроблені для різних видів діяльності.

Розроблено також усереднені значення $О_{осн}$ з урахуванням статі, віку, маси тіла і специфічно-динамічної дії їжі та КФА відповідно до професійної приналежності особи.

Сума основного обміну зі специфічно-динамічною дією їжі та енерговитрат на всі види діяльності складе добові енерговитрати.

Таблиця 24.5. Рівняння для розрахунку основного обміну (на основі маси тіла і зросту)

Віковий діапазон (роки)		Основний обмін (ОО), ккал
Чоловіки	10–18	16,6 × МТ + 77 × ЗР + 572
	18–30	15,4 × МТ – 27 × ЗР + 717
	30–60	11,3 × МТ + 16 × ЗР + 901
	більше 60	8,8 × МТ + 1128 × ЗР – 1071
Жінки	10–18	7,4 × МТ + 482 × ЗР + 217
	18–30	13,3 × МТ + 334 × ЗР + 35
	30–60	8,7 × МТ – 25 × ЗР + 865
	більше 60	9,2 × МТ + 637 × ЗР – 302

де МТ – маса тіла, кг; ЗР – зріст, м.

24.4. Кількісна та якісна повноцінність харчування. Фізіологічні норми харчування

Розпад харчових речовин, які надходять з навколишнього середовища, відбувається в організмі у результаті дисиміляції, супроводжується виділенням енергії, що складає енергетику обміну речовин. Велику кількість енергії організм витрачає на виконання роботи. Усі енерговитрати організму можна визначити.

Енергія, яка витрачається на основний обмін ($О_{осн.}$), витрачається на підтримку на необхідному рівні функцій життєзабезпечення систем – постійність роботи серця, функцію дихання, екскреторну функцію, підтримку постійності температури тіла і таке інше. Енергія основного обміну для кожної людини індивідуальна і в той же час є досить постійною величиною. Орієнтовно в середніх умовах можна прийняти величину енергії основного обміну за 1 ккал на 1 кг маси тіла за годину. Величина основного обміну може визначатися спеціальними дослідженнями, а також розрахунковим шляхом з використанням спеціальних формул і таблиць (наприклад, таблиці Гарріса та Бенедикта).

Втрата енергії на основний обмін залежить від багатьох причин, які визначаються як станом самого організму, так і умовами навколишнього середовища. У жінок основний обмін на 5–10% нижчий, ніж у чоловіків. У дітей основний обмін вищий, ніж у дорослих. При цьому чим менший у дитини вік, тим більші показники основного обміну. Перевищення основного обміну у дітей може досягнути 15% і більше порівняно з дорослими. У людей похилого віку, навпаки, основний обмін понижений на 10–15% порівняно з молодими.

На величину основного обміну впливають стан центральної нервової системи, стреси, інфекційні захворювання, гормони. Гормони щитоподібної залози посилюють обмін, статеві гормони та гормони гіпофіза – знижують основний обмін.

У осіб, які проживають в місцевостях із середньорічною температурою близько 0 °С, основний обмін підвищений на 5% порівняно з тими, які проживають при середньорічній температурі +10 °С. У осіб, що проживають в місцевості, де середньорічна температура вище +20 °С, основний обмін понижений на 5%.

Потреба в енергії осіб, які проживають в районах Крайньої Півночі, на 10–15% вища, а в районах півдня – на 5% нижча, ніж у зоні помірного клімату.

У зв'язку з менш інтенсивним перебігом обмінних процесів та меншою масою тіла потреба жінок в енергії може бути прийнята в середньому на 15% меншою, ніж у чоловіків відповідних груп.

Енергетична цінність раціону вагітних повинна складати 2900 ккал, а годуючих матерів – 3200 ккал. Енергоємність раціону дітей залежить від віку, інтенсивності пластичних та енергетичних процесів.

Слід зазначити, що необхідна відносна калорійність харчування дітей на одиницю маси тіла в 1,5–2,0 рази вища, ніж у дорослих, і складає 80–100 ккал/кг для дітей до 5 років, 70–79 ккал/кг для дітей 6–13 років, 60–69 ккал/кг для 14–17 років та 53 ккал/кг для дорослих.

Загальні енерговитрати можна також розрахувати шляхом питомих витрат енергії на 1 кг маси: для осіб I групи вона дорівнює 40 ккал, для II групи – 43 ккал, для III групи – 46 ккал, для IV групи – 53 ккал і більше.

У науковій літературі ви можете зустріти дані, що виражають енерговитрати людини як в кілокалоріях,

так і в кілоджоулях. На сьогодні ми повинні всі наукові дані виражати в системі СІ, тобто енергію – в кДж. Слід пам'ятати, що 1 ккал відповідає 4,2 кДж, а 1 кДж відповідає 0,24 ккал.

Знаючи добові енерговитрати людини, тобто потреби в енергії, можна легко розрахувати потребу в динамогенних харчових речовинах.

Як уже сказано вище, відсоток добових енерговитрат, які покриваються за рахунок білків, у середньому дорівнює 11–13 %, за рахунок жирів – 30–33 %, за рахунок вуглеводів – 56–59 %.

Величини калоричних коефіцієнтів Д складають: для білків – 4 ккал/г, для жирів – 9,0 ккал/г, для вуглеводів – 4,0 ккал/г.

24.5. Проблеми загального голодування та переїдання. Їх соціальна сутність, вплив на здоров'я, профілактика

Відомо, що 1/4 населення Землі, або більше 2 млрд 100 млн людей, переїдають (рис. 24.3–24.5). Згідно з останніми дослідженнями, найчастіше з цією проблемою стикаються жителі близького Сходу та Північної Африки. У цих країнах 60 % чоловіків та 65 % жінок мають зайву вагу. На другому місці – Індія, далі Китай та США (по 15 %). Причому йдеться про населення, яке порушує збалансованість харчового раціону в бік підвищення як за кількістю, так і за якістю.

Якщо вага на 5 % більша або менша середньої, то це вкладається в поняття норми. Якщо вага більше середньої на 6–14 % – це людина з надлишковою вагою, людина огрядна. Якщо вага перевищує середню на 15 % і більше – це вже явища ожиріння. Виділяють чотири ступені ожиріння: I ступінь – надлишок маси 15–29 %; II ступінь – 30–49 %; III ступінь – 50–99 % та IV ступінь – 100 % і більше.

Найбільша частка осіб з надмірною вагою мешкає в карликових острівних державах Тихоокеанського басейну. Показники надмірної ваги у них становлять понад 90 % від загального числа населення: в Науру він рекордний – 92,8 % а на Острові Кука – 90,6 %. Високий рівень надмірної ваги мають розвинені країни Перської затоки: Кувейт 79,3 %, Катар – 72,1 %, ОАЄ – 72.0 %, Саудівська Аравія – 71,3 %.

Географія ожиріння серед країн світу практично така сама, як і географія розподілу частки осіб з надмірною вагою; тут також лідерами є острівні держави Тихоокеанського регіону з показниками 60–70 %, а найбільше серед розвинених країн світу на дану недугу страждають мешканці Кувейту, 42,8 % *яких страждають ожирінням.*

Рис. 24.3. Переїдання. *Джерело фото: thesun.ie*

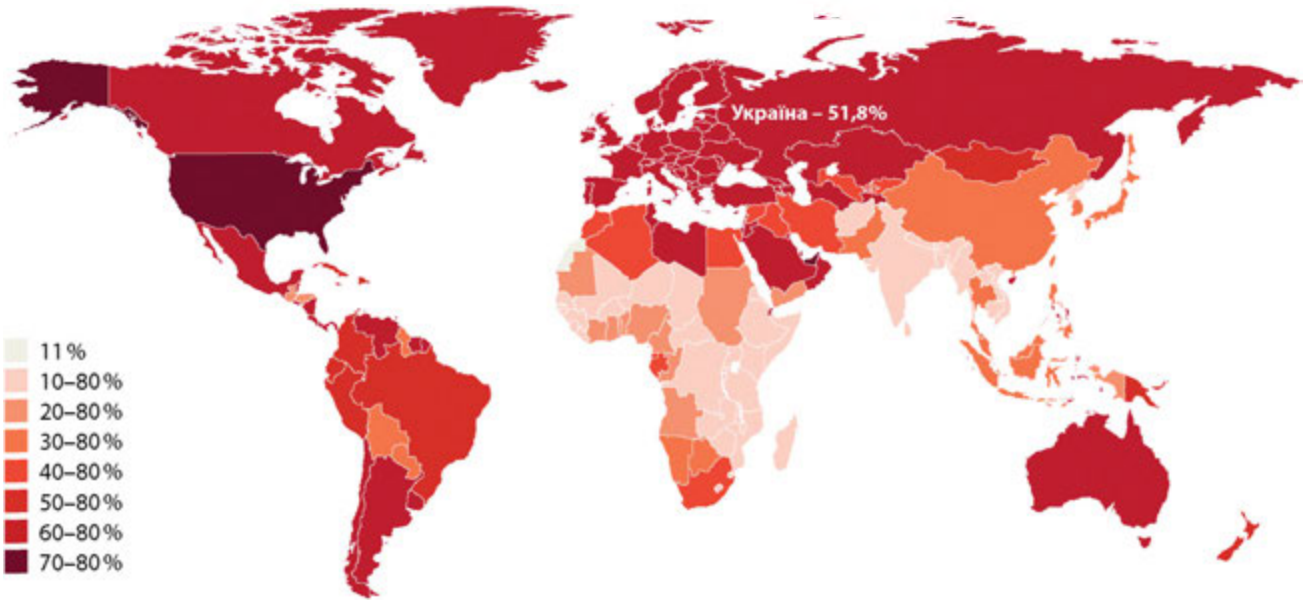


Рис. 24.4. Кількість людей з надлишковою вагою *(World Obesity Federation)*

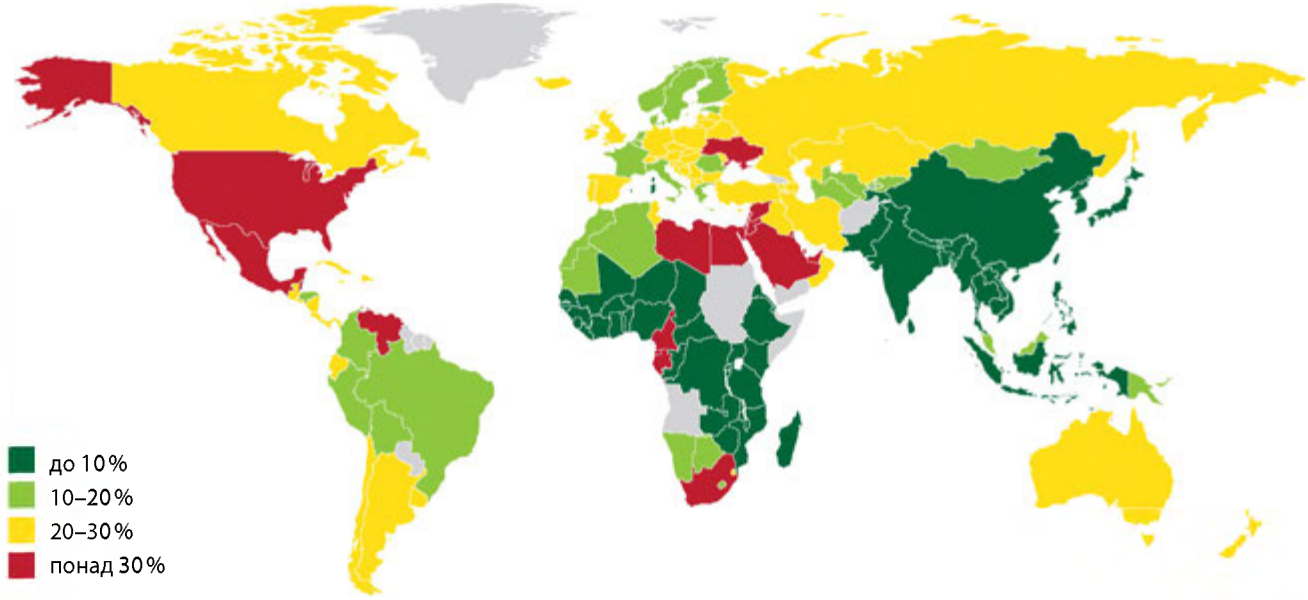


Рис. 24.5. Кількість людей з ожирінням *(World Health Organization)*

Надлишкова маса тіла являється суттєвим фактором ризику при великій кількості захворювань, вона підвищує захворюваність, інвалідність, смертність. Особливо показова ця теза на прикладі смертності. В цілому, якщо прийняти смертність осіб з нормальною вагою за 100 %, то у осіб зі значним ожирінням – до 179 %. У повних дітей частіше бувають захворювання верхніх дихальних шляхів. Ожиріння вагітних призводить до ускладнених пологів, частішої асфіксії плода, вищої дитячої смертності при пологах.

У той же час в багатьох країнах залишається актуальним питання голоду.

Дані, які наводить продовольча організація (ФАО) Всесвітньої організації охорони здоров'я, вражають. Добова калорійність раціону основної маси населен-

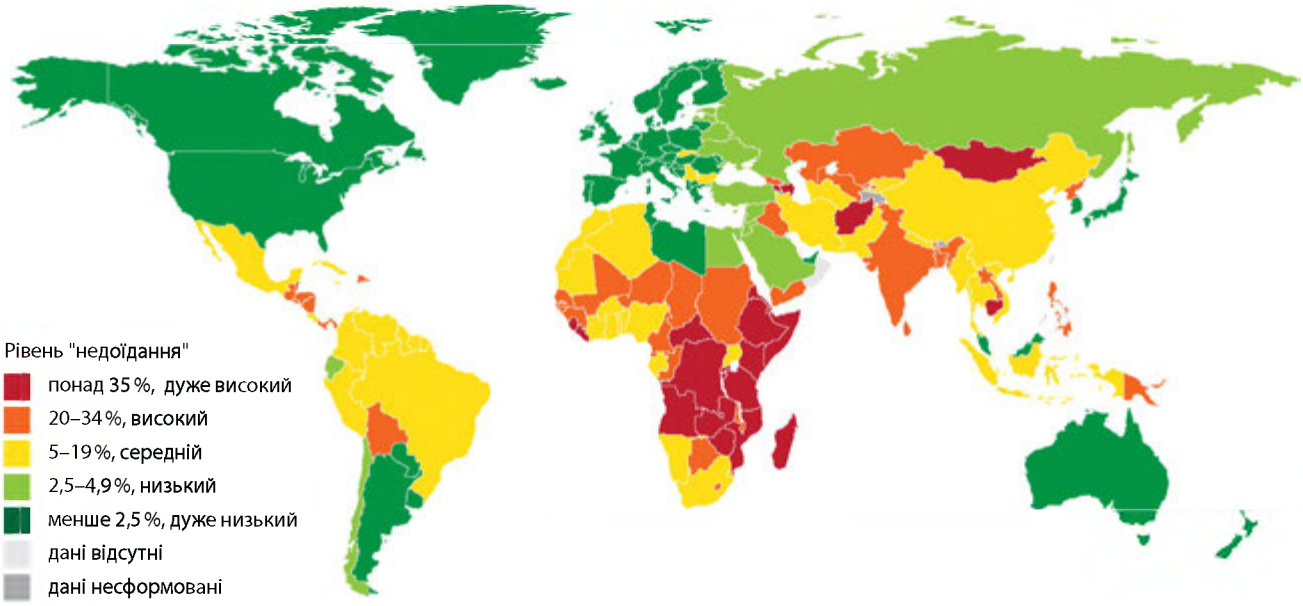


Рис. 24.6. Всесвітній індекс голоду *(propelsteps.wordpress.com)*

ня в Індії та країнах Латинської Америки складає біля 2000 ккал (замість 3000–4000), в Кенії – 2020 ккал.

Особливе значення відіграє білкове голодування, яке відзначається на тлі кількісної неповноцінності добового раціону та призводить до пагубних наслідків.

За даними продовольчої організації ВООЗ (ФАО), населення більшості країн, які розвиваються, у денному раціоні має на 1/3 менше калорій, майже удвічі менше білків і в 5 разів менше тваринних білків, ніж жителі розвинутих країн (рис. 24.6).

Таке систематичне недоїдання, особливо незначний вміст у добовому раціоні найбільш біологічно цінних білків тваринного походження, веде:

1. До погіршення фізичного, психологічного розвитку цілих народів.
2. До вимирання окремих племен та народностей.

В цілому по планеті Земля щоденно від голоду та у зв'язку з ним гине 40 тисяч людей.

Окремо виділяють патологічні стани та захворювання, що пов'язані з недостатністю чи надлишком білків у раціоні людини.

Білкова недостатність (квашіоркор – хвороба дітей, віднятих від грудей). Відсутні тваринні продукти. Симптоми:

- альбумінів крові (набряки);
- ліпопротеїдів (жирова дистрофія печінки);
- синтезу гемоглобіну (анемія);
- ферментної активності ПШЗ (вторинне ↓ утилізації білків).

Білково-енергетична недостатність, аліментарний маразм (кволість, ↓ працездатності, відчуття мерзлякуватості й голоду, старече обличчя, тьмяне, ламке волосся).

Надлишок білків: більше 3 г/кг – подагра; 3–5 г/кг – андрогенізація організму (рання сексуальна зрілість), ↓ швидкість росту, КОС зрушується в кислий бік, ↓ рівень збудження ЦНС.

24.6. Нові методи отримання та джерела харчових речовин

1. Генно-модифіковані продукти.
2. Вегетаріанські дні.
3. "Раціон печерних людей.
4. Національна кухня.
5. Вживання комах.
6. Максимальне використання ресурсів світового океану.
7. Збалансування вирощеного і спожитого.

25
РОЗДІЛ

ЗАХВОРЮВАННЯ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПОРУШЕННЯМ ОСНОВ РАЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ ТА ВЖИВАННЯМ НЕДОБРОЯКІСНИХ ПРОДУКТІВ

А. М. Антоненко

25.1. Визначення поняття і класифікація захворювань, пов'язаних з порушенням основ раціонального харчування та вживанням недоброякісних продуктів

Аліментарні захворювання – патологічні стани, пов'язані з порушенням основ раціонального харчування та вживанням недоброякісних продуктів.

Класифікація аліментарних захворювань

1 група – захворювання, безпосередньо пов'язані з харчуванням (первинні синдроми надлишку або недостатності харчування):

- захворювання, пов'язані з голодуванням, кількісним і якісним недоїданням (аліментарний маразм, квашіоркор);
- захворювання, пов'язані з переїданням (ожиріння, подагра, андрогенізація дитячого організму);
- захворювання та патологічні стани, пов'язані з порушенням забезпечення організму вітамінами та мікроелементами:
  - гіповітамінози, гіпервітамінози, авітамінози;
  - гіпо- та гіпер- мікро- та макроелементози.

2 група – вторинні хвороби:

- захворювання, пов'язані з порушенням режиму харчування (гастрити, виразки шлунка, 12-палої кишки, копростаз тощо);
- захворювання, пов'язані з порушенням кулінарної обробки продуктів (також гастрити, виразкова хвороба тощо).

3 група – захворювання, які мають багатофакторну етіологію, часто на фоні генетичної схильності:

- атеросклероз, гіпертонічна хвороба, сечокам'яна хвороба, цукровий діабет.

4 група – аліментарні чинники передачі інфекційних і паразитарних захворювань, які передаються тільки через харчові продукти або аліментарним шляхом, харчові інтоксикації, отруєння ксенобіотиками:

- харчові отруєння;
- кишкові бактеріальні, вірусні, зоонозні інфекції (черевний тиф, паратифи А, В, дизентерія; гепатит А, поліомієліт, ентеровіруси; бруцельоз, ящур, туберкульоз та інші); гео- і біогельмінтози (аскариди, власоглав, бичачий, свинячий солітер, трихінела, риб'ячий солітер, сисуни тощо);
- ураження продуктами, що забруднені засобами масового знищення у сучасній війні, – радіоактивними продуктами ядерних вибухів, бойовими отруйними речовинами, особливо небезпечними бактерійними засобами (РР, ОР, БЗ).

5 група – харчова непереносимість (сукупність клінічних реакцій на їжу):

- харчова алергія (імунологічний механізм);
- псевдоалергія (неспецифічні індивідуальні реакції, ферментопатії).

25.2. Харчові отруєння: визначення та класифікація

(табл. 25.1)

Харчові отруєння **– це гострі (рідко – хронічні) неконтагіозні захворювання, що виникають внаслідок споживання їжі, яка містить велику кількість певних видів мікроорганізмів або містить токсичні для організму речовини мікробної чи немікробної етіології.**

Таблиця 25.1. Класифікація харчових отруєнь

Група отруєнь	Підгрупа отруєнь		Причинний фактор
Мікробні	Токсикоінфекції		Умовно-патогенні штами кишкової палички, протея, стрептококи, бацилус цереус, клостридія перфрінгенс та інші
	Токсикози	Бактеріальні токсикози	Токсини ентеротоксигенних стафілококів Ботулотоксин
		Мікотоксикози	Токсини грибів роду аспергілус, фузаріум, клавіцепс пурпура
Немікробні	Отруєння продуктами, отруйними за своєю природою	Рослинного походження	Насіння отруйних бур'янів (геліотроп, триходесма, софора); дикорослі і культурні рослини: блекота, дурман, болиголов, беладона, бузина)
		Тваринного походження	Ікра та молоки деяких риб (маринка, усач, голобрюх); залози внутрішньої секреції (наднирники, підшлункова залоза)
		Отруєння грибами	Бліда поганка, мухомори та сморжі
	Отруєння продуктами, що можуть бути отруйними за певних умов	Рослинного походження	Гіркі ядра кісточкових плодів (персик, абрикос, вишня), насіння бука, сира квасоля, проросла картопля
		Тваринного походження	Печінка щуки, налима, білуги, скумбрії; мідії, мед
	Отруєння домішками до доброякісних продуктів харчування		Домішки, що переходять у їжу з посуду, спорядження, інвентарю, пакувальних матеріалів: солі важких металів (свинець, цинк, мідь тощо); пестициди, продукти деструкції полімерів, харчові добавки (не дозволені або використані у недозволеній дозі)
Нез'ясовані	Етіологія до кінця не з'ясована (припускається наявністю токсичних грибів у поєднанні з деякими макро- та мікроелементами). Токсичними властивостями деяких неотруйних риб		Урівська (Кашина – Бека) хвороба, або стронцієвий рахіт. Гафська хвороба (аліментарна пароксизмально-токсична міоглобінурія

До харчових отруєнь не можуть бути віднесені:

1. Отруєння алкоголем (він не є продуктом раціонального харчування).
2. Отруєння їжею, в яку внесено отруту з метою вбивства чи самогубства (кримінальні випадки у побуті).
3. Отруєння отруйними речовинами, випадково прийнятими за їстівні.
4. Розлад органів травлення, зумовлений споживанням незрілих плодів, ягід, грубими порушеннями принципів раціонального харчування (неправильне поєднання харчових продуктів).
5. Нудота і блювання при психічній реакції на деякі властивості харчових продуктів.
6. Токсикоз вагітних.
7. Алергічні та анафілактичні реакції на їжу.
8. Гострі гіпервітамінози (A, D).
9. Кишкові інфекції.

25.3. Харчові токсикоінфекції: визначення, види, етіологія, характерні ознаки, профілактика

Харчові токсикоінфекції – це гострі, нерідко масові захворювання, що виникають у разі вживання їжі, яка містить велику кількість живих збудників та їх токсинів, виділених під час загибелі та розмноження мікроорганізмів (табл. 25.1, табл. 25.2).

Для харчових токсикоінфекцій характерні:

1. Раптовий розвиток спалаху та дуже короткий інкубаційний період (6–24 год).
2. Майже одночасне захворювання всіх, хто споживав одну і ту саму їжу, обсіяну умовно патогенними мікроорганізмами.
3. Виражений зв'язок захворювання із вживанням певної їжі, приготованої або реалізованої з порушенням санітарних норм.

Таблиця 25.2. Умови виникнення та характерні симптоми основних токсикоінфекцій

Продукти, в яких міститься, та умови розмноження	Фактори, які негативно впливають	Інкубаційний період, тривалість захворювання, основні симптоми	Особливості
		E. coli	
Молочні і м'ясні продукти (термічно оброблені, які не підлягали повторній тепловій обробці) 35–45 °С	100 °С	4–10 год 1–3 доби Подібні до шлунково-кишкової форми сальмонельозу	Джерело – людина; спалахи в теплу пору року
		Pr. mirabilis, Pr. vulgaris	
М'ясний фарш, кров'яна ковбаса, риба, страви з картоплі 25–37 °С	Стійкий	4–6 год (24–36 год) 2–5 діб 37,5–38,5 °С, переймоподібний біль у животі, багаторазове блювання, пронос з домішкою крові. Слабкість, ціаноз, судоми, олігурія	Продукти, обсіяні протеєм, на вигляд доброякісні (якщо до зараження протеєм пройшли теплову обробку), хоча протей належить до гнилісних протеолітичних мікробів. Це пояснюється тим, що протей не здатен розщеплювати молекулу білка, він розкладає поліпептиди
		Ентерококи	
Готові страви без повторної термічної обробки (ліверна і кров'яна ковбаси, сосиски, сир, м'ясні котлети і фрикадельки, холодець, заливне, картопляне пюре, креми	85 °С – 10 хв	3–18 год Кілька годин – 3 доби Нудота, блювання, біль у животі, пронос	Спричиняють ослизнення продуктів і надають їм неприємного гіркого присмаку
		Cl. perfringens	
М'ясо і м'ясопродукти у разі порушення термінів реалізації		5–22 год 1–2 доби Багаторазовий смердючий пронос, нудота, тенезми і біль в животі. Т – норм.	Спороутворюючі анаероби

Таблиця 25.2. Умови виникнення та характерні симптоми основних токсикоінфекцій

Продукти, в яких міститься, та умови розмноження	Фактори, які негативно впливають	Інкубаційний період, тривалість захворювання, основні симптоми	Особливості
		Bac. cereus	
Ванільний і кремовий яєчний соус, консервоване м'ясо у підливі, свіжоприготована приправа з м'ясного порошку, ванільний пудинг, смажена свинина. 30–32 °С	Хлорид натрію 10–15 %, кисле середовище, високий вміст жиру і цукру	4–16 год 2 доби Колькоподібний біль в животі, нудота, пронос (рідкі, водянисті випорожнення з великою кількістю слизу, 10–12 разів на добу)	Аеробна спорова бактерія, не змінює органолептичних властивостей продуктів

4. Територіальна обмеженість захворювання, зумовлена ареалом реалізації забрудненого мікробами продукту.
5. Відсутність контактних випадків захворювання.
6. Загальна спрямованість профілактичних заходів.

Основними заходами профілактики харчових токсикоінфекцій є:

1. Своєчасне лікування працівників харчових об'єктів.
2. Виявлення серед працівників харчоблоків носіїв *E. coli* та їх санація.
3. Гігієнічне навчання працівників харчових підприємств, санітарна освіта населення.
4. Переривання шляхів поширення.
5. Ветеринарно-санітарний нагляд за тваринами.
6. Суворе виконання санітарних правил технології виготовлення харчових продуктів і страв, які не підлягають повторній термічній обробці.
7. Суворе додержання санітарного режиму на харчовому об'єкті та визначених термінів реалізації продуктів.
8. Відповідні заходи у разі використання умовно придатних продуктів.
9. Додержання термінів і умов реалізації продуктів, що швидко псуються.

У цьому разі самого збудника в їжі може вже не бути або його виявляють у невеликій кількості.

Основною клінічною відмінністю токсикозу від токсикоінфекції є відсутність гарячки.

Заходи профілактики ботулізму

1. Заходи для звільнення сировини від спор – механічне очищення продуктів, призначених для консервування, ретельна термічна обробка.
2. Заходи щодо руйнування та інактивації токсину.

Заходи профілактики стафілококового токсикозу

1. Не допускати до роботи осіб з гноячковими захворюваннями, осіб з гострими катаральними явищами верхніх дихальних шляхів.
2. Санувати працівників харчових об'єктів – носіїв стафілококу.
3. Профілактика простудних захворювань, своєчасне лікування захворювань зубів і глотки, санітарний порядок на робочих місцях.

25.4. Бактеріальні токсикози: визначення, види, етіологія, характерні ознаки, профілактика

Бактеріальний токсикоз **– гостре захворювання, спричинене вживанням їжі, що містить токсин, який накопичився внаслідок розвитку специфічного збудника (табл. 25.3).**

25.5. Харчові мікотоксикози: визначення, види, етіологія, характерні ознаки, профілактика (табл. 25.4)

Харчові мікотоксикози **– переважно хронічні неконтагіозні захворювання, які виникають внаслідок вживання продуктів харчування, що містять токсичні метаболіти життєдіяльності мікроскопічних грибів.**

Таблиця 25.3. Умови виникнення та характерні симптоми основних бактеріальних токсикозів

Продукти в яких міститься, умови розмноження	Негативні фактори	Інкубаційний період, тривалість, симптоми, лікування	Особливості
Ботулізм, Cl. botulinum			
Консервовані продукти, копчена ковбаса Анероб, тривалий час, у травному каналі збільшує активність під дією трипсину і панкреатину	Вегетативні форми – луги і висока температура, спори стійкі до дії фізичних та хімічних чинників	4–72 год, 4–8 днів Форми: "ботуліновий" гострий гастроентерит, диспепсично-паралітична, офтальмопаралітична й асфіктична. Неспецифічні симптоми (перші кілька год): загальна слабкість, головний біль, печія, нудота, багаторазове блювання, пронос. Специфічні симптоми: нервово-паралітичні явища, в результаті розладу діяльності бульбарних центрів: диплопія, птоз, мідріаз. Параліч м'якого піднебіння, язика, глотки, гортані, афонія, порушення жування і ковтання. Закрепи, метеоризм. Сухість в роті, глотці. Смерть від дихальної недостатності при ясній свідомості. Вводять полівалентну сироватку. За відсутності ефекту сироватку повторно ввести через 5 год	**За токсиноутворенням всі консерви діляться на 3 групи:** 1. Тваринного походження, рослинні (зелений горошок, квасоля, спаржа, цвітна капуста). Токсин з'являється через 3–4 дні. 2. Фарширований перець, фаршировані помідори, баклажани. Токсин ч/з 5–6 міс. 3. Квашена капуста, компоти, овочеві та фруктові соки, томатопродукти. Токсин утворюється за умови, якщо в консерві були плісеневі гриби, які спожили кисень
Стафілококовий токсикоз, St. aureus, St. epidermidis			
Молоко і молочні продукти, м'ясо і м'ясні продукти, кондитерські вироби із заварним кремом. Картопляне пюре, пшенична каша Поживні середовища з концентрацією цукру менше 50 %	При pH 3,0 токсин інактивується при незначному нагріванні. При t 4 °C токсин не утворюється. Молочна кислота гальмує розвиток	30 хв – 6 год, 1 день t – нормальна або субфебрильна, нудота, багаторазове невпинне блювання із судомними позивами, різкий, переймоподібний біль в надчеревній ділянці, головний біль, холодний піт. Лікування неспецифічне	Оптимальна t для зберігання продуктів – 2–4 °C. Не змінює органолептичних властивостей продуктів

Таблиця 25.4. Умови виникнення та характерні симптоми основних мікотоксикозів

Умови росту, середовище розмноження	Клінічна картина
***Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus* – афлатоксин – цироз і первинний рак печінки**	
27–30 °C, при відносній вологості повітря більше 85 %. Субстрати, багаті на крохмаль (пшениця, жито, ячмінь, овес, рис, кукурудза, сорго) при їх вологості понад 18 % та ліпіди (арахіс, соняшник, насіння бавовнику, копра різних горіхів) при їх вологості більше 10 % та відносній вологості повітря 95–97 %	В'ялість, відсутність апетиту, порушення координації рухів, судоми, парези, порушення функції травної системи, втрата маси і відставання в розвитку. Коагулопатія, геморагії, набряки, накопичення рідини в порожнинах, жовтяниця

Таблиця 25.4. Умови виникнення та характерні симптоми основних мікотоксикозів

Умови росту, середовище розмноження	Клінічна картина
***Fusarium Sporotrichioides* – фузаріотоксин – аліментарно-токсична алейкія, або септична ангіна**	
24–30 °С Хліб із злакових культур, що перезимували у полі (отруєння "п'яним хлібом")	1 ст. – гострих симптомів інтоксикації. Гіркий або прісний присмак в роті, здерев'яніння язика, жар у порожнині рота, дертя у зіві та глотці, біль під час ковтання, симптоми загальної інтоксикації. 2 ст. – лейкопенічна. Пригнічення лейко-, еритро- і тромбоцитопоезу. 3 ст. – виражених клінічних явищ. Висипка, кровотечі, некротична ангіна, гіпертермія, тахікардія. 4 ст. – відновлення і можливих ускладнень
***Penicillium expansum* – патулін – злоякісні новоутворення**	
Переважно у підгнилій частині яблук, груш, кісточкових, соках, пюре	Мутагенна та канцерогенна дія. На початкових стадіях – загальні симптоми
***Claviceps purpurea* – алкалоїди ріжків – ерготизм**	
Стійкі до нагрівання Пирій, овсяниця, ячмінь, овес, жито, пшениця	Конвульсивна форма – загальна слабкість, втрата апетиту, біль у всьому тілі, відчуття повзання мурашок, остуда, блювання, диспепсія, контрактура згиначів рук і ніг (у випадку одноразового прийому злаків з великою кількістю ріжків. Гангренозна форма – через 10–20 днів після багаторазового вживання зерна, яке містить ріжки у невеликих кількостях; загальна слабкість, сонливість, некрози на периферичних ділянках тіла, кінцівки чорніють, холонуть, втрачають чутливість

Профілактика мікотоксикозів

1. Виключення умов, що створюють підвищену вологість рослинної сировини.
2. Проводити збирання врожаю восени.
3. Дотримуватись умов зберігання зерна.
4. Вилучення зерна, що перезимувало у полі, та забезпечення населення доброякісним зерном.

25.6. Отруєння рослинними продуктами, отруйними за певних умов: види, етіологія, характерні ознаки, профілактика

Отруєння продуктами рослинного і тваринного походження, що отруйними за своєю природою бувають рідко. Це в основному отруєння дітей, залишених без нагляду. Однак на отруєння речовинами рослинного походження, отруйними за певних умов (табл. 25.5), та отруєння грибами (табл. 25.6), слід обов'язково звернути увагу.

25.7. Отруєння грибами: характерні ознаки, профілактика, лікування

Основні види отруєнь грибами та їх клінічну картину наведено в таблиці 25.6.

Профілактика отруєнь грибами:

- заборона продажу сушених пластинчастих грибів на ринку;
- свіжі гриби продавати можна тільки цілими (з ніжкою);
- варити 7 хвилин – умовно їстівні. Відвар видалити, промити холодною водою.

Таблиця 25.5. Умови виникнення та характерні симптоми основних отруєнь, спричинених рослинними продуктами, отруйними за певних умов

Продукт (джерело), умови отруєння	Метод знешкодження	Клінічні ознаки, особливості
Фазин (токсальбумін – гемаглютинуюча речовина)		
Квасоля Використання квасолевого борошна і харчових концентратів при недостатній термічній обробці	Інтенсивне нагрівання	Диспепсичні явища
Амигдалін (глюкозид, який під час гідролізу відщеплює синильну кислоту)		
Гіркий мигдаль (2–8 %) і гіркі ядра кісточкових плодів (4–6 %) 60–80 г очищених ядер абрикосових кісточок – смерть Макуха після виробництва персикової олії	Термічна обробка. Варення з кісточкових плодів безпечне, оскільки в процесі варіння фермент втрачає активність і синильна кислота не утворюється, але зберігати його можна тільки 1 рік після консервування	Легка форма: головний біль, нудота. Тяжка: ціаноз, судоми, втрата свідомості
Фагін		
Сірі букові горіхи	У кондитерській промисловості використовують лише термічно оброблені горіхи (120–130 °C 30 хв)	Загальна слабкість, головний біль, нудота, дисфункція кишечника
Соланін (гемолітична отрута)		
Зелена або проросла картопля Зберігання картоплі на відкритому повітрі Доза для отруєння 200–400 мг		Нудота, блювання, дисфункція кишок Гіркуватий смак і дряпання в горлі при вживанні

Таблиця 25.6. Умови виникнення та характерні симптоми основних отруєнь, спричинених грибами

Токсин	Ознаки гриба	Клінічні симптоми
Зелена, жовта і біла – бліда поганка		
Анатоксин – стійкий до нагрівання, не руйнується травними ферментами. Сірі поганки містять фалотоксин – найсильніша клітинна отрута, але інактивується при нагріванні	У липні – жовте бульбоподібне стовщення і "комірець" у нижній частині ніжки	12 годин інкубаційний період. Починається вночі. Різкий біль в животі, пронос, блювання, спрага, головний біль, запаморочення; ▪ 50 % гинуть на 2–3 день при ясній свідомості; ▪ у деяких після короткочасного покращення з'являються кольки, пронос, жовтяниця, смерть настає на 9–10 добу; ▪ при сприятливому перебігу – поступове повільне видужання
Сморжі		
Гальвенова кислота (0,2–0,4 %) Гіромітрин	Квітень – травень, початок червня Безформна шляпка із хвилястою або звивистою поверхнею, край лише частково зростається з циліндричною, дуже короткою ніжкою	Отруєння можливе лише свіжими грибами. Інкубаційний період 8–10 годин. Розвивається повільно: відчуття повноти і тиску в шлунку → біль і різь → нудота і блювання 1–2 дні. На 2 день з'являється жовтяниця (гепатотропна отрута), температура субфебрильна. ▪ 25 % помирають на 3–4 день у комі з серцевою слабкістю; ▪ видужання на 4–7 день (якщо після 5 дня не помирають)

25.8. Основні заходи лікаря, який першим встановив діагноз харчового отруєння

Серед основних заходів лікаря, який першим встановив діагноз харчового отруєння, необхідно виділити наступні:

- надати невідкладну допомогу хворим;
- при наданні допомоги відібрати для лабораторних досліджень блювотні маси (промивні води), кал, сечу, кров і поставити на холод;
- усіх хворих госпіталізувати;
- оглянути всіх здорових, що вживали підозрілу їжу;
- встановити медичний нагляд за здоровими;
- відвідати кухню, перевірити виконання санітарно-гігієнічних вимог;
- вилучити підозрілу їжу і продукт, заборонити їх використання, взяти пробу, покласти на холод;
- з'ясувати, звідки надійшов підозрілий продукт;
- написати екстрене повідомлення.

26

РОЗДІЛ

ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВІТАМІНІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

А. М. Антоненко

26.1. Поняття про вітаміни та вітаміноподібні сполуки, їх класифікація і основні функції та фактори, що визначають потребу організму людини у вітамінах

Вітаміни – низькомолекулярні органічні сполуки, що необхідні для здійснення механізмів ферментативного каталізу та діють в дуже малих концентраціях.

Усі вітаміни поділяють на жиророзчинні (A, D, E, K) та водорозчинні (C, групи B та інші).

Вітаміноподібні сполуки:

- незамінні харчові речовини з переважно пластичною функцією (холін, інозит);
- біологічно активні речовини, що синтезуються в організмі людини (ліпоєва кислота, оротова кислота, карнітин);
- біологічно активні речовини у харчових продуктах (біофлавоноїди, метилметіонін інсульфоній (вітамін U);
- чинники росту мікроорганізмів (параамінобензойна кислота).

Фактори, що визначають потребу організму у вітамінах:

1. Фізіологічні фактори: стать, вік, фізіологічний стан, індивідуальні особливості організму.
2. Природні та соціальні умови: клімат, географічна широта проживання, характер харчування, важкість роботи.

26.2. Поняття про гіповітаміноз, авітаміноз, гіпервітаміноз та основні причини їх виникнення

Гіповітаміноз – патологічний стан, зумовлений недостатністю в організмі вітамінів.

Авітаміноз – захворювання, що виникає при відсутності вітамінів в організмі.

Гіпервітаміноз – патологічний стан, пов'язаний із надходженням в організм великої кількості вітамінів.

Гіпо- та особливо авітамінози характерні для водорозчинних вітамінів, оскільки вони легко виводяться з організму і не накопичуються в тканинах. Гіпервітамінози в більшості випадків виникають при надлишку жиророзчинних вітамінів (мають депо в організмі, легко накопичуються).

Основні причини гіпо- та авітамінозів:

1. *Аліментарна недостатність вітамінів:*
   - зниження вмісту в добовому раціоні;
   - руйнування, внаслідок тривалого та неправильного зберігання продуктів;
   - дія антивітамінних факторів, що містяться у продуктах (аскорбатоксидаза, міаміназа, ніацитин);
   - незбалансована кількість вітамінів у харчовому раціоні;
   - спотворення харчових звичок та релігійні забобони на вживання деяких продуктів;
   - анорексія.
2. *Пригнічення нормальної кишкової мікрофлори, яка продукує вітаміни:*
   - захворювання шлунково-кишкового тракту;
   - нераціональна хіміотерапія.

3. *Порушення асиміляції вітамінів:*
   - порушення всмоктування в ШКТ (захворювання шлунка, кишечника, ураження гепатобіліарної системи, конкуренція з іншими вітамінами, генетичні дефекти транспортування та всмоктування вітамінів);
   - утилізація вітамінів кишковими гельмінтами та патогенними кишковими мікроорганізмами;
   - порушення утворення транспортних форм вітамінів;
   - антивітамінна дія фармпрепаратів.
4. *Підвищення потреби у вітамінах:*
   - особливості фізіологічного стану (вагітність, лактація);
   - особливості кліматичних умов;
   - інтенсивне фізичне навантаження;
   - інфекційні хвороби та інтоксикації.

26.3. Гіповітамінози: специфічні та неспецифічні симптоми, приклади, профілактика (табл. 26.1, табл. 26.2)

Загальні симптоми: слабкість, зниження працездатності, підвищена втомлюваність, запаморочення, сонливість або безсоння, сухість шкіри та слизових оболонок, тьмяність та ламкість волосся, зниження імунітету.

Специфічні симптоми (табл. 26.2, рис. 26.1):

Наприклад:

Вітамін Е, B_{13} (оротова кислота): атеросклероз, ішемія, безпліддя (позаяк основна функція їх антиоксидантна).

Вітамін К (філохінон): крововиливи, носові кровотечі.

Вітамін С, Р: петехіальні крововиливи.

Принципова різниця в крововиливах при недостатності вітаміну К і С – в механізмі їх розвитку. У першому випадку порушується функція зсідання крові, тому крововиливи масивніші, а в другому – порушується синтез колагену і, відповідно, знижується міцність і еластичність судинної стінки, що призводить до її ламкості та утворення дрібних крововиливів.

Вітамін B_2 (рибофлавін): хейлоз (тріщини в кутиках рота); жирна себорея обличчя; глосит (набряклий язик із тріщинами); світлобоязнь, зниження гостроти зору; ангулярний стоматит. У даному випадку типова присутність усіх симптомів на обличчі.

26.4. Авітамінози: симптоми, приклади, профілактика

Рахіт – це відсутність вітаміну **D** у дітей 1 року життя. Хоча це й жиророзчинний вітамін, але у дитини 1 року життя його ще достатньо не накопичується, а скелет росте дуже швидко і активно реалізується функція вітаміну D – абсорбція кістками кальцію та фосфору. Тому й може виникнути авітаміноз. Типовими симптомами рахіту є баштоподібний череп, кілеподібна грудна клітка та О-подібне викривлення ніг. Першою ознакою є викачування волосся на потилиці.

Цинга – це відсутність вітаміну **С**. Проявляється сильною кровоточивістю ясен та випадінням зубів. Вперше цинга була виявлена у моряків, які в плаваннях харчувались одноманітним раціоном. Після встановлення причин цього захворювання до їх раціону обов'язково ввели квашену капусту.

Хвороба Бері-бері – це відсутність вітаміну **B_1** (тіаміну). Проявляється характерними симптомами: мерзлякуватістю, болем у ногах при ходьбі, швидкою стомлюваністю.

Пелагра – відсутність вітаміну **PP** (нікотинова кислота). Проявляється характерною тріадою Д-Д-Д: дерматит, діарея, деменція (втрата пам'яті, слабоумство, марення).

Основними заходами профілактики гіпо- та авітамінозів є раціональне харчування, що відповідає фізіологічному стану та активності організму, правильне поєднання продуктів харчування, їх правильна термічна обробка (рис. 26.2).

26.5. Гіпервітамінози: причини, симптоми, приклади, профілактика

Основною причиною гіпервітамінозів є нераціональна вітамінопрофілактика – тобто вживання доз вітамінних препаратів, що значно перевищують рекомендовані. Це пов'язано в основному з тим, що з натуральних харчових продуктів організм засвоює лише необхідну йому кількість поживних речовин, а решту виводить.

Загальні симптоми гіпервітамінозів – це симптоми інтоксикації: нудота, блювання, підвищення температури, головний біль.

Таблиця 26.1. Основні функції жиророзчинних вітамінів, симптоми порушення їх надходження в організм людини

Вітамін	Добова потреба дорослої людини	Фізіологічна роль	Основні джерела	Гіповітаміноз	Авітаміноз	Гіпервітаміноз
А (ретинол)	1 мг	Необхідний для синтезу зорового пігменту родопсину (сутінковий зір); впливає на процеси проліферації та зроговіння епітелію	Тваринні жири, м'ясо, яйця, молоко, червоні овочі і фрукти	Гемералопія (порушення сутінкового зору), порушення кольоросприйняття, рідке, тьмяне волосся, лущення шкіри	–	Цупке, заплутане волосся, біль в ногах при ходьбі, припухлість і болючість у ділянці ключиці, ліктьового згину
D (кальциферол)	2,5 мкг (100 МО)	Необхідний для всмоктування з кишечника іонів кальцію та фосфору	Печінка і м'ясо ссавців, печінка риб, яйця. Синтезується в підшкірній жировій клітковині під дією УФВ	М'язова слабкість, остеопороз, часті переломи кісток (характерно для людей похилого віку у зв'язку із втратою рецепторів до вітаміну D)	Рахіт (лише у дітей 1 року життя)	У дітей – судоми; у дорослих кальцифікати у внутрішніх органах
К (філохінон)	0,2–0,3 мг	Бере участь в синтезі факторів згортання крові, протромбіну та ін.	Зелене листя овочів. Синтезується в кишечнику	Крововиливи підшкірні та у внутрішні органи, носові кровотечі	–	Гіперкоагуляція, утворення тромбів
Е (токоферол)	15 мг	Антиоксидант (інгібітор окислення), впливає на фертильність	Горіхи, м'ясо, рослинна олія	Атеросклероз, ішемія, безпліддя (чоловіче та жіноче)		Безпліддя (чоловіче та жіноче), викидні на ранніх термінах вагітності

Таблиця 26.2. Основні функції водорозчинних вітамінів, симптоми порушення їх надходження в організм людини

Вітамін	Добова потреба дорослої людини	Фізіологічна роль	Основні джерела	Гіповітаміноз	Авітаміноз
С (аскорбінова кислота)	100 мг	Бере участь у синтезі колагену, включенні заліза у феритин, підвищує стійкість організму до інфекцій	Чорні та червоні ягоди (особливо шипшина, чорна смородина)	Набряклість та кровоточивість ясен, петехії (точкові крововиливи) на шкірі, зниження імунітету	Цинга: кровоточивість і некроз ясен, випадіння зубів
B_1 (тіамін)	1,3–1,6 мг (залежно від фізичної активності)	Бере участь в енергетичному обміні (процесах декарбоксилювання вуглеводів), є коферментом піруваткарбоксилази	Цільнозерновий хліб, боби, висівки, дріжджі	Загальні симптоми: закрепи, розсіяність, зниження працездатності, порушення сну	Бері-бері: мерзлякуватість, біль у ногах при ходьбі, швидка стомлюваність

Таблиця 26.2. Основні функції водорозчинних вітамінів, симптоми порушення їх надходження в організм людини

Вітамін	Добова потреба дорослої людини	Фізіологічна роль	Основні джерела	Гіповітаміноз	Авітаміноз
B_2 (рибофлавін)	2–3 мг	Входить до складу флавінових ферментів. Здійснює перенос водню та електронів у дихальному ланцюгу	Зернові, боби, печінка, молоко	Симптоми на обличчі: хейлоз (тріщини в кутах рота), жирна себорея, глосит (набряклий язик із тріщинками), кон'юнктивіт, ангулярний стоматит (гнійнички на слизовій оболонці рота)	–
В (пантотенова кислота)	10 мг	Бере участь в обміні вуглеводів та жирів, реакціях ацетилування, каталізує синтез білків, регулює нервово-трофічні процеси	Зернові, боби, картопля, печінка, яйця, риба	Трофічні розлади шкіри, дерматит, загальні симптоми (слабкість, стомлюваність та ін.)	–
B_6 (піридоксин)	2 мг	Вітамін стійкості до шкідливих хімічних факторів	М'ясо, печінка, молоко	Підвищена дратівливість, судоми	–
B_9 (фолієва кислота)	200–250 мг	Антианемічний фактор, бере участь у синтезі гемоглобіну	Зелене листя овочів, печінка. Синтезується мікроорганізмами кишечника	Злоякісна гіпохромна мегалобластна анемія	–
B_{12} (ціанокобаламін)	2–3 мкг	Компонент ферментів метаболізму нуклеїнових кислот і метилування. Необхідний для гемопоезу	Зелене листя овочів, печінка, синтезується мікроорганізмами кишечника	Злоякісна гіпохромна мегалобластна анемія	–
B_{13} (оротова кислота)		Стимулює білковий обмін, прискорює регенерацію клітин печінки, "вітамін плодючості"	Дріжджі	Порушення фертильності, порушення роботи печінки	–
Н (біотин)	150–200 мкг	Кофермент дезамінази, карбоксилаз, трансфераз, здійснює перенос CO_2	Молоко, яєчний жовток, печінка, бобові	Порушення роботи нервової системи	–
РР (нікотинова кислота)	150 мг	Бере участь у процесах клітинного дихання (перенесення водню і електронів); регуляції секреторної та моторної функцій шлунково-кишкового тракту	М'ясо, печінка, нирки, риба, дріжджі	Загальні симптоми (слабкість, стомлюваність тощо)	Пелагра: дерматит, діарея, деменція
Р		Вітамін проникності судинної стінки, синергіст вітаміну С	Чорні та червоні ягоди (особливо шипшина, чорна смородина)	Набряклість та кровоточивість ясен, петехії (точкові крововиливи) на шкірі	–
N (ліпоєва кислота)		Бере участь у процесах біологічного окислення білків, жирів, вуглеводів, у процесах метаболізму важких металів	М'ясо, печінка, дріжджі	Загальні симптоми (слабкість, стомлюваність та ін.), зниження стійкості до негативного впливу важких металів	–

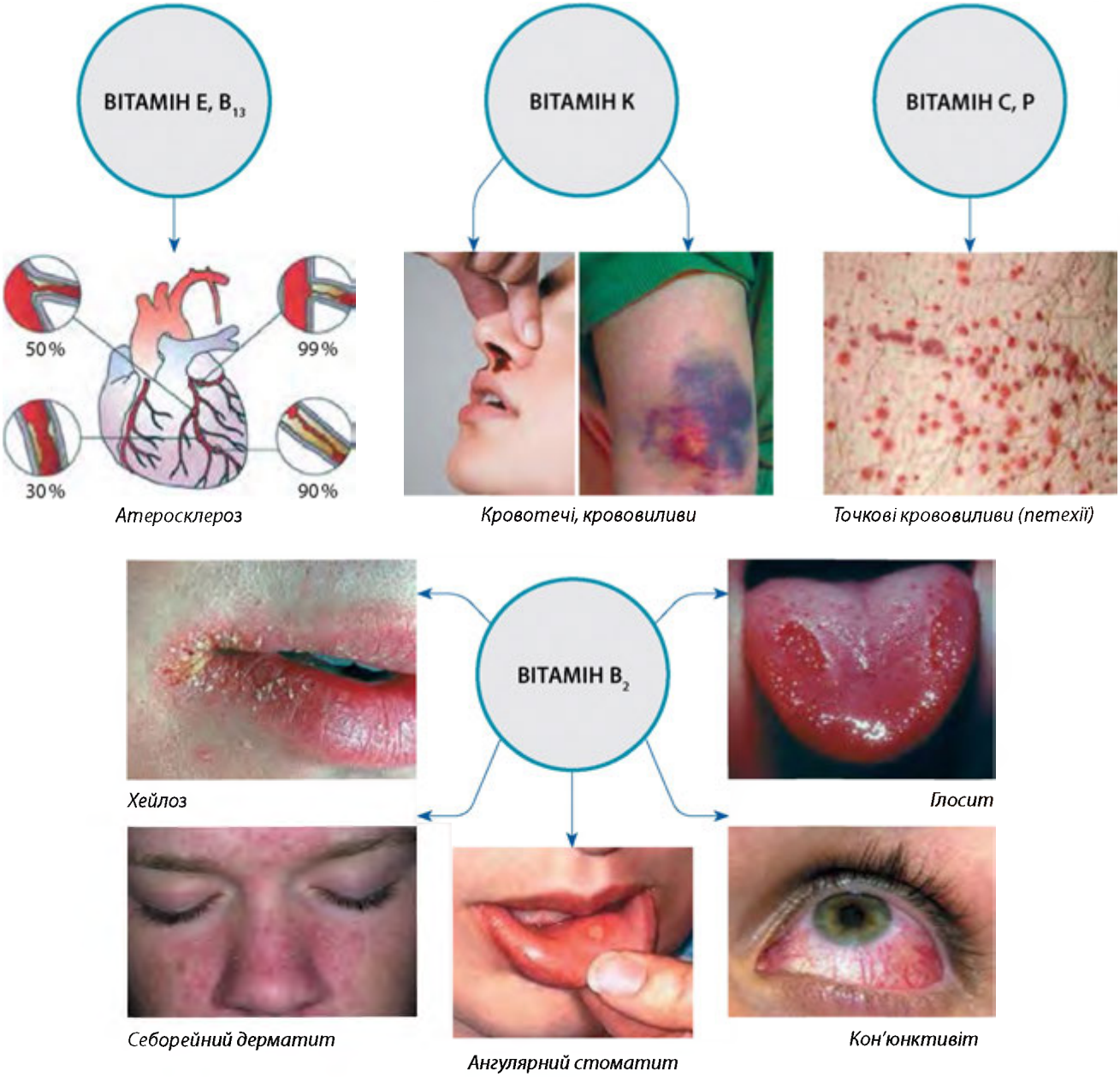


Рис. 26.1. Специфічні симптоми гіповітамінозів

Відомі лише випадки *гіпервітамінозу вітаміну А* при вживанні великої кількості моркви (у дітей розвивається "каротинова жовтяниця") та ведмежої печінки (у жителів крайньої півночі). Характерною ранньою ознакою гіпервітамінозу А є дуже цупке і заплутане волосся, схоже на губку.

Дуже важливо пам'ятати про можливість гіпервітамінозу *вітаміну D*, особливо у дітей, який проявляється судомами.

Гіпервітамінози *вітаміну К* рідкісні. Проявляються гіперкоагуляцією та утворенням тромбів.

Основними принципами профілактики гіпервітамінозів є дотримання рекомендованих доз вітамінних препаратів та строге призначення їх за показаннями.

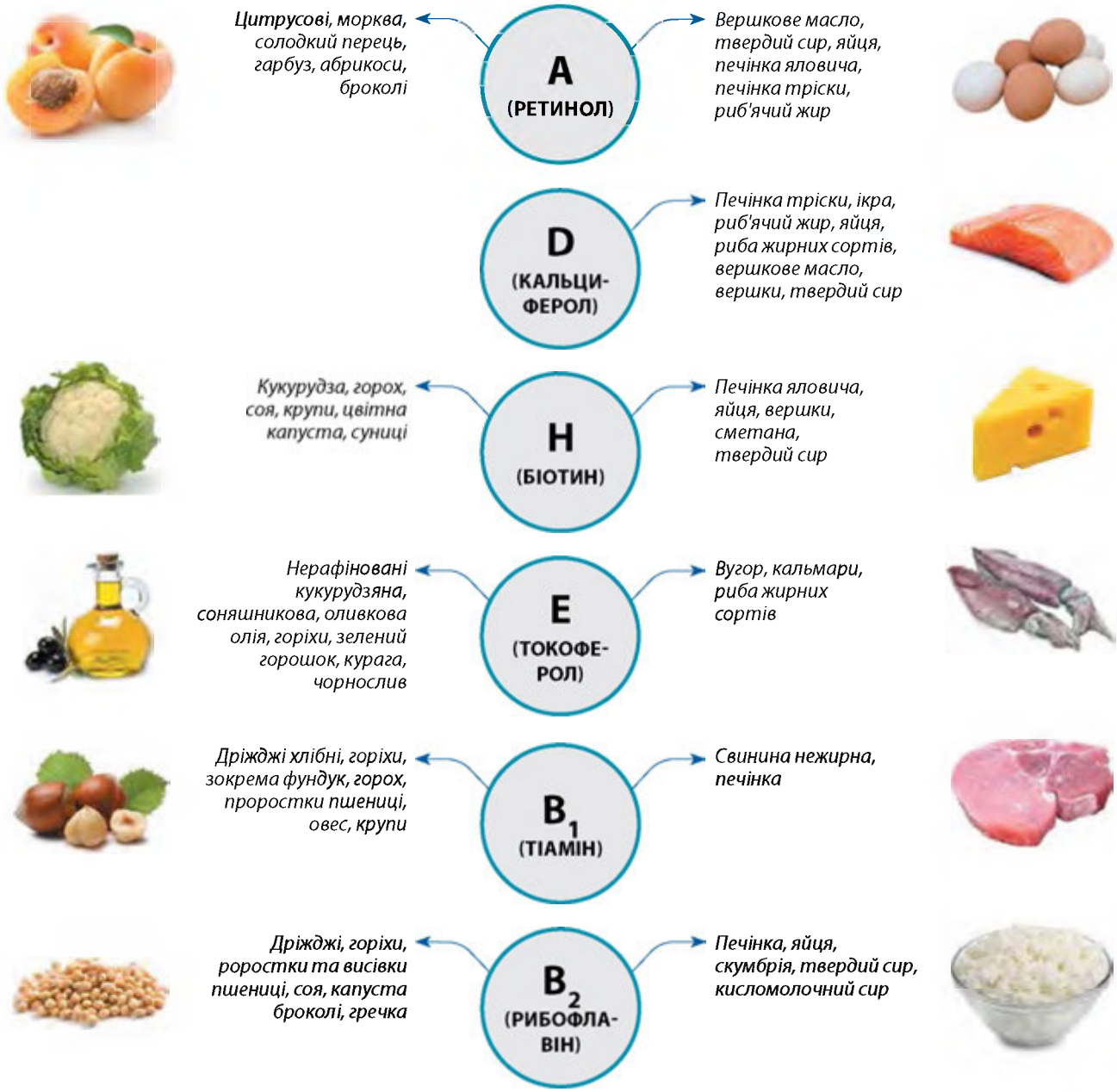


Рис. 26.2. Основні джерела вітамінів *(https://www.pedrada.com.ua/question/177-yak-zbalansuvati-ratson-ditini-doshklnogo-vku-vltku)*

26.6. Основні функції та фактори, що визначають потребу організму в мікроелементах (рис. 26.3)

26.7. Клінічні ознаки основних макро- та мікроелементозів і лабораторні методи їх діагностики (табл. 26.3)

Рис. 26.3. Основні функції мікроелементів *(dok.znaimo.com.ua)*

Таблиця 26.3 . Клінічні ознаки основних макро- та мікроелементозів і лабораторні методи їх діагностики

Елемент	Клінічні ознаки	Лабораторні дослідження
Залізо (Fe)	Блідість шкіри та слизових оболонок, головокружіння, запаморочення свідомості, задишка, слабкість, підвищена стомлюваність, знижена працездатність, сонливість, головні болі, оніміння кінцівок, зниження стійкості до фізичного навантаження, зниження апетиту, спотворення смаків (потреба їсти крейду тощо), згладженість сосочків язика, сухість в роті, пекучість в ділянці язика, сухість, ламкість та випадіння волосся, ламкість та поперечна смугастість нігтів, ангулярний стоматит	Вміст заліза у крові та сечі. Кількість еритроцитів у крові, гемоглобін, кольоровий показник крові
Мідь (Cu)	Блідість шкіри, підвищена дратівливість, набряки навколо очей, іноді тривалі проноси. Гіпохромна анемія, ретикулоцитоз, зниження активності ферменту церулоплазміну. Затримка росту дітей та підлітків	Вміст міді в крові та сечі. Кількість еритроцитів у крові, гемоглобін, кольоровий показник крові, активність церулопазміну
Цинк (Zn)	Затримка статевого розвитку, відсутність вторинних статевих ознак (гіпогонадизм, статевий інфантилізм). Збільшення печінки, селезінки, анемія. Зниження репаративних процесів. Затримка росту дітей та підлітків	Вміст цинку в крові та сечі
Кальцій (Ca)	Витончення емалі зубів, схильність до карієсу зубів, уповільнення осифікації, остеопороз, остеомаляція, деформація кісток, рахіт у дітей	Вміст кальцію в крові
Калій (K)	М'язова слабкість, апатія, сонливість, втрата апетиту, нудота, блювання, зниження сечовиділення, запори, брадикардія, аритмія, артеріальна гіпотонія	Вміст калію в крові
Магній (Mg)	Емоційна нестабільність, дратівливість, збудженість, відчуття страху, нервовий тик (самовільне посіпування м'язів), судоми, аритмія, гіпертонічні кризи, схильність до онкологічних захворювань	Вміст магнію в крові
Фтор (F)	Стоншення емалі зубів, схильність до карієсу. Затримка росту дітей та підлітків (дефіцит фтору). Крапчастість емалі, остеопороз та остеосклероз скелета, обмеження рухів (надлишок фтору)	Фтор у крові та сечі, активність ферментів крові, рентгенографія скелета
Йод (J)	Компенсаторне дифузне розростання щитоподібної залози, екзофтальм, дратівливість, пітливість, стомлюваність, зниження працездатності	Вміст йоду та гормонів щитоподібної залози в крові (тироксину)

Рис. 26.4. Фактори, що впливають на виникнення хронічного дефіциту МЕ *(А. В. Скальний, 2000)*

26.8. Харчові добавки

Харчові добавки, що додаються в продукти харчування з технологічною метою:

1. Харчові добавки, які покращують консистенцію та органолептичні якості харчових продуктів (для смаку і вигляду).
2. Добавки, що підвищують стійкість продуктів і збільшують терміни їх зберігання (консерванти).
3. Добавки, які покращують технологію виробництва харчових продуктів.
4. Інші харчові добавки.

Класифікація харчових добавок ВООЗ

I група – стабілізатори, харчові барвники, пластифікатори, пом'якшувачі, штучні солодкі речовини.

II група – консерванти, бензойна кислота, сірчаний ангідрид, сорбінова кислота, деякі антибіотики, уротропін.

III група – прискорювачі технологічного процесу при виробництві харчових продуктів, ферментні препарати, фіксатори міоглобіну, розпушувачі, відбілювачі, піноутворювачі.

IV група – інші харчові добавки: гіпосульфіт натрію як стабілізатор йоду в кухонній солі; ацетат кальцію – для попередження тягучої хвороби хліба (не більше 3000 мг/кг).

27

РОЗДІЛ

ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЯК ЧИННИК НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВИРОБНИЧА ШКІДЛИВІСТЬ

С. Т. Омельчук, І. М. Пельо

Будь-яка діяльність людини є потенційно небезпечною. За 70 останніх років людство створило сотні штучних радіонуклідів і навчилося використовувати енергію атома як у мирних цілях (для виробництва енергії, у медицині, пошуку корисних копалин тощо), так і, на жаль, для виробництва зброї масового знищення. Усе це призводить до збільшення дози опромінення як окремих людей, так і населення Землі загалом.

Тому наукове обґрунтування і впровадження в практику ефективних заходів щодо забезпечення радіаційної безпеки в умовах виробничої діяльності та в місцях проживання людей є важливим і актуальним.

27.1. Історія розвитку радіаційної гігієни як науки, її мета і завдання

Поштовхом до виникнення радіаційної гігієни стали досягнення в галузі фізики наприкінці XIX і в першій половині XX століть, коли було відкрито професором Вюрцбурзького університету В. К. Рентгеном (Німеччина, 1895 р.) Х-промені, що мали незвичайні властивості – проникати крізь дерево, картон та інші предмети. Ці промені згодом було названо його ім'ям – рентгенівським випромінюванням. Французький академік Анрі Пуанкаре вперше продемонстрував знімки, виконані за допомогою відкритих В. К. Рентгеном променів.

Науково-технічний прогрес обумовив інтеграцію науки, яка характеризується взаємопроникненням знань одних галузей в інші.

Інтеграція і диференціація гігієни дозволяють глибше вивчати вплив навколишнього середовища на людину, науково обґрунтовувати і розробляти ефективніші засоби, спрямовані на збереження і зміцнення здоров'я людей.

Виникнення радіаційної гігієни є одним із прикладів інтеграції й диференціації гігієнічної науки.

Видатні досягнення в галузі ядерної фізики наприкінці XIX і в першій половині XX століття:

- 1895 р. – відкриття В. Рентгеном RX-променів.
- 1896 р. – відкриття А. Беккерелем природної радіоактивності.
- 1898 р. – виділені подружжям М. Склодовською-Кюрі та П. Кюрі перші радіоактивні елементи – полоній та радій.
- 1900 р. – відкриття Основного закону радіоактивного розпаду Е. Резерфордом (початок атомної ери).
- 1932 р. – відкриття Дж. Чедвіком нейтрона.
- 1934 р. – відкриття подружжям І. Кюрі та Ф. Жоліо-Кюрі штучної радіоактивності.
- 1940 р. – відкриття Г. Флеровим і К. Петржаком спонтанного поділу ядер урану, що дало можливість Е. Фермі здійснити керовану ланцюгову реакцію поділу ядер урану і створити перший у світі атомний реактор у м. Чикаго (США), грудень 1942 р.
- 1954 р. – перша у світі АЕС (5 МВт), м. Обнінськ, Калужської обл.

Відкриття явища радіоактивності французьким вченим Антуаном Анрі Беккерелем (1996 р.), виділення перших радіоактивних елементів – полонію і радію – подружжям французьких учених-фізиків М. Кюрі-Склодовською (полькою за походженням) і П. Кюрі (1898 р.), відкриття α- і β-променів, створення теорії розпаду і відкриття Основного закону радіоактивного розпаду Е. Резерфордом (Великобританія, 1900 р.) слід вважати початком атомної ери. Найвизначнішими відкриттями першої половини XX століття було

відкриття нейтрона, здійснене англійським фізиком Дж. Чедвіком у 1932 р., а також запропонована радянським фізиком Д. Д. Іваненком протонно-нейтронна теорія будови атомного ядра. У 1934 році подружжя І. Кюрі і Ф. Жоліо-Кюрі шляхом бомбардування альфа-частинками ядер елементів отримали інші радіоактивні елементи, тим самим відкривши явище штучної радіоактивності.

Через кілька років відкриття О. Ганом і Ф. Штрассманом (Німеччина – 1939 р.) примусового поділу ядер урану, а також відкриття Г. Н. Флеровим і К. О. Петржаком спонтанного поділу ядер урану (1940 р.) дало можливість італійському фізику Енріко Фермі здійснити керовану ланцюгову реакцію поділу ядер урану і відкрити перший у світі атомний реактор у м. Чикаго в грудні 1942 року, а також під керівництвом І. В. Курчатова – першу у світі атомну електростанцію з уранографітовим реактором потужністю 5 МВт в 1954 році у м. Обнінськ Калузької області.

Радіаційна гігієна – це окрема галузь гігієни, що вивчає дію іонізуючого випромінювання на людину в різних умовах її життя і діяльності, вивчає закономірності формування доз опромінювання населення і персоналу, який працює з джерелами іонізуючого випромінювання, розробляє санітарно-гігієнічні заходи, що попереджають променеві ушкодження та допомагають зберегти здоров'я населення, тобто зменшити ризик отримання різних негативних наслідків опромінення.

Радіаційна гігієна – галузь гігієни, яка займається вивченням закономірностей впливу на організм людини та здоров'я населення іонізуючого випромінювання, науковим обґрунтуванням і впровадженням у практику заходів щодо забезпечення радіаційної безпеки в умовах виробничої діяльності та в місцях мешкання людей.

У своїй роботі фахівці користуються Законами України, постановами Кабінету Міністрів України, наказами МОЗ України, Нормами радіаційної безпеки України, санітарними нормами та Інструктивно-методичними вказівками, затвердженими МОЗ України. **Основні задачі,** що їх вирішують фахівці з радіаційної гігієни, полягають у наступному:

- вивчення впливу джерел іонізуючого випромінювання, що використовуються в різних галузях господарства, та пов'язаних із цим рівнів променевих навантажень на людину;
- дослідження радіаційних факторів чорнобильського походження та розробка протирадіаційних заходів, спрямованих на попередження надмірного опромінення населення України;
- вивчення рівнів радіації від техногенно-підсилених джерел іонізуючого випромінювання та вплив їх на здоров'я населення;
- вивчення радіаційного стану довкілля, обумовленого радіоактивними речовинами чорнобильського походження, та підприємств, при технологічному процесі яких утворюються радіоактивні відходи.

Поряд з практичними задачами фахівці з радіаційної гігієни займаються питаннями нормування та розробки нормативно-методичної літератури і впроваджують результати своєї наукової діяльності у практичну діяльність закладів санітарно-епідеміологічної служби.

Специфіка іонізуючого випромінювання потребує застосування спеціальних методів досліджень, до яких належать радіаційно-гігієнічні, ядерно-фізичні, радіобіологічні, радіаційно-хімічні, дозиметричні, радіометричні, спектрометричні, розрахункові, статистичні методи.

Таким чином, широке застосування джерел іонізуючого випромінювання в різних сферах діяльності людини зумовлює необхідність кваліфікованого санітарного нагляду за дотриманням правил радіаційної безпеки і захисту навколишнього середовища від негативного впливу іонізуючого випромінювання техногенно-підсилених та штучних джерел. Створена в Україні надійна система радіаційної безпеки відкриває перспективи до подальшого широкого використання джерел іонізуючого випромінювання в різних галузях господарства у нашій країні.

27.2. Фізичні основи радіаційної гігієни

Іонізуюче випромінювання – електромагнітне чи корпускулярне випромінювання, яке здатне при взаємодії з речовиною прямо чи опосередковано викликати іонізацію та збудження її атомів.

Радіоактивність (від лат. *radio* – випромінюю, *radius* – промінь і *activus* – дієвий) – фізичне явище, суть якого полягає у спонтанному перетворенні ядер хімічних елементів, яке супроводжується зміною атомного номера або масового числа (структури або енергетичного стану) та виділенням енергії у вигляді ядерного випромінювання.

Нестабільні (радіоактивні) атоми мають властивість перетворюватись із одних в інші, що називається радіоактивним перетворенням, або радіоактивним розпадом. Розрізняють кілька видів радіоактивного розпаду:

1. Альфа-розпад притаманний важким ядрам з атомним номером 83 і більше, а також нестабільним атомам рідкоземельних елементів.
2. Бета-розпад можна розглядати у двох варіантах: для радіонуклідів, у яких має місце надлишок нейтронів над протонами, відбувається перетворення нейтрона в протон **($n^o \rightarrow p$)** і зсув на 1 клітину вправо; при цьому виділяється електрон і антинейтрино – частинка з негативним зарядом і нульовою масою спокою. Масове число залишається тим самим, утворюється ізобарне дочірнє ядро. Може виділятися гамма-квант. Такий варіант бета-розпаду називається електронним бета-розпадом (Е. Фермі, 1934 р.).На сьогодні відомо близько 900 β-активних радіонуклідів.
3. Гамма-розпад (ізомерний перехід), відкритий І. В. Курчатовим і Д. І. Русіновим у 1935 р., полягає у випромінюванні гамма-квантів при переході ядра від збудженого стану в основний стан. При цьому ядро перебуває у збудженому стані протягом кількох секунд, хвилин і навіть годин. Такі довготривалі збуджені стани називають метастабільними, а радіонукліди в такому стані позначають маленькою латинською літерою (m) поряд з масовим числом радіонукліда, якому притаманний такий метастабільний стан. Наприклад, ^{99}mTc; ^{137}mBa.
4. У 1937 році Л. Альваресом було відкрито ще один вид ядерного перетворення – електронний захват (ЕЗ), або К-захват (захват ядром електрона з К-оболонки, (рідко – з L-оболонки). Це ядерне перетворення притаманне радіонуклідам, які мають надлишок протонів, у результаті протон перетворюється в нейтрон (захоплений електрон нейтралізує протон).
5. Спонтанне ділення ядер властиве важким елементам, яке відбувається при захваті ядрами нейтронів або без їх захвату. Спонтанне ділення, ініційоване нейтронами, було відкрите О. Ганом і Ф. Штрассманом у 1938 році, а спонтанне ділення без бомбардування нейтронним потоком – Г. Н. Флеровим і К. А. Петржаком у 1940 році. Реакція поділу без дії нейтронного потоку відбувається значно рідше, з періодом напіврозпаду 10^{16} років.

Таблиця 27.1. Види ядерних випромінювань

1. Корпускулярне	2. Електромагнітне (квантове)
α (ядра атомів гелію)	**γ** (гамма)
β (електрон чи позитрон)	рентгенівське
p (протонне)	космічне
n (нейтронне)	

Основні види ядерних випромінювань та їх фізичні властивості наведено в таблицях 27.1 та 27.2.

Нижче наводимо характеристику основних фізичних одиниць іонізуючого випромінювання (табл. 27.3).

Експозиційна доза (X) історично виникла першою як міра впливу фотонних випромінювань на навколишнє середовище і визначається співвідношенням сумарного електричного заряду всіх іонів одного знака, створених у повітрі при повному гальмуванні всіх вторинних електронів, утворених фотонами в одиниці маси або об'єму атмосферного сухого повітря. Несистемною одиницею експозиційної дози фотонного випромінювання є рентген – 1 Р, який утво-

Таблиця 27.2. Фізичні властивості іонізуючого випромінювання

Вид випромінювання	Енергія, МеВ	Довжина пробігу в повітрі	Довжина пробігу в біологічній тканині	Щільність іонізації (кількість пар іонів на 1 см пробігу)
Альфа	До 10	≈ до 10 см	До 50 мкм	1–50 тис.
Бета	До 3–4	≈ до 15 м	До 2,5 см	До 1 тис.
Гамма	До 2–3	До 600 метрів	Десятки см	До 10
Нейтрони	Від практичного нуля до 20 і більше	До 1,5 км залежно від енергії	Десятки см	До кількох тисяч

Таблиця 27.3. Основні одиниці виміру іонізуючого випромінювання

Назва	Позасистемні	Системні	Співвідношення
Енергія	Е (ерг)	Дж	1 Дж = 10^7 ерг
Х – експозиційна доза	Р (рентген)	кулон/кг	1 Р = 2,58 10^{-4} Кл/кг 1 Кл/кг = 3876 Р
х – потужність експозиц. дози	Р/с	ампер/кг	аналогічно
Д – поглинена доза	Д = Х рад; 100 ерг/г	Грей Дж/кг	рад = 0,01 Гр 1 Гр = 100 рад
д – потужність поглиненої дози	рад/с	Грей/с Вт/кг	аналогічно
К – керма в повітрі	К = Х × 0,873; рад	Грей	1 мкР = 8,73 нГр
Н – еквівалентна доза	бер; 100 ерг/г × к (к – радіаційний фактор)	Зіверт (Зв) Дж/кг × к	бер = 0,01 Зв 1 Зв = 100 бер
н – потужність еквівалентної дози	бер/с	Зв/с	Аналогічно
Е – ефективна доза	$E = \sum H \times w$, бер, w – тканинний (зважуючий) фактор	Зіверт (Зв)	Аналогічно
е – потужність ефективної дози*	е	нЗв/год.	1 мкР/год. = 6,46 нЗв/год
Ефективна колективна доза	S; $S = \sum H_i N_i$	люд. × Зв	
Потік частинок	Ф; c^{-1}	Ф; c^{-1}	
Щільність потоку частинок	φ; c^{-1} $см^{-2}$	φ; c^{-1} $м^{-2}$	10^{-4}
Флюенс частинок	F; $см^{-2}$	F; $м^{-2}$	10^{-4}

** Можна розраховувати тільки в разі опромінення за рахунок природного радіаційного фону або давнього забруднення, коли рівні радіоактивного забруднення об'єктів навколишнього середовища можна вважати рівномірними.*

рює 2,08 × 10^9 пар іонів (одна електростатична одиниця) в 1 $см^3$ (0,001 29 г) сухого повітря при температурі 0 °С і атмосферному тиску 10^{13} МПа. Одиниця експозиційної дози в СІ – кулон на кілограм (Кл/кг). 1 Р = 2,58 × 10^{-4} Кл/кг.; 1 Кл/кг = 3876 Р.

Еквівалентна доза (Н) – дозиметрична величина, яка дорівнює добутку поглиненої дози на відповідний радіаційний фактор. Одиницею еквівалентної дози в СІ є зіверт** (Зв; Sv) – це одиниця еквівалентної дози будь-якого виду випромінювання в біологічній тканині стандартного складу, яка створює такий самий біологічний ефект, як поглинена доза в 1 Гр (Дж/кг) зразкового рентгенівського випромінювання (певних стандартних параметрів).

Для порівняння біологічної дії різних видів випромінювання існує поняття *відносна біологічна ефективність*, яка відображається в значенні радіаційного фактора – W_R (коефіцієнт якості) без найменування. Саме він визначає залежність частоти виникнення несприятливих біологічних наслідків в результаті опромінення організму людини в малих дозах. Значення радіаційних факторів наведені в табл. 27.4.

Потужність еквівалентної дози **(н)** – приріст еквівалентної дози за одиницю часу – вимірюється у Зв/с.

$$н = dH / dt.$$

Позасистемна одиниця еквівалентної дози – бер – біологічний еквівалент рада – відповідає поглинутій дозі будь-якого виду випромінювання, яка створює такий самий біологічний ефект, як і поглинута доза 1 рад фотонного випромінювання, для якого значення радіаційного фактора дорівнює одиниці, тобто 100 ерг енергії поглинаються 1 г речовини. Із цього випливає, що 1 Зв = 100 бер, 1 бер = 0,01 Зв. Одиницею еквівалентної дози в іноземній літературі до введення СІ був **рем** (rem) – скорочено у перекладі з англійської мови – рентген-еквівалент для ссавців.

Таблиця 27.4. Значення радіаційних факторів WR для різних видів іонізуючого випромінювання при довгостроковому опроміненні в невеликих дозах

Вид випромінювання	WR	Вид випромінювання	WR
Рентгенівське та гамма-	1	Нейтрони з енергією 10 кеВ	5
Електрони, позитрони, бета-частинки	1	Нейтрони з енергією 10 кеВ – 100 кеВ	10
Протони з енергією 2 МеВ	5	Нейтрони з енергією 100 кеВ – 2 МеВ	20
Альфа- з енергією до10 МеВ	20	Нейтрони з енергією 2 МеВ – 20 МеВ	10
Ядра віддачі	20	Нейтрони з енергією понад 20 МеВ	5

*** Одиниця іменується на честь шведського фізика Р. М. Зіверта.*

Для оцінки шкоди здоров'ю людини від нерівномірного опромінення тіла введено поняття **ефективної дози – H_E**. Відмова від концепції критичного органа і визнання безпорогової концепції згідно з публікацією МКРЗ № 26 примусила користуватися концепцією прийнятного ризику. Саме ця концепція покладена в основу встановлених лімітів доз в НРБУ-97. Ефективна доза допомагає визначити загальний ризик виникнення віддалених ефектів опромінення – захворіти чи вмерти від соматико-стохастичних ефектів (злоякісних новоутворень, захворювань кровотворної системи) або генетичних ефектів (ризик появи спадкових захворювань у нащадків).

Таким чином, ефективна доза відображає внесок опромінення окремих органів у сумарну шкоду від опромінення для всього організму. У випадку, коли якийсь із списку "решта органів" одержує еквівалентну дозу, яка перевищує будь-яку з основного списку, для цього органа використовують зважувальний тканинний фактор 0,025. Значення зважувальних тканинних факторів, wR (Згідно НРБУ-97) наведені в таблицях 27.5 та 27.6.

27.3. Класифікація джерел іонізуючого випромінювання, їх внесок у променеве навантаження людини

Джерелом ІВ називається будь-який об'єкт, що містить радіоактивну речовину, або технічний пристрій, що створює чи за певних умов може створювати іонізуючі випромінювання. Класифікація джерел іонізуючого випромінювання, їх внесок у променеве навантаження людини наведені у таблиці 27.7, рисунках 27.1 та 27.2)

Таблиця 27.5. Значення зважувальних тканинних факторів, w_R (Згідно з НРБУ-97)

Гонади	0,20
ЧКМ, товста кишка, легені, шлунок	0,12
Сечовий міхур, молочна залоза, печінка, стравохід, щитоподібна залоза	0,05
Шкіра, поверхня кісток	0,01
Решта органів*	0,05

** Наднирники, головний мозок, дихальні шляхи позастернової ділянки, тонка кишка, нирки, м'язи, підшлункова залоза, селезінка, вилочкова залоза, матка.*

Таблиця 27.6. Значення зважувальних тканинних факторів, w_T (Згідно з Публікацією МКРЗ 103)

Гонади	0,08
ЧКМ, товста кишка, легені, шлунок, молочна залоза	0,12
Сечовий міхур, печінка, стравохід, щитоподібна залоза	0,04
Шкіра, поверхня кісток, мозок, слинні залози	0,01
Решта тканин і органів (серце, нирки, підшлункова залоза, тонкий кишечник)	0,12

Рис. 27.1. Класифікація джерел ІВ

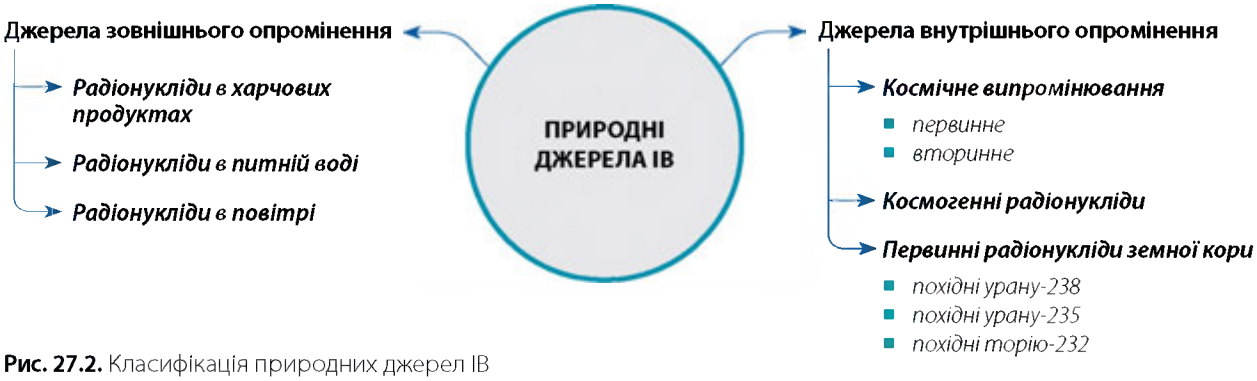


Рис. 27.2. Класифікація природних джерел ІВ

Таблиця 27.7. Класифікація джерел ІВ

Ідентифікація джерел	Характеристики
за походженням	природні та антропогенні
за природою	радіонуклідні й нерадіонуклідні
за станом	закриті та відкриті
за радіонуклідним складом	α-, β-, γ-випромінювачі
за активністю	низько- та високоактивні
за застосуванням	промислові, ядерні, енергетичні, медичні, науково-технічні тощо

Інформацію про опромінення населення України від різних джерел природного походження наведено в таблиці 27.8.

Індустріальними називаються джерела іонізуючого випромінювання (ДІВ) штучного походження, які цілеспрямовано використовуються у відповідних радіаційних технологіях для отримання певної користі. Джерела, створені людиною, але в основі яких лежать радіонукліди природного походження, теж відносяться до індустріальних. Галузями використання штучних ДІВ є наступні:

1. Медицина (діагностика та лікування).
2. Ядерна енергетика (отримання електроенергії).
3. Промисловість (дефектоскопія та методи технологічного контролю, опромінення об'єктів для їх стерилізації, радуризації тощо).
4. Рентгеноструктурний та рентгеноспектральний аналіз.
5. Геологія (нейтронний каротаж свердловин).
6. Наукові дослідження (радіобіологія, фізика, радіохімія та ін.).
7. Військово-промисловий комплекс, космічна галузь.

Потужними джерелами іонізуючого випромінювання є радіоактивні відходи (РАВ), які можуть утворюватися при будь-якому використанні радіонуклідних ДІВ.

Таблиця 27.8. Опромінення населення України від джерел природного походження

Джерело випромінювання	Доза (мЗв/рік)	% від загальної дози	Внесок компоненти (%)	
Зовнішнє (космічне випромінювання, гамма-фон Землі)	1,0	13,5	Некерована компонента	19,3
Внутрішнє (їжа, повітря, питна вода)	0,35	5,83		
Природні радіонукліди питної води	0,15	2,5	Керована компонента	80,7
Природні радіонукліди буд. матеріалів	0,25	4,17		
Ізотопи радону і продукти розпаду радону у приміщеннях	3,25	74,0		
Разом:	5,0	100		

За типом штучні індустріальні джерела поділяються на нерадіонуклідні й радіонуклідні. **Нерадіонуклідні** джерела – пристрої, які не містять радіоактивних речовин, але за певних умов здатні генерувати іонізуюче випромінювання. Це відбувається при гальмуванні або прискоренні заряджених частинок у полі високої напруги. У вимкненому стані вони повністю безпечні й не складають загрози для людей, які знаходяться поряд, а також не створюють радіоактивного забруднення.

До нерадіонуклідних джерел, випромінювання яких використовується, відносяться рентгенівські апарати різних конструкцій та різного призначення. Найпоширенішими є рентгенодіагностичні і рентгенотерапевтичні апарати, які використовуються в медицині, установки для проведення рентгеноструктурного та рентгеноспектрального аналізу, рентгено-дефектоскопи. Досить широко використовуються прискорювачі заряджених частинок медичного та іншого призначення, які теж належать до нерадіонуклідних джерел.

Радіонуклідні джерела іонізуючого випромінення поділяються на закриті і відкриті.

Закрите джерело – радіоактивна речовина, укладена в тверду захисну оболонку з нерадіоактивного матеріалу, яка запобігає розповсюдженню речовини при звичайних умовах використання протягом установленого терміну експлуатації. Отже, при нормальній експлуатації закритого джерела воно може створювати лише зовнішнє опромінення, окрім спеціального їх використання для опромінення внутрішніх органів людини з метою променевої терапії (брахітерапії). Існує велика різноманітність джерел за активністю, видом випромінювання, конструкцією, призначенням та основними вимогами до експлуатації.

До **відкритих** джерел іонізуючого випромінювання належать радіонуклідні джерела, при звичайному використанні яких можливе надходження радіоактивних речовин у робочі приміщення або організм людини, радіоактивне забруднення робочих приміщень і навколишнього середовища. До відкритих джерел відносяться:

1. Радіофармацевтичні препарати (РФП) – дозволені для використання в медицині речовини, які містять певні радіонукліди.
2. Радіоактивні розчини, що використовуються при калібровці, в наукових дослідженнях.
3. Радіохімічні препарати, що використовуються в радіохімічних лабораторіях.
4. Ядерно-паливний цикл (лабораторії, активна зона тощо).
5. Продукти ділення, утворені в результаті застосування ядерної зброї.
6. РАВ – викиди (у повітря) і скиди (у водоймища) при радіаційних і ядерних аваріях.
7. Радіонукліди у нативному стані та їх різноманітні сполуки у вигляді газу, аерозолю, пару, рідини, порошку.

Променеве навантаження населення:

1. Променеве навантаження становить близько 5 мЗв на рік:
   - внесок джерел природного радіаційного фону складає близько 2 мЗв на рік (40%);
   - внесок джерел техногенного і штучного радіаційного фону становить близько 3 мЗв на рік (60%, по 30% кожний).
2. Частка зовнішнього опромінення у променевому навантаженні населення складає близько 43%, внутрішнього опромінення – близько 57%.

3. Основні компоненти променевого навантаження людини:
   - радіонуклід радон – близько 60%;
   - медичні рентгенологічні процедури – близько 30%.

27.4. Протирадіаційний захист як гігієнічна проблема

Під радіаційним захистом слід розуміти комплекс радіаційно-гігієнічних, проектно-конструкторських, технічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення радіаційної безпеки людини. Кожний з цих заходів не може бути здійснений без знання фізичних властивостей іонізуючого випромінювання, законів формування променевих навантажень, особливостей взаємодії випромінювання і речовини. Вкрай важливою є інформованість населення та зацікавлених організацій щодо стану радіологічного захисту.

Принципи, на яких базується протирадіаційний захист:

1. Гігієнічне нормування рівнів опромінення.
2. Державний санітарний нагляд (запобіжний і поточний).
3. Радіаційний контроль (державний і відомчий).
4. Медичний контроль.
5. Виробниче навчання та санітарна освіта.
6. Використання загальних та індивідуальних засобів захисту.

Відомі декілька фізичних основ захисту від іонізуючого випромінювання, серед яких найбільше значення мають чотири:

- захист шляхом зменшення активності джерела, з яким працюють;
- захист шляхом зменшення часу контакту з джерелом (захист часом);
- захист шляхом збільшення відстані між людиною і джерелом (захист відстанню);
- захист екраном – речовиною, яку розташовують між джерелом і людиною.

27.5. Біологічна дія іонізуючого випромінювання

Під біологічною дією іонізуючого випромінювання слід розуміти його здатність викликати структурні та функціональні зміни біологічних об'єктів від молекулярного рівня до рівня цілого організму. З усіх біологічних видів на планеті людина найбільш чутлива до дії іонізуючого випромінювання.

Механізми біологічної дії іонізуючого випромінювання

Біологічна дія іонізуючого випромінювання відбувається в три етапи (на трьох рівнях):

1. **"Фізична" фаза** (тривалість 1×10^{-1}с.) – внаслідок опромінення в клітинах і тканинах біологічного субстрату утворюються **іонізовані та збуджені атоми** і **молекули** (до 70% енергії ІВ витрачається на радіоліз води).
2. **"Фізико-хімічна" фаза** (тривалість 1–10 с) – упродовж цієї фази іонізовані та збуджені атоми і молекули зазнають фізико-хімічних змін, які закінчуються утворенням вільних радикалів (активація ПОЛ і утворення вільних радикалів – не специфічний механізм біологічної дії ІВ).
3. **"Біохімічна" фаза** – в цій фазі відбуваються зміни обмінних процесів в клітинах, наслідком яких є різноманітні біологічні ефекти.

Первинний етап. Має місце фізичний ефект на атомному і молекулярному рівнях – поглинання енергії атомами і молекулами біологічної тканини, в результаті чого утворюються збуджені та іонізовані атоми і молекули.

$$\gamma \rightarrow M \leftrightarrow M^{+} + e^{-};$$

$$e^{-} + M \rightarrow M^{-}; M^{+}; M^{-}; M.$$

Також відбувається поглинання енергії молекулами води, в результаті чого утворюються H_2O^{+}; H_2O^{-}.

$$\gamma \rightarrow H_2O \leftrightarrow H_2O^{+} + e^{-};$$

$$e^{-} + H_2O \rightarrow H_2O^{-}; H_2O^{+}; H_2O^{-}; H_2O.$$

Ці процеси відбуваються з дуже великою швидкістю – 10^{-12}...10^{-16} секунд.

При розгляді фізико-хімічних (радіаційно-хімічних) змін розрізняють пряму і непряму дію радіації.

Під прямою дією розуміють зміни, які виникають в результаті поглинання енергії випромінювання найбільш радіочутливою ділянкою клітини – "мішенню". Найбільша радіочутливість притаманна ДНК ядра і мембранам, які виступають у ролі "мішені". При взаємодії випромінювання з біологічною тканиною відбу-

вається іонізація – утворення негативно і позитивно заряджених іонів.

Під непрямою дією розуміють зміни в клітині внаслідок дії продуктів радіолізу води. Вважають, що на непряму дію припадає близько 90 % і саме вона є визначальною, тому що біологічна клітина містить до 65–70 % води.

Вторинний етап обумовлений дією продуктів первинного етапу – окислюючих радикалів, радіотоксинів та інших. Відбуваються окислювально-відновлювальні реакції, дезамінування, розриви пептидних зв'язків, окислення SH-груп.

На клітинному рівні відбуваються зміни морфології клітин, які забезпечують спадковість, – злипання та утворення конгломератів, збільшення і пікноз ядер, одиночні і подвійні розриви хромосом. Мають місце порушення нормальних біохімічних процесів, у першу чергу гальмування синтезу білків, ферментів, що зумовлене дією радіотоксинів. Такі фізико-біохімічні зміни в клітинах, які викликають порушення функції мембран, в'язкості та гідрофільності цитоплазми, обумовлюють зміну електропровідності й теплопровідності клітин. Термін перебігу клітинних порушень вимірюється секундами, хвилинами, годинами.

Особливості біологічної дії іонізуючого випромінювання полягають у наступному:

1. Відсутність вибіркової дії випромінювань на різні атоми і молекули, внаслідок чого має місце пошкодження будь-яких видів біологічної тканини.
2. Миттєве поглинання енергії випромінювання, внаслідок чого відбувається деструктуризація атомів і молекул, що обумовлює зміну їх фізико-хімічних властивостей.
3. У зв'язку з великою проникаючою здатністю багатьох видів випромінювань має місце одномоментність дії на різні тканини організму, зокрема, при дії гамма-випромінювання жодна тканина не лишається інтактною.

Третинний етап – ураження на рівні цілого організму в результаті зміни морфології та функцій окремих органів і систем.

Ще в 1906 році французькі вчені І. Бергоньє і Л. Трібондо визначили закономірність відносно радіочутливості клітин організму. Тканини з малодиференційованими клітинами, а також ті, що мають високу проліферативну активність, наприклад, червоний кістковий мозок, сім'яні залози, кишковий епітелій та інші, мають високу радіочутливість. Найбільш радіочутлива структура клітини – ядро. У період життєвого циклу найбільшу радіочутливість має клітина у мітотичний період.

Ці закономірності набули форми основного радіобіологічного закону Бергоньє і Трібондо: "Радіочутливість тканини прямо пропорційна проліферативній активності та обернено пропорційна ступеню диференціації клітин, з яких вона складається".

Біологічна дія ІВ залежить від:

- виду ІВ;
- величини поглинутої дози ІВ;
- розподілу поглинутої енергії ІВ в організмі;
- радіочутливості організму та окремих органів;
- способу опромінення (виду радіаційного впливу);
- індивідуальної особливості організму;
- умов навколишнього середовища.

Особливості біологічної дії ІВ:

- невідчутність дії;
- наявність латентного періоду;
- здатність до кумуляції.

Важливими питаннями радіобіології, які можуть розглядатися як особливості біологічної дії ІВ, є:

- радіоадаптація;
- пороговість дії.

27.6. Основні види променевих уражень організму та умови їх виникнення

Розглянемо клінічні біологічні радіаційні ефекти, які відбуваються внаслідок опромінення. Залежно від дози, а також режиму опромінення можуть виникати детерміновані (обов'язкові) і недетерміновані (стохастичні) ефекти.

Детерміновані ефекти (шкідливі тканинні реакції) бувають ранні і пізні, але всі вони обов'язково проявляються при опроміненні в певних дозах. Ці ефекти мають поріг дози, нижче якого детерміновані ефекти не виникають. Тяжкість детермінованих ефектів зростає зі збільшенням дози опромінення.

Види променевих уражень

Детерміновані ефекти (нестохастичні) – ефекти радіаційного впливу, які виникають лише при перевищенні певного дозового порогу і тяжкість наслідків яких залежить від величини отриманої дози (ГПХ, ХПХ, променеві опіки тощо).

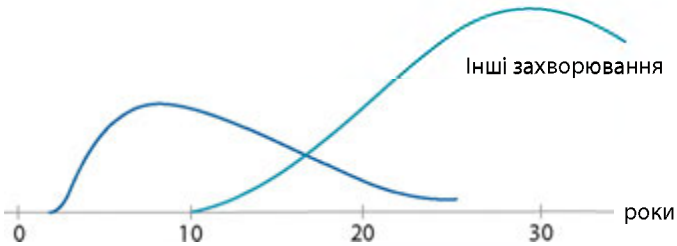


Рис. 27.3. Терміни найбільшої частоти виникнення стохастичних (недетермінованих) ефектів внаслідок опромінення в малих дозах

Стохастичні ефекти – безпорогові ефекти радіаційного впливу, ймовірність виникнення яких існує при будь-яких дозах ІВ і зростає із збільшенням дози, тоді як їх відносна тяжкість виявлень опромінення від дози не залежить.

До стохастичних ефектів належать злоякісні новоутворення (соматичні ефекти) та генетичні зміни, що передаються нащадкам (спадкові ефекти).

Стохастичні (недетерміновані) ефекти

У 50-х роках в експериментах на тваринах було виявлено можливість виникнення радіаційно-індукованих канцерогенних та генетичних (недетермінованих) ефектів при дозах, нижчих за порогові для виникнення детермінованих ефектів (малі дози). Вірогідність виникнення недетермінованих ефектів має стохастичний характер і збільшується при підвищенні променевого навантаження. Слід зауважити, що доза не впливає на тяжкість патології, а лише збільшує ймовірність її виникнення. Стохастичні ефекти бувають соматико-стохастичними, що виникають у соматичній сфері, – раки, лейкози, скорочення середньої тривалості життя, зниження імунобіологічної захищеності організму, і генетичними, які проявляються у потомства у вигляді спадкових захворювань генетичного характеру (хвороба Даун-а, вроджені катаракти, епілепсія, м'язова дистрофія, різні вади розвитку, синдром Тюрнера та інші). Кожному виду патології притаманні певні терміни найбільшої частоти їх виникнення (рис. 27.3).

На відміну від соматичних порушень, які виникають безпосередньо в опромінених осіб, генетичні наслідки дії радіації проявляються у потомства опромінених осіб. Генетичні порушення можна віднести до двох основних типів:

- хромосомні аберації, що призводять до зміни кількості або структури хромосом;
- мутації в генах – домінантні, з проявом у першому поколінні, і рецесивні – можуть проявлятися при наявності того ж мутантного гена у обох батьків. Близько 10% усіх новонароджених мають генетичні дефекти. Багато ембріонів і плодів зі спадковою патологією не доживають до народження.

28
РОЗДІЛ

ОСНОВИ ГІГІЄНІЧНОГО НОРМУВАННЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

І. М. Пельо, С. Т. Омельчук

28.1. Значення гігієнічного нормування іонізуючого випромінювання, його історія, методи, наукові концепції

Будь-який вид діяльності людини передбачає певну небезпеку для її здоров'я, здоров'я інших членів суспільства та шкоду для навколишнього середовища. На жаль, неможливо розробити абсолютно безпечну технологію, і жоден вид діяльності людини не може забезпечити їй абсолютну безпеку. Тому основне завдання гігієни полягає у зменшенні негативного впливу діяльності людини на її здоров'я.

Гігієнічне нормування є надзвичайно важливою ланкою в системі заходів з протирадіаційного захисту персоналу та радіаційної безпеки населення. Гігієнічне нормування дозволяє уніфікувати вимоги до організації робіт на об'єктах з радіаційно-ядерними технологіями, радіаційної безпеки населення в місцях його проживання та охорони навколишнього середовища від радіоактивного забруднення. Гігієнічний норматив є тією вихідною величиною, на якій базуються розрахунки заходів з протирадіаційного захисту, в основі яких лежать фізичні закони послаблення дії іонізуючого випромінювання. Гігієнічне нормування є юридичною базою Державного санітарного нагляду.

Про необхідність регламентування дії іонізуючого випромінювання на організм людини стало відомо ще на початку XX століття, коли з'явилась інформація про ушкодження організму працівників, які мали безпосередній контакт з радіоактивними речовинами. На той час радіаційна безпека базувалась на принципі порогової дії іонізуючого випромінювання, оскільки були відомі лише детерміновані ефекти, які мають поріг і виникають при доволі значних променевих навантаженнях. У середині XX століття разом із появою штучних джерел іонізуючого випромінювання з'явились наукові дані про можливість виникнення недетермінованих (канцерогенних) ефектів, обумовлених малими дозами опромінення.

Сьогодні ми володіємо науковою інформацією, яка свідчить про можливість виникнення стохастичних ефектів при дозах опромінення, значно менших за поріг виникнення променевих ушкоджень.

Еволюція дозових лімітів для осіб, які працюють з джерелами іонізуючого випромінювання, викладена в Рекомендаціях Міжнародної комісії з радіаційного захисту (МКРЗ), починаючи з початку 30-х років XX століття, і полягає в суттєвому зниженні допустимих річних доз опромінення: від 600 мЗв до 20 мЗв на рік.

Перші рекомендації базувались на концепції "толерантної дози", тобто такої дози опромінення, яку могла витримувати людина, як тоді вважали, без загрози для здоров'я. В той час загрозою для здоров'я вважалась поява променевих ушкоджень, які згодом було названо "детермінованими" ефектами.

Основні принципи захисту від іонізуючого випромінювання викладені в нормативних документах МАГАТЕ (2001, 2002 та ін.), Рекомендаціях МКРЗ (1977, 1990, 2007), НРБУ-97, ОСПУ-2005, а також галузевих санітарних правилах роботи з джерелами іонізуючого випромінювання.

Сьогодні вкрай необхідною є гармонізація української національної нормативно-правової бази в галузі радіологічного захисту з міжнародними документами і рекомендаціями.

Додержання гігієнічних регламентів гарантує запобігання виникнення детермінованих ефектів у осіб, які зазнали опромінення, та обмеження на прийнятному рівні ймовірності виникнення стохастичних (недетермінованих) ефектів.

Публікацією 26 МКРЗ (1977 р.) введені поняття ефективної дози як інтегрального показника, за допомогою якого можна визначати шкоду для всього

організму від дії іонізуючого випромінювання та порівнювати її зі шкодою від опромінення різних органів у інших осіб.

Публікацією 60 МКРЗ (1990 р.) розділено основи радіаційного захисту для двох різних ситуацій діяльності людини, пов'язаної з джерелами іонізуючого випромінювання (ДІВ), та введено поняття "практична діяльність" і "втручання". Підходи до обмеження опромінення в умовах практичної діяльності (при безаварійній роботі об'єкта) та втручання (в аварійних ситуаціях) різні. Публікація 60 МКРЗ дала початок новому етапу протирадіаційної безпеки і радіаційно-гігієнічного нормування. Основні положення цієї Публікації лягли в основу вітчизняного законодавства, зокрема НРБУ-97.

Матеріали Публікації 103 МКРЗ (2007 р.) побудовані на аналізі ситуації опромінення – для трьох сценаріїв опромінення: у виробничих умовах, опромінення населення та медичного опромінення. МКРЗ пропонує використовувати для обмеження дози або ризику термін "референтний рівень", вище якого планування опромінення є недопустимим, а нижче якого слід здійснювати оптимізацію захисту.

З метою міжнародного співробітництва у сфері використання джерел іонізуючого випромінювання і захисту від його негативної дії на населення було створено ряд міжнародних організацій. Провідним світовим міжнародним урядовим форумом науково-технічної співпраці в галузі мирного використання атомної енергії є Міжнародне агентство з атомної енергії – МАГАТЕ (IAEA) зі штаб-квартирою у Відні (Австрія), яке було створене в межах Організації Об'єднаних Націй (ООН) у 1957 році як автономна організація, що являє собою результат міжнародних зусиль, втілених у реальність. Нині МАГАТЕ надає широкий спектр послуг, програм і різних видів діяльності відповідно до потреб 130 країн – членів цієї організації.

Науковий комітет ООН з дії атомної радіації створений відповідно до резолюції генеральної асамблеї ООН (НКДАР ООН) у 1955 році, задачами якого є підготовка наукових матеріалів про рівень і наслідки дії радіації на здоров'я людини та навколишнє середовище. Доповіді НКДАР розглядаються міжнародною спільнотою як достовірне і всеохопне джерело інформації, яка може бути використана для оцінки ризиків і здійснення заходів щодо захисту від дії радіації. Впродовж останніх років НКДАР приділяє велику увагу вивченню наслідків Чорнобильської катастрофи та аварії на АЕС "Фукусіма" в Японії.

Успішно функціонує продовольча та сільськогосподарська міжнародна організація під патронатом ООН (скорочено ФАО – Food and Agriculture Organization, FAO), мета якої полягає у розвитку сільського господарства, рибальства, лісового господарства. Організація збирає дані та вивчає стан якості продовольства, в тому числі й на предмет його радіоактивного забруднення.

Міжнародна комісія з радіаційного захисту – МКРЗ (ICRP), створена у 1928 році, є незалежною міжнародною організацією, яка виконує різні функції, пов'язані з розробкою рекомендацій, які використовують Національні комісії з радіаційного захисту (НКРЗ) при розробці законодавчих і нормативних актів, що відповідають потребам кожної країни. Практичне законодавство більшості країн враховує рекомендації МКРЗ.

28.2. Санітарне законодавство в галузі радіаційної гігієни

Національна комісія з радіаційного захисту населення України (НКРЗУ) була створена Постановою Верховної Ради України № 95-XII "О безотлагательных мерах по защите граждан Украины от последствий Чернобыльской катастрофы" від 01 серпня 1990 року. Головою НКРЗУ був затверджений академік Академії наук Української РСР Дмитро Михайлович Гродзинський. НКРЗУ розробляє документи, спрямовані на здійснення протирадіаційних заходів відносно населення країни в цілому і працівників радіаційно-ядерної галузі зокрема, а також з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, екології та доцільного природокористування.

Державна інспекція ядерного регулювання України (Держатомрегулювання) відповідно до Положення, затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 20 серпня 2014 року № 363, є центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері безпеки використання ядерної енергії. Діяльність Держатомрегулювання регулюється Законами України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку", "Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії".

Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів (Держпродспоживслужба), відповідно до Положення, затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 9 вересня 2015 року № 667, є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом міністрів України через

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства, яке реалізує державну політику у сферах безпечності та окремих показників якості харчових продуктів, у тому числі здійснення радіаційного контролю за рівнем радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції і продуктів харчування.

Держпродспоживслужба здійснює у межах компетенції контроль за усуненням причин і умов виникнення та поширення інфекційних, масових неінфекційних захворювань, отруєнь та радіаційних уражень людей; бере участь у проведенні санітарно-епідеміологічних розслідувань, спрямованих на виявлення причин та умов, що призводять до виникнення та поширення інфекційних хвороб (у тому числі через харчові продукти), групових та індивідуальних харчових отруєнь, масових неінфекційних захворювань (отруєнь) та радіаційних уражень, випадків порушення норм радіаційної безпеки, санітарних правил роботи з радіоактивними речовинами, іншими джерелами іонізуючих випромінювань, та вживає заходів до їх усунення відповідно до законодавства.

У своїй роботі фахівці користуються Законами України, постановами Кабінету Міністрів України, наказами МОЗ України, Нормами радіаційної безпеки України, санітарними нормами та інструктивно-методичними вказівками, затвердженими МОЗ України.

Основні завдання, які вирішують фахівці з радіаційної гігієни, полягають у:

- вивченні впливу джерел іонізуючого випромінювання, які використовуються в різних галузях народного господарства, та пов'язаних з цим рівнів променевих навантажень на людину;
- дослідженні радіаційних факторів чорнобильського походження та розробці протирадіаційних заходів, спрямованих на попередження надмірного опромінення населення України;
- вивченні рівнів радіації від техногенно-підсилених джерел природного походження та їх впливу на здоров'я населення;
- вивченні радіаційного стану довкілля, обумовленого радіоактивними речовинами чорнобильського походження, та підприємств, при технологічному процесі яких утворюються радіоактивні відходи.

Поряд з практичними задачами фахівці з радіаційної гігієни займаються питаннями нормування та розробки нормативно-методичної літератури і впровадження результатів своєї наукової діяльності у практичну діяльність закладів.

Специфіка іонізуючого випромінювання потребує застосування спеціальних методів досліджень, до яких належать радіаційно-гігієнічні, ядерно-фізичні, радіобіологічні, радіаційно-хімічні, дозиметричні, радіометричні, спектрометричні, розрахункові, статистичні методи.

Широке застосування джерел іонізуючого випромінювання в різних сферах діяльності людини обумовлює необхідність кваліфікованого санітарного нагляду за дотриманням правил радіаційної безпеки і захисту навколишнього середовища від негативного впливу іонізуючого випромінювання. Створена в Україні надійна система радіаційної безпеки відкриває перспективи до подальшого широкого використання джерел іонізуючого випромінювання в різних галузях господарства в нашій країні.

28.3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), їх зміст та практичне застосування

З 1 січня 1998 року введено в дію Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) відповідним наказом МОЗ України, який є основним державним документом в галузі радіаційної гігієни, що встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятних рівнів опромінення як окремої людини, так і суспільства в цілому. В НРБУ-97 враховано рекомендації міжнародних організацій (МКРЗ, МАГАТЕ, ВООЗ), позитивний досвід застосування НРБ-76/87, а також наукові розробки в галузі радіаційної безпеки та радіаційного захисту.

Метою НРБУ-97 є визначення основних вимог до: охорони здоров'я людини від можливої шкоди, пов'язаної з опроміненням від ДІВ (запобігання виникнення детермінованих ефектів та обмеження ймовірності виникнення стохастичних ефектів); безпечної експлуатації ДІВ; охорони навколишнього середовища від забруднення радіонуклідами.

Порівняно з попередніми НРБ-76/87 в НРБУ-97 введено наступні сучасні концептуальні положення: концепція ефективної дози; нова система обґрунтування допустимих рівнів з використанням дозиметричних моделей з вікозалежними параметрами; дві групи категорій осіб, які зазнають опромінювання (персонал та населення) і система чотирьох груп радіаційно-гігієнічних регламентів.

Радіаційна безпека персоналу, населення та навколишнього середовища вважається забезпеченою, якщо дотримуються основні принципи радіаційної безпеки (виправданості, неперевищення, оптимізації) і вимоги радіаційного захисту, встановлені діючими нормами радіаційної безпеки та санітарними правилами.

Методологія протирадіаційного захисту населення базується на принципах:

- *виправданості* – будь-яка практична діяльність, що призводить до опромінення людей, не повинна здійснюватися, якщо користь від неї не перевищує сумарний збиток, що завдається окремій людині чи суспільству. Цей принцип використовується для всіх ситуацій опромінення;
- *неперевищення* – сумарні дози опромінення внаслідок практичної діяльності не повинні перевищувати встановлених лімітів дози;
- *оптимізації* – індивідуальні дози та (або) кількість опромінених осіб повинні бути настільки низькими, наскільки це може бути досягнуто з урахуванням економічних та соціальних факторів.

Принцип виправданості застосування радіаційних технологій забезпечується тим, що для використання ДІВ потрібен дозвіл регулюючих органів: Державного санітарного нагляду у формі санітарного паспорта, а також ліцензія, яка видається державним органом, що відповідає за радіаційну безпеку України, у передбаченому законодавством порядку. Сьогодні таким регулюючим органом є Державна інспекція ядерного регулювання.

Принцип неперевищення встановлених лімітів дози гарантується системою допустимих рівнів, вимогами до проектування, розміщення, будівництва радіаційно-ядерних об'єктів, а також радіаційного моніторингу на самих об'єктах та у навколишньому середовищі.

Принцип оптимізації забезпечується системою контрольних рівнів, порядком їх встановлення і використання, а також такими вимогами до проектів, які б гарантували вибір технології з мінімальною шкодою та максимальною користю для людини і суспільства.

Радіаційна безпека в країні визначається станом захищеності її громадян від негативного впливу іонізуючого випромінювання. Виконання вимог нормативних документів, які діють в галузі використання іонізуючого випромінювання, є обов'язковим для юридичних та фізичних осіб, які використовують іонізуюче випромінювання з метою отримання певної користі, якої повинно бути більше, ніж шкоди. Разом з тим, пошук шляхів зменшення рівнів опромінення з урахуванням економічної доцільності, навіть коли ці рівні відповідають нормативним величинам, є умовою створення радіаційної безпеки для населення в цілому і кожної людини зокрема.

Дія НРБУ-97 поширюється на ситуації опромінення людини ДІВ в умовах:

- нормальної експлуатації індустріальних ДІВ;
- медичної практики;
- радіаційних аварій;
- опромінення від техногенно-підсилених джерел природного походження.

НРБУ-97 включають 4 групи радіаційно-гігієнічних регламентованих величин.

Перша група – регламенти для контролю за практичною діяльністю.

Друга група – регламенти для обмеження опромінення людини від медичних ДІВ.

Третя група – регламенти щодо відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення в умовах радіаційної аварії.

Четверта група – регламенти щодо відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення від техногенно-підсилених джерел природного походження.

НРБУ-97 визначено наступні категорії осіб, які зазнають опромінення (рис. 28.1).

Категорія А (персонал) – особи, які постійно або тимчасово (залучений персонал) безпосередньо працюють з джерелами іонізуючого випромінювання.

Категорія Б (персонал) – особи, які безпосередньо не працюють з ДІВ, але у зв'язку з розташуванням своїх робочих місць можуть отримувати додаткове

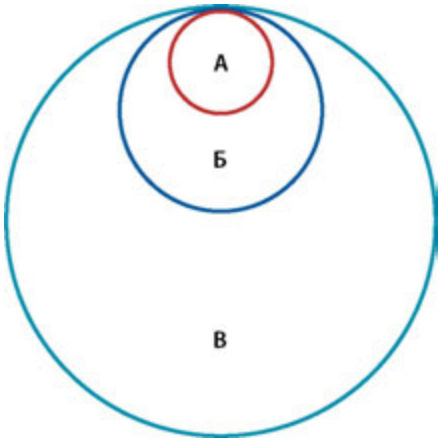


Рис. 28.1. Розподіл населення на категорії залежно від характеру контакту з джерелами іонізуючого випромінювання

опромінення. До цієї категорії можуть також бути віднесені працівники, які безпосередньо не працюють з ДІВ, але мають до нього певне відношення при виконанні своїх функціональних обов'язків (користування радіонуклідними приладами, проведення робіт, пов'язаних з використанням приладів, тощо).

Категорія В – все населення (за винятком категорії персонал).

28.4. Радіаційно-гігієнічні регламенти першої групи

Експлуатація джерел іонізуючого випромінювання.

1. Ліміти доз.
2. Похідні рівні:
   - допустимі рівні;
   - контрольні рівні.

До першої групи радіаційно-гігієнічних регламентів входять ліміти доз від регульованих джерел; допустимі рівні, які встановлюються диференційовано для кожної категорії осіб, і контрольні рівні, які встановлюються для кожної групи працівників і навіть для окремих робочих місць (рис. 28.2).

Ліміт дози (DL) – це основний радіаційно-гігієнічний норматив, який запроваджують з метою обмеження опромінення осіб відповідної категорії від усіх індустріальних ДІВ за умови їх нормальної експлуатації для запланованих ситуацій опромінення. Значення цих нормативів наведені в таблиці 28.2.

Для осіб категорії А ліміт річної ефективної дози є середнім за послідовні 5 років, але не більше максимальної річної ефективної дози – 50 мЗв. Якщо працівник отримав 50 мЗв, то середня річна доза впродовж наступних 5 років повинна бути менше 20 мЗв, щоб за 5 років сумарна доза не перевищила 100 мЗв.

Розподіл дози по місяцях регламентується лише для жінок віком до 45 років та вагітних. Для жінок категорії А середня еквівалентна доза зовнішнього локального опромінення шкіри нижньої частини живота не повинна перевищувати 2 мЗв за два послідовні місяці. Якщо у жінки діагностовано вагітність, адміністрація установи повинна їй створити умови роботи по відношенню до професіонального опромінення відповідно до вимог НРБУ-97 (зазначені вище). Особи молодше 18 років не допускаються до роботи з ДІВ.

НРБУ-97 регламентує річну ефективну дозу для добровольців, які допомагають при проведенні діагностичних процедур, на рівні 5 мЗв на рік.

Регламентація та контроль опромінення населення здійснюють на основі розрахунків річних ефективних і еквівалентних доз опромінення критичних груп.

Обмеження опромінення населення здійснюють шляхом регламентації та контролю:

- газо-аерозольних викидів та рідинних скидів у водойми в процесі роботи радіаційно-ядерних об'єктів;
- вмісту радіонуклідів в окремих об'єктах навколишнього середовища (воді, харчових продуктах, повітрі тощо).

Існують розроблені квоти ліміту дози, на основі яких встановлюють допустимі скиди (у водоймища) і допустимі викиди (у повітря). При цьому враховують міграцію радіонуклідів по харчових ланцюжках, використання водоймищ, умови землекористування тощо.

Таблиця 28.2. Ліміти дози сумарного зовнішнього і внутрішнього опромінення

Ліміти дози (мЗв) (DL)	Категорії осіб, які зазнають опромінення		
	А[а, б]	*Б*[а]	*В*[а]
DLE (ліміт ефективної дози)	20 в	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінення: DL_{liens} (для кришталика ока)	150	15	15
DL_{skin} (для шкіри)	500	50	50
DL_{extrim} (для кистей і стоп)	500	50	–

Примітки:

а – розподіл дози опромінення протягом календарного року не регламентується;

б – для жінок дітородного віку (до 45 років) та для вагітних жінок діють обмеження пункту 5.6 (НРБУ-97);

в – в середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50 мЗв за окремий рік (DL_{max})

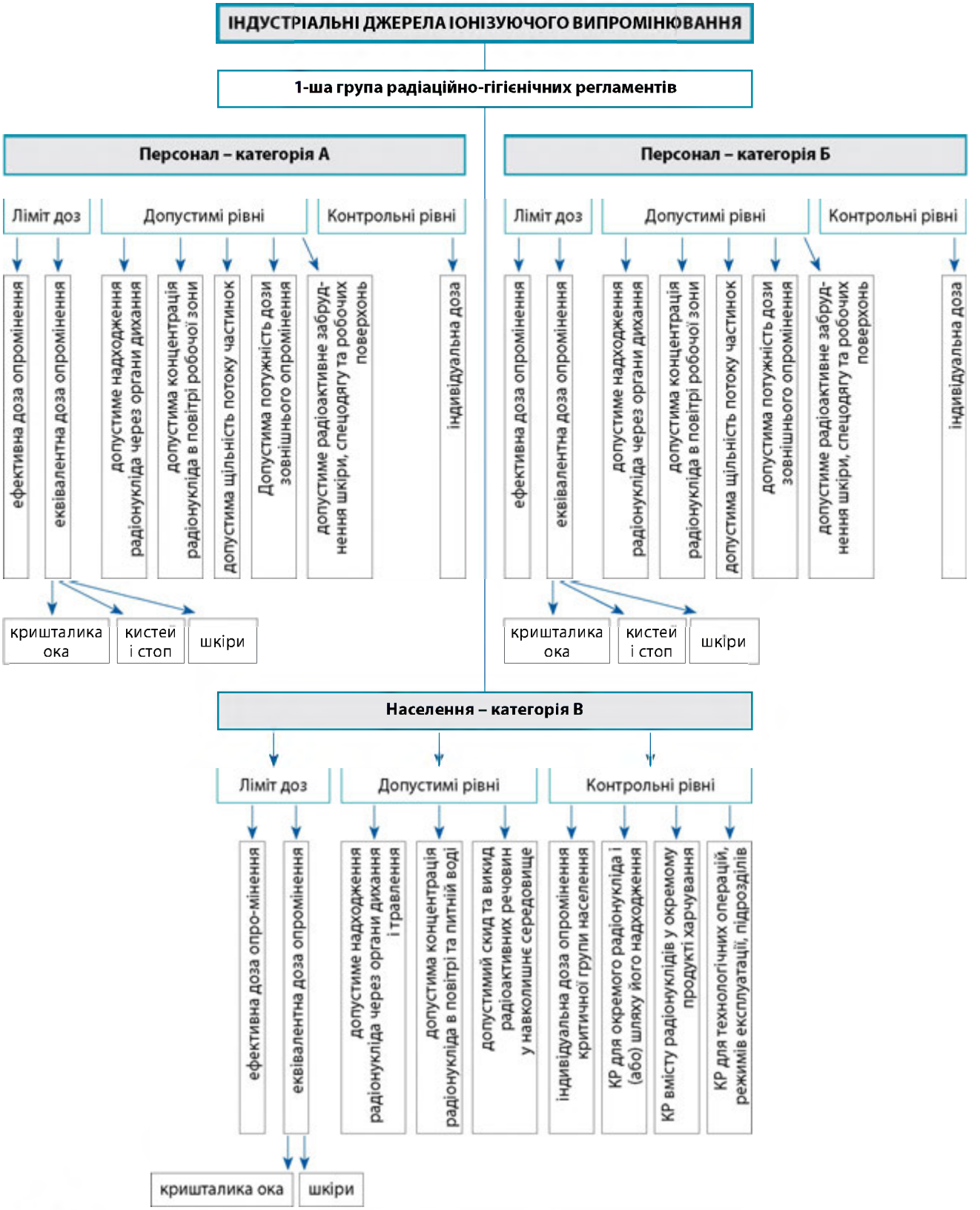


Рис. 28.2. Перша група радіаційно-гігієнічних регламентів опромінення

До першої групи радіаційно-гігієнічних регламентів належать також допустимі рівні (ДР), перелік яких для категорій А, Б і В – відрізняється. Величини допустимих рівнів відрізняються для осіб кожної категорії.

Для категорії А і Б:

- $ДН_{АБ}^{inhal}$ – допустиме надходження радіонукліда;
- $ДК_{АБ}$ – допустима концентрація радіонукліда в повітрі робочої зони;
- $ДЩП_{А}$ – допустима щільність потоку частинок;
- $ДПД_{А}$ – допустима потужність дози зовнішнього опромінення;
- $ДЗ_{А}$ – допустиме радіоактивне забруднення шкіри, спецодягу, робочих поверхонь.

Для категорії В:

- $ДН_{В}^{inhal}$ – допустиме надходження через органи дихання;
- $ДН_{В}^{ingesit}$ – допустиме надходження через органи травлення;
- $ДК_{В}^{inhal}$ – допустима концентрація в повітрі;
- $ДК_{В}^{ingesit}$ – допустима концентрація в питній воді;
- ДС/ДВ – допустимий скид/викид р/а речовин у довкілля.

Враховуючи необхідність зниження дії радіаційних факторів до найнижчого рівня з урахуванням реальних можливостей, МКРЗ рекомендує встановлювати контрольні рівні, перевищення яких свідчить про певні порушення в ході технологічного процесу і потребує здійснення відповідних протирадіаційних заходів для відновлення радіаційних показників. Ці рекомендації знайшли відображення в НРБУ-97.

Контрольні рівні (КР) – радіаційно-гігієнічні регламенти першої групи, числові значення яких установлюють виходячи з фактично досягнутого рівня радіаційного благополуччя на конкретному радіаційно-ядерному об'єкті, на його території або на окремому робочому місці.

КР встановлюють з метою фіксації досягнутого рівня радіаційної безпеки на даному об'єкті або для окремих його приміщень, у санітарно-захисній зоні чи в зоні спостереження. Значення КР повинні бути нижчими за відповідні допустимі рівні не менше ніж на 30 %.

КР можуть бути встановлені для величин індивідуальної річної ефективної та еквівалентної дози зовнішнього опромінення персоналу категорії А і Б, річної ефективної дози опромінення критичних груп осіб категорії В, радіаційних рівнів, які є похідними від граничних доз опромінення персоналу або квоти граничних доз для населення. Не встановлюють КР для величини колективної дози.

Перевищення КР свідчить про відхилення в технологічному процесі або порушення правил радіаційної безпеки, які ще не призвели до серйозних наслідків. При перевищенні КР адміністрація проводить розслідування з метою виявлення та усунення причин, які призвели до їх перевищення.

Числові значення КР встановлює адміністрація об'єкта і погоджує з територіальною установою Держсанепідслужби з метою обмеження опромінення персоналу та/або населення нижче значень лімітів доз, а також для зручності проведення дозиметричного контролю та його оцінки.

28.5. Радіаційно-гігієнічні регламенти другої групи

Медичне опромінення населення (рис. 28.3).

1. Рекомендовані рівні медичного опромінення.
2. Профобстеження – 1 мЗв/рік.
3. Особи, що допомагають (добровольці), – 5 мЗв/рік.

Медичне опромінення – це опромінення пацієнтів при виконанні діагностичних або лікувальних процедур із використанням іонізуючого випромінювання, а також добровольців, які допомагають під час проведення діагностики або беруть участь у наукових дослідженнях.

Медичне опромінення спрямоване на досягнення певної користі для пацієнта або суспільства у вигляді отримання діагностичної інформації чи терапевтичного ефекту. Медичне опромінення населення України за дозоутворенням посідає друге місце слідом за променевими навантаженнями від природних джерел.

На відміну від радіаційно-гігієнічних регламентів першої групи, для пацієнтів неможливо застосовувати жорсткі регламенти, як-то ліміти доз. Замість них введено граничні рекомендовані рівні для пацієнтів, які проходять медичне обстеження. Під час проведення рентгенівських і радіонуклідних процедур виділяють 4 категорії осіб, для кожної з яких існують рекомендовані граничні рівні медичного діагностичного опромінення (ефективні дози):

Категорія АД:

- хворі, у яких встановлено онкологічне захворювання, чи особи з виявленими передраковими захворюваннями;
- хворі, яким проводять дослідження з метою диференційної діагностики вродженої серцево-судинної патології та судинних вроджених вад розвитку;

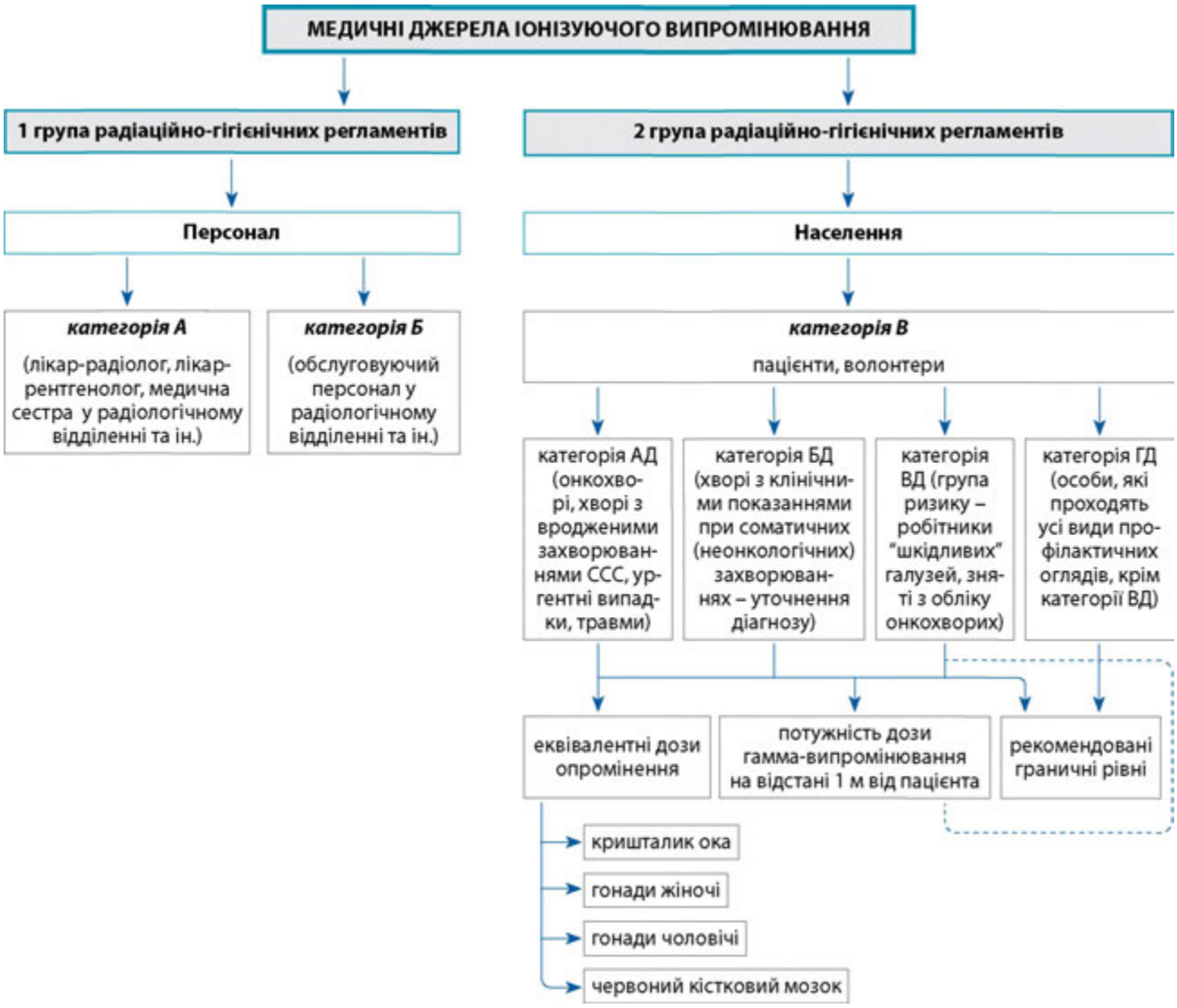


Рис. 28.3. Друга група радіаційно-гігієнічних регламентів опромінення

- особи, яким проводять дослідження за життєвими показаннями.

Рекомендований граничний рівень опромінення (ефективна доза) – 100 мЗв × рік$^{-1}$.

Категорія БД – хворі, дослідження яким проводять за клінічними показаннями при соматичних (неонкологічних) захворюваннях з метою уточнення діагнозу та/або вибору тактики лікування.

Рекомендований граничний рівень опромінення (ефективна доза) – 20 мЗв × рік$^{-1}$.

Категорія ВД – особи з групи ризику, в тому числі працівники установ із шкідливими факторами, а також особи, яких приймають на роботу до зазначених установ при проходженні професійного відбору.

Рекомендований граничний рівень опромінення (ефективна доза) – 2 мЗв × рік$^{-1}$.

Категорія ГД – особи, які проходять усі види профілактичного обстеження, за винятком осіб, віднесених до категорії ВД; у деяких випадках при погодженні з МОЗ доза може бути збільшена;

- особи, які обстежуються в рамках медичних програм (волонтери).

Рекомендований граничний рівень опромінення (ефективна доза) – 1 мЗв × рік$^{-1}$.

Особи, які добровільно надають допомогу пацієнтам при проведенні діагностичних процедур, – добровольці – не повинні зазнавати опромінення у дозах понад 5 мЗв × рік$^{-1}$. Участь добровольців у проведенні медико-біологічних спостережень може здійснюватися з дозволу МОЗ України.

Для осіб категорій АД і БД вводяться додаткові обмеження опромінення найбільш радіочутливих органів (тканин) – еквівалентні дози:

- кришталик ока – 150 мЗв × рік$^{-1}$
- гонади жіночі – 200 мЗв × рік$^{-1}$
- гонади чоловічі – 400 мЗв × рік$^{-1}$
- червоний кістковий мозок – 400 мЗв × рік$^{-1}$.

У разі неможливості додержати рекомендованих рівнів, лікар повинен це письмово обґрунтувати, погодити з головним лікарем, взяти дозвіл у хворого або його рідних на перевищення рекомендованих граничних рівнів опромінення. При проведенні радіологічних процедур з уведенням в організм пацієнта радіофармацевтичних препаратів (РФП) потужність дози не повинна перевищувати 10 мкЗв на відстані 1 м від пацієнта при виході його з радіологічного відділення.

Таким чином, при проведенні медичних досліджень з використанням ДІВ необхідно оцінювати величину ефективної дози опромінення пацієнта.

У разі проведення радіотерапевтичних процедур необхідно гарантувати, що доза на пацієнта буде настільки низькою, наскільки це дозволяє його діагноз для отримання необхідного терапевтичного ефекту.

28.6. Радіаційно-гігієнічні регламенти третьої групи

Втручання в умовах радіаційної аварії (рис. 28.4).

- рівні втручання (відвернута доза);
- рівні дії.

Відвернута доза – доза, яку вдається відвернути внаслідок застосування конкретного контрзаходу і яка обчислюється як різниця між дозою без застосування контрзаходу та дозою після припинення дії контрзаходу.

Рівень втручання – рівень відвернутої дози опромінення, при перевищенні якої необхідно застосовувати контрзахід у випадку аварійного або хронічного опромінення.

Рівень дії – похідна величина від рівня втручання і визначається величинами тих показників радіаційної обстановки, які вимірюються (потужність поглинутої в повітрі дози; об'ємна активність радіонуклідів у повітрі; концентрація радіонуклідів у харчових продуктах; щільність випадіння радіонуклідів на ґрунт тощо).

При виникненні непередбачених ситуацій може з'явитися потреба у виконанні робіт, в результаті яких променеве навантаження на окремих осіб може бути вищим, ніж регламентоване за звичайних умов. У такому випадку допускається планування підвищеного опромінення.

Підвищене опромінення, що планується, – це опромінення персоналу (категорії А) вище встановлених лімітів дози у непередбачуваних ситуаціях практичної діяльності.

Непередбачувані ситуації характеризуються умовами, які:

- потребують термінового усунення;
- не можуть бути усунені без технологічних операцій, що передбачають перевищення лімітів дози;
- можуть призвести до розвитку радіаційної аварії або значних соціально-економічних збитків.

Для виконання таких робіт направляють осіб, які інформовані про ризики від надмірного опромінення для здоров'я і дали на це письмову згоду. Заборонено направляти на роботи, пов'язані з підвищеним опроміненням, чоловіків віком до 30 років і жінок до 45 років.

Виправдання підвищеного опромінення можливе лише у тому випадку, коли шкода від перевищення дози для конкретної особи буде значно меншою, ніж збитки у випадку невиконання неординарної роботи чи розвитку радіаційної аварії.

Виправдання підвищеного опромінення можливе лише у тому випадку, коли шкода від перевищення дози для конкретної особи буде значно меншою, ніж збитки у випадку невиконання неординарної роботи чи розвитку радіаційної аварії.

Планування підвищеного опромінення в дозах до 50 мЗв на рік не потребує додаткового погодження з регулюючими органами. Опромінення в дозах від 50 до 100 мЗв (тобто не більше 2 DLmax) потребує погодження з територіальними органами Держсаннагляду. Плановане опромінення персоналу в дозах від 100 до 250 мЗв (від 2 до 5 DLmax) можливе лише у виняткових випадках з дозволу МОЗ України один раз протягом усієї трудової діяльності даного працівника. Після отримання дози 100 мЗв і вище працівник повинен бути виведений із зони опромінення та направлений на позапланове медичне обстеження і в разі відсутності протипоказань для роботи з ДІВ може отримати дозвіл на подальшу роботу з ДІВ. Заборонено повторне підвищене опромінення працівника

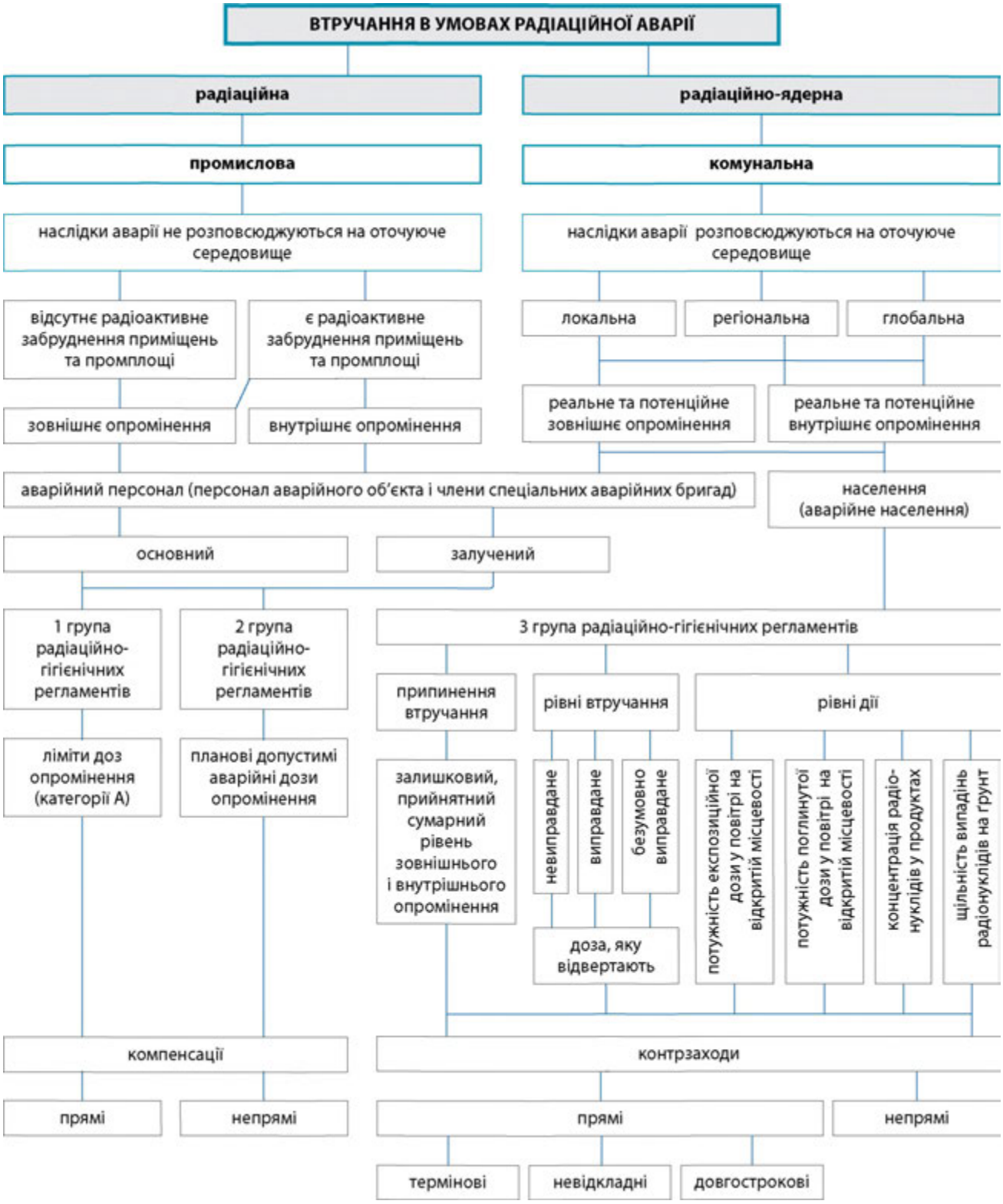


Рис. 28.4. Третя група радіаційно-гігієнічних регламентів опромінення

до повної компенсації попереднього. Підвищені рівні опромінення осіб, які належать до категорії Б, а також населення (категорія В), регламентами НРБУ-97 не передбачені та заборонені.

Нормативні величини для персоналу, який виконує роботи, пов'язані з ліквідацією наслідків аварії, складають 100 мЗв – подвоєне значення максимального річного ліміту дози. У випадках, коли йдеться про рятування людей, для членів аварійних бригад повинні бути створені такі умови, за яких ефективна доза або еквівалентна доза на будь-який орган не повинна перевищити 500 мЗв. Такі дози не є підставою для усунення робітника від роботи, пов'язаної з ДІВ, але проходження позапланового медичного огляду є обов'язковим. Усі аварійні роботи повинні виконуватися під постійним дозиметричним контролем. Інформація про отримані аварійні дози повинна бути задокументована відповідним чином.

НРБУ-97 визначає термінові контрзаходи, яким не лише притаманна безумовна виправданість втручань, але й затримка з проведенням контрзаходів створює загрозу важких радіаційних уражень для осіб, що охоплені аварією. Рівні безумовно виправданого термінового втручання при гострому, як правило, зовнішньому опроміненні, наведені в НРБУ-97.

28.7. Радіаційно-гігієнічні регламенти четвертої групи

Захист від техногенно-підсилених джерел природного походження (ТПДПП).

- Рівні обов'язкових дій.
- Рівні дій.

Радіаційно-гігієнічні регламенти цієї групи спрямовані на зменшення доз від довготривалого опромінення вказаними джерелами на виробництві та в побуті. У Публікації МКРЗ 26 вперше було зазначено необхідність обмеження опромінення персоналу і населення, опромінення яких обумовлене джерелами природного походження, створеними в результаті трудової діяльності людини. Ідея такого обмеження була конкретизована в Публікації 39 МКРЗ, що тепер визначається як керованість ТПДПП. Ці джерела зумовлюють додаткове понадфонове опромінення, на яке ми не можемо впливати, але створюють додаткове опромінення до того, що обумовлене штучними джерелами. При нормуванні дії ТПДПП варто виділити дві ситуації: існуюче опромінення від уже створеного джерела і майбутнє опромінення від джерела, яке планують створити. Майбутнє опромінення досить легко регулювати, вибираючи відповідну сировину для будівництва, будуючи артезіанську свердловину, вода з якої відповідатиме діючим нормативам і задовольнить своєю якістю потреби населення. Існуюче опромінення від ТПДПП погано піддається регулюванню, тому що потребує значних матеріальних та інших витрат.

Кількісними критеріями, що забезпечують протирадіаційний захист від ТПДПП, є рівні обов'язкових дій для здійснення запобіжного і рівні дій для здійснення поточного радіаційно-гігієнічного нагляду.

Рівні обов'язкових дій і рівні дій для здійснення поточного радіаційно-гігієнічного нагляду визначаються такими величинами:

- ефективною питомою активністю природних радіонуклідів (ПРН) у будівельних матеріалах та мінеральній будівельній сировині;
- потужністю поглиненої в повітрі дози гамма-випромінювання в приміщеннях за рахунок ПРН, включаючи компоненту від природного радіаційного фону;
- середньорічною еквівалентною рівноважною об'ємною активністю (ЕРОА) ізотопів радону в повітрі приміщень;
- питомою активністю ПРН у питній воді;
- ефективною питомою активністю ПРН у мінеральних добривах, виробах з порцеляни, фаянсу, скла, глини, мінеральних барвниках та глазурі.

При перевищенні відповідного рівня обов'язкових дій втручання завжди доцільне і носить попереджувальний характер. Перевищення відповідного рівня дій для доцільності втручання вирішується в кожному конкретному випадку, щоб шкода від втручання не перевищувала користь.

Рівні обов'язкових дій. Ефективну питому активність природних радіонуклідів у будівельних матеріалах і мінеральній будівельній сировині розраховують за формулою:

$$A_{еф} = A_{Ra} + 1{,}31\ A_{Th} + 0{,}085\ A_{K}$$

де $A_{еф}$ – зважена сума питомих активностей радію-226 (A_{Ra}), торію-232 (A_{Th}), калію-40 (A_{K}).

Всі будівельні матеріали і будівельну сировину за цим показником поділено на чотири класи:

- I клас – $A_{еф} \leq 370$ Бк/кг (всі види будівництва без будь-яких обмежень);
- II клас – $A_{еф} \leq 740$ Бк/кг (для промислового будівництва, будівництва автошляхів);

- III клас – $A_{еф} \leq 1350$ Бк/кг (для будівництва підземних споруд, комунікацій, автошляхів, гребель);
- IV клас – $A_{еф} \leq 3700$ Бк/кг (для оздоблювальних матеріалів, що мають естетичну цінність).

Рівень обов'язкових дій для потужності поглиненої дози всередині приміщень, які перебувають на етапі будівництва чи реконструкції та призначені для постійного перебування людей, складає 0,26 мкГр × год$^{-1}$ (30 мкР × год$^{-1}$), включаючи компоненту від природного радіаційного фону.

Рівень обов'язкових дій для середньорічної ЕРОА ізотопів радону в повітрі приміщень: для радону-222 – 50 Бк/м^3, для радону-220 (торону) – 3 Бк/м^3. Ці ж величини будуть рівнями дій для дитячих та лікувально-оздоровчих закладів. Допустимою ЕОРК радону є 50 Бк/м^3.

Рівні дій для приміщень, які введені в експлуатацію до 1991 року, складають 0,44 мкГр × год$^{-1}$ або (50 мкР год$^{-1}$).

Рівнями дій середньорічної ЕРОА ізотопів радону в повітрі приміщень, у яких передбачене постійне перебування людей, становить для радону-222 – 100 Бк/м^3, для радону-220 (торону) – 6 Бк/м^3.

При перевищенні наведених рівнів дій проведення контрзаходів для дитячих і житлових приміщень є обов'язковим.

Рівні дій для ПРН у воді джерел господарського та питного водопостачання становлять:

- для радону-222 – 100 Бк/кг;
- для урану (природа активність суміші ізотопів) – 1 Бк/кг;
- для радію-226, радію-228 – 1 Бк/кг.

Нижні рівні дії для виробничих приміщень:

- потужність дози – 0,5 мкЗв/год;
- ЕРОА радону – 60 Бк/м^3;
- ЕРОА торону – 10 Бк/м^3.

При перевищенні – обов'язкові протирадонові заходи!

При перевищенні річної дози 5 мЗв – персонал переводять до категорії А і проводять протирадонові заходи.

За даними літератури, оцінку внеску джерел випромінювання в опромінення на робочих місцях можна здійснювати за такими критеріями:

- при річній ефективній дозі менше 1 мЗв ситуацію не контролюють, дози не враховують, радіаційний контроль не обов'язковий;
- при річних дозах від 1 до 2 мЗв необхідно проводити вибірковий радіаційний контроль;
- при річних дозах, вищих за 2 мЗв, необхідно здійснювати постійний радіаційний контроль і контрзаходи щодо зниження доз;
- при річних дозах, вищих за 5 мЗв, проводять постійний радіаційний контроль і вживають всі необхідні заходи щодо зниження доз. У разі неможливості обмежити опромінення 5 мЗв на рік персонал переводять до категорії А та інформують про це органи Держсанепіднагляду.

Концепція допустимих рівнів, покладена в основу НРБУ-97, полягає у встановленні їх значень для референтних умов опромінення.

Значення допустимих рівнів визначають за допомогою наступних параметрів: референтний вік, референтна тривалість опромінення, референтний об'єм питної води, яку споживає людина протягом одного року, референтний об'єм повітря, який вдихає протягом одного року референтна людина, референтні маси органів і тканин, які зазнають опромінення, тощо. Допустимі рівні надходження радіонуклідів через органи дихання, допустимі концентрації радіонуклідів у повітрі робочих приміщень та інші допустимі рівні наведено в НРБУ-97.

29
РОЗДІЛ

САНІТАРНА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЯК ГІГІЄНІЧНА ПРОБЛЕМА

І. М. Пельо, С. Т. Омельчук

29.1. Атомна енергетика, її переваги та ризики

3 березня 2019 року виповнилося 123 роки з дня відкриття Анрі Беккерелем явища радіоактивності, яке Альберт Ейнштейн назвав найбільш революційною силою технічного прогресу з тих часів, як доісторична людина відкрила вогонь. Значні досягнення у створенні радіаційних технологій та опануванні ядерною енергією, даючи людству багато корисного, висунули ряд нових проблем. Однією з таких проблем є радіоактивне забруднення довкілля при аваріях, які виникають на об'єктах, де використовують радіаційно-ядерні технології, та його негативний вплив на здоров'я населення. І хоча частота аварій на таких об'єктах невелика, ймовірність їх виникнення підвищується через збільшення кількості радіаційно- і ядерно-небезпечних об'єктів.

Зростання енергетичних потреб у XX столітті призвело до значного зменшення запасів органічного палива (вугілля, нафти, газу) і викликало необхідність переходу людства на ядерну технологію виробництва електроенергії (рис. 29.1).

Ядерна енергетика бере свій початок з першої у світі АЕС, яка була збудована в СРСР (м. Обнінськ, Калузька область, Росія) під керівництвом І. В. Курчатова і введена в експлуатацію 27 червня 1954 року.

Ядерна (атомна) енергетика – галузь енергетики, що використовує ядерну енергію для електрифікації і теплофікації, а також це галузь науки і техніки, яка розробляє методи й засоби перетворення ядерної енергії в електричну і теплову.

Атомні електростанції займають важливе місце в енергетиці розвинених країн, виробляючи дешевшу електроенергію. Зараз у багатьох країнах світу працюють промислові атомні станції різної потужності. Сьогодні найкрупнішою в Європі є Запорізька АЕС потужністю 6 млн кВт.

У 2014 році (за даними МАГАТЕ) на АЕС було вироблено близько 11% електроенергії, що перевищує об'єм виробленої у світі всіма типами електростанцій за 1960 рік.

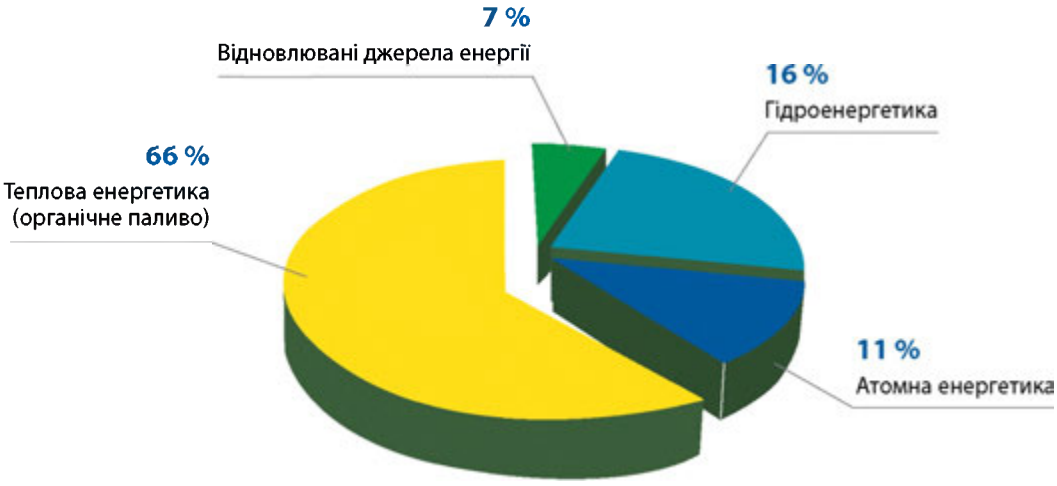


Рис. 29.1. Стан енергетики у світі (2014 рік)

За оцінками МАГАТЕ, частка ядерної енергетики залишатиметься до 2030-го в межах від 12,4% до 14,4% світового виробництва енергії. Станом на 2014 рік у 31 країні світу на АЕС працювало 439 ядерних енергетичних реактори (табл. 29.1).

Нині АЕС є поки що єдиним ефективним джерелом енергії у разі відсутності органічного палива і водних ресурсів. Один кілограм урану може дати стільки тепла, скільки одержують при спалюванні 3000 т кам'яного вугілля.

Сьогодні на чотирьох АЕС України працює 15 енергоблоків типу ВВЕР: Запорізька АЕС (Енергодар) – 6 енергоблоків, Южноукраїнська – 3, Рівненська (м. Кузнєцовськ) – 4, Хмельницька (м. Нетішин) – 2, загальною потужністю 13,8 ГВт, що складає близько 60% від загальної потужності електроенергетичного комплексу України (рис. 29.2, табл. 29.2).

Енергетичною стратегією нашої країни передбачено зберегти домінуючу роль ядерної енергетики в забезпеченні України електроенергією. Упродовж найближчих 20 років виробництво атомної електроенергії має зрости у 2,5 рази, головним чином за рахунок будівництва нових атомних енергоблоків, а також збільшення потужності існуючих блоків за рахунок їх модернізації (рис. 29.3, рис. 29.4).

Перетворення ядерної енергії в електричну відбувається на АЕС, основною частиною яких є ядерний реактор. У світі розроблено багато типів ядерних реакторів, які різняться за видами ядерного палива (за засобами і ступенем його збагачення), уповільнюва-

Таблиця 29.1. Частка ядерної енергії від загального споживання електроенергії окремими країнами станом на 2014 рік

Назва країни	Кількість реакторів	Загальна потужність (МВт)	Генерація (%)
Франція	58	63130	76,9%
Україна	15	13107	49,4%
США	100	99244	19,5%
Росія	34	24654	18,6%
Велика Британія	16	9373	17,2%
Канада	19	13500	16,8%
Німеччина	9	12074	15,8%
Китай	29	24140	2,4%
Японія	48	42388	0,0%
Всього:	439	376821	10,9%

Таблиця 29.2. Атомні електростанції України

Назва станції	Рік пуску першого блоку АЕС	Кількість і тип ядерних реакторів	Сумарна потужність, ГВт
Чорнобильська АЕС	1977	4 РВПК[1]	4,0
Рівненська АЕС	1980	4 ВВЕР[2]	4,0
Запорізька АЕС	1983	6 ВВЕР	6,0
Южноукраїнська АЕС	1983	3 ВВЕР	3,0
Хмельницька АЕС	1984	2 ВВЕР	2,0

Примітки:
1 – РВПК – реактори великої потужності канальні (не експлуатують); 2 – ВВЕР – водо-водяні енергетичні реактори.

Рис. 29.2. Атомна енергетика. АЕС України

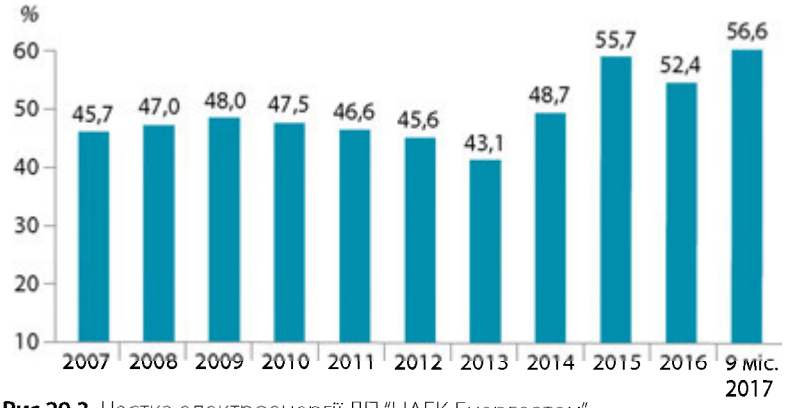


Рис 29.3. Частка електроенергії ДП "НАЕК Енергоатом"

чів, теплоносіїв, за механізмом використання нейтронів тощо. Перевагу у використанні отримали ядерні реактори на теплових нейтронах як простіші.

Важливе значення для розвитку теплової енергетики мають екологічні причини, які полягають у надходженні в атмосферу від теплових електростанцій значної кількості вуглекислого газу, оксидів сірки й азоту, сконцентрованих радіоактивних речовин природного походження (техногенно-підсилені джерела), які містяться у природному паливі, та великі площі відчуження сільгоспугідь під будівництво ТЕС (табл. 29.3, табл. 29.4).

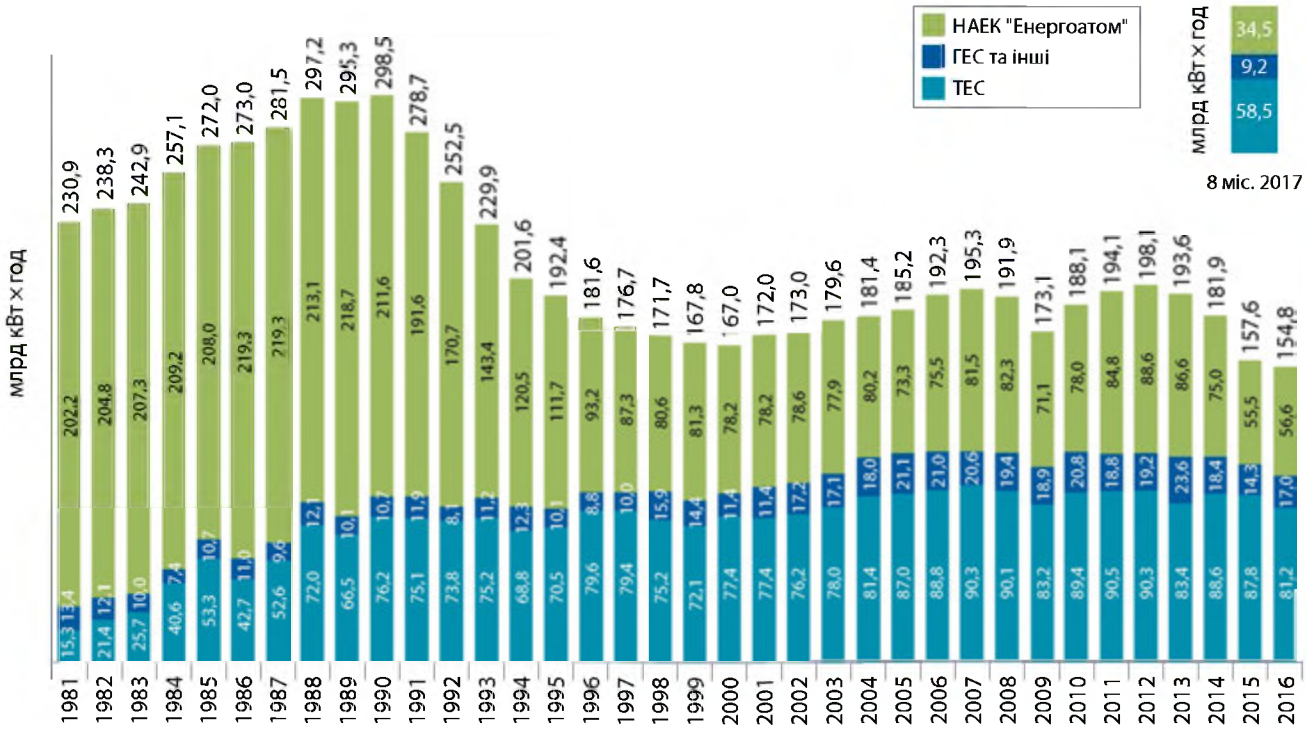


Рис. 29.4. Виробництво електроенергії в Україні *(1981–2017 рр.)*

Табл. 29.3. Площа відчуження земель та об'єм відходів

Показники	АЕС	ТЕС
Площа відчуження земель для станції (1000 МВт)	1–4 км^2	4000–6000 км^2
Об'єм відходів за рік для станції (1000 МВт)	20 тонн	≈ 7 млн тонн

Табл. 29.4. Об'єм викидів в атмосферу токсичних відходів

Тип станції	CO_2 млн. т/рік	NO_x тис. т/рік	SO_2 т/рік	Важкі метали т/рік
ТЕС (1000 МВт)	6,5	4,5	900	400
АЕС (> 1000 МВт)	0,4–0,6	–	–	–

29.2. Будова, принцип роботи та класифікація ядерних реакторів

Ядерний реактор (ЯР) – фізичний пристрій, в якому здійснюється керована ланцюгова реакція ядерного поділу атомів ядерного палива. Ланцюговою реакцією називається послідовність ядерних перетворень, що відбуваються під впливом нейтронів, якщо їх кількість достатня для ділення нових ядер.

Основною частиною ядерного реактора є активна зона, в якій відповідним чином розташовані тепловиділяючі елементи (ТВЕЛ) з ядерним паливом, уповільнювачі нейтронів і нейтронопоглинаючі стержні, за допомогою яких здійснюється управління ланцюговою реакцією ядерного поділу. Для відведення тепла від ТВЕЛ через активну зону безперервно прокачується теплоносій.

У якості ядерного палива в більшості реакторів використовують природний уран, збагачений ізотопом з масовим числом 235 у вигляді діоксиду (ступінь збагачення 3–5 %).

Уран із збагаченням по ^{235}U до 20 % має назву низькозбагаченого урану. Уран з 20 % та більшим вмістом U_{235} класифікується як високозбагачений уран і використовується в реакторах, що працюють на швидких нейтронах. Уран, що збагачений по U_{235} більше ніж на

90%, зветься збройовим ураном, який може використовуватися при виготовленні ядерної зброї.

До уповільнювачів належать речовини, які значною мірою зменшують енергію, а разом з тим і швидкість нейтронів (графіт, легка і важка вода тощо).

Регулюючі стержні та стержні аварійного захисту містять у собі речовини, які добре поглинають нейтрони (бор, кадмій, гафній та ін.).

Теплоносіями можуть служити вода (легка або важка), газ (гелій, азот, двоокис вуглецю), рідкий метал (натрій) та деякі інші речовини (табл. 29.5).

Ядерні реактори за своїм призначенням бувають енергетичними, які використовують для утворення теплової енергії, і науково-дослідними, які є унікальним джерелом потоків нейтронів та інших видів іонізуючого випромінювання, які використовують для наукових потреб.

В Україні тепер використовують лише один тип ядерних реакторів – водо-водяний (двоконтурний) енергетичний реактор, в якому теплоносієм і уповільнювачем нейтронів є легка вода. На Чорнобильській АЕС використовували атомні реактори великої потужності канальні (РВПК-1000) – одноконтурні, які мають гірші властивості і є більш небезпечними. У реакторах великої потужності (РВПК) теплоносієм є легка вода, а уповільнювачем – графіт.

Принципова відмінність цих двох типів реакторів полягає ще й в тому, що в реакторі типу ВВЕР теплоносій прокачується через всю активну зону, тому весь корпус реактора перебуває під тиском, а в реакторах типу РВПК теплоносій циркулює по робочих каналах і тільки вони перебувають під тиском. У зв'язку з цими особливостями реактори першого типу прийнято називати корпусними, а реактори другого типу – канальними.

Таблиця 29.5. Будова, принцип роботи та класифікація ЯР

Тип реактора	Теплоносій	Уповільнювач
Реактори, що працюють на повільних нейтронах		
ВВЕР РВПК	Легка вода під тиском Легка вода кипляча Газ Важка вода Легка вода	Легка вода Легка вода Графіт Важка вода Графіт
Реактори, що працюють на швидких нейтронах		
ШН	Рідкий метал	Відсутній

Примітки:
ВВЕР – водо-водяні енергетичні реактори;
РВПК – реактори великої потужності канальні;
ШН – реактори на швидких нейтронах.

29.3. Характеристика радіонуклідів, які утворюються при роботі ядерного реактора

Ядерний реактор є генератором великої кількості (близько 700) радіонуклідів. При роботі ЯР в активній зоні утворюються продукти поділу ядерного палива (близько 200 ізотопів 35 хімічних елементів), продукти наведеної активності (близько 400 видів), а також ізотопи трансуранових елементів (близько 60 видів), які виникають в результаті опромінення урану-238 повільними нейтронами (табл. 29.6). Усі ці радіонукліди обумовлюють надзвичайно високу активність ядерного палива, яке побувало в активній зоні. Активність щойно вивантаженого ядерного палива в 107–108 разів вища, ніж свіжого, неопроміненого. На 95% ця активність обумовлена продуктами поділу, які є γ-випромінювачами. Найбільшу роль у створенні високої активності відпрацьованих ТВЕЛів відіграють короткоживучі ізотопи йоду, цезію, церію, технецію, молібдену, цирконію та інших. Всі вони отруюють реактор, оскільки захоплюють нейтрони, знижуючи інтенсивність ланцюгової реакції та процес тепловиділення.

Науковий комітет з питань дії атомної радіації Організації Об'єднаних Націй (НКДАР ООН) вважає, що найбільшу роль в опроміненні населення в результаті ядерних аварій на атомних реакторах відіграють 20 радіоізотопів 14 хімічних елементів: водень-3 (тритій), вуглець-14, магній-54, залізо-55, криптон-85, стронцій-89 та -90, цирконій-95, рутеній-103 і -106, йод-131, цезій-134 і -137, барій-140, церій-141 і -144, плутоній-238, -239, -241, америцій-241. Найбільшу ж роль в опроміненні населення відіграють лише 8 радіонуклідів, внесок кожного з яких в ефективну еквівалентну дозу перевищує 1%. До них належать: вуглець-14, цезій-137, цирконій-95, рутеній-106, стронцій-90, церій-144, водень-3, йод-131.

У віддалені періоди після аварії на ядерному реакторі найбільша роль належить цезію-137 та стронцію-90. Активність утворених радіонуклідів та їх якісний склад залежать від тривалості роботи реактора

Таблиця 29.6. Характеристика радіонуклідів, які утворюються при роботі реактора

Кількість радіонуклідів	Положення в таблиці Д. І. Менделєєва	Вид ІВ	Період напіврозпаду
Продукти поділу ядер атомів палива			
Близько 200	Середина таблиці – від 30 (цинк) до 64 (гадоліній) порядкового номера	β, γ	Частки секунди – десятки років
Продукти наведеної активності			
Близько 400	Початок і середина таблиці	β, γ	Секунди – десятки і тисячі років
Ізотопи трансуранових елементів			
Близько 60	Кінець таблиці (після 92 порядкового номера)	α, β	Десятки та мільйони років

перед аварією, а також від ступеня збагачення ядерного палива. Значна роль у викидах радіонуклідів в атмосферу залежить від летючості радіонуклідів, утворених при роботі реактора. Так, криптон і ксенон (температура кипіння 152 і 107 °С відповідно) у разі вибуху активної зони випаровуються з ядерного палива повністю. У дещо меншій кількості потрапляють в атмосферу ізотопи йоду, цезію, телуру. Радіоізотопи молібдену, цирконію, церію, плутонію, які мають високі температури кипіння, більш стійко пов'язані з пальним і можуть потрапляти в атмосферу лише у вигляді дрібнодисперсного пилу.

При руйнуванні активної зони реактора або при інших критичних подіях накопичені в реакторі радіонукліди потрапляють у біосферу, спричиняючи радіаційне забруднення довкілля, зумовлюючи опромінення людей і тварин.

При неправильному керуванні технологічним процесом може виникати перегрів активної зони, внаслідок чого на водо-водяних реакторах випаровується теплоносій і уповільнювач нейтронів, а в реакторах РВПК при значному підвищенні температури може горіти навіть графіт.

При звичайному режимі роботи атомного реактора, незважаючи на спеціально розроблену систему багаторазових бар'єрів, у довкілля все ж потрапляють невеликі активності радіонуклідів, які розсіюються в повітрі, одночасно розпадаючись. Як джерела опромінення населення, що проживає поблизу АЕС, можна розглядати аргон-41, водень-3, вуглець-14.

До найбільш біологічно значущих радіонуклідів належать благородні гази (ізотопи криптону, ксенону), леткі радіонукліди (радіоізотопи йоду, цезію), нелеткі (ізотопи стронцію), а також тритій, який утворюється в результаті реакції поділу в активній зоні.

29.4. Загальні уявлення про аварії та класифікація радіаційних аварій ядерних реакторів

У галузі радіаційної безпеки для позначення випадків, які пов'язані з переопроміненням людей, використовують два терміни: радіаційна та ядерна аварія.

Радіаційна аварія в широкому розумінні – це незапланована подія, пов'язана із втратою регулюючого контролю над будь-яким джерелом іонізуючого випромінювання, внаслідок чого відбувається вихід радіоактивної речовини чи іонізуючого випромінювання за межі передбачених захисних бар'єрів, що спричиняє або може спричинити аварійне опромінення людей.

Ядерна аварія (є вужчим поняттям) – це подія, пов'язана із втратою контролю над ядерним матеріалом, що ділиться (ураном-233, ураном-235, плутонієм-239 та ін.), внаслідок чого виникає чи може виникнути самочинна ланцюгова реакція ядерного поділу з виходом радіоактивних продуктів і самого випромінювання за межі передбачених захисних бар'єрів, що призводить або може призвести до аварійного опромінення людей (за наслідками ядерна аварія може значно перевищувати радіаційну).

Ядерний матеріал – радіоактивні матеріали, які самочинно діляться, за винятком природного або збідненого урану, що може виділяти енергію шляхом самопідтримуваного ланцюгового процесу ядерного поділу поза ядерним реактором, і радіоактивні продукти та відходи (крім малих кількостей, що не перевищують встановлені межі).

Історія використання ядерної енергії налічує велику кількість ядерних аварій, які мали місце на об'єктах ядерної енергетики, внаслідок чого персонал і населення отримували значні дози опромінення. Так, у 1976 році було розкрито таємницю потужної ядерної аварії, яка відбулася в 1958 році в результаті вибуху і пожежі на заводі з утилізації ядерних відходів в районі Південного Уралу. Радіоактивні опади поширилися на великі території, десятки тисяч людей отримали значні променеві навантаження, мали місце численні смертельні випадки.

За час експлуатації АЕС у світі сталися **три наймасштабніші ядерні аварії:**

- 1961 рік – в Айдахо-Фолсі (США);
- 1979 рік – на АЕС "Три-Майл-Айленд" у Гаррісберзі (США);
- 1986 рік – на Чорнобильській АЕС.

Досить серйозною вважається аварія на АЕС у Фукусімі 12 березня 2011 року, причиною якої був землетрус потужністю 7 балів.

Упродовж першого десятиліття після застосування ядерної зброї над територією Японії інформація про шкідливість радіаційного опромінення в СРСР була категорично заборонена. Лише після Чорнобильської аварії й розпаду Радянського Союзу інформація про радіаційні та ядерні аварії стала доступною для населення України.

Найбільш імовірними причинами виникнення радіаційно-ядерних, або просто ядерних, аварій є нехтування правилами радіаційної безпеки при монтажі, наладці, випробуваннях ядерних реакторів, перезарядках активних зон, транспортуванні та зберіганні з порушенням вимог технологічного процесу з відпрацьованим ядерним паливом чи будь-яким ядерним матеріалом. Ядерна аварія може виникнути при руйнуванні активної зони реактора звичайними бойовими засобами вибухової дії.

Невід'ємними характеристиками аварій є:

- несподіваність самого явища;
- втрата регулюючого контролю над ДІВ;
- опромінення людей в дозах, що перевищують допустимі рівні;
- можливість виникнення вогнищ (осередків) радіоактивного забруднення.

За ймовірністю виникнення і наслідками аварії ядерних реакторів поділяють на проектні та запроектні.

Проектні аварії – це передбачені ситуації, які відносно легко вдається усунути і які не супроводжуються значним переопроміненням персоналу та окремих груп населення. Характеристика проектних аварій наведена в документах радіологічних об'єктів, для таких ситуацій розробляють запобіжні та протирадіаційні заходи, спрямовані на ліквідацію негативних насідків та відновлення функціонування об'єкта.

Запроектна аварія – аварія, викликана подіями, що не передбачені при розробці документів відносно попередження і ліквідації радіаційних аварій. Запроектна аварія характеризується руйнуванням об'єкта з неможливістю відновлення його функціонування. Запроектна аварія, якщо її не припинити й не локалізувати, може перерости в незворотну ядерну катастрофу, наслідками якої може бути транскордонне і навіть глобальне поширення радіаційних факторів. Відмітною рисою ядерної катастрофи є її необоротність. Велика швидкість перебігу процесу руйнування виключає можливість локалізації перших стадій радіаційної катастрофи. Стає очевидною необхідність підвищення готовності до крупних радіаційних аварій і катастроф, а також розвитку та удосконалення системи безпеки на технічному та організаційному рівнях. Для цього необхідне створення регламентів і нормативно-правової бази для реалізації контрзаходів, розробка методів прогнозування радіаційної обстановки, вивчення можливих наслідків аварій, розробка системи моніторингу, визначення необхідних контрзаходів для різних сценаріїв і системи контролю за їх виконанням, а також вивчення їх ефективності.

За масштабом поширення наслідків радіаційні (в тому числі і ядерні) аварії поділяються на два класи: промислові та комунальні.

До промислових належать такі радіаційні аварії, наслідки яких (іонізуюче випромінювання та радіоактивне забруднення) не поширюються за межі виробничих приміщень і території промислового майданчика об'єкта, і тому аварійного опромінення зазнає лише персонал.

До комунальних належать такі радіаційні аварії, наслідки яких не обмежуються приміщеннями і територією промислового майданчика об'єкта, що може призводити до аварійного опромінення як персоналу, так і населення.

Комунальні радіаційні аварії за масштабом розповсюдження радіонуклідів поділяють на: локальні, регіональні, глобальні.

Локальна – така комунальна радіаційна аварія, яка охоплює територію з чисельністю населення до 10 тис. осіб.

Регіональна – така комунальна радіаційна аварія, яка охоплює територію кількох населених пунктів чи

адміністративних районів і навіть областей з чисельністю населення понад 10 тис. осіб.

Глобальна – така комунальна радіаційна аварія, яка охоплює значну частину або всю територію країни з її населенням.

Існує поняття – аварійна ситуація: це стан об'єкта (ядерного), який характеризується порушенням умов безпечної експлуатації, що не перейшло в аварію.

З метою уніфікації системи обміну інформацією про ядерні аварії між фахівцями, громадськістю і пресою за ініціативою МАГАТЕ та інших міжнародних організацій групою експертів була розроблена міжнародна шкала ядерних подій (табл. 29.7).

Суть цієї шкали полягає в тому, що за наслідками для оточуючого середовища (величина радіоактивного викиду, яку оцінюють за йодом-131) і населення (доза опромінення), а також для ядерного реактора та персоналу станції всі події на АЕС поділяються на 7 рівнів. Будь-яка радіаційна аварія складається з низки подій, які розвиваються з часом. Знання цих періодів та їх характеристики дозволяє визначати адекватні заходи радіаційного захисту.

Події 0-го рівня називають відхиленнями, події 1–3 рівнів називаються інцидентами, події 4–7 рівнів – аваріями. Події 1- го і 2-го рівня не призводять до аварійного опромінення ані персоналу об'єкта, ні населення. Події 3-го рівня супроводжуються аварійним опроміненням лише персоналу об'єкта. Події від 4-го до 7-го рівня викликають переопромінення як персоналу об'єкта, так і населення.

29.5. Характеристика фаз (етапів) розвитку ядерної аварії. Основні шляхи радіаційного впливу на різні категорії населення

Головною потенційною небезпекою аварії на ядерному реакторі є викид у навколишнє середовище радіоактивних продуктів поділу, накопичених в активній зоні на момент аварії. У світовій практиці прийнято виділяти кілька періодів у розвитку ядерної аварії, які в публікаціях різних міжнародних організацій називаються по-різному, але суть подій при цьому не змінюється. Кожна з них має свій термін перебігу та свою кількісну і якісну характеристику (табл. 29.8).

Рання (гостра) фаза триває від кількох годин до 1–2 місяців. У цій фазі відбуваються газо-аерозольні викиди, шлейф радіоактивного факела формує радіоактивний слід, у довкіллі переважають короткоживучі радіонукліди, мають місце високі рівні потужності дози і поверхневого забруднення рослин та інших об'єктів

Таблиця 29.7. Міжнародна шкала ядерних подій

Рівень	Обстановка на проммайданчику	Обстановка за межами проммайданчика
Відхилення	Не змінена з точки зору безпеки	Без змін
Аномалія	Порушення режиму експлуатації. Є умови для виникнення зниження безпеки	Без змін
Подія	Радіонуклідне забруднення, опромінення персоналу вище лімітів доз	Без змін
Серйозна подія	Значне забруднення, аварійне опромінення, гострий вплив на здоров'я персоналу	Порушення шарів безпеки. Опромінення населення відсутнє
Аварія	Значне пошкодження активної зони, смертельне опромінення кількох робітників	Значне забруднення довкілля, незначне опромінення населення
Аварія	Майже аналогічна	Значне забруднення довкілля, часткове здійснення контрзаходів
Серйозна аварія	Смертельне опромінення цілої зміни, значний викид радіонуклідів	Повне впровадження контрзаходів
Велика аварія	Руйнування проммайданчика, численні смертельні і гострі променеві пошкодження	Забруднення великих територій, переопромінення великих контингентів

Таблиця 29.8. Характеристика розвитку ядерних аварій на АЕС

Фази аварії (ВООЗ, 1981 р.)	Етапи аварії (МКРЗ, 1984 р.)	Фази аварії (МАГАТЕ, 1988 р.)
Рання фаза	***Ранній етап***	***Рання фаза***
Охоплює період від моменту загрози викиду до кількох годин після початку аварії.		
Проміжна фаза	***Проміжний етап***	***Середня фаза***
Охоплює період від перших кількох годин до кількох діб після початку аварії. Вважають, що більша частина викиду вже відбулась і радіоактивні речовини вже осіли на поверхню ґрунту.		
Пізня фаза	***Відновлювальний етап***	***Пізня фаза***
Може тривати довго. Характеризується поступовою відміною заходів захисту, які були введені раніше, і прийняттям рішень, пов'язаних з поверненням до звичайного способу життя населення та діяльності територій.		

навколишнього середовища. Головна роль належить радіоактивним ізотопам йоду та іншим короткоживучим бета-гамма-випромінювачам, які потрапляють у повітря і продукти харчування, особливо в молоко.

Середня (фаза стабілізації) триває від 1–2 місяців до 1–2 років. У цій фазі спостерігається швидке зниження потужності дози, з'являється кореневе забруднення рослин, у довкіллі майже відсутні короткоживучі радіонукліди. Крім того, має певне значення зовнішнє опромінення, але починає на перший план виходити внутрішнє опромінення за рахунок радіоактивного цезію і стронцію, які накопичуються в продуктах харчування місцевого виробництва рослинного і тваринного походження.

Пізня (фаза відновлення) – починається після закінчення фази стабілізації і може тривати протягом багатьох десятків і сотень років. У цій фазі на перший план виходить внутрішнє опромінення довгоживучими радіонуклідами, зовнішнє опромінення майже не має значення і зумовлене в основному гамма-випромінюванням цезію-137.

Від фази розвитку ядерної аварії залежать шляхи радіаційного впливу на конкретні категорії осіб, знання яких дозволяє правильно визначити адекватні заходи протирадіаційного захисту.

В ранній фазі за межами аварійного об'єкта (на населення):

- зовнішнє опромінення від радіоактивної хмари аварійного викиду;
- зовнішнє опромінення від шлейфу та опадів з радіоактивної хмари;
- зовнішнє опромінення від опадів радіонуклідів на ґрунт та інші поверхні;
- контактне опромінення від забруднення радіонукладами шкіри, одягу та інших поверхонь;
- внутрішнє опромінення при інгаляційному надходженні радіонуклідів;
- внутрішнє опромінення при аліментарному надходженні в організм.

В межах аварійного об'єкта (на персонал і ліквідаторів наслідків аварії):

- зовнішнє опромінення від зруйнованого реактора та фрагментів активної зони;
- зовнішнього опромінення від факела радіоактивного викиду.

В середній фазі:

- зовнішнє опромінення від опадів радіонуклідів на ґрунт;
- внутрішнє опромінення при інгаляційному надходженні радіонуклідів внаслідок процесів повторного пилоутворення.

У пізній фазі:

- радіонукліди надходять в організм переважно при споживанні радіоактивно забруднених продуктів і води.

29.6. Контрзаходи залежно від фази аварії

Захист населення в умовах аварії базується на системі протирадіаційних заходів (контрзаходів), які поділяють на прямі та непрямі.

До ***прямих*** належать контрзаходи, реалізація яких приводить до запобігання або зниження індивідуальних чи колективних доз аварійного опромінення населення.

До ***непрямих*** – усі види контрзаходів, які не приводять до запобігання індивідуальних або колектив-

них доз опромінення населення, але компенсують величину збитку для здоров'я, пов'язаного з аварійним опроміненням.

Залежно від масштабу і фази аварії, а також рівня прогнозованих доз опромінення прямі контрзаходи поділяють на термінові, невідкладні та довгострокові.

Термінові – контрзаходи, проведення яких має за мету відвернення таких рівнів доз опромінення населення (гострого чи хронічного), які створюють загрозу виникнення радіаційних ефектів, що виявляються клінічно.

Невідкладні – контрзаходи, реалізація яких спрямована на відвернення детермінованих ефектів

Довгострокові – контрзаходи, реалізація яких спрямована на відвернення доз (гострого чи хронічного) опромінення, значення яких нижче порогів індукування детермінованих ефектів.

Невідкладні заходи в ранній фазі радіаційної аварії поділяються на основні та допоміжні (табл. 29.9).

Основні (прямі):

- укриття людей на забрудненій території або евакуація, якщо для них є юридично обґрунтована підстава;
- йодна профілактика;
- обмеження прогулянок і заборона робочих місць просто неба (по можливості).

Допоміжні:

- організація контрольно-пропускних пунктів при виїзді з найбільш забруднених територій;
- пилопригнічення, миття доріг;
- зміни в режимі роботи дитячих і лікувально-оздоровчих закладів;
- стійлове утримання худоби або транспортування її в чисту місцевість;
- обмеження полювання, риболовлі;
- санітарно-просвітницька робота – роз'яснення радіаційної обстановки, рекомендації щодо поведінки населення, яке проживає на радіоактивно забруднених територіях.

Існують також непрямі контрзаходи, до яких належать всілякі компенсації, які не зменшують променеві навантаження, але спрямовані на підвищення якості життя, зменшують величину збитків для здоров'я.

Розрізняють екстрені та довгострокові протирадіаційні заходи.

До екстрених належать заходи, реалізація яких відвертає гострі детерміновані ефекти (променеву хворобу, місцеві променеві ураження). Екстрений контрзахід передбачає не лише безумовну виправданість втручання, але й швидке реагування. Рівні безумовно виправданих термінових втручань мають на меті запобігання виникненню детермінованих ефектів опромінення загального або місцевого характеру. Так, при загальному опроміненні всього тіла рівнем безумовно виправданого втручання при гострому одномоментному опроміненні (упродовж не більше 2-х діб) є поглинена доза для всього тіла 1 Гр, для легень – 6 Гр, для шкіри – 3 Гр, для плода – 0,1 Гр, для

Таблиця 29.9. Контрзаходи залежно від фази аварії

Фаза	Контрзахід
Рання	Укриття, евакуація, обмеження режиму поведінки*
Рання	Укриття, герметизація приміщень, відключення зовнішньої вентиляції*
Рання	Укриття, обмеження режимів поведінки та харчування. Профілактика надходження радіоізотопів йоду*
Рання Середня	Укриття, евакуація. Обмеження режимів поведінки та харчування.* Дезактивація**
Середня Пізня	Евакуація.* Тимчасове відселення. Переселення. Обмеження режимів поведінки та харчування. Дезактивація територій, будівель та споруд**
Середня Пізня	Тимчасове відселення. Переселення. Дезактивація територій, будівель та споруд**
Пізня	Сільськогосподарські та гідротехнічні**

Примітки:
* – прямі термінові та невідкладні; ** – довгострокові.

щитоподібної залози – 5 Гр, для кришталика і гонад – 2 Гр. Річні еквівалентні дози для хронічного (пролонгованого) опромінення, при яких термінове втручання безумовно виправдане, складає для гонад – 0,2 Зв × рік$^{-1}$, кришталика – 0,1 Зв × рік$^{-1}$, для кісткового мозку – 0,4 Зв × рік$^{-1}$.

До довгострокових належать контрзаходи, спрямовані на зменшення частоти віддалених недетермінованих (стохастичних) ефектів: це тимчасове відселення або переселення для постійного проживання, дезактивація територій та споруд, обмеження вживання певних видів сільськогосподарської продукції, яка є радіоактивно забрудненою (виявляють в результаті радіаційного моніторингу). При прийнятті рішень щодо довгострокових контрзаходів враховують кількісні і якісні характеристики радіаційної аварії та її вплив на навколишнє середовище.

Слід зазначити, що контрзаходи необхідно проводити у терміни, коли їх ефективність максимальна. Разом з тим, після аварії на ЧАЕС ще кілька років продовжували переселяти населення з другої зони, не сприяючи суттєвому зниженню променевого навантаження, але спричиняючи психологічні та соціальні збитки при великих матеріальних витратах. На практиці розрахункову величину відвернутої здійсненням даного контрзаходу дози порівнюють з відповідним значенням межі виправданості.

Межу виправданості визначають такою величиною відвернутої дози, при якій користь для здоров'я від здійсненого контрзаходу практично дорівнює величині завданого ним збитку. Контрзахід є виправданим, якщо користь від нього перевищує збитки. Якщо це перевищення значне, такий контрзахід вважають безумовно виправданим (табл. 29.10).

Таблиця 29.10. Межі виправданості для проведення контрзаходів

Контрзахід – укриття (дози за 2 тижні):	
На все тіло	5 мЗв
На щитоподібну залозу	50 мЗв
На шкіру	100 мЗв
Контрзахід – евакуація (дози за 2 тижні):	
На все тіло	50 мЗв
На щитоподібну залозу	300 мЗв
На шкіру	500 мЗв
Контрзахід – йодна профілактика (дози за 2 тижні):	
На щитоподібну залозу у дітей	50 мЗв
На щитоподібну залозу у дорослих	200 мЗв
Контрзахід – обмеження перебування просто неба (дози за 2 тижні):	
Діти	1 мЗв
Дорослі	2 мЗв

Евакуація населення – це термінове переселення людей у безпечне місце тимчасового або постійного проживання (переселення). Евакуацію краще проводити до появи факела аварійного викиду, тому що при евакуації під час проходження факела променеві навантаження можуть бути вищими, ніж при перебуванні людей в тимчасових укриттях на забрудненій території. Якщо викид уже почався й очікується його збільшення, слід евакуювати населення навіть в період проходження факела, застосувавши при цьому транспортні засоби, а також засоби захисту органів дихання і шкіри та йодну профілактику.

Для захисту волосся і тіла слід використовувати головні убори, плащі, куртки, закрите взуття. Персонал, що проводить роботи в період евакуації населення, повинен мати спеціальний захисний одяг і засоби індивідуального захисту. Після виходу населення із забруднених територій необхідно провести повну санітарну обробку зі зміною одягу. Проведення радіаційного контролю після дезактивації є обов'язковим.

Контрзаходи, зокрема, йодну профілактику для великих контингентів, проводять, якщо для цього є відповідні показання – можливе отримання певних променевих навантажень. Для невеликих контингентів евакуація та інші контрзаходи виправдані навіть при невеликих відвернутих дозах (табл. 29.11, табл. 29.12).

В Україні створено службу екстреної медичної допомоги у надзвичайних ситуаціях – це централізована державна служба, яка функціонально об`єднує медичні бригади й установи охорони здоров'я для надання медичної допомоги та лікування постраждалих у надзвичайних ситуаціях (НС), зокрема, і в разі радіаційних та радіаційно-ядерних аварій.

При невеликій кількості потерпілих надання їм медичної допомоги внаслідок радіаційно-ядерної аварії здійснюється персоналом здоровпунктів, медико-санітарних частин об'єктів, де сталася аварія, а також заздалегідь визначених спеціалізованих лікувально-профілактичних закладів радіологічного профілю. Для надання спеціальної медичної допомоги можуть

Таблиця 29.11. Нижні межі виправданості і безумовно виправдані рівні втручання для переселення

Критерії для прийняття рішення	Нижні межі виправданості	Безумовно виправдані рівні втручання
Відвернута доза за період переселення (Зв)	0,2	1,0
Відвернута доза за 12 місяців (Зв)	0,05	0,5
Потужність дози на відкритій місцевості (мкГр/год.): ▪ забруднення цезієм-137; ▪ уламками ділення	 1,2 20	 12 200

Таблиця 29.12. Нижні межі виправданості і безумовно виправдані рівні втручання для тимчасового відселення

Критерії для прийняття рішення	Нижні межі виправданості	Безумовно виправдані рівні втручання
Сумарна доза за період тимчасового відселення (Зв)	0,1	1
Середньомісячна доза (Зв)	0,005	0,05
Потужність поглинутої дози в повітрі (мкГр/год)	10	100

залучатися фахівці різних спеціальностей інших медичних закладів.

В разі великої кількості потерпілих для надання медичної допомоги залучають медичні заклади Державної служби медицини катастроф, яка створена в системі МОЗ України на двох рівнях: центральному і територіальному. До медичних закладів першого рівня відноситься Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф (УНПЦ ЕМД та МК).

До медичних закладів територіального рівня відносяться територіальні центри Державної служби медицини катастроф (ДСМК) кожної області країни (24 області), центри Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя.

Організаційно-методичне керівництво Службою здійснює МОЗ України. Координацію діяльності Служби у разі виникнення НС здійснюють центральна й територіальні координаційні комісії.

30 РОЗДІЛ

МЕДИЧНІ НАСЛІДКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

С. Т. Омельчук, І. М. Пельо

Історія використання ядерної енергії налічує велику кількість ядерних аварій, які мали місце на об'єктах ядерної енергетики, внаслідок чого тисячі людей отримали значні променеві навантаження.

За період з 1954 року по теперішній час на радіаційно небезпечних об'єктах різних країн світу було зареєстровано близько 300 аварій, з них понад 30 великих, які супроводжувалися викидами радіонуклідів у довкілля, а в деяких випадках – і людськими жертвами.

Одна з найбільших радіаційних аварій сталася на Південному Уралі (СРСР) 29 вересня 1957 року – Киштимська (Південно-Уральська).

Внаслідок виходу з ладу системи охолодження бетонного резервуара з нітратно-ацетатними високоактивними відходами стався вибух, який призвів до викиду радіонуклідів в атмосферу з наступним їх випадінням на територіях Челябінської, Свердловської та Тюменської областей.

Сумарна активність викиду оцінюється фахівцями приблизно в 200 тисяч кюрі.

10 жовтня 1957 року на АЕС в м. Уіндскейл (Велика Британія) – внаслідок несправності контрольно-вимірювальної апаратури та помилкових дій персоналу мало місце перегрівання активної зони реактора та руйнування оболонок ТВЕЛів, що призвело до викиду в атмосферу радіонуклідів.

Сумарна активність викиду – 50–75 тисяч кюрі.

За "Міжнародною шкалою ядерних подій" – віднесена до 5 рівня.

На ліквідацію наслідків аварії витрачено $ 78 млн.

28 березня 1979 року на АЕС в м. Трі-Майл-Айленд (США, Пенсільванія) внаслідок помилкових дій персоналу відбулося розплавлення оболонок майже 50% ТВЕЛів, що призвело до викиду в атмосферу радіонуклідів.

Сумарна активність викиду оцінюється приблизно в 200 тисяч кюрі.

За "Міжнародною шкалою ядерних подій" – віднесена до 5 рівня.

На ліквідацію наслідків аварії витрачено $ 2,4 млрд.

До аварії на ЧАЕС – вважалася найбільшою.

Досить серйозною вважається аварія на АЕС у Фукусімі 12 березня 2011 року, причиною якої був землетрус потужністю 7 балів. Підвищення радіаційного фону на території України не спостерігалось.

30.1. Особливості аварії на ЧАЕС

Оцінка радіаційних обставин на різних етапах подолання наслідків аварії на ЧАЕС.

25 квітня 1986 року проводилась підготовка до зупинки 4-го блоку ЧАЕС. Передбачалось провести випробування з відключеними системами захисту в режимі повного знеструмлення устаткування. Для отримання електроенергії було вирішено використати механічну енергію ротора турбогенератора для прокачування охолодженої води крізь активну зону. Основні порушення регламенту полягали в тому, що експеримент проводився на працюючому реакторі при відключеній системі охолодження, а стержні-поглиначі – "недоторканний запас" – були видалені з активної зони. Помилково були відключені система локального автоматичного регулювання і система захисту від максимальної проектної аварії. В результаті через відсутність охолодження активної зони стався тепловий вибух з повним її руйнуванням (рис. 30.1, рис. 30.2, рис. 30.3).

Сумарна активність викиду оцінюється ≈ в 50 млн кюрі.

Від прямого контакту з радіацією загинули 31 особа.

Близько 4000 осіб загинули внаслідок опромінення у віддалений період після аварії.

За "Міжнародною шкалою ядерних подій" – віднесена до 7 рівня.

На ліквідацію наслідків аварії витрачено $ 6,7 млрд.

Особливості аварії на ЧАЕС

1. **Масштабність аварії.** За офіційною інформацією, сумарний викид активності склав 50млн Кі. Відбулося забруднення території зони відчуження "гарячими частками".
2. **Тривалість викиду.** Інтенсивні викиди тривали з 26.04. по 06.05.1986 року.
3. **Нестійкість погодних умов.** За 10-денний період, упродовж якого відбувалися викиди в атмосферу радіонуклідів і "гарячих часток", неодноразово змінювався напрямок переміщення повітряних мас, який супроводжувався синоптичними явищами (опади, тумани, температурні інверсії тощо). Це зумовило нерівномірне забруднення території з суттєвими відмінностями як у щільності забруднення, так і в радіонуклідному складі. Відбулося формування зон радіоактивного забруднення в трьох основних напрямках (північно-західному, західному та південному).
4. **Масштабність радіоактивного забруднення території.** В результаті аварії на ЧАЕС інтенсивного радіоактивного забруднення зазнали не лише значні території України (близько 55 тис. км^2), але й території інших країн Європи та Азії.

Наприклад: *із загальної кількості Cs-137 на території СРСР випало ~ 43 %, Європи ~ 38 %, на інших територіях і акваторії Північної півкулі ~ 8 %.*

5. **Аварія відбулася в умовах Полісся.** Полісся – ендемічний регіон за вмістом йоду в об'єктах навколишнього середовища. Тропність щитоподібної залози (ЩЗ) до йоду – 100%. Велика кількість нестабільних ізотопів йоду в довкіллі. Ґрунти Полісся сприяють міграції радіонуклідів. Особливості харчування населення – велика питома вага в раціоні харчування диких грибів та ягод.

NB! *Це призвело до значно більших доз опромінення ЩЗ населення Полісся.*

Радіоактивні продукти, що були викинуті в атмосферу з активної зони зруйнованого реактора, сумарна активність яких оцінюється в 2×10^{18} Бк, протягом 10 діб розносилися повітряними течіями на значні відстані. Безпосередньо після аварії опромінення зазнали понад 200 працівників станції і пожежників. По-

Рис. 30.1. Четвертий реактор Чорнобильської АЕС

Рис. 30.2. Четвертий реактор Чорнобильської АЕС після аварії

Рис. 30.3. Четвертий реактор Чорнобильської АЕС після аварії

рушення стану здоров'я осіб, що отримали дози опромінення понад 1 Гр і перенесли гостру променеву хворобу, трактуються переважно як радіоіндуковані, а найближчі зміни в критичних системах (кровотворній, травній тощо), у т.ч. виникнення пухлин, – як дозозалежні. Спочатку було встановлено діагноз гострої променевої хвороби (ГПХ) у 237 осіб; пізніше, після детального обстеження, діагноз ГПХ залишився у 134 осіб, вкрай важкий ступінь променевої хвороби був у 20 хворих, померло протягом перших кількох місяців понад 30 осіб.

У той же час абсолютна більшість осіб, які потрапили під радіонуклідний вплив внаслідок аварії на ЧАЕС, отримала опромінення в діапазоні до 0,25 Гр, що трактується як малі дози радіації. Довготривалий вплив малих доз іонізуючого випромінювання на значні контингенти населення на забруднених територіях спостерігається і зараз.

30.2. Концепція проживання населення України на територіях з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення

Відразу після аварії почали проводитись масові вимірювання радіоактивного забруднення атмосфери і ґрунту, а також комплексні дослідження радіоактивності всього природного середовища, включаючи рослинність і джерела водопостачання. Внаслідок Чорнобильської катастрофи на території України радіацією забруднені території (повністю або частково) 12 областей, 73 адміністративних районів, 2293 населених пунктів, де мешкало на той час близько 2 млн 600 тис. жителів, у тому числі – 600 тис. дітей.

До найбільш забруднених областей слід віднести Житомирську, Київську, Рівненську, Волинську, Вінницьку, Чернігівську і Тернопільську області. Забруднено радіонуклідами (при щільності забруднення понад 37 кБк/м^2) понад 53,4 тис. кв. км, тобто 4,8 % території країни, включаючи 4,6 млн га сільськогосподарських угідь, що складає 12 % всієї площі сільськогосподарських угідь, та 25,3 тисяч кв.км лісових масивів, тобто 40 % усієї площі лісів.

Результати цих досліджень були використані для вирішення питань евакуації населення. Було евакуйовано та переселено протягом перших 5 років після аварії понад 165 тисяч осіб із найбільш забруднених районів. Продовжують мешкати на територіях, віднесених до зон радіоактивного забруднення, близько 2 млн осіб, 25 % з них складають діти.

Завдяки евакуації населення з українських та білоруських населених пунктів вдалося запобігти виникненню детермінованих ефектів серед евакуйованих і знизити майже на 70 % колективну дозу (4000 люд. Зв замість 10 000 люд. Зв). На великих територіях, забруднених радіонуклідними опадами чорнобильського походження, не було своєчасно зроблено йодної профілактики через заборону керівними адміністративними структурами уряду для запобігання паніки серед населення. Разом з тим, йодна профілактика була здійснена у м. Прип'ять та багатьох населених пунктах Білорусії, хоч і з запізненням, що знизило її ефективність майже на 70 %.

Вивіз 200 тисяч дітей із населених пунктів України протягом травня і червня 1986 року на оздоровлення в чисті регіони знизив сумарну дозу лише на 30 %.

Найбільшою мірою від радіоактивного забруднення постраждали Україна, Білорусія та Російська Федерація. Незначні забруднення виникли на територіях Прибалтійських республік, країн Північної та Центральної Європи, а також на Балканах. Пізніше радіоактивне забруднення чорнобильського походження в більшій або меншій кількості було виявлено майже у всіх куточках земної кулі (рис. 30.4, рис. 30.5, рис. 30.6).

Чорнобильська катастрофа – соціальний феномен, сформований з комплексу екологічних, медичних, соціально-правових, побутово-практичних та інших проблем. Вона висунула перед світовою громадськістю проблеми забезпечення технологічної безпеки об'єктів, де використовуються ядерні технології, а також екологічної і радіаційної безпеки громадян та навколишнього середовища, соціально-психологічної захищеності людей і суспільства в цілому.

У 1991 році Верховна Рада України затвердила національну "Концепцію проживання населення на територіях України з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" і на підставі цієї концепції прийняла Закон України "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи".

Мета концепції – зменшення несприятливого впливу Чорнобильської катастрофи на здоров'я населення.

Її базовий принцип полягає в тому, що для критичної групи населення (діти 1986 року народження)

Рис. 30.4. Територія зони відчуження влітку

Рис. 30.5. Територія зони відчуження взимку

Рис. 30.6. Територія зони відчуження

величина ефективної еквівалентної дози опромінення, пов'язаної з Чорнобильською катастрофою, не повинна перевищувати 1 мЗв (0,1 бер) за рік і 70 мЗв (7,0 бер) за все життя понад дозу, яку отримало населення в доаварійний період.

Юридичне і виконавче забезпечення положень концепції здійснюється на підставі та у відповідності з Законами України:

- "Про правовий режим територій, які зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи";
- "Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи";
- "Положення про Національну комісію радіаційного захисту населення України" та іншими законодавчими актами.

У відповідності з цими документами до територій, які зазнали радіоактивного забруднення, в межах України відносяться лише ті території, на яких виникло стійке забруднення довкілля радіоактивними речовинами, яке може призвести до опромінення дозою, що перевищує 1 мЗв (0,1 бер) на рік і які потребують проведення заходів з ПРЗ населення та інших втручань, спрямованих на обмеження додаткового опромінення населення і забезпечення нормальної господарської діяльності.

За період, що минув після прийняття Закону, були практично реалізовані плани медичного та соціального захисту населення, переселення та створення умов для нормальної життєдіяльності громадян, які постраждали внаслідок аварій на ЧАЕС, дезактивації та часткової реабілітації забруднених територій. Здійснювався широкий комплекс робіт щодо мінімізації наслідків аварії.

Активну участь у цих дослідженнях приймали і співробітники кафедр НМУ імені О. О. Богомольця (рис. 30.7, рис. 30.8, рис. 30.9, рис. 30.10, рис. 30.11).

30.3. Характеристика основних дозостворюючих радіонуклідів. Категорії постраждалих і шляхи впливу аварії на здоров'я

Найважливішими протирадіаційними заходами слід вважати ті, що здійснюються в ранній фазі аварії, коли їх застосування найбільше впливає на зниження променевих навантажень на населення.

Населення отримувало променеві навантаження в ранній фазі аварії за рахунок зовнішнього, внутрішнього і контактного опромінення. Найбільшої шкоди завдало забруднення молока радіоактивним йодом, який був присутній у значних концентраціях на значних територіях. Однак стереотип приховування від населення справжньої ситуації, неналагоджена система швидких контрзаходів з огляду на необхідність численних узгоджень, недисциплінованість нижньої ланки призвели до несвоєчасного проведення контрзаходів, чим зробили тяжчими наслідки аварії.

На жаль, через нерозголошення протягом тижня факту масштабної ядерної аварії на ЧАЕС не було заборони на випас худоби, із великим запізненням проводилась йодна профілактика населення і, зокрема, дітей, що практично звело нанівець її ефективність. На жаль, не було заборони на вживання молока і листових овочів. Вживання молока і молочних продуктів, забруднених радіонуклідами чорнобильського походження, головним чином, йодом-131, призвело до

Рис. 30.7. Документи допуску співробітника НМУ імені О. О. Богомольця в зону відчуження

Рис. 30.8. Автореферати дисертацій співробітників НМУ імені О. О. Богомольця про вивчення аварії на ЧАЕС

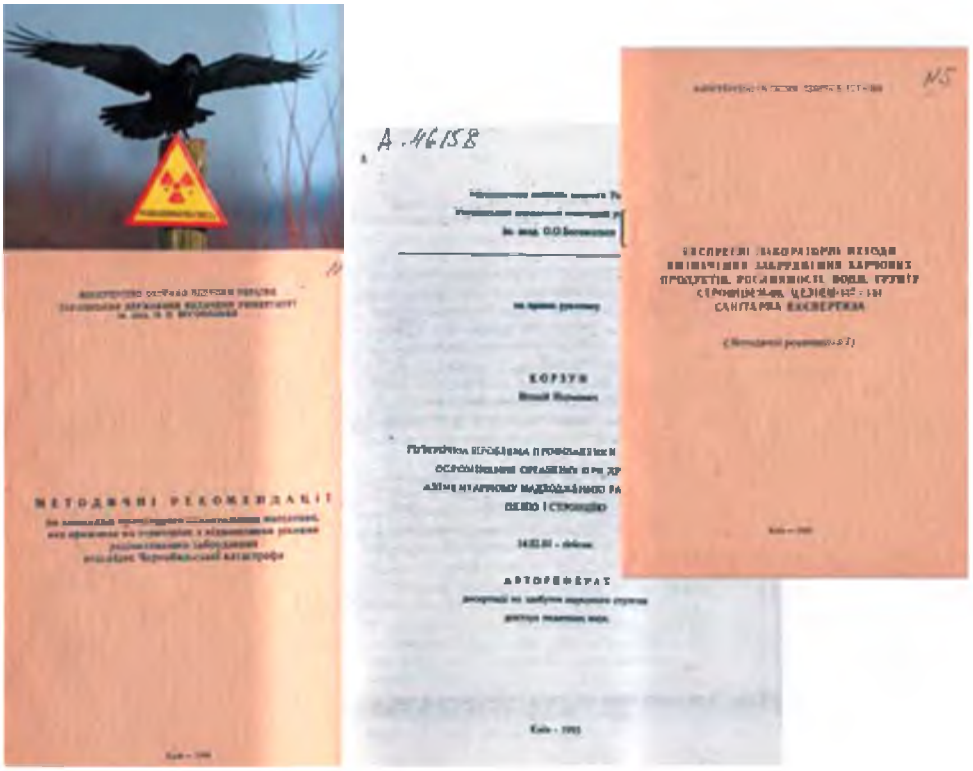


Рис. 30.9. Результати наукових досліджень співробітників НМУ імені О. О. Богомольця

Рис. 30.10. Результати наукових досліджень співробітників НМУ імені О. О. Богомольця

Рис. 30.11. Результати наукових досліджень співробітників НМУ імені О. О. Богомольця

його інтенсивного накопичення в щитоподібній залозі дітей і дорослого населення, а звідси – опромінення в біологічно значущих дозах. Сумарна кількість захворювань на рак щитоподібної залози на кінець 2011 року становила біля 7300 випадків.

Рекомендації щодо переробки молока з метою зниження питомої активності в готовому продукті своєчасно і досить масштабно були реалізовані практично лише в Києві і Київській області, де організували диференційований збір молока з умовно чистих і умовно забруднених господарств і відправляли його на різні молокозаводи з метою відповідної технологічної переробки. В результаті мало місце суттєве зниження активності готового продукту.

Було встановлено дозові квоти для населення на 1986 рік на рівні 100 мЗв (50 мЗв за рахунок зовнішнього і 50 мЗв за рахунок внутрішнього опромінення). На підставі цих квот були розраховані тимчасові допустимі рівні радіоактивного забруднення продуктів харчування, лікарських рослин, фуражу. Дефіцит чистих продуктів викликав незбалансованість харчування дітей і дорослого населення.

Для особового складу військ, дислокованих на забруднених радіонуклідами територіях, застосовувалися такі ж допустимі рівні опромінення та радіоактивного забруднення, що й для населення.

Погіршення стану здоров'я населення і особливо дітей, які проживали на забруднених територіях, а також осіб, які були відселені з районів радіаційного забруднення, викликало необхідність зміни законодавства у частині захисту прав громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи. Серед основних положень "Концепції проживання на територіях України з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи". важливе місце займає регламентування для критичної групи населення (діти 1986 року народження) ефективної дози на рівні не вище 1 мЗв за рік або 70 мЗв за все життя понад ту дозу, яку населення отримувало в доаварійний період у конкретних природних умовах.

Згідно з Законом "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" 1991 року, територія України була умовно розподілена на 4 зони відповідно до щільності радіоактивного забруднення радіоізотопами трьох хімічних елементів – цезію, стронцію і плутонію, а також дози опромінення населення:

Перша зона (відчуження), радіусом 30 км від ЧАЕС, заборонена для постійного проживання (рис. 30.12, рис. 30.13).

Друга зона – безумовного (обов'язкового) відселення, в якій щільність забруднення ґрунту радіоцезієм складала більше 15 Кі/км^2, радіостронцієм – 3 Кі/км^2, плутонієм – 0,1 Кі/км^2, доза опромінення населення могла перевищувати 5 мЗв за рік.

Третя зона – гарантованого добровільного відселення, в якій щільність забруднення ґрунту радіоцезієм складала 5–15 Кі/км^2, радіостронцієм 0,15–3 Кі/км^2, плутонієм – 0,01–0,1 Кі/км^2, доза опромінення населення могла перевищувати 1 мЗв за рік.

Четверта зона – підсиленого радіоекологічного контролю, в якій щільність забруднення ґрунту радіоцезієм складала 1–5 Кі/км^2, радіостронцієм 0,02–0,15 Кі/км^2, плутонієм – 0,005–0,01 Кі/км^2, доза опромінення населення не повинна перевищувати 1 мЗв за рік.

Із часом, що минає після радіаційно-ядерних аварій, змінюється радіаційна обстановка, тому необхідно систематично переглядати зонування територій і статус громадян, що проживають на цих територіях.

У зв'язку з накопиченим досвідом у вирішенні питань захисту населення від наслідків радіаційних аварій масове відселення з 1990 року стало недоцільним. Це було зумовлено поліпшенням радіоекологічної ситуації на територіях, забруднених у 1986 році радіонуклідами чорнобильського походження, погіршенням соціально-економічної ситуації, а також отриманням наукової інформації про зміни у стані здоров'я населення під впливом сумісної дії радіаційних і нерадіаційних чинників. За останні 20 років суттєво зменшилася кількість населених пунктів, річна доза в яких перевищує 1 мЗв (від 293 населених пунктів – в перші роки після аварії, до 42 – у 2008 році). Ще в 1992 році було запропоновано внести зміни до закону "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" та "Про статус та соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи". Проект нової концепції було схвалено розпорядженням КМУ, згідно з яким основним принципом зонування територій повинна бути отримана доза, а не щільність радіаційного забруднення місцевості, тому що перший і другий чинники не корегувались між собою.

Рис. 30.12. "Рудий ліс" після Чорнобильської катастрофи

Рис. 30.13. "Рудий ліс" після Чорнобильської катастрофи

Це значною мірою залежало від коефіцієнтів переходу радіонуклідів у рослини, які, у свою чергу, залежать від типу ґрунтів, їх хімічного складу та інших чинників.

Згідно з проектом нової концепції, на території України виділяють три зони і територію підсиленого радіоекологічного контролю, а саме:

1. Зона відчуження та безумовного відселення.
2. Зона добровільного проживання, річна доза може перевищувати 5 мЗв/рік.
3. Зона з пільговими умовами господарювання, річна доза складає 1–5 мЗв/рік.

Територія підсиленого радіологічного контролю, річна доза – від 0,5 до 1 мЗв/рік.

Факт деактуалізації чорнобильських проблем не означає реальної адаптації потерпілих. Використання щільності забруднення в якості критерію не відповідає міжнародним вимогам протирадіаційного захисту, про що свідчать останні рекомендації МКРЗ та МАГАТЕ (Публікація 103 МКРЗ від 21.03.2007, Основні стандарти безпеки (BSS) МАГАТЕ). Станом на січень 2009 року за критерієм дози опромінення не можуть бути віднесеними до зон радіоактивного забруднення більше 1300 населених пунктів, а за критерієм щільності забруднення території цезієм-137 – близько 350 населених пунктів, які сьогодні належать до певної зони.

Разом з тим, на сьогодні, більше ніж через 33 роки після аварії, на значній частині забруднених радіоактивними речовинами чорнобильського походження територій обсяги радіаційного моніторингу і кількість запобіжних заходів можуть бути значно скорочені без шкоди для здоров'я мешканців цих районів. Відповідно мають бути скорочені й певні пільги населенню, яке проживає на цих територіях. Зміна пільг на грошову адресну допомогу та скорочення її обсягів неодмінно викличе незадоволення населення, що повинно бути враховано при проведенні роз'яснювальної роботи серед постраждалих за допомогою засобів масової інформації, а також під час проведення лекцій серед населення. Бюджетні кошти повинні бути витрачені ефективніше, що сприятиме поліпшенню здоров'я тих, хто його втратив в результаті Чорнобильської аварії або перебуває в групі підвищеного потенційного ризику, обумовленого значним впливом радіаційних чинників. Зміна статусу територій не повинна супроводжуватися зміною статусу осіб, які проживають на цих територіях і постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи. Це також повин-

не зробити ефективнішими заходи, спрямовані на покращення здоров'я населення шляхом вирішення комплексу протирадіаційних, медичних та реабілітаційних проблем.

У 2008 році розпорядженням КМУ було схвалено концепцію діяльності у зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення. Зона відчуження і зона безумовного (обов'язкового) відселення має площу 2600 кв.км, є найбільш забрудненою радіонуклідами чорнобильського походження і має особливу форму управління. У 1992 році утворено Адміністрацію зони відчуження.

Законом України "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" було заборонено постійне проживання у зоні відчуження. На цій території забороняється сільськогосподарська діяльність, а її землі виведені із сільськогосподарського обігу. В цій зоні розташовані ядернонебезпечні і радіаційнонебезпечні об'єкти – три енергоблоки ЧАЕС, об'єкт "Укриття", в якому знаходиться близько 180 тонн ядерного палива, а також по всій території існують пункти захоронення та тимчасової локалізації радіоактивних відходів (РАВ), став-охолоджувач ЧАЕС. Екологічна небезпека зони відчуження обумовлюється не лише наявністю радіаційнонебезпечних об'єктів, а й імовірністю виникнення і розповсюдження на прилеглій території лісових пожеж, підтоплень, а також іншими негативними процесами у природному середовищі. Головним завданням є поступове перетворення Зони відчуження на екологічно безпечну систему зі збереженням природних багатств, матеріальних і духовних цінностей та майбутнім їх використанням у народногосподарських цілях у тому обсязі, в якому це можливо і доцільно.

Радіоактивне забруднення цієї зони є нерівномірним, обумовлене, головним чином, радіонуклідами ^{137}Cs, ^{90}Sr, а також незначною кількістю ізотопів плутонію. Близько 90% активності радіонуклідів розподілено у верхньому шарі ґрунту (до 10 см). Концентрації радіонуклідів у підземних та поверхневих водах здебільшого нижчі за допустимі рівні. Потенційними джерелами забруднення підземних вод є великі активності в пунктах тимчасового захоронення РАВ (рис. 30.14, рис. 30.15).

Достовірно не зафіксовано забруднення глибинних горизонтів питного водопостачання. Існує ймовірність поширення радіоактивного забруднення за межі зони відчуження внаслідок несанкціонованого втручання людини шляхом сільськогосподарського використання лісів та угідь, а також вторинного переносу радіонуклідів при пожежах та інших гідрометеорологічних явищах.

Причиною заборони проживання у зоні відчуження та обов'язкового відселення є наявність на цих територіях певної кількості імпровізованих пунктів поховання РАВ, координати яких втрачені, через що не можна дозволити проводити будівництво приватного сектору, що буде важко проконтролювати.

Однією з причин заборони проживання у зоні відчуження та обов'язкового відселення є перевищення вмісту радіонуклідів у продуктах харчування, які виробляються в приватних господарствах та виростають на вказаних територіях, а саме: в молоці – у 2–3 рази, у меді – у 2 рази, у рибі – у 2,5–9 разів, у грибах – у 10–50 і більше, у лісових ягодах – до 100 разів відносно допустимих рівнів.

У віддалений період ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, так само як і після будь-якої великомасштабної ядерної аварії, заходи для радіаційного захисту населення спрямовані головним чином на зниження променевих навантажень за рахунок внутрішнього опромінення. Найважливішими заходами є наступні:

1. Нормування опромінення, систематичний перегляд нормативних величин.
2. Регулювання повернення населення на території, з яких воно було евакуйоване.
3. Обмеження виробничої діяльності, визначення переліку таких видів виробництва, які дають найменш забруднену продукцію.
4. Функціонування пропускних пунктів з метою контролю за вивозом продукції із забруднених районів у чисті, а також нерозповсюдження механічного забруднення транспортом.
5. Радіаційний контроль продуктів харчування, які виробляються на територіях, що мають підвищені рівні радіоактивності ґрунтів.
6. Технологічна і кулінарна переробка продуктів харчування з метою зниження активності у готовій продукції порівняно із сировиною.
7. Використання продуктів харчування, що мають протекторні властивості.
8. Зниження доз за рахунок інших дозоутворюючих факторів, зокрема при рентгенодіагностичних процедурах.
9. Застосування радіопротекторних препаратів (при необхідності, у випадках різкого підвищення вмісту радіонуклідів в організмі конкретної людини, впродовж обмеженого терміну, для обмеженої кількості людей).

Рис. 30.14. Пункт тимчасової локалізації радіоактивних відходів

Рис. 30.15. Пункт тимчасового захоронення радіоактивних відходів

10. Обмеження доступу населення на забруднені території.
11. Психологічна та радіаційно-гігієнічна підготовка населення, що проживає біля радіаційнонебезпечних об'єктів і на територіях, що мають підвищений рівень радіоактивного забруднення.
12. Забезпечення відповідної підготовки і тренінгу кадрів об'єктів, тому що ліквідація наслідків радіаційних аварій здійснюється адміністрацією та галузевими спеціалістами, які не мають спеціальної підготовки в області радіаційного захисту населення.
13. Юридичне і пільгове забезпечення населення шляхом видачі компенсацій, безкоштовне для населення забезпечення дітей вітамінною продукцією тощо.

Найбільш доступним і простим способом зниження активності готової продукції харчування є кулінарна обробка. Слід взяти до уваги, що термін "дезактивація" передбачає перенесення радіонуклідів з їстівної частини продукту в неїстівну – відвари, відходи, утворені при механічній обробці сировини. Наприклад, м'ясо і риба при їх відварюванні до готовності з попереднім вимочуванням зменшують питому активність на 70–90%. Відварювання м'яса у підсоленій воді протягом перших 5 хвилин з наступною заміною води знижує вміст радіоцезію у відвареному м'ясі на 60–70%.

Чищення і відварювання картоплі сприяє зниженню активності до 40–50%, активність буряка знижується на 60%, шинкована відварена капуста має активність на 50–60% нижчу, ніж свіжа. Додавання кухонної солі при відварюванні вдвічі збільшує перехід радіоцезію і радіостронцію у бульйон. При засолюванні овочів половина радіонуклідів переходить у розсіл.

Відварювання сушених грибів 2 рази по 15 хвилин із заміною підсоленої води сприяє зниженню активності готового продукту на 90–95%. При виготовленні молокопродуктів активність м'якого і твердого сирів знижується відповідно на 65 і 85%, сметани – на 50%, вершкового масла – на 75–95% залежно від жирності готового продукту. Разом з тим, сухе молоко матиме активність вищу, ніж натуральне, з якого воно зроблене, приблизно у 8 разів.

До заходів щодо зниження доз від внутрішнього опромінення слід віднести:

1. Збалансоване харчування – яке містить достатню кількість тваринних білків, вуглеводів (пектини тощо), мінеральних сполук (Ca, P, K, Co, Cu, Mg, Fe, Zn, Se, J), вітамінів A, C, E, PP, B_{12}, β-каротин.
2. Препарати, що знижують накопичення, всмоктування, прискорюють виведення: сорбенти, комплексоутворюючі речовини, блокатори.
3. Продукти харчування, що мають аналогічні радіопротекторні властивості.

Порушення правил раціонального харчування призводить до підвищення всмоктування радіонуклідів організмом.

Існує багато способів зменшення надходження радіонуклідів у продукти харчування. Серед них слід виділити наступні:

1. Технологічна обробка.
2. Кулінарна обробка.
3. Зменшення безконтрольного споживання дарів лісів.
4. Внесення в ґрунт добрив, меліорантів.
5. Вапнування ґрунтів.
6. Вибір відповідних сільгоспкультур, які менше накопичують радіонукліди.
7. Перепрофілювання сільських господарств.
8. Фітодезактивація (вирощування рослин, які інтенсивно накопичують радіонукліди, з подальшою утилізацією цієї рослинної продукції). Доцільно застосовувати такий захід тільки протягом перших двох років після аварії.
9. Спеціальні домішки в корм тваринам (у ранні періоди ліквідації наслідків аварії). Продукція від такої худоби має гірші властивості в плані її хімічного складу.
10. Проведення санітарно-просвітницької роботи, спрямованої на застосування доцільних протирадіаційних заходів і здоровий спосіб життя.

Одним з найефективніших заходів щодо зниження променевих навантажень за рахунок внутрішнього опромінення є вживання чистої продукції завдяки здійсненню радіологічного контролю за продуктами харчування і фуражем. Для цього необхідно мати високочутливі методи радіаційного контролю, відповідну апаратуру, а також розроблені і затверджені відповідним чином допустимі величини вмісту радіонуклідів у продуктах харчування. Такі нормативні документи повинні систематично переглядатися з метою можливого зниження допустимих активностей у зв'язку зі зниженням концентрацій радіонуклідів у продуктах харчування внаслідок радіоактивного розпаду радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, а також проведенням інших заходів, що сприяють зниженню активності харчової продукції. При розробці нормативів слід керуватися інформацією про негативні наслідки від вживання продуктів

харчування з певною кількістю радіонуклідів, а також від реальної можливості досягти нижчого рівня (принцип АЛАРА). При розробці нормативів активності продуктів харчування необхідно передбачити, щоб вживання такої продукції в межах фізіологічної норми протягом всього життя не викликало більшої шкоди для здоров'я, а краще – значно меншої, ніж звичайні фактори зовнішнього середовища, які впливають на все населення. На сьогодні найнижчі допустимі активності мають питна вода, безалкогольні напої, хліб та продукти дитячого харчування.

30.4. Медичні наслідки аварії на ЧАЕС

Чорнобильська катастрофа – соціальний феномен, сформований з комплексу екологічних, медичних, соціально-правових, побутово-практичних та інших проблем. Численні спостереження за станом здоров'я населення, яке після аварії на ЧАЕС опинилось і проживає на радіаційно забруднених територіях, свідчить про вплив комплексу факторів на рівень захворюваності дітей і дорослого населення, особливо критичних груп. Найважливішими джерелами інформації про рівні захворюваності населення є Державний реєстр України та Національний канцер-реєстр.

Визначення категорій осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, регламентується Законом України "Про концепцію захисту населення України у зв'язку з Чорнобильською катастрофою".

До осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, відносяться:

- громадяни, які брали безпосередню участь у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (ліквідатори);
- особи, які втратили здоров'я (інваліди-чорнобильці) внаслідок впливу радіаційних факторів чорнобильського походження;
- особи, які були евакуйовані в 1986 році або відселені відповідно до законодавства;
- особи з підвищеним ризиком втрати здоров'я, до яких належать громадяни, що отримали або можуть отримати ефективну дозу опромінення понад 70 мЗв протягом 70 років з моменту аварії на ЧАЕС, проживаючи на забруднених територіях;
- особи, які у віці до 3 років отримали дозу опромінення щитоподібної залози понад 50 мГр, або у віці від 3 до 18 років – понад 100 мГр.

Визначення категорії осіб з підвищеним ризиком втрати здоров'я провадиться за матеріалами дозиметричної паспортизації місць компактного проживання населення.

Таким чином, аварія на ЧАЕС стала прикладом того, що масштабні аварії на атомних станціях не можуть бути локальними або регіональними, вони завжди носять глобальний характер, найчастіше відносяться до транскордонних, обумовлюючи тією чи іншою мірою радіоактивне забруднення території всієї земної кулі. Наслідки аварії на ЧАЕС вийшли за межі однієї держави і наочно продемонстрували необхідність міжнародного співробітництва у сфері ядерної енергетики.

Чорнобильська аварія висвітлила ряд глобальних проблем людства на сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу, і передусім – небезпеку знищення всього людства у разі виникнення ракетно-ядерної війни. Навіть бомбардування атомних електростанцій та інших ядерних і хімічних об'єктів можуть призвести до численних людських жертв та значних екологічних втрат.

31 РОЗДІЛ

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

31.1. Основи організації санітарно-гігієнічних заходів у ЗСУ

Збройні сили України (ЗСУ) – військове формування, на яке відповідно до конституції України покладаються оборона України, захист її суверенітету, територіальної цілісності та недоторканності.

У мирний час до служби у ЗСУ залучаються виключно здорові особи, в основному чоловічої статі, у віці з 18 до 25 років (призовники). За бажанням службу у ЗСУ чоловіки можуть нести до 60 років, а жінки – до 50. У разі потреби можуть бути мобілізовані чоловіки у віці від 20 до 60 років, за умови, що вони мають досвід проходження військової служби. Єдиний нюанс: у віці

Рис. 31.1. Наслідки недотримання санітарно-гігієнічних рекомендацій щодо вибору земельної ділянки для тимчасового розміщення. Джерело фото: *tsn.ua*

Рис. 31.2. Наслідки недотримання санітарно-гігієнічних рекомендацій щодо вибору земельної ділянки для тимчасового розміщення. Джерело фото: *tsn.ua*

від 50 до 60 років мобілізація відбувається виключно на добровільній основі. Мобілізаційний вік для жінок встановлений до 50 років. Є певні категорії громадян, які є військовозобов'язаними в силу своєї спеціальності. Зокрема, це медичні працівники та зв'язківці.

Таким чином, у складі ЗСУ відсутні особи, які належать до так званих декретованих груп (діти, вагітні жінки, інваліди тощо), для яких необхідні сприятливіші умови.

На стан здоров'я військовослужбовців постійно впливають чинники навколишнього середовища, які за своєю природою поділяються на: фізичні, хімічні, біологічні, психогенні та соціальні. Забезпечення санітарно-гігієнічних заходів у Збройних силах України є невід'ємною частиною досягнення високої і стійкої боєздатності (працездатності) військовослужбовців.

Нехтування гігієнічними рекомендаціями та порушення встановлених нормативів може призвести як до комплексного, так і до поєднаного впливу несприятливих чинників на організм військовослужбовця і, як наслідок, – до зниження або втрати боєздатності (працездатності).

Для здійснення санітарно-гігієнічних заходів у ЗСУ створена та функціонує система організаційно-адміністративних, санітарно-технічних, господарських, медичних та інших заходів, проведення яких забезпечує санітарно-епідеміологічне благополуччя військ, збереження і зміцнення здоров'я військовослужбовців та підтримання відповідного рівня їх боєздатності. Військова гігієна виділена як окрема галузь гігієни серед інших розділів (рис. 31.3).

Висока боєздатність особового складу та високий рівень резистентності організму як військових, так і цивільних забезпечується за рахунок реалізації заходів запобіжного та поточного санітарно-епідеміологічного нагляду у чотирьох основних напрямках (рис. 31.4). Особливого значення набуває належний санітарний нагляд саме при тимчасовому розміщенні.

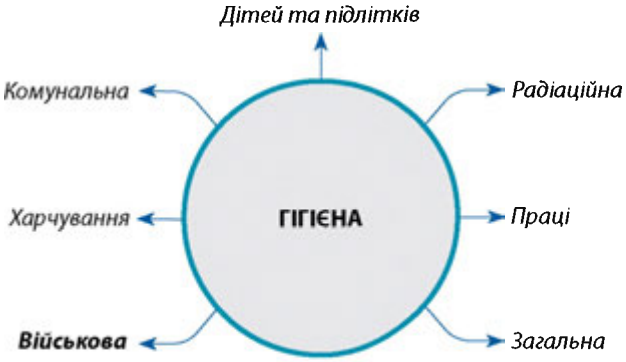


Рис. 31.3. Схема розділів гігієни

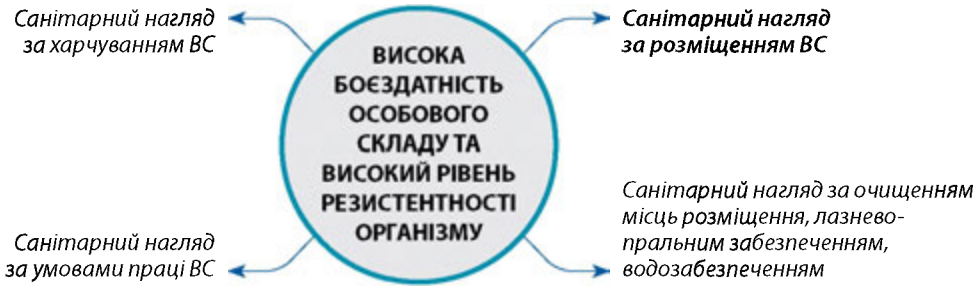


Рис. 31.4. Основні складові санітарного нагляду

Для забезпечення належного запобіжного та поточного санітарно-епідеміологічного нагляду використовують *наступні методи гігієнічних досліджень:*

- епідеміологічний – для вивчення закономірностей поширення неінфекційних та інфекційних захворювань серед військовослужбовців під впливом тих чи інших шкідливих чинників довкілля, у тому числі фізичних, біологічних, хімічних тощо;
- метод санітарного обстеження і опису, коли під час вивчення стану навколишнього середовища санітарне обстеження здійснюється за спеціальними схемами або картами санітарного обстеження, що містять запитання, відповіді на які дають повне уявлення про обстежуваний об'єкт;
- метод гігієнічного експерименту, який поділяють на два різновиди: натурний метод і метод лабораторного експерименту. Прикладом натурного гігієнічного експерименту є дослідження стану здоров'я військовослужбовців в умовах перебування у військово-технічному об'єкті, а лабораторного – розробка гігієнічних нормативів в експерименті на тваринах для встановлення граничнодопустимих рівнів, граничнодопустимих концентрацій тощо;
- метод санітарно-епідеміологічної експертизи застосовують зазвичай при проведенні запобіжного санітарного нагляду для визначення відповідності проектних розробок чинним гігієнічним нормативам і вимогам;
- статистичний метод слугує для обробки отриманих даних.

Санітарно-епідеміологічний нагляд за своєчасністю, повнотою і ефективністю санітарно-гігієнічних заходів проводиться силами і засобами начальників медичної служби військових і цивільних формувань, державних санітарно-епідеміологічних служб Міністерства оборони та Міністерства охорони здоров'я України, а також інших відомств.

Санітарно-гігієнічні заходи у ЗСУ включають санітарний нагляд та медичний контроль.

Медичний контроль здійснюється за станом здоров'я особового складу.

Санітарний нагляд здійснюється за (рис. 31.4):

- розміщенням;
- очищенням місць розташування;
- водопостачанням;
- харчуванням;
- лазнево-пральним обслуговуванням особового складу;
- умовами праці особового складу.

У таблиці 31.1 представлено сили та засоби медичної служби, призначені для санітарно-гігієнічного забезпечення військ.

31.2. Типи тимчасового розміщення військових та цивільних (постраждалого населення, спеціальних формувань тощо). Санітарно-епідеміологічна розвідка

Тимчасове розміщення – це організація короткострокового перебування військових і цивільних формувань та потерпілого населення при надзвичайних ситуаціях, у воєнний час тощо поза стаціонарними будовами, які призначені для їх постійного розташування/мешкання (рис. 31.5, 31.6, табл. 31.2).

З метою зменшення ризику впливу негативних чинників навколишнього середовища на військовослужбовців та потерпіле населення тимчасовому їх розміщенню обов'язково передує проведення санітарно-епідеміологічної розвідки.

Таблиця 31.1. Сили та засоби медичної служби, призначені для санітарно-гігієнічного забезпечення військ

Найменування військового формування	Медична служба	
	сили	*засоби*
Військова частина (бригада)	Особовий склад медичної служби підрозділів полку та полкового медичного пункту	Рентгенометр-радіометр ДП-56 (В) або вимірювач потужності дози (ВПД-1), військовий прилад хімічної розвідки медико-ветеринарний (ВПХР-МВ)
З'єднання (дивізія)	Особовий склад медичної служби дивізії та спеціалісти гарнізонної лабораторії (ГСЕЛ) – епідеміолог, гігієніст, радіолог, токсиколог, бактеріолог	Лабораторії медичні військового типу ВМЛ (прилад ВПД-1, медична польова хімічна лабораторія МПХЛ, лабораторія гігієнічна військова ЛГ-1), установка дезінфекційно-душова типу ДДП-2
Армійський корпус (армія)	Особовий склад медичної служби та з'єднання армійського корпусу (армії), спеціалісти ГСЕЛ та територіальних санітарно-епідеміологічних загонів ТСЕЗ (основні відділення – епідеміологічне, санітарно-епідеміологічне (пересувне), бактеріологічне особливо небезпечних інфекцій, санітарно-гігієнічне, токсиколого-радіологічне, гігієни лікувально-оздоровчих заходів, санітарно-епідеміологічної розвідки, дезінфекційне, дератизаційне, санітарної обробки, санітарно-контрольний пункт)	Лабораторії медичні військового типу ВМЛ (лабораторії медичні польові типу ЛМП, МПХР, МПХЛ, ВПД-1, радіометрична лабораторія в укладках РЛУ-2, лабораторія гігієнічна основна – ЛГ-2), установки дезінфекційно-душові типів ДДА-3 та ДДА-66
Війська адміністративно-територіальних зон відповідальності	Особовий склад медичної служби військ оперативного командування, спеціалісти ГСЕЛ, ТСЕЗ та регіональних санітарно-епідеміологічних загонів – РСЕЗ (основні підрозділи – епідеміологічний, санітарно-гігієнічний, відділення санітарно-епідеміологічної розвідки, санітарно-контрольний пункт)	Лабораторії медичні військового типу ВМЛ, лабораторії медичні польового типу ЛМП, установки дезінфекційно-душові типу ДДА-3 та ДДА-66
Війська центрального підпорядкування	Особовий склад медичної служби військ центрального підпорядкування, спеціалісти ГСЕЛ, ТСЕЗ, РСЕЗ (основні підрозділи – відділи епідеміологічний, санітарно-гігієнічний, радіології та токсикології)	Лабораторії медичні польові типу ЛМП, установки дезінфекційно-душові типу ДДА-3

Санітарно-епідеміологічна розвідка має за мету встановити:

- кількість, розміри та санітарний стан житлових і громадсько-адміністративних споруд;
- наявність джерел водопостачання;
- наявність каналізацій, вигрібних вбиралень, сміттєзбірників;
- санітарний стан території;
- інфекційну захворюваність серед населення та епізоотії серед домашньої худоби, диких тварин і гризунів, активність природних осередків захворювань;
- наявність та стан місцевих закладів, які можуть бути використані для санітарно-гігієнічного та протиепідемічного забезпечення військ і потерпілого населення.

До складу розвідувальної групи повинен входити представник військово-медичної служби. На етапі вибору земельної ділянки для тимчасового розміщення необхідно вирішити питання щодо її придатності. Основними критеріями є:

Епідеміологічна безпечність – збір даних про випадки інфекційної захворюваності на даній місцевості серед людей і тварин, історія використання

Рис. 31.5. Види розміщення військових та цивільних формувань

Рис. 31.6. Типи тимчасового розміщення військових та цивільних формувань

Начальник медичної служби організовує здійснення заходів запобіжного та поточного нагляду

Рис. 31.7. Форми санітарного нагляду

земельних ділянок (кладовища людей/тварин; захоронення біологічних відходів тощо), висота стояння ґрунтових вод.

Токсикологічна безпечність – збір даних про випадки хімічних інтоксикацій на даній місцевості серед людей і тварин при вживанні води та їжі, історія використання земельних ділянок (захоронення хімічних речовин), врахування "рози вітрів".

Радіаційна безпечність – збір даних про випадки радіаційних уражень на даній місцевості серед людей і тварин при вживанні води та їжі, історія використання земельної ділянки (захоронення радіоактивних речовин).

Зручність в обслуговуванні – під'їзні шляхи, форма, віддаленість від "червоної зони", наявність джерел водопостачання.

Таблиця 31.2. Види розміщення військовослужбовців та їх характеристика

У населених пунктах		Поза населеними пунктами		Змішане
Хто?	*Де?*	*Хто?*	*Де?*	Передбачає поєднання всіх видів помешкань, службових приміщень та захисних споруд
Особовий склад військових частин	у громадських та адміністративних будовах: школи, кінотеатрах, будинках відпочинку	Особовий склад військових частин	У навчальних центрах або табором (у наметах, куренях, землянках, бараках тощо)	
		Цивільне населення	Табором (у наметах, куренях, землянках, бараках тощо)	
Цивільне населення	У захисних спорудах	Особовий склад військових частин	У військових фортифікаційних спорудах	
Командний склад	У сховищах спеціального призначення			

При розміщенні військовослужбовців та цивільного населення табором поза населеними пунктами вимоги до чинників навколишнього середовища незалежно від природи їх походження повинні бути максимально наближеними до вимог, що висуваються до них за умов нормальної життєдіяльності.

Разом з цим при забезпеченні повітряного куба до 0,7 м^3 на особу (намет з гніздом) чи до 1,3 м^3 на особу (намет з котлованом) при недостатньому провітрюванні, наприклад, коли в дощову холодну погоду брезент намокає і втрачає повітропроникність, у наметі може підвищуватися вологість до 90–100 % та концентрація CO_2 до 1,3 %.

Основні параметри санітарного нагляду за тимчасовим розміщенням:

- Площа на 1 особу.
- Відстань між палатками.
- Висота ліжок/нар над підлогою.
- Гідроізоляція та водовідведення.
- Температура повітря.
- Вологість.
- Освітленість.
- Вентиляція.

Санітарний нагляд відіграє ключову роль у збереженні та зміцненні здоров'я і праце(бое)здатності військовослужбовців та постраждалого населення. Реалізація заходів покладена на начальника медичної служби, який організовує їх виконання у двох формах – запобіжний та поточний санітарний нагляд (рис. 31.7).

***Участь на*чальника медичної служби** включає, проте не обмежується наступним:

1. *При запобіжному санітарно-епідеміологічному нагляді:*
   - вибір ділянок (районів) розташування формувань (розміщення населення);
   - контроль за виконанням санітарно-гігієнічних вимог при проектуванні та будівництві захисних споруд (фортифікаційних споруд);
   - участь при прийомі в експлуатацію об'єктів для розміщення формувань (потерпілого населення).
2. *При поточному санітарно-епідеміологічному нагляді:*
   - контроль за виконанням санітарно-гігієнічних вимог при облаштуванні та утриманні інженерних споруд (прибирання території, видалення нечистот);
   - вивчення стану здоров'я ВС;
   - контроль за дотриманням ВС особистої гігієни;
   - виконання дезінфекційних, дезінсекційних, дератизаційних заходів;
   - контроль за виконанням заходів охорони навколишнього середовища.

Особливості, що виникають при тимчасовому розміщенні військових та цивільних:

- зниження рівня комунально-господарського обслуговування;
- велика скупченість людей;
- недостатній захист від несприятливих кліматопогодних умов;
- складність організації водопостачання, харчування, видалення побутових відходів;
- підвищений ризик контакту з небезпечними представниками флори та фауни.

31.3. Види захисних споруд, їх гігієнічна характеристика

Для тимчасового розміщення цивільного населення можуть бути використані захисні споруди. За основними характеристиками виділяють наступні види захисних споруд:

- **Сховища.**
- **Протирадіаційні укриття.**
- **Споруди подвійного призначення.**
- **Швидкоспоруджувані захисні споруди.**
- **Найпростіші укриття.**

Сховище – споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу завдяки надійному розділенню середовищ всередині приміщень цих споруд та навколишнього створюються умови, що виключають вплив небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій, терористичних актів тощо на людей, які в них укриваються.

Протирадіаційне укриття (ПРУ) – споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що зменшують до безпечних рівнів понаднормовий додатковий вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості.

Швидкоспоруджувана захисна споруда цивільного захисту – захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Споруда подвійного призначення – це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту військових/цивільних.

Найпростіше укриття – це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період.

Для забезпечення дотримання належних санітарно-гігієнічних умов у захисних спорудах передбачено наявність наступних технічних систем:

- Система вентиляції.
- Система водопостачання.
- Система опалення.
- Система каналізації.
- Система штучного освітлення.

Елементи вищезгаданих систем розташовуються у допоміжних приміщеннях (рис. 31.8).

Основні вимоги до сховищ та протирадіаційних укриттів (табл. 31.3, 31.4):

- місткість не менше 150 осіб;
- розміщують у безпосередній близькості від місць зосередження людей на відстані, що не перевищує 400–500 м;
- для ПРУ радіус збору може збільшуватись до 1000 м у прогнозованих зонах слабких руйнувань, а за межами цих зон – до 3000 м;
- площа на одну людину у відсіках при двоярусному розміщенні – не менше 0,5 м^2, при триярусному – не менше 0,4 м^2. Об'єм повітря на 1 людину – 1,5 м^3;
- відстань від верхнього ярусу до перекриття чи виступаючої конструкції – не менше 0,75 м;
- кількість місця для сидіння при наявності двох ярусів – 80%, трьох ярусів – 70% від загальної кількості місць.

Рис. 31.8. Приміщення сховища (основні й допоміжні)

Таблиця 31.3. Норми площі, кубатури, ГДК CO_2 у закритих фортифікаційних спорудах та сховищах

Тип сховища	Площа на 1 особу, м^2	Кубатура на 1 особу, м^3	ГДК CO_2 при різних режимах вентиляції, %		
			I	II	III
Сховища спеціального призначення для довготривалго перебування	4	10,0	0,5	1,0	2,0
Військові сховища польового типу	0,8–2,0	1,5–4,0	1,0	2,0	3,0
Сховища цивільної оборони	0,5–1,0	1,0–2,0	1,0	2,0	3,0

Таблиця 31.4. Санітарні параметри мікроклімату закритих фортифікаційних споруд та сховищ

Показники мікроклімату	Режим I	Режим II	Режим III
Максимальна температура повітря, °С	28	30	32
Допустима вологість повітря, %	75	80	80
Еквівалентно-ефективна температура (ЕЕТ), °С	19	20	21,5

31.4. Висновки

1. Організація санітарно-гігієнічних заходів у ЗСУ покладена на начальника медичної служби, який забезпечує контроль їх виконання шляхом здійснення запобіжного та поточного санітарно-епідеміологічного нагляду.
2. Правильна організація санітарно-гігієнічних заходів у ЗСУ, зокрема і при тимчасовому розміщенні військових та цивільних, дозволяє зберегти і зміцнити здоров'я особового складу / потерпілого населення, підтримати достатній рівень їх боє- та працездатності.
3. Дотримання гігієнічних рекомендацій при тимчасовому розміщенні дозволяє мінімізувати негативний вплив чинників навколишнього середовища на військових та цивільних.
4. За основними характеристиками захисні споруди поділяються на кілька видів. Для кожного з видів захисних споруд існує свій перелік санітарно-гігієнічних вимог щодо їх спорудження та експлуатації.

32 РОЗДІЛ

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

32.1. Роль та місце забезпечення водою у формуванні боєздатності (працездатності) військовослужбовців і резистентності організму при надзвичайних ситуаціях та в особливий період

Надзвичайна ситуація (НС) – порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єктах або територіях, спричинене аварією, катастрофою, епідемією, стихійним лихом, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат, а також масштабного ураження людей і тварин.

Особливий період – період функціонування національної економіки, органів державної влади, інших державних органів, органів місцевого самоврядування, Збройних сил України, інших військових формувань, сил цивільного захисту, підприємств, установ і організацій, а також виконання громадянами України свого конституційного обов'язку щодо захисту Вітчизни, незалежності та територіальної цілісності України, який настає з моменту оголошення рішення про мобілізацію (крім цільової) або доведення його до виконавців стосовно прихованої мобілізації чи з моменту введення воєнного стану в Україні або в окремих її місцевостях та охоплює час мобілізації, воєнний час і частково відбудовний період після закінчення воєнних дій.

Вода (з гігієнічної точки зору) – складна дисперсна система, дисперсійним середовищем якої є молекули хімічної речовини H_2O, а дисперсна фаза представлена комплексом розчинених газів, мінеральних солей, органічних сполук та мікроорганізмів.

Серед заходів, що забезпечують здоров'я цивільного населення за умов надзвичайних ситуацій та особового складу військ під час війн, водопостачання займає одне з найважливіших місць (рис. 32.1). Найважливішим з епідеміологічної та гігієнічної точки зору є регулярне забезпечення цивільного населення за умов надзвичайних ситуацій та особового складу військ під час війн доброякісною водою для харчових та питних цілей, для підтримання чистоти тіла (баннопральне забезпечення) і особливо, в разі необхідності,

Рис. 32.1. Основні складові санітарного нагляду

для спеціальної обробки цивільного населення та особового складу військ, їх обмундирування, спорядження.

Забезпечення епідеміологічної безпеки, нешкідливості та гарних органолептичних властивостей води вимагає від медичної служби чітких знань стосовно вибору джерела води, її добування, загальних та спеціальних методів очистки, знезараження, накопичення запасів, транспортування, а також засобів та методів гігієнічного контролю за водопостачанням цивільного населення за умов надзвичайних ситуацій та особового складу військ під час війни.

Відповідальність за польове водопостачання несе загальновійськовий командир. Служба тилу (начальник тилу з'єднання, частини) разом з медичною службою визначає потребу у воді та розробляє план водопостачання і доставки води (рис. 32.2).

Інженерні підрозділи разом з хімічною та медичною службами проводять розвідку джерела води, організовують її добування, очищення, а також експлуатацію спеціально обладнаних пунктів водопостачання.

Представник медичної служби особисто проводить:

- санітарно-топографічне обстеження джерел води;
- санітарно-епідеміологічне обстеження місцевості розташування джерел води;
- лабораторне дослідження води, а також бере участь у санітарно-технічному обстеженні.

Обов'язками лікаря частини є:

- санітарно-гігієнічний контроль за якістю води та санітарним станом джерела води, а також видача висновку про придатність води для господарсько-питних потреб;
- слідкування за дотриманням норм господарсько-питного водозабезпечення;
- участь у виборі джерела води, видача висновку на проект будівництва систем водопостачання і встановлення зон санітарної охорони;
- контроль за експлуатацією і санітарним станом насосних станцій, водогонів та водорозбірних споруд;
- здійснення медичного контролю за персоналом, який обслуговує водоочисні споруди.

32.2. Вибір джерела водопостачання. Методи обробки води в польових умовах. Загальні вимоги до якості питної води

Узагальнивши викладену інформацію, можна стверджувати, що метою військового лікаря при забезпеченні водою у надзвичайних ситуаціях та в особливий період є організація та санітарний нагляд за отриманням, накопиченням та розподіленням належної кількості води, достатньої для вирішення кожного окремо взятого конкретного завдання якості.

Під час наступу норми водопостачання складають 8–12 л на 1 людину на добу. В особливо важких умовах військам видається вода тільки для пиття: у помірному кліматі 5 л (до 3 діб) та у жаркому кліматі – 8 л (до 3 діб). У польовому пересувному лазареті – 30–40 л на 1 людину на добу, в евакошпиталі – 180 л на 1 людину на добу. Для санітарної обробки необхідно 45 л на 1 людину. Деталізація витрат води за призначенням наведена в таблиці 32.1.

Вимоги до якості питної води:

1. ***Суворо обов'язкові:***
   - безпечність в епідеміологічному відношенні;

Яким чином досягнути бажаного результату?! Хто відповідальний?!

Рис. 32.2. Організація нагляду за водопостачанням

Таблиця 32.1. Мінімальні норми забезпечення водою у польових умовах (на 1 військовослужбовця в літрах на добу)

Призначення води	При помірній температурі літр/добу	У спеку, літр/добу
Приготування чаю, запас води в індивідуальних флягах	2,5	4,0
Приготування їжі, миття кухонного посуду	3,5	3,8
Миття індивідуального посуду	1,0	1,2
Умивання	3,0	6,0
Тільки для пиття	2,5	4,0
Всього:	10,0	15,0

- безпечність у токсикологічному відношенні;
- безпечність в радіаційному відношенні.

2. ***Бажані:***
   - гарні органолептичні властивості;
   - оптимальний мінеральний склад.

При формуванні плану водопостачання цивільного населення за умов надзвичайних ситуацій та особового складу військ під час війни, передусім необхідно врахувати наступні фактори:

- Чисельність особового складу.
- Норми польового водоспоживання.
- Дані розвідки про кількість джерел водопостачання, їх дебіт, якість води в них.
- Наявність табельних засобів для добування, обробки води, накопичення її запасів, транспортування.
- Необхідність у додаткових силах та засобах.
- Підрозділи для забезпечення роботи та охорони засобів польового водопостачання.

Важливе практичне значення має визначення кількості води в джерелі води та його дебіт (продуктивність). Беручи до уваги дебіт джерела та якість води, що в подальшому буде формувати потребу в її підготовці, можемо побудувати ранговий порядок вибору джерела водопостачання у польових умовах.

Ранговий порядок джерел водопостачання у польових умовах та при надзвичайних ситуаціях:

- **у першу чергу слід** використовувати **свердловини**, що каптують **міжпластові напірні та безнапірні водоносні горизонти;**
- **на другому місці** слід використовувати **колодязну** та **джерельну воду**, попередньо обов'язково її знезаразивши;
- **у третю чергу – відкриті проточні водойми,** з попереднім очищенням та знезараженням;
- **в останню чергу – привозну** знезаражену та законсервовану воду.

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог для кожного джерела водопостачання встановлюються зони санітарної охорони, в яких діє спеціальний режим здійснення господарської та іншої діяльності з метою запобігання забруднення, засмічення, замулення зазначених водних об'єктів і виснаження їх ресурсів. **Перша зона санітарної охорони – зона суворого режиму** (радіус 50–100 м). Розміри можуть коливатися і залежать від типу джерела води, рельєфу місцевості та характеру ґрунту. **Для другої зони санітарної охорони (зона санітарного обмеження)** та **третьої – зона санітарного спостереження,** відстані встановлюються залежно від умов навколишнього середовища.

Огородження може бути виконане з дерев'яних, металевих, залізобетонних конструкцій, але в будь-якому випадку воно має перешкоджати доступу на територію сторонніх осіб і тварин.

Значну роль у забезпеченні епідеміологічної безпеки, нешкідливості та гарних органолептичних властивостей води відіграють методи обробки води (використовуються в разі необхідності), рис. 32.2.

Освітлення води – видалення з її складу (складу дисперсної системи) зважених речовин.

Знебарвлення води – видалення з її складу (складу дисперсної системи) забарвлених колоїдів / розчинених домішок, які зумовлюють її кольоровість, або їх трансформація в процесі обробки води у безбарвні.

Знезараження води – знищення в ній або видалення з її складу (складу дисперсної системи) патогенних мікроорганізмів, вірусів, пріонів.

Дезактивація води – видалення з її складу (складу дисперсної системи) радіоактивних речовин або забезпечення втрати в процесі обробки води молекулою шкідливої речовини енергії, яка необхідна для її вступу у хімічні реакції.

Рис. 32.3. Методи обробки води у польових умовах (за основним отримуваним результатом)

Опріснення води – зменшення її загальної мінералізації.

Дегазація води – видалення з її складу (складу дисперсної системи) розчинених газів.

Усі методи обробки води, які передбачають видалення з її складу (складу дисперсної системи) небажаних компонентів, називаються методами очистки (очищення) води. Методи очистки води реалізуються за рахунок наступних процесів або їх комбінацій: коагуляція, флокуляція, відстоювання, фільтрація, сорбція тощо.

У воєнно-польових умовах та при надзвичайних ситуаціях використовують коагуляцію з фільтрацією через швидкі фільтри (табельні чи імпровізовані). Відстоювання, яке застосовується за звичайних умов після коагуляції перед фільтрацією через швидкі або повільні фільтри у воєнно-польових умовах, при надзвичайних ситуаціях чи під час війни не застосовується або його час зведено до мінімуму.

Методи знезараження води, що використовуються у польових умовах: хлорування (гіпохлорит натрію, дихлорізоціанурова килота, натрієва сіль ізоціанурової кислоти (таблетки "аквасепт"), парасульфодихлорамід бензойної кислоти з содою (таблетки "пантоцид"), хлорне вапно, двотретинно-лужна сіль гіпохлориту кальцію); обробка води діоксидом хлору; кип'ятіння; рідше – УФ-опромінення. Найбільш розповсюдженим методом знезараження води до цього часу є її хлорування. Це пов'язано з порівняно невисокою вартістю використання методу, високою активністю та широким спектром антимікробної дії хлору, легкістю його дозування і контролювання залишкових кількостей. Незважаючи на те, що хлорування води – найпоширеніший метод знезараження, метод має ряд суттєвих недоліків, найбільш розповсюджені з яких наступні:

- в результаті хлорування у воді утворюється близько 260 найменувань хлорорганічних сполук. Використання води, що містить хлорорганічні сполуки, призводить до пригнічення імунної системи, захворювань печінки, нирок, підшлункової залози, щитоподібної залози, центральної нервової системи, але найголовніше – низка цих сполук є канцерогенами;
- традиційні схеми хлорування в багатьох випадках не є надійним бар'єром на шляху проникнення деяких бактерій та вірусів у питну воду;
- хлор є сильнодіючою отруйною речовиною і при його транспортуванні, зберіганні та використанні необхідно дотримуватися спеціальних заходів із забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу, населення та навколишнього середовища.

Перехлорування – хлорування води дозами хлору, які значно перевищують необхідні для її дезінфекції. Використовується у разі підозри щодо можливого неврахування лабораторією показників якості, що швидко змінюються.

Перехлорування застосовується з метою гарантування надійності знезараження. При перехлоруванні потрібне подальше видалення надлишкових кількостей хлору з води. Процес видалення надлишкових кількостей хлору з води називається дехлоруванням і здійснюється введенням у перехлоровану воду речовин, здатних зв'язувати надмірні кількості хлору.

З метою дехлорування використовують також пропускання води через вугільні фільтри.

32.3. Табельні засоби польового водозабезпечення

Для польового водозабезпечення цивільного населення за умов надзвичайних ситуацій та особового складу військ під час війни можуть бути використані наступні табельні засоби:

1. **Засоби добування води:**
   - копач шахтних колодязів КШК-40;
   - автосвердлова установка – АСУ-100;
   - установка роторного буріння – УРБ-3 АМ.
2. **Засоби підйому води:**
   - ручна поршнева помпа БКФ-4;
   - ручна штангова помпа РШП-25;
   - механізована штангова помпа – МШП-40;
   - мотопомпа М-600;
   - електропомпа – ЕП-1.

3. **Засоби** обробки **води:**
   - тканинно-вугільний фільтр ТВФ -200;
   - військова фільтрувальна станція ВФС-2,5; ВФС-10;
   - модернізована автофільтрувальна станція – МАФС-3;
   - польова опріснювальна установка – ПОУ-4; опріснювальна польова станція – ОПС-2;
   - реагенти: коагулянт – сульфат алюмінію, хлорид заліза, сульфат заліза; 15% розчин гіпохлориту натрію, хлорне вапно, натрієва сіль хлорізоціанурової кислоти, катіоніт – карбоферогель, аніоніт – сульфовугілля.
4. **Засоби накопичення і транспортування води:**
   - резервуари для води – РДВ-50; РДВ-100; РДВ-1000; РДВ-5000;
   - автоцистерни – АВЦ-15; АВЦ-28; АВЦ-40.

Для санітарного нагляду за організацією та здійсненням водопостачання військових формувань та потерпілого населення на озброєнні у ЗСУ перебувають наступні лабораторні засоби: лабораторія гігієнічна військова – ЛГ-1 та основна – ЛГ-2; лабораторія бактеріологічна – ЛБ; медична польова хімічна лабораторія – МПХЛ-54; лабораторія токсикологічна – ЛТ; радіометрична лабораторія в укладках – РЛУ-2. Набір гідрохімічний – НГХ; набір для контролю за хлоруванням і коагуляцією води – НХК; польовий рентгенометр-радіометр ДП-5А, ДП-5В.

32.4. Санітарний нагляд за організацією та здійсненням водопостачання військових формувань та потерпілого населення

Контроль при організації водопостачання військових формувань та потерпілого населення проводиться як на етапі запобіжного санітарного нагляду, так і поточного, що дає можливість мінімізувати ризик порушення здоров'я військовослужбовців та потерпілого населення (рис. 32.4).

Рис. 32.4. Санітарний нагляд при організації водопостачання військових формувань та потерпілого населення

32.5. Висновки

1. Правильна організація забезпечення водою та належний санітарний нагляд за водопостачанням, особливо при надзвичайних ситуаціях та в особливий період, дозволяє зберегти здоров'я і забезпечити високий рівень боєздатності/працездатності особового складу військових та цивільних формувань/потерпілого населення.
2. Раціональний вибір джерела водопостачання та адекватних методів обробки води у польових умовах (у разі потреби) є основою забезпечення особового складу військових та цивільних формувань і постраждалого населення водою належної якості та в обґрунтованих кількостях і є запорукою збереження їх здоров'я, праце- та боєздатності.
3. Дотримання санітарно-гігієнічних вимог до забезпечення водою при надзвичайних ситуаціях та в особливий період реалізується за допомогою табельних та імпровізованих засобів польового водозабезпечення шляхом виконання відповідних заходів запобіжного та поточного санітарного нагляду.

33

РОЗДІЛ

ГІГІЄНА ХАРЧУВАННЯ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

А. А. Борисенко, В. Д. Алексійчук, О. М. Власенко, Н. М. Козак, А. М. Гринзовський

33.1. Основи організації і проведення санітарного нагляду за харчуванням особового складу

Санітарний нагляд за харчуванням особового складу цивільних, військових формувань та потерпілого населення здійснюється з метою забезпечення його повноцінності, що сприятиме збереженню їх здоров'я і підвищенню опірності до дії несприятливих чинників довкілля, а також запобігання виникненню захворювань військовослужбовців та населення, які можуть передаватися через їжу та продукти харчування. Санітарний нагляд за харчуванняму польових умовах поділяється на поточний та запобіжний (табл. 33.1). Харчування повинне відповідати потребам організму і забезпечувати високу працездатність (боєздатність) з урахуванням умов праці, специфіки служби кліматичних умов, віку і стану організму військовослужбовців (ВС). Харчування військовослужбовців обґрунтоване з наукової точки зору і має багато особливостей, тобто багато чим відрізняється від раціонального харчування цивільного населення.

На перший погляд, принципи раціонального харчування військовослужбовців нічим не відрізняються від принципів раціонального харчування цивільного населення у мирний час, але якщо провести ранжування даних принципів, то можна помітити певну особливість (рис. 33.1).

Ранговий порядок вимог до харчування військовослужбовців у польових умовах:

1. Епідеміологічна безпечність продуктів і готових страв.
2. Токсикологічна безпечність продуктів і готових страв.
3. Радіаційна безпечність продуктів і готових страв.
4. Калорійна повноцінність продуктів і готових страв.
5. Якісне співвідношення нутрієнтів у продуктах і готових стравах.
6. Легкозасвоюваність їжі.
7. Режим харчування.

Три перші позиції займають показники безпечності харчових продуктів та готових страв під час надзвичайних ситуацій, оскільки в даних умовах ризик забруднення значно вищий, ніж у мирний час (аварії на радіаційно, хімічно, біологічно небезпечних об'єктах). Також важливу складову відіграє висока ймовірність застосування зброї масового ураження під час війни. Останні позиції відіграють другорядне значення, враховуючи умови, які можуть скластися при надзвичайних ситуаціях та під час війни.

Особливості організації харчування в польових умовах:

Таблиця. 33.1. Санітарний нагляд за харчуванням у польових умовах

Запобіжний санітарний нагляд	Поточний санітарний нагляд
Затвердження режиму харчування та меню-розкладки	Контроль за виконанням гігієнічних вимог на всіх етапах
Вибір форми харчування	Перевірка проходження медичних обстежень
Перевірка якості продуктів та інвентарю	Перевірка якості миття та знезараження індивідуальних котелків, кухлів, ложок та ін.
Перевірка готовності до транспортування, зберігання та приготування	Контроль стану здоров'я
Відповідність персоналу кваліфікаційному рівню	Проведення санітарно-просвітницької роботи

Рис. 33.1. Основні принципи раціонального харчування військовослужбовців

1. Труднощі забезпечення продовольством і їжею частин і підрозділів.
2. Складність підвозу, зберігання, приготування їжі та її доставки.
3. Погіршення якості продовольства і їжі за рахунок використання консервованих продуктів.
4. Можливість зараження об'єктів продовольчої служби, продуктів та їжі радіаційним, біологічним, хімічним фактором.

Організацію та контроль за харчуванням особового складу військ у польових умовах здійснюють:

- командир частини;
- заступник командира частини по тилу;
- начальник продовольчої служби;
- начальник медичної служби;
- начальник хімічної служби.

Обов'язки медичної служби:

- контроль за кількісною і якісною повноцінністю харчування;
- контроль доброякісності харчових продуктів, технологією виготовлення;
- медичний нагляд за станом здоров'я працівників продовольчої служби та ВС;
- організація заходів щодо профілактики гіповітамінозів та харчових отруєнь.

33.2. Норми харчування військовослужбовців Збройних сил та інших військових формувань

Військовослужбовці постачаються за нормами довольства або пайками, що ***затверджені Постановою Кабінету Міністрів України від 29 березня 2002 року №426 "Про норми харчування військовослужбовців та інших військових формувань".*** **За останні роки норми воєнного часу наближені до норм мирного часу. У 2002 та 2015 роках в Україні розроблено нові та удосконалено існуючі норми харчування ВС. У Детально розглянемо тільки 3 пайки:**

- Норма №1 – Загальновійськова пайка.
- Норма № 10 – Повсякденний набір сухих продуктів.
- Норма №15 – Добовий польовий набір продуктів (Постанова КМУ від 3 жовтня 2016 року № 696).

Норми харчування військовослужбовців ЗС України

- **Норма №1 – Загальновійськова пайка.**
- Норма № 2 – Льотна
- Норма № 3 – Морська
- Норма № 4 – Підводна
- Норма № 5 – Лікувальна
- Норма № 6 – Ліцеїстська
- Норма № 7 – Лікувально-профілактична
- Норма № 8 – Для донорів
- Норма № 9 – Дієтична
- **Норма № 10 – Повсякденний набір сухих продуктів**
- Норма № 11 – Автономне харчування
- Норма № 12 – Бортове харчування для екіпажів літаків і вертольотів
- Норма № 13 – Для особового складу, який зазнав лиха на морі
- Норма № 14 – Аварійний запас харчування для екіпажів літаків та вертольотів
- **Норма №15 – Добовий польовий набір продуктів (Постанова КМУ від 3 жовтня 2016 року № 696).**

Вищевикладені норми харчування використовуються при організації наступних видів харчування у польових умовах при надзвичайних ситуаціях (рис. 33.2).

Індивідуальне харчування застосовується у найгостріший період надзвичайної ситуації, війни, застосування зброї масового ураження. Передбачає використання повсякденних наборів сухих продуктів або добових польових наборів продуктів (сухпаїв), що видаються кожному військовослужбовцю окремо.

Колективне харчування застосовується за таких умов: мирний час, відсутність бойових дій, низький рівень небезпеки ураження особового складу та забруднення об'єктів довкілля та інвентарю ЗМУ, достатність вільного часу для організації даного виду харчування. Передбачає використання норми харчування № 1 (загальновійськова пайка, табл. 33.2).

Групове харчування є проміжною формою харчування, яка може бути застосована у підгострий період НС, при здійсненні маршу, при очікуванні подальших вказівок командира.

За калорійністю загальновійськова пайка складає 4050–4170 ккал (в середньому – 4112 ккал), що достовірно не відрізняється від показників калорійності пайок інших країн. Чи відповідає ця величина енерговитратам ВС?! Як правило, енерговитрати ВС не перевищують 4000 ккал, але в окремих випадках калорійність раціону може змінюватись. Завдання лікаря – контроль за енерговитратами, вагою ВС і при необхідності – рекомендації по зменшенню навантаження. Переважна більшість продуктів свіжі, не консервовані!

Як ви можете бачити, раціон вміщує в середньому 105 г білка, з них 30 г – тваринного походження (30 %), і якщо виходити з того, що середня маса тіла ВС 70 кг – це складе 1,5 г на 1кг маси тіла (що відповідає нормі). Позитивним є те, що в раціоні є 30 г вершкового мас-

Рис. 33.2. Види харчування військовослужбовців

Таблиця 33.2. НОРМА № 1 (колективне харчування військовослужбовців Збройних сил України

Найменування продукту	Кількість на одну людину на добу, грамів
Галети з борошна пшеничного першого сорту	300
Консерви м'ясні (сніданки м'ясні вищого сорту)	325
Консерви м'ясні (паштети печінкові)	100
Консерви м'ясо-рослинні (каші з м'ясом в асортименті)	650
Мед натуральний	40
Цукор	90
Кава розчинна	2
Чай чорний натуральний	4
Серветки паперові, штук	3
Серветки гігієнічні, штук	3
Чай	1,2
Лавровий лист	0,2
Перець	0,3
Гірчичний порошок	0,3
Оцет	1
Томат-паста	6
Картопля і овочі, усього	900
У тому числі:	
картопля	600
капуста	130
буряки	30
морква	50
цибуля	50
огірки, помідори, коріння, зелень	40
сухофрукти	20
або соки фруктові (плодово-ягідні)	100
Полівітамінний препарат типу "Гексавіт", драже (видається з 15 березня по 15 червня)	1

Кухня причіпна КП-125М

Причіпна кухня КП-130, підготовлена до роботи

Рис. 33.3. Технічне оснащення продовольчої служби у польових умовах

Кухня-їдальня пересувна ПКІ-2М в розгорнутому вигляді

Блок хлібопекарський автомобільний АХБ-2.5, підготовлений до руху

Рис. 33.4. Технічне оснащення продовольчої служби у польових умовах

ла – це не тільки джерело біологічно цінного жиру, а й джерело вітаміну А. Вміст вуглеводів дуже високий – 687 г (68 % по калорійності); це зумовлено необхідністю швидко відновити енерговитрати, оскільки праця солдата дуже важка (переважає фізичний компонент). Важливим джерелом вуглеводів є хліб (400 г). Це національна особливість нашого харчування.

Для заготівлі, переробки, перевезення і зберігання продовольства, а також для приготування гарячої їжі у польових умовах і доставки її до особового складу, продовольча служба має відповідні технічні засоби (рис. 33.5).

Кухня причіпна 125М на основі ГАЗ-66 має плиту на причепі, котли. На цій кухні можна виготовляти 7 страв одномоментно. КП-130 має більш ефективну обігрівальну систему (рис. 33.3).

Агрегат холодильний причіпний ПРХУ

М'ясопункт причіпний ПМ-40

Рис. 33.5. Технічне оснащення продовольчої служби у польових умовах

Максимально відповідає вимогам

Свіжі, якісні продукти

Готує військовий кухар

Транспортується, зберігається, вживається з використанням спец. обладнання

Санітарно-гігієнічний контроль

Розслідування випадку харчового отруєння

Ускладнене використання у "гострий період"

Час на організацію

Велика потреба у технічному оснащенні

Потреба у задіянні людей

Висока вразливість при застосуванні ЗМУ

Рис. 33.6. Переваги та недоліки колективної форми харчування

Блок хлібопекарський – цикл роботи 55 хвилин. Повністю забезпечує батальйон хлібом (8–10 т за добу). Обслуговують його 5 чоловік (рис. 33.4).

Основним підрозділом постачання продовольства у польових умовах є батальйонний продовольчий пункт (БП), який розгортається силами і засобами господарського відділення постачання.

Враховуючи швидкі темпи пересування військ і обмеженість часу для виготовлення їжі, на батальйонному пункті бажано використовувати продукти, які не вимагають тривалої обробки: консерви, концентрати.

Для підрозділів, які знаходяться на передовій, виготовлена їжа, хліб, цукор доставляються на пункти роздачі (звідки уже термосами гаряча їжа розноситься підносниками (по 2 солдати) на передову.

Станом на сьогодні Інститутом харчової промисловості розроблено нові види концентратів та консервів, розроблено нові консерванти, постійно удосконалюються методи консервування (сублімація), розроблена й удосконалюється рецептура швидкорозварюваних круп і страв, рецептура виготовлення хліба сповільненого черствіння, хліба теплової стерилізації, тобто відпадає необхідність використовувати сухарі та галети. Можна також навести приклад – сіль, насичена вітаміном С: на 100 г солі – 500 мг вітаміну С. Важливим компонентом є сода, яка використовується як консервант: без неї втрата вітаміну С протягом 3 місяців складає 52 %, а з нею – 5 %.

Таблиця 33.3. НОРМА № 10 (Повсякденний набір сухих продуктів) харчування військовослужбовців ЗСУ та інших військових формувань

Найменування продукту	Кількість на одну людину на добу, грамів
Галети з борошна пшеничного першого сорту	300
Консерви м'ясні (сніданки м'ясні вищого сорту)	325
Консерви м'ясні (паштети печінкові)	100
Консерви м'ясо-рослинні (каші з м'ясом в асортименті)	650
Мед натуральний	40
Цукор	90
Кава розчинна	2
Чай чорний натуральний	4
Серветки паперові, штук	3
Серветки гігієнічні, штук	3

Рис. 33.7. Переваги та недоліки індивідуальної форми харчування

З гігієнічної точки зору Повсякденний набір сухих продуктів № 10 (сухпайок, табл. 33.2) є маловиправданим, і користуватися ним можна тільки в обмежений період (3–5 днів). Таке обмеження зумовлене не лише його недостатньою калорійністю, а й можливими порушеннями функції травлення, появою диспепсичних розладів (рис. 33.7).

У разі використання повсякденного набору сухих продуктів у польових умовах понад одну добу дозволяється видавати:

- один розігрівач портативний;
- 40 грамів сухого пального (уротропін технічний);
- 1 таблетку для знезараження води;
- 6 шт. сірників вітроводостійких або 1 коробку сірників звичайних. При потребі: використання індивідувальної форми харчування більше 5 діб слід

Таблиця 33.4. Норма № 15 – Добовий польовий набір продуктів

Найменування продукту	Раціон сніданку/ вечері, г	Раціон обіду, грамів	Кількість на одну людину на добу, грамів
Галети з борошна пшеничного першого сорту	50/50	50	150
Сухарі з борошна пшеничного І сорту або борошна житнього оббивного	0/50	50	100
Готова до вживання перша страва		500	500
Готова до вживання перша страва	350/350	350	1050
Кава розчинна	2/0		2
Чай	0/2	2	4
Цукор	10/10	10	30
Мед натуральний	0/20		20
Джем фруктовий		20	20
Перець чорний мелений		0,3	0,3
Сіль	1/1	1	3
Ложка столова пластикова, штук	1/1	1	3
Серветка паперова, штук	1/1	1	3
Серветка гігієнічна волога, штук	1/1	1	3

застосовувати норму №15 (Добовий польовий набір продуктів, табл. 33.4).

До кожного раціону (сніданку, обіду, вечері) Норми №15 додатково додається: бутильована питна вода з розрахунку 0,5 л на раціон незалежно від пори року, а в період з 1 червня по 1 вересня – по 1 л.

Для осіб, які безпосередньо беруть участь в антитерористичній операції (операції об'єднаних сил), до норми №15 додатково включають:

- 30 г сухофруктів (в асортименті), 35 г шоколаду чорного (какао не менше 56%), одна гумка жувальна, один безполуменевий нагрівач їжі – до раціону сніданку;
- одна гумка жувальна, один безполуменевий нагрівач їжі – до раціону обіду;
- 200 г готової до вживання м'ясної страви (м'ясо тушковане яловиче вищого сорту, м'ясо тушковане свиняче безсортове) в реторт-упаковці, одна гум-

І етап	• збір інформації, санітарне обстеження продовольчого об'єкта на місці; • індикація тари, продовольства на зараження отруйними речовинами; • оцінка органолептичних ознак якості продуктів; • обґрунтування та оформлення попереднього експертного висновку
ІІ етап	• відбір проб продуктів сумнівної якості; • пакування проб, транспортування та оформлення супровідних документів
ІІІ етап	• лабораторні дослідження: санітарно-токсикологічне, санітарно-епідеміологічне, радіологічне, органолептичне
IV етап	• обґрунтування й оформлення кінцевого експертного висновку

Рис. 33.8. Етапи експертизи харчових продуктів у польових умовах

ка жувальна, один безполуменевий нагрівач їжі, 2 г кави розчинної, 10 г цукру – до раціону вечері.

33.3. Етапи медичної експертизи продовольства у польових умовах

Санітарно-епідеміологічна експертиза харчових продуктів є одним з розділів діяльності санітарно-епідеміологічних закладів (установ) Міністерства оборони України при проведенні санітарного нагляду за організацією харчування особового складу військ. Вона спрямована на визначення харчової цінності або нешкідливості продуктів харчування для військовослужбовців. Проводиться санітарно-епідеміологічна експертиза продуктів з метою встановлення:

- зміни їх органолептичних властивостей та причин цих змін;
- шкідливих домішок або будь-яких речовин у кількостях, які перевищують допустимі величини, що передбачені стандартами та гігієнічними нормами;
- відхилень хімічного вмісту та їх причин;
- епідеміологічних даних щодо окремого продукту, як можливого шляху (чинника) передачі збудників інфекцій.

Варіанти попереднього експертного висновку можуть бути такі:

- продукт придатний до вживання без обмежень;
- продукт непридатний до вживання і підлягає знищенню;
- продукт сумнівної якості, потребує лабораторної експертизи.

Четвертий етап експертизи – обґрунтування і оформлення кінцевого експертного висновку, передбачає наступні варіанти:

1. Продукт доброякісний, придатний до вживання без обмежень.
2. Продукт умовно придатний, може споживатися обмежений термін, або шляхом змішування з чистими продуктами у раціоні.
3. Продукт підлягає спеціальній обробці (дегазації, дезактивації, стерилізації) з повторною експертизою.
4. Продукт непридатний до вживання і підлягає знищенню (при зараженні стійкими ОР, при перевищенні радіоактивного забруднення в 10 і більше разів від допустимих рівнів, при псуванні вище допустимих рівнів, загниванні).
5. Продукт непридатний до вживання, може бути використаний на корм тваринам.
6. Продукт непридатний до вживання, може бути використаний для технічних цілей або перероблений на добриво.

33.4. Особливості організації харчування в умовах забруднення місцевості радіоактивними, хімічними речовинами та зараження біологічними засобами

У разі застосування зброї масового ураження передбачається проведення:

- безперервної розвідки та інформування про характер та зону зараження;
- маневрування з метою вибору незаражених чи менш заражених ділянок;
- спеціальний захист продовольства і готової їжі;
- контролю зараженості продуктів, їжі, інвентарю продовольчої служби;
- дотримання правил приготування і прийому їжі;
- проведення інструктажу особового складу та персоналу щодо правил поведінки на зараженій місцевості.

33.5. Висновки

1. Організація санітарного нагляду за харчуванням військовослужбовців (потерпілого населення) дозволяє підтримати достатній рівень боєздатності та працездатності особового складу військ.
2. Норми харчування військовослужбовців задовольняють потреби організму збалансованими у якісному та кількісному відношенні харчовими продуктами.
3. Належний контроль придатності продуктів забезпечує медична експертиза продовольства у польових умовах.

34 РОЗДІЛ

ГІГІЄНА ПРАЦІ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СТАНІВ

А. А. Борисенко, В. Д. Алексійчук, О. М. Власенко, Н. М. Козак, А. М. Гринзовський

34.1. Гігієна військової праці: предмет, завдання

Здоров'я військовослужбовців, на думку дослідників, на 20 % залежить від характеру та умов військової праці, оскільки вони перебувають в особливому соціальному просторі й у правових межах, які жорстко регламентовані Статутом Збройних сил України.

Гігієна військової праці – це розділ військової гігієни та розділ гігієни праці, в якому вивчаються всі фактори трудового процесу та їх вплив на здоров'я і боєздатність військовослужбовців.

Даний розділ є не менш важливим розділом військової гігієни, що включає в себе санітарний нагляд за умовами військової праці (праці ліквідаторів і населення), що здійснюється військово-медичною службою з метою попередження або зменшення негативного впливу шкідливих чинників, які можуть спричинити професійні захворювання, ураження і травми, на здоров'я особового складу формувань (потерпілого населення), збереження боєздатності військовослужбовців і працездатності ліквідаторів та населення (рис 34.1).

Предмет гігієни військової праці:

- фактори трудового процесу і умови, в яких проходить праця;
- вплив трудового процесу та умов праці на здоров'я і боєздатність військовослужбовців.

Основні завдання гігієни військової праці:

- вивчення впливу на організм фізичних, хімічних, біологічних факторів;
- розробка гігієнічних нормативів виробничого середовища, об'єктів військової техніки;
- вивчення трудового процесу з метою вироблення раціональних режимів праці та відпочинку;
- вивчення виробничих процесів з метою виявлення проміжних, кінцевих шкідливих продуктів і розробка рекомендацій щодо захисту людей від їх несприятливих впливів;
- розробка санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на попередження профзахворювань та оздоровлення умов праці;
- вивчення стану здоров'я особового складу, їх загальної захворюваності, профпатології та фізичного розвитку.

Рис. 34.1. Основні складові санітарного нагляду

34.2. Характеристика основних чинників, що визначають умови праці

В умовах навчально-бойової підготовки і бойових дій військ та при ліквідації наслідків НС на організм людини можуть впливати різноманітні, у тому числі шкідливі й небезпечні, чинники. До основних чинників, які визначають умови праці, належать фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Окремо виділяють групу психогенних (інформаційних) чинників, що впливають на людину як на соціальну істоту.

Шкідливі чинники умов праці військовослужбовців поділяються на:

Фізичні:

- високі та низькі температури повітря й огорож;
- неіонізуючі електромагнітні випромінювання (інфрачервоне, лазерне, мікрохвильове, радіочастотне і низькочастотне);
- статична електрика, електричні і магнітні поля, іонізуючі випромінювання;
- шум, вібрація;
- ультразвук;
- ударна хвиля;
- газовогневе полум'я;
- прискорення;
- освітленість;
- знижений чи підвищений атмосферний тиск та ін.

Хімічні:

- шкідливі домішки у повітрі (порохові, акумуляторні гази, продукти згоряння палива тощо);
- технічні рідини (розчинники, охолоджуючі, гальмівні, гідравлічні, пускові суміші, антидетонатори тощо);
- різні види палив і продукти їх неповного згоряння, мастила;
- акумуляторні рідини;
- аерозолі, які утворюються при електро- і газозварювальних роботах, та ін.

1. **Біологічний фактор** являє собою вплив біологічних збудників на людину, пов'язаний із застосуванням біологічної зброї чи в результаті соціально-побутових умов, що склалися.
2. **Соціально-психологічні фактори:**
   - військово-політична та бойова обстановка;
   - справедливість цілей і завдань;
   - наявність колективу або ізольованість від нього;
   - характер взаємин між людьми;
   - стиль міжособистісних відносин;
   - психологічна сумісність людей, що працюють або мешкають разом;
   - наявність небезпеки для здоров'я і життя, пов'язаної з обслуговуванням і використанням військової техніки та озброєння;
   - налагодженість побуту;
   - психологічна атмосфера в сім'ї тощо.

Можна виділити найбільш значимі групи шкідливих факторів ЗСУ:

- джерела іонізуючого випромінювання;
- радіоактивні речовини;
- компоненти ракетного палива;
- джерела електромагнітних полів.

Основний принцип, покладений в основу гігієнічних класифікацій праці, – це принцип диференціації умов праці залежно від фактично визначених рівнів факторів виробничого середовища і трудового процесу порівняно з гігієнічними нормативами, а також з урахуванням їхнього можливого шкідливого впливу на стан здоров'я працівників (рис. 34.2).

1 клас – *оптимальні* умови праці, при яких зберігається здоров'я працюючих та створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

Мікрокліматичні параметри і чинники трудового процесу відповідають оптимальним гігієнічним нормативам виробничих факторів. Вплив інших несприя-

Рис. 34.2. Класифікація умов праці

ятливих чинників виробничого середовища не перевищує безпечних для населення рівнів.

2 клас – *допустимі* умови праці, коли рівні чинників виробничого середовища і трудового процесу не перевищують встановлених гігієнічних нормативів для робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку упродовж робочого дня або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих і їх потомство у найближчому та віддаленому періодах.

3 клас – *шкідливі* умови праці, які створюються за наявності шкідливих виробничих чинників, що перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

4 клас – *небезпечні* (екстремальні) умови праці, за яких рівні чинників виробничого середовища можуть протягом робочої зміни створити високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, отруєнь, каліцтв, загрозу для життя. Прикладом є робота ліквідаторів наслідків аварії на четвертому блоці ЧАЕС, коли зміна тривала інколи 1,5–2 хв та була першою і останньою, бо вони отримували поглинуту дозу опромінення вище допустимих рівнів.

34.3. Особливості умов праці в різних родах військ Збройних сил України

Для детальнішого розгляду особливостей умов праці різних родів військ необхідно розібрати структуру Збройних сил України рис. 34.3.

Відповідно до гігієнічної класифікації, праця мотострілкових, бронетанкових та артилерійських військ належить до категорії важкої (середньодобові витрати 4000–4500 ккал) і має ряд особливостей:

- ведення вогню зі звичайної стрілецької зброї, в тому числі у замкнутих просторах;
- тривале перебування в окопах та інших фортифікаційних спорудах;
- здійснення маршів на тривалі відстані;
- форсоване пересування пішим порядком при руйнуванні доріг.

Найбільш значимі шкідливі виробничі фактори в танкових військах:

- обмежені розміри робочого простору. Малі розміри робочого простору в броньованій машині затруднюють роботу членів екіпажу, змушують їх перебувати у вимушеній робочій позі й оберігатися від ударів об оточуючі поверхні при струсах і поштовхах під час руху машини, що постійно вимагає значного м'язового напруження. Відповідно виникає підвищена втомлюваність членів екіпажу. Об'єм кабіни танка в середньому 4 м^3;
- поштовхи і струси при русі машин, сильний шум;
- несприятливі температурні умови в холодний і теплий періоди року;
- забрудненість повітря шкідливими газами і пилом. Порохові гази можуть потрапити у відсіки бойових машин із стріляних гільз та з каналів стволів кулеметів або гармат при відкриванні замка. Їх концентрація під час стрільби перевищує допустиму норму у 4–5 разів, що різко погіршує функціональний стан танкістів. У результаті цього показники швидкості стрільби знижуються на 40–50%, а час наведення гармати на ціль збільшується на 20–30%;
- підвищена забрудненість одягу і тіла паливно-мастильними матеріалами, розчинниками, фарбою та пилом;
- ураження лазерним випромінюванням у разі недотримання правил техніки безпеки. Сучасні танки оснащуються лазерними дальномірами, потужний вузьконаправлений світловий імпульс яких небезпечний для незахищеного ока людини. Він може

Рис. 34.3. Структура Збройних сил України

спричинити ушкодження зору різного ступеня тяжкості – від тимчасового засліплення до опіку сітківки і стійкої втрати зору. Застосування оптичних приладів для спостереження збільшує небезпеку ураження органа зору лазерним променем;

- низька освітленість (з відкритим люком – 30–250 лк, закритим – 10–20 лк) обумовлює високе напруження зорового аналізатора, частий перехід від природного до штучного освітлення і навпаки;
- рівень шуму в танку під час руху може сягати 130 дБА, що набагато перевищує межу слухової адаптації людини, яка перебуває в межах 90 дБА. Такий шум при тривалій дії суттєво знижує слухову чутливість, яка відновлюється лише на другу добу.

Медичні заходи з гігієнічного забезпечення танкових військ включають:

1. Підбір людей за професійною придатністю, "людина – машина".
2. Медичне обстеження ВС (первинне, періодичне).
3. Контроль при обслуговуванні техніки.
4. Нагляд за методиками навчання спеціалістів.
5. Розробка та виконання нормативно-технічної документації.
6. Застосування індивідуальних засобів захисту.

Особливостями проходження служби в артилерії є насамперед високі рівні фізичного навантаження і вплив на орган слуху пострілів з гармат та вибухів снарядів, мін, авіабомб тощо:

- надмірне фізичне навантаження: піднос боєприпасів (маса одного снаряда у великокаліберних системах сягає понад 50 кг); великий обсяг земляних робіт (окопи, рови, траншеї);
- висока ймовірність травматизму;
- дія ударної хвилі;
- дія імпульсного шуму;
- дія газополум'яного струменя;
- дія порохових газів;
- відмороження рук у зимовий час.

Одним із специфічних шкідливих факторів для даного роду військ є дія ударної хвилі. Тому необхідно детальніше зупинитись на даному розділі.

Повітряна ударна хвиля – утворюється при стрільбі та розриві снарядів і мін.

Виділяють наступні її види:

1. ***Дулова хвиля*** – виникає внаслідок викиду з каналу ствола під великим тиском (3000 атм і більше) порохових газів.
2. ***Балістична хвиля*** – утворюється внаслідок коливання частинок повітря, яке викликається польотом снаряда.
3. ***Вибухова хвиля*** – утворюється в момент розриву снаряда (міни, бомби тощо).

Реакції органа слуху на стрільбу з гармат можуть відбуватися за наступними типами:

- *механічна*, коли від різкого підвищення зовнішнього тиску пошкоджується барабанна перетинка;
- *больова*, яку спричиняє різке подразнення нервових закінчень у барабанній перетинці;
- *акустична*, що зумовлює травматичне ушкодження кортієвого органа, яке супроводжується гучним дзвоном у вухах.

Особливості умов праці в авіаційних військах:

- понижений атмосферний тиск і пов'язане з ним явище кисневого голодування;
- низька температура і низька вологість повітря на висоті;
- прискорення і пов'язане з ним перенавантаження;
- шум, вібрація;
- забруднення повітря в кабінах парами паливно-мастильних матеріалів, продуктами піролізу тощо;
- вплив іонізуючого випромінювання, сонячного світла;
- нервово-психічне напруження.

Особливості умов праці в ракетних військах (основні негативні фактори):

- вплив компонентів ракетного пального;
- комплекс факторів, що виникають в період запуску ракет;
- тривале перебування в обмежених просторах;
- велике нервово-психічне навантаження;
- несприятливий режим праці та відпочинку (змінна робота);
- дія іонізуючого і надвисокочастотного випромінювання;
- велика кількість такелажних робіт, проведення висотних робіт.

Особливо небезпечними для особового складу можуть бути надзвичайні ситуації, що виникають під час робіт, безпосередньо пов'язаних із заправкою ракет та зливанням компонентів ракетного пального, до складу яких входять надзвичайно небезпечні сполуки – гептил та окислювач – аміл. У присутності кисню гептил окислюється з утворенням формальдегіду, вільного азоту та інших високотоксичних сполук. Граничнодопустима концентрація (ГДК) гептилу для робочих приміщень дорівнює 0,1 мг/м^3. Гептил викликає у людей гострі та хронічні інтоксикації. Аміл – рідина з різким задушливим запахом, яка димить на повітрі з виділенням бурих парів оксидів азоту. Граничнодопустима концентрація амілу –

5 мг/м³. При попаданні на шкіру він викликає опіки. Навіть короткотривале вдихання амілу призводить до ураження дихальних шляхів і легень з розвитком токсичного набряку. Тривала дія невеликих концентрацій амілу супроводжується розвитком хронічної інтоксикації, що є результатом місцевої (подразливої) і резорбтивної дії.

Особливості умов праці в радіотехнічних частинах

Основні елементи РЛС: антенна система, радіопередавальне та радіоприймальне обладнання, апаратура захисту від перешкод, вихідні пристрої (індикатори), ЕОМ для керування роботою РЛС і обробки сигналів, джерела електроживлення.

Розрізняють РЛС: за способом локації – активні, напівактивні та пасивні; за місцем розташування – наземні, корабельні, авіаційні, супутникові тощо; за видом випромінювання – імпульсні (дискретні) і з безперервним (квазібезперервним) випромінюванням; за робочим діапазоном довжини хвиль – метрового, дециметрового, сантиметрового та інших діапазонів; за призначенням – виявлення цілей, розвідки, керування зброєю, забезпечення польотів, метеорологічного і навігаційного забезпечення тощо.

Основним джерелом НВЧ-випромінювання є антена. Інтенсивність НВЧ-випромінювання вимірюється в одиницях щільності потоку потужності (ЩПП – кількість електромагнітної енергії, яка падає на 1 см² поверхні за 1 секунду, мкВт).

Інтенсивність впливу НВЧ-випромінювання на організм залежить від:

- інтенсивності випромінювання;
- часу опромінення;
- довжини хвилі;
- величини ділянки опромінюваної поверхні;
- будови органа.

Патогенез дії НВЧ випромінювання:

- передача енергії молекулам тканин і зміна просторового орієнтування цих тканин, що виражається в посиленні їх коливального (теплового) руху;
- тканини і органи, багаті водою, краще поглинають енергію і більше нагріваються внаслідок дипольної будови молекули води;
- поріг теплової дії НВЧ-випромінювання – 10 мВт/см²;
- нетермічна дія (нейроциркуляторна дистонія, астенічний синдром тощо).

Біологічна дія НВЧ-поля зумовлена проникаючою здатністю мікрохвиль в організм, вибірковою взаємодією їх з тканинами, потужністю і часом впливу та розміром поверхні, що опромінюється. Глибина проникнення його в тіло складає приблизно 1/10 довжини хвиль і сягає: при міліметровій довжині – на глибину верхніх шарів шкіри; сантиметровій – у підшкірно-жирову клітковину і м'язи; у дециметровій – у внутрішні органи. Відповідно до інших рівних умов, останні є найнебезпечнішими для організму людини, яка піддалася опроміненню.

Захист від НВЧ-випромінювання:

- відстанню – віддалення від джерела випромінювання на максимально можливу відстань;
- екрануванням – використання захисних властивостей рельєфу місцевості, будівельних матеріалів, зелених насаджень, ІЗЗ;
- кількістю – використання джерел НВЧ менших потужностей;
- часом – скорочення часу роботи ВС.

34.4. Висновки

1. Проведення санітарного нагляду за умовами військової праці (праці ліквідаторів) – запорука збереження життя, працездатності та боєздатності військовослужбовців.
2. Існує ряд шкідливих чинників умов праці військовослужбовців та чинників, що впливають на проведення заходів у районах надзвичайних ситуацій, які потребують суворого контролю.
3. Окремі роди військ ЗС України характеризуються специфічними чинниками виробничого середовища та факторами трудового процесу, що підлягають обов'язковому гігієнічному нормуванню.

35
РОЗДІЛ

ЗДОРОВИЙ СПОСІБ ЖИТТЯ ТА ОСОБИСТА ГІГІЄНА

Є. М. Анісімов

"Кожна людина від народження обдарована безцінним даром, і ім'я йому – ЗДОРОВ'Я, шкода тільки, що розуміти це вона починає тільки тоді, коли його втрачає!"

Макс Петтенкофер

Актуальність проблеми здоров'я:
- значення здоров'я населення як складової поступального розвитку суспільства;
- значення здоров'я кожної людини для реалізації особистої життєвої програми;
- негативні тенденції популяційного здоров'я;
- зростаючий вплив соціально-економічних та екологічних детермінант на рівень здоров'я;
- нерівність у здоров'ї населення окремих країн чи груп у межах країни.

35.1. Здоров'я, визначення поняття. Показники, різновиди та рівні здоров'я

Необхідно зазначити, що категорія "здоров'я" є складним, комплексним поняттям, яке однозначно, одним показником охарактеризувати неможливо.

З одного боку – це поняття методологічне, філософське.

З іншого боку – це повинне бути поняття практичне, яке може бути використане у повсякденній діяльності медичного працівника.

Саме відсутність конструктивного, універсального визначення "Здоров'я" складає великі труднощі та значну невизначеність щодо результатів наукових досліджень, пов'язаних з оцінкою впливу різних чинників на здоров'я людей.

Існуючі визначення, в тому числі визначення, що наводиться в преамбулі статуту Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), ґрунтуються на первинності: **"Здоров'я – стан повного фізичного, душевного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних дефектів".** Крім цього, поняття соціального благополуччя суб'єктивне, а соціальну повноцінність людини не завжди можна визначити кількісними критеріями.

Американський соціолог-гігієніст Річмонд (I. B. Richmond) у монографії, присвяченій тенденціям розвитку медичної допомоги та освіти, слушно зауважив, що "медицина так глибоко поглинула в концепції хвороби, що ми не маємо ні термінології, ні класифікації здоров'я. Особливо це стосується соціальних та психологічних аспектів здоров'я, де використовуються лише грубі терміни і немає необхідної класифікації".

З метою визначення здоров'я слід ураховувати наступні **"фундаментальні" положення:**
- абсолютного здоров'я не існує; індивідуальне та популяційне здоров'я неподільні;
- здоров'я визначається не одним показником, а комплексом характеристик;
- визначення здоров'я неможливе без оцінки взаємодії індивіда і навколишнього середовища;
- оцінка здоров'я неможлива без навантаження, необхідні тестові завдання, навантаження тощо.

Саме тому право на існування мають різні визначення поняття "здоров'я", але використання кожного з них обмежене метою його застосування.

Виходячи з цього, розрізняють декілька понять "здоров'я", які мають різний зміст:

Перше – це загальнопатологічне (або філософське) поняття здоров'я.

Загальнопатологічне здоров'я – інтервал, в межах якого кількісні коливання психофізіологічних процесів здатні утримувати живу систему на рівні функціонального оптимуму (оптимальна зона, в межах якої організм не виходить на патологічний рівень саморегуляції).

Друге – популяційне здоров'я, тобто здоров'я групи людей, популяції, населення.

Популяційне здоров'я – умовне статистичне поняття, яке досить повно характеризується комплексом демографічних показників, рівнем фізичного розвитку, захворюваністю та частотою преморбідних станів, інвалідністю певної групи населення.

Третє – індивідуальне здоров'я, або здоров'я окремої людини.

При цьому індивідуальне здоров'я повинне розглядатися з двох позицій:

Перша позиція – теоретична, як максимально можливий оптимум для людини, до якого треба прагнути в ідеалі, але якого практично дуже важко досягти. **Індивідуальне теоретичне здоров'я** – стан повного соціального, біологічного та психічного благополуччя, коли функції всіх органів і систем організму людини врівноважені з навколишнім середовищем, відсутні будь-які захворювання, хворобливі стани та фізичні дефекти.

Друга позиція – практична, як фактична характеристика рівня здоров'я конкретної людини. **Індивідуальне фактичне здоров'я** – це стан організму, при якому він здатний повноцінно виконувати свої соціальні та біологічні функції.

Існує також комплексний підхід до здоров'я як до середньостатистичної величини, який можна охарактеризувати наступними положеннями:

1. Стан здоров'я визначається у групах з ідентичними соціально-економічними умовами.
2. Здоров'ям (нормою) вважається стан, що визначається у осіб, які входять до 95 % довірчого інтервалу популяції.
3. Довірчий інтервал розглядається також як оптимальна зона, в межах якої організм не переходить на патологічний рівень саморегуляції.

Для характеристики здоров'я використовують **три основні групи** показників здоров'я: **перша група – медичні показники, друга група – показники соціального благополуччя, третя група – показники психічного благополуччя.**

До першої групи (медичних показників) відносяться:

1. Демографічні (народжуваність, смертність, очікувана тривалість життя).
2. Захворюваність (загальна, інфекційна, госпітальна).
3. Фізичний розвиток (морфофункціональний розвиток, біологічний розвиток, гармонійність).
4. Інвалідність (первинна та загальна).
5. Донозологічний стан (імунітет, опірність систем, активність ферментів).

До другої групи (показників соціального благополуччя) входять:

1. Демографічна ситуація.
2. Стан навколишнього середовища.
3. Спосіб життя.
4. Рівень медичної допомоги.
5. Соціально-гігієнічні показники.

До третьої групи (показників психічного благополуччя) відносяться:

1. Захворюваність на психічні хвороби.
2. Частота виникнення невротичних станів і психопатій.
3. Психологічний мікроклімат.

Також слід зазначити, що ВООЗ розробила перелік критеріїв соціального благополуччя. До цього переліку входять:

1. Процент валового національного продукту, який витрачається на потреби охорони здоров'я. За даними ВООЗ, середні глобальні витрати на медико-санітарну допомогу становлять 8% від всесвітнього валового внутрішнього продукту.
2. Доступність первинної медико-санітарної допомоги.
3. Охоплення населення безпечним водопостачанням.
4. Процент осіб, яким робили імунізацію проти шести особливо поширених серед населення інфекційних хвороб: дифтерії, коклюшу, правця, кору, поліомієліту, туберкульозу.
5. Процент обслуговування жінок кваліфікованим персоналом у період вагітності та в пологах.
6. Відсоток дітей, що народилися з невеликою масою тіла (менше 2500 г).
7. Середня тривалість прийдешнього життя.
8. Рівень санітарної грамотності населення.

Основні критерії індивідуального здоров'я:

- генетичний – особливість будови і функціонування генотипу людини;
- фізіологічний – особливість будови і функціонування анатомо-фізіологічних систем людини;
- психічний – особливість будови і функціонування нервової системи, особливість психіки і особистого статусу людини;
- соціальний – соціальна активність людини.

Аспекти індивідуального здоров'я:

- соціально-біологічні;
- соціально-психологічні;
- економічні;
- морально-етичні;
- психофізичні.

Терміни, які відображають певну грань індивідуального здоров'я:

- психічне здоров'я;
- сексуальне здоров'я;
- репродуктивне здоров'я;
- загальносоматичне здоров'я;
- екологічне здоров'я.

Розподіл населення за станом його здоров'я, розроблений в Інституті соціальної гігієни та організації охорони здоров'я ім. М. О. Семашка, пов'язаний з реєстрацією наявності або відсутності хронічних захворювань під час огляду, наступний:

1 група – здорові, які не хворіють протягом року або хворіють рідко (0–1 випадок гострих респіраторних захворювань на рік);

2 група – практично здорові (особи з факторами ризику, преморбідним станом, не більше 2–3 гострих захворювань на рік);

3 група – особи з хронічними хворобами у компенсованому стані без загострень або з частими гострими захворюваннями (більше 4 випадків гострих захворювань за рік і більше 40 днів втрати працездатності);

4 група – хворі з субкомпенсованим станом (особи з загостреннями хронічних хвороб протягом року);

5 група – хворі з декомпенсованим станом (хронічні хворі у стадії декомпенсації).

Розподіл населення на групи здоров'я наведений в таблиці 35.1.

Таблиця 35.1. Розподіл населення на групи здоров'я

Група здоров'я	Питома вага населення в групі, %	
	чоловіки	*жінки*
I	27–28	20–21
II	20–21	16–17
III	39–40	47–48
IV	11–12	14–15
V	1	0,8

Здоров'я населення як інтегральний критерій оцінки стану навколишнього середовища

Здоров'я населення Землі у минулі віки визначалося епідеміями. Значимість проблеми здоров'я населення зросла останнім часом, у зв'язку з інтенсивною антропогенною денатурацією навколишнього середовища, оскільки стан здоров'я людей суттєво змінився і виникли нові закономірності поширеності та характеру патології людини. Стали інакше перебігати демографічні процеси.

Виходячи з цього, у 80–90 роках деякі науковці-гігієністи, такі як академіки Гончарук Є. Г., Сидоренко Г. І., Ізмеров М. Ф., Кундієв Ю. І., професори Вороненко Ю. В., Звіняцьківський Я. Й., Бардов В. Г., Бештуєва К. А. та інші, запропонували альтернативний підхід до оцінки стану навколишнього середовища.

Цей альтернативний, нетрадиційний підхід можна сформулювати так: "Який рівень здоров'я населення, таким є й стан навколишнього середовища".

Які ж передумови були для такого висновку?

По-перше: питома вага стану навколишнього середовища у формуванні здоров'я населення складає приблизно 20 %.

По-друге: існує велика кількість гігієнічних нормативів, але не всі чинники можна виміряти і відповідно нормувати, не завжди вдається дотримуватися цих нормативів.

По-третє: серед дев'яти принципів гігієнічного нормування є принцип пороговості та принцип відносності ГДК, тобто будь-який затверджений гігієнічний норматив не є абсолютною істиною і може бути переглянутий.

35.2. Чинники ризику та їх роль у формуванні патології населення

Етіологічний чинник – причина, рушійна сила того чи іншого патологічного процесу, яка визначає його особливості (рис. 35.1).

Фактори ризику – це потенційно шкідливі для здоров'я фактори поведінки, біологічного, генетичного, екологічного, соціального характеру, навколишнього і виробничого середовища, які підвищують імовірність розвитку захворювань, їх прогресування і несприятливого наслідку.

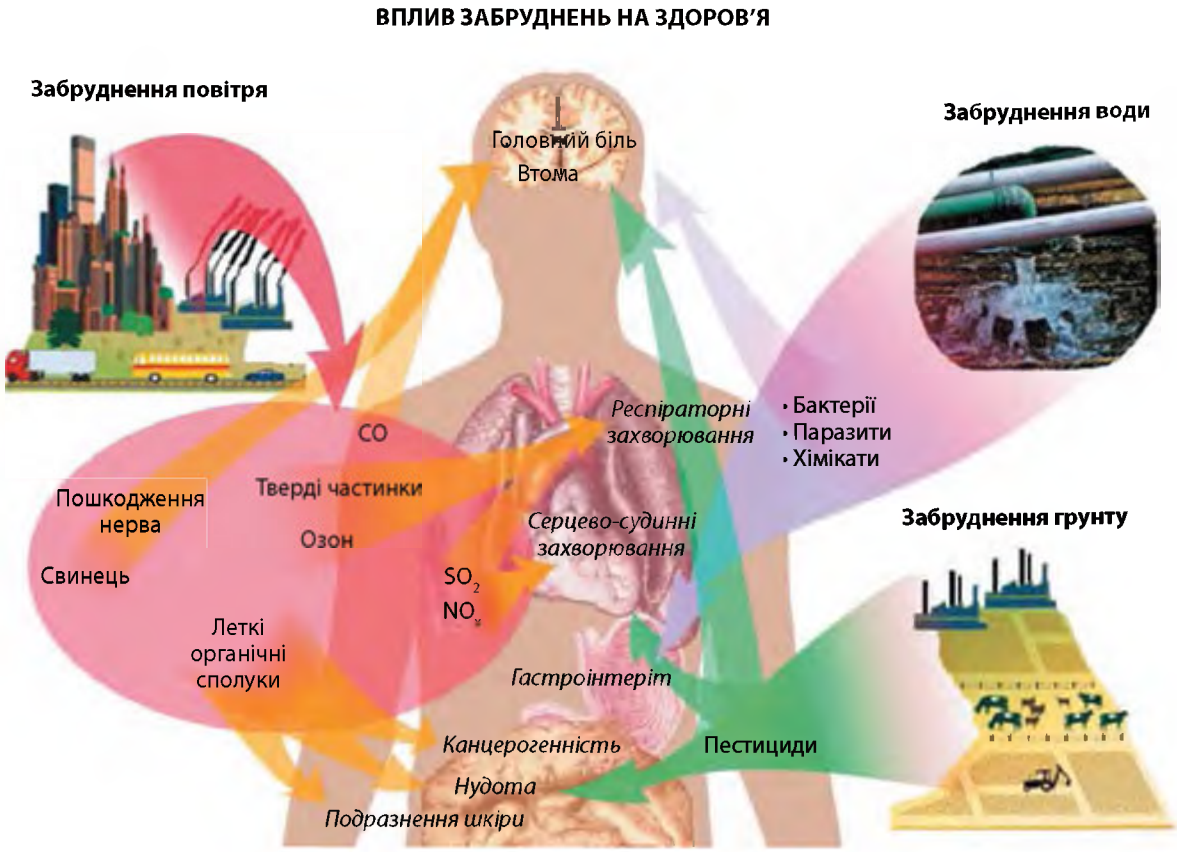


Рис. 35.1. Сучасні чинники ризику. Джерело фото: *https://www.researchgate.net*

Ієрархічний розподіл чинників ризику:
1 група: загальні, групові, індивідуальні.
2 група: постійні, періодичні, інтермітуючі.
3 група: первинні, вторинні, третинні.
4 група: головні, другорядні.

Фактори ризику:
- *Ендогенні:*
  - керовані (артеріальна гіпертензія, дисліпідози, дисменорея);
  - некеровані (вік, стать, спадковість).
- *Екзогенні:*
  - керовані (стан довкілля, спосіб життя, хиби медицини);
  - некеровані (клімат, природні умови).

Внесок чинників ризику у формування здоров'я населення:
- спосіб життя – 49–53 %;
- екологічні – 18–22 %;
- генетичні – 17–20 %;
- медичні – 8–10 %.

35.3. Здоровий спосіб життя та його основні складові елементи (рис. 35.2)

Поняття, пов'язані зі способом життя:
1. ***Рівень життя*** (структура, рівень матеріальної забезпеченості в розрахунку на людину).
2. ***Якість життя*** (вимірювані параметри, що характеризують ступінь матеріальної забезпеченості людини).
3. ***Стиль життя*** (психологічні, особливості індивідуальної поведінки).
4. ***Уклад життя*** (національний, суспільний порядок, побут, культура).

Рекомендації щодо покращення способу життя:
- щоденний 7–8-годинний сон;
- 3-разове харчування;
- щоденні сніданки;
- підтримка нормальної маси тіла;
- щоденні фізичні вправи;

Рис. 35.2. Основні складові елементи здорового способу життя. Джерело фото: відкриті джерела інтернет

- утримання від надмірного вживання алкогольних напоїв;
- повне утримання від паління.

Основою підтримання і зміцнення здоров'я людини та населення в цілому є здоровий спосіб життя і використання методів і засобів особистої гігієни.

Здоровий спосіб життя людини – це великий комплекс біологічно та соціально спрямованих та доцільних методів і засобів життєдіяльності, що відповідають потребам і можливостям людини, яких вона свідомо дотримується з метою забезпечення формування, збереження та укріплення здоров'я, здатності до продовження роду і досягнення активного довголіття.

Здоровий спосіб життя населення – такий спосіб його життя, який забезпечує поєднання повноцінної біологічної й соціальної адаптації кожної людини з можливістю максимального самовираження народу, нації, класу, соціальної групи в конкретних умовах життя і який зумовлює й забезпечує подальший розвиток суспільства.

Здоровий спосіб життя – це спосіб життєдіяльності, орієнтований на збереження та зміцнення здоров'я людини.

Методи і засоби здорового способу життя включають цілий комплекс суб'єктивних і об'єктивних умов і факторів, від яких залежить здоров'я індивіда й суспільства в цілому.

35.4. Об'єктивні та суб'єктивні методи і засоби здорового способу життя

Об'єктивні методи і засоби здорового способу життя:

- матеріальне забезпечення особистості;
- забезпеченість холодним і гарячим водопостачанням;
- психогігієнічний мікроклімат;
- повноцінність, достатність, збалансованість, різноманітність харчування;
- відповідність гігієнічним вимогам побутового та виробничого одягу і взуття;
- відповідність гігієнічним вимогам важкості, інтенсивності, напруженості праці та факторів виробничого середовища.

Суб'єктивні методи і засоби здорового способу життя:

- дотримання особистої гігієни;
- дотримання режиму праці і відпочинку, сну і бадьорості, режиму харчування;
- регулярні заняття фізичною культурою;
- використання методів і засобів загартовування організму;
- не допускати зловживання шкідливими звичками;
- рівень культури особистості.

35.5. Програма здорового способу життя

- дотримання особистої гігієни;
- раціональне харчування;
- дотримання режиму праці і відпочинку;
- оптимальна рухова активність;
- комплексне і регулярне загартування організму;
- відмова від шкідливих звичок;
- облік і використання індивідуальних біоритмів;
- збереження та зміцнення психічного здоров'я;
- використання біологічно активних речовин і геропротекторів;
- медикаментозна корекція хвороб.

35.6. Особиста гігієна, її зміст, значення та біоетичні аспекти

Особиста гігієна – розділ гігієни, який вивчає і розробляє питання збереження та зміцнення здоров'я людини шляхом додержання гігієнічного режиму в її особистому житті та професійній діяльності.

Складові частини особистої гігієни:

- гігієна тіла і порожнини рота;
- фізична культура;
- загартування;
- гігієна одягу та взуття;
- гігієна відпочинку і сну;
- гігієна індивідуального харчування;
- гігієна розумової праці;
- запобігання шкідливим звичкам.

Саме значенню та профілактиці шкідливих звичок присвячено наступний розідл.

36 РОЗДІЛ ШКІДЛИВІ ЗВИЧКИ ЯК ЗАГРОЗА ЗДОРОВ'Ю ЛЮДИНИ, ЇХ ПРОФІЛАКТИКА

Є. М. Анісімов

36.1. Звичка, етапи вироблення звички

Звичка – особлива форма поведінки людини, яка виявляється у схильності до повторення однотипних дій у подібних ситуаціях.

Виділяють наступні етапи вироблення звички:

I. Прийняв рішення. Важливий етап, але без підкріплення дією ти поки на нульовому етапі вироблення звички.

II. Зробив хоча б один раз. (Зрушити з місця – найголовніше).

III. Зробив два дні поспіль. (Один день встати в будь-який час – нескладно, а ось два дні поспіль – вимагає зусиль. Прийнявши душ, можна сказати собі, що з цього моменту почав виробляти звичку, але чи так це насправді, покаже наступний день).

IV. Робив протягом тижня. (Перебороти соціальний фактор – робити щось весь тиждень, ВКЛЮЧАЮЧИ вихідні).

V. 21 день. (Мінімальний час для вироблення звички, підтверджено експериментально, використовується в працях Брайана Трейсі).

VI. 40 днів. (Час, після якого звичка буде вироблена на 100 %, поки не виробиться зворотна).

Питання до аудиторії. На якому етапі (0–IV) ти зараз? Яку корисну звичку ти маєш намір незабаром виробити?

Саме тому важливо сформувати корисні звички, але можуть бути сформовані шкідливі звички, які представляють собою фактори ризику і які є загрозою здоров'ю людини.

36.2. Чинники ризику, класифікація чинників ризику

Чинники ризику – це потенційно шкідливі для здоров'я фактори поведінки, біологічного, генетичного, екологічного, соціального характеру, навколишнього і виробничого середовища, які підвищують імовірність розвитку захворювань, їх прогресування і несприятливого наслідку.

Ієрархічний розподіл чинників ризику наведений на рис. 36.1.

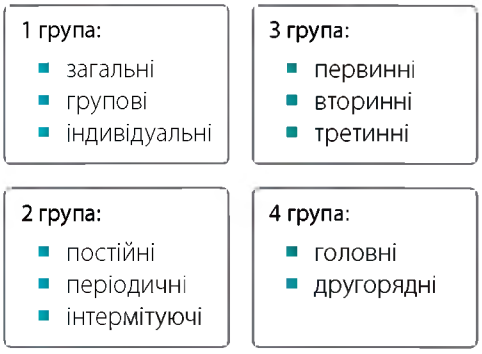


Рис. 36.1. Ієрархічний розподіл чинників ризику

36.3. Шкідливі звички та їх профілактика

Наркоманія (грецьке *narka* – оціпеніння, оніміння; *mania* – безумство) – непереборний і хворобливий потяг людини до вживання наркотиків (опіуму, морфіну, кокаїну тощо) з метою збудження, сп'яніння, що призводить до порушення психіки, глибоких змін особистості та порушення функції внутрішніх органів. Наркотичні речовини здатні навіть при одноразовому вживанні викликати приємний психологічний стан, а при повторних прийомах – психічну і фізичну залежність (рис. 36.2).

Токсикоманія (грецьке *toxicon* – отруйний; *mania* – безумство) – хвороба, причиною якої є звичне зловживання якою-небудь речовиною, що викликає короткочасний суб'єктивно привабливий пси-

Рис. 36.2. Наркоманія Джерело фото: *nbcphiladelphia.com*

хічний стан (рис. 36.3). Суть токсикоманії – отруєння й потяг до отруєння. З метою сп'яніння вживаються речовини, різні за хімічною будовою і фармакологічною активністю, що мають загальний психофізичний ефект – ейфорію та зміну свідомості, порушення поведінки і соціальну деградацію. Термін охоплює всі форми зловживання лікарськими і нелікарськими речовинами.

Тютюнопаління – це вдихання з димом речовин, що викликають приємний психічний стан разом з ін-

Рис. 36.3. Токсикоманія Джерело фото: *telemundodallas.com*

Рис. 36.4. Тютюнопаління Джерело фото: *archyworldys.com*

токсикацією організму (рис. 36.4). Під час паління відбувається суха перегонка тютюну з утворенням деяких нових речовин. Тютюновий дим містить близько 1200 різних компонентів, половина з яких мають отруйну дію. Це такі речовини, як нікотин та його похідні, аміак, чадний газ, синильна, оцтова і мурашина кислоти, феноли, формальдегіди, сірководень, канцерогенні речовини, сажа. Основна отруйна речовина тютюнового диму – нікотин. Вміст його залежить від сорту і сухості тютюну. Одна крапля нікотину вбиває собаку, а п'явка, яка насмокталась крові заядлого курця, падає мертвою.

Курці щорічно "викурюють" до атмосфери 720 т синильної кислоти, 384 000 т аміаку, 108 000 т нікотину, 600 000 т дьогтю, 550 000 т оксиду вуглецю.

Фахівцями інституту громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва НАМН України було проведено соціологічні дослідження в Києві, Львові та Львівській області, які показали, що середній вік початку (спроби) паління складає:

- м. Київ: хлопці – 10,3 років, дівчата – 11,5 років;
- м. Львів: хлопці – 9,8 років, дівчата – 10,2 років;
- Львівська область (сільська місцевість):
  - хлопці – 10,0 років;
  - дівчата – 12,2 років.

При цьому 67 % підлітків бачать щити з рекламою цигарок, але попередження про шкідливість паління бачать на цих щитах лише 49 % підлітків. 86 % хлопців зазначали, що в школі проводяться заняття про шкідливість паління. Характерно, що 33 % школярів бачать учителів, що палять у школі, та 17 % бачать учителів, що палять біля школи.

У таблиці 36.2 наведено "тютюнову" статистику України.

За основною дією шкідливі речовини, що містяться в тютюновому димі та впливають на організм, об'єднані в 4 групи:

1. Канцерогенні речовини.
2. Подразливі речовини.
3. Отруйні гази.
4. Отруйні алкалоїди.

Канцерогенні речовини: ароматичні вуглеводні, бензпірен, феноли, органічні сполуки (нітрозамін, гідразин, вінілхлорид, толуїдин та ін.), неорганічні сполуки миш'яку та кадмію, радіоактивні полоній, олово та вісмут – 210.

Подразливі речовини: ненасичений альдегід – пропеналь (акролеїн), оксид вуглецю (II).

Отруйні гази: оксид вуглецю (II), сірководень, ціанистий водень та ін.

Таблиця 36.2. "Тютюнова" статистика України

- В Україні щоденно курить 45% дорослих чоловіків і 9% дорослих жінок; серед молоді курить 45% юнаків і 35% дівчат.
- 68% курців заявили, що зацікавлені у відмові від куріння, а серед тих, хто будь-коли курив щодня, 26% уже є колишніми курцями.
- Понад 90% населення України підтримує заборону куріння на всіх робочих місцях.
- Підтримка повної заборони реклами тютюну серед населення – 70%.
- Всього в Україні нараховується близько 9 мільйонів активних курців, що складають третину всього працездатного населення країни.
- Україна посідає 17 місце в списку країн-лідерів за кількістю курців.
- Щорічно до числа курців долучаються не менше 100000 українців
- Кожен четвертий підліток в Україні викурює першу сигарету у віці 10 років.
- Україна є другою країною у світі (після Чилі), де у віці 13–15 років курять понад 30% юнаків і дівчат.
- Україна займає II місце за кількістю викурених цигарок на одного громадянина. На кожного українця припадає понад 2500 сигарет – майже 7 щоденно.
- Розрахунки Всесвітнього банку свідчать про те, що економічні збитки України від тютюну складають близько 2 мільярдів доларів щорічно.
- За офіційною статистикою, в Україні щороку від хвороб, пов'язаних з курінням, помирає 120 тисяч чоловік

Отруйні алкалоїди: всього 12 (нікотин, норнікотин, нікотирин, нікотеїн, нікотимін та ін.).

Для людей, які не палять, але можуть зазнати наслідків паління інших осіб, використовують термін "пасивне паління" (рис. 36.5).

Пасивне паління (тютюновий дим в атмосфері) – це мимовільне вдихання вторинного тютюнового диму, який курець видихає під час куріння. За інформацією ВООЗ, приблизно 40% всіх дітей у світі, 33% чоловіків і 35% жінок некурців регулярно піддаються

Рис. 36.5. "Активне" і "пасивне" паління Джерело фото: *gdz4you.com*

впливу пасивного куріння. За даними дослідження, проведеного Всесвітньою організацією охорони здоров'я, вдихання вторинного тютюнового диму призводить до 600 000 випадків передчасної смерті за рік (31 % померлих – діти, 47 % – жінки).

Паління має і соціальне значення. Шкода паління щодо виникнення та перебігу деяких захворювань у курців:

- у 8–10 разів частіше хворіють на емфізему легень;
- у 3–5 разів – виразковою хворобою шлунка;
- у 3–4 рази – коронарним склерозом;
- кожен сьомий хворіє облітеруючим ендартеріїтом;
- у 2 рази частіше – інфарктом міокарда;
- у 3 рази частіше – раптові смерті через порушення роботи ССС;
- у 20 разів частіше хворіють на рак дихальних шляхів, стравоходу, шлунка, нирок (рис. 36.6);
- смертність серед курців у віці 40–49 років у 3 рази вища, а у віці 60–65 років – у 19 разів вища, ніж у людей, які не палять (рис. 36.7).

Кожне 20-те ліжко в лікарні зайняте людьми, які мають проблеми зі здоров'ям, пов'язані з палінням. Статистичні дані свідчать, що із 460 тис. людей, госпіталізованих з такою патологією, 27 % були з порушенням діяльності органів дихання, біля 35 % – з раком легень, ще 29 % – із серцево-судинною патологією, причиною яких було паління.

Заходи профілактики паління на державному рівні:

1. Підвищення податків і цін на тютюнові вироби.
2. Заборона реклами тютюнових виробів.
3. Інформування курців про небезпеку куріння шляхом розміщення попереджень на упаковці тютюнових виробів.
4. Інформування курців і населення, що не палить, про небезпеку паління.

Рис. 36.6. Наслідки паління

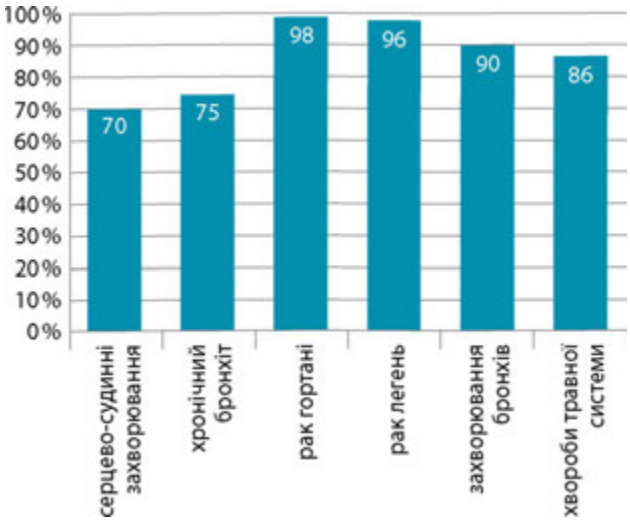


Рис. 36.7. Статистика смертності від паління, %

5. Надання курцям допомоги у відмові від паління.
6. Захист населення від дії тютюнового диму.
7. Обмеження незаконної торгівлі.

Алкоголізм (рис. 36.8). Дослідження християнської Русі чітко підкреслюють: тверезість – національна риса українського народу. Витоки – сімейне та християнське виховання. У першому, і єдиному дотепер, детальному дослідженні І. Прижова з історії питної справи й пияцтва в Україні, Росії та Білорусі з кінця І тисячоріччя н.е. і до середини 1860-х років включно містяться вичерпні зведення відомостей з вивчення пияцтва. За ним, русичі пили брагу, мед, пиво, квас (1–5 %), сп'яніння від яких діє нетривалий час. Із X століття на Русі було відоме й привізне вино з Візантії. До

Рис. 36.8. Алкоголізм Джерело фото: *wikisara.com*

XII століття вино на Русі "уживали тільки розведене водою, так само як його пили в Греції й Візантії". Греки розбавляли вино водою в співвідношенні 1 : 3 або 2 : 5.

Щорічно понад 55 тис. молодих європейців помирають внаслідок зловживання алкоголем. Алкогольним сп'янінням обумовлено 40–60% летальних випадків внаслідок травм.

Споживання спиртних напоїв обумовлює 9% від сумарного тягаря хвороб, включаючи цироз печінки, хвороби серця, інсульти, злоякісні новоутворення органів травлення.

Скорочення споживання алкоголю на душу населення на 10% дозволить скоротити на 20% смертність серед чоловіків, обумовлену споживанням алкоголю, і скороченням на 5% нещасних випадків з летальним наслідком, самогубств та вбивств серед населення в цілому.

ВООЗ констатує: 40 відсотків дітей в Україні вживають алкоголь, в 11–12 років є не лише проба алкогольного напою, а вже досвід перебування у стані алкогольного сп'яніння; шоста частина підлітків в 11-річному віці знають, що таке стан сп'яніння.

Україна щорічно втрачає понад 40 000 своїх громадян, загибель яких обумовлена алкоголем: 8 тисяч отруєнь, 8 тисяч – кардіопатій, інші захворювання, нещасні випадки. Плюс фіксується 25–30% випадків дитячої патології новонароджених. Рівень споживання алкоголю в Україні – 20 літрів абсолютного спирту на душу населення в рік. За даними заслуженого лікаря України Геннадія Зільберблата, кожен десятий українець, що вживає алкоголь, стає алкоголіком. За останні 10 років кількість осіб, що перебувають у залежності тільки від пива, зросла в 10–12 разів, 30% чоловіків віком від 25 до 50 років залежні від алкоголю. В Україні тільки офіційно зареєстровано і поставлено на наркологічний облік 700 тисяч осіб.

Стадії розвитку алкоголізму: знайомство з алкоголем, регулярне вживання, нав'язлива ідея, хімічно обумовлена залежність.

Учені експериментальним шляхом встановили, яка доза алкоголю є безпечною для організму людини. Результати проведених досліджень повністю розбили міф про те, що щоденне вживання мінімальної кількості алкоголю корисне для організму, позаяк банальний запій загрожує саме "пасивним алкоголікам". А ось французькі вчені і зовсім категоричні у своїх висновках: випиваючи щодня келих вина, людина підвищує рівень ризику початку розвитку раку не тільки горла, але й ротової порожнини. У свою чергу, провідні експерти ВООЗ заявляють про те, що цілком допустимою нормою вживання напоїв, що містять алкоголь, є випита протягом тижня пляшка сухого вина. На думку фахівців, саме такий обсяг і саме цей вид алкоголю здатні принести користь організму людини. На думку Євгена Брюна, який був головним наркологом Міністерства охорони здоров'я РФ, навіть незважаючи на запропоновані рекомендації ВООЗ, на тиждень одна пляшка вина – це дуже велика кількість алкоголю. Цілком достатнім обсягом вживаного алкоголю для здоров'я стане один випитий на тиждень келих сухого вина. Він аргументує свою заяву тим, що в цьому обсязі алкоголю міститься достатня кількість пектинів та інших корисних речовин.

Світовий досвід боротьби з цим пороком унікальний: обмеження виробництва, місць продажу, акцизи, спостереження за відсутністю шкідливих домішок. Найбільш послідовно і доцільно проведені були ці заходи у Швеції, де виникла так звана "Гетеборзька система", що послужила зразком для ведення боротьби з алкоголізмом в інших країнах. У Швеції з 1788 р. була встановлена майже повна свобода винокуріння і торгівлі спиртним; наслідком стало те, що в 1829 р. в країні налічувалося до 173 124 винокурень. У 1865 р. в місті Гетеборг, за почином відомого у Швеції філантропа, пастора Візельгрева, було засновано "Гетеборзьке акціонерне питне товариство", що дало свою назву новій системі боротьби з алкоголізмом. Товариство почало зменшувати кількість шинків, до 1885 року довівши його з 72 до 19. Решта закладів забезпечені гарними приміщеннями та продавцями. Продаж напоїв у кредит та під заставу заборонено, заборонено продавати п'яному, особам, які не досягли 18-річного віку. Облаштовано великі їдальні та читальні, великий вибір книг, газет і журналів. Сукупність усіх цих заходів призвела до того, що споживання спиртних напоїв у Гетеборзі скоротилося більш ніж наполовину. Досвід товариства використовувався у Швеції, Норвегії та Фінляндії. Наразі у Швеції алкоголь можна купити тільки за серйозні гроші й за містом, ведеться постійна антиалкогольна пропаганда.

Наркоманія (гр. *narke* – заціпеніння, сон, і *mania* – божевілля, пристрасть, потяг) – група хвороб, що виникає внаслідок систематичного, у наростаючій кількості вживання речовин, які включені до затвердженого на офіційному рівні списку наркотиків.

Проявами наркоманії є психічна і фізична залежність від цих речовин, а також розвиток абстиненції внаслідок припинення їх прийому. У світі спостерігається тенденція збільшення вживання наркотиків на основі коноплі (гашиш, марихуана), маку (опіум, морфін, героїн), коки (кокаїн).

Слід враховувати, що найчастіше первинна наркотизація проходить у вигляді *"експериментів"*, які відображають вікову психологічну специфіку підлітків – активні пошуки форм самоствердження через "особливе", "цікаве" проводження часу ("незвичайне", "ризиковане", "доросле" і т. п.).

Основними мотивами цих пошуків є також цікавість, наслідування (лідерів, групи), підпорядкування, прагнення до знаходження свого місця в групі, іноді протест проти "норм дорослої поведінки". Це відбувається зазвичай при відсутності справжніх, емоційно яскраво забарвлених інтересів, духовних цінностей, навичок в організації дозвілля, чітких позитивних соціальних установок.

Серед групи ризику можуть бути виділені підлітки та особи трохи старшого віку з певною готовністю до наркотизації, яку обумовлюють: низька стійкість до психічних "перевантажень" (стресів), знижена пристосовність до нових складних ситуацій, непереносимість конфліктів; виражена напруженість, тривожність, невпевненість у собі, низька самооцінка, труднощі у сфері спілкування; імпульсивність, зокрема з прагненням до отримання задоволення, нових відчуттів, приємних і навіть неприємних, як можна швидше і будь-яким шляхом; психічна і соціальна незрілість, недостатнє засвоєння суспільних норм поведінки, готовність слідувати за негативними лідерами, в тому числі готовність до кримінальної поведінки.

Причини вживання наркотиків. Першому знайомству з наркотиками сприяє і низка неспецифічних факторів, найбільшу частку яких складає девіація особистості. Друге місце посідає особливість соціальної орієнтації. Третє місце за значенням належить групі факторів, які відображають негативне відношення до праці та навчання. Четверте – особливість виховання. П'яте – гіперпротекція. Шосте – вплив неформальної, референтної для підлітка групи.

Шляхи попередження наркоманії. В Україні на сучасному етапі проблема боротьби з наркоманією набирає державної ваги. У 1992 р. Україну прийнято до Інтерполу. До найважливіших заходів профілактики наркоманії належать організаційні, економічні, культурно-виховні та правові.

Медична профілактика наркоманії включає: санітарне просвітництво, контроль за призначенням медикаментів наркотичної дії (суворе дотримання показань, короткочасність, контроль дози, чергування препаратів, щоб уникнути звикання), своєчасне виявлення випадків зловживання (первинна профілактика), контроль за ремісією після лікування, попередження рецидиву (вторинна профілактика).

Тут доцільно згадати, що одним із специфічних методів гігієни є **метод санітарної освіти,** який передбачає проведення просвітницької роботи серед населення. Таким чином, головним і перспективним об'єктом профілактичної роботи повинні стати організовані колективи: дитячий садок, школа; училища, інститути та університети; армія; виробничі колективи.

Провідними фахівцями, які можуть організовувати і контролювати профілактичну роботу, повинні бути: вчені кафедр профілактичної медицини медичних університетів; лікарі-профілактики практичної ланки та лікарі-санологи; сімейні лікарі; лікарі медико-санітарних частин.

Крім цього, повинна бути запроваджена спеціальна система заохочень стимулювання занять профілактикою: моральне заохочення; використання ефекту колективного впливу до оздоровлення; матеріальне стимулювання як громадянина, так і лікаря.

36.4. Фізична культура та її місце в здоровому способі життя

Однією з ознак культури є ставлення окремого громадянина і держави в цілому до здорового способу життя!

Фізична культура має велике значення для збереження і зміцнення здоров'я кожної людини і для профілактики гіподинамії. Фізичні вправи впливають на кору головного мозку та підкіркові центри, формують урівноважений нервово-психічний стан, викликають відчуття бадьорості, стимулюють розвиток мускульної системи організму, серцево-судинної системи.

Фізична культура включає: ранкову зарядку для відновлення фізичної активності й працездатності після сну; фізкультурні паузи під час трудового дня на виробництві для підвищення працездатності; фізичні вправи у вільний від роботи час (рис. 36.9).

Наслідки низької фізичної активності. Кількісні характеристики фізичного здоров'я у осіб, які регулярно займаються фізичними тренуваннями, у 1,3–2,4 раза вищі, ніж у осіб, які цим нехтують. Тривалість лікування у стаціонарах найбільш фізично активних чоловіків і жінок порівняно з найменш фізично активними є меншою на 36 % та 23 % відповідно. Успішна

Рис. 36.9. Фізична культура Джерело фото: *induced.info*

боротьба з гіподинамією дозволить скоротити частоту ішемічної хвороби серця на 15–39%, інсульту – на 33%, гіпертензії – на 12%, діабету – на 12–35%, раку товстої кишки – на 22–33%, раку молочної залози – на 5–12%, переломів на фоні остеопорозу.

Показники фізичного здоров'я: рівень фізичного розвитку; рівень фізичної підготовки; рівень функціональної підготовки організму до виконання фізичних навантажень; рівень і здатність до мобілізації адаптаційних резервів організму, які забезпечують його пристосування до впливу різних чинників навколишнього середовища.

36.5. Загартовування організму, його значення та основні принципи

Загартовування – це підвищення стійкості організму до впливу коливань температури повітря і води, вологості повітря, атмосферного тиску, сонячного випромінювання та інших фізичних чинників навколишнього середовища с (рис. 36.10).

Основні принципи загартовування:

1. Поступовість – поступове збільшення інтенсивності і тривалості впливу чинника загартовування.
2. Систематичність – процедури слід проводити регулярно за визначеною системою.
3. Комплексність – цілеспрямоване поєднання участі у загартовуванні всіх органів і систем організму та впливу кількох чинників середовища.
4. Адекватність – точне дозування загартовуючих факторів.
5. Індивідуальний режим, його відповідність біологічним ритмам організму.

Значення загартовування:

- підвищує адаптаційні можливості організму до впливу несприятливих чинників;
- знижує чутливість до респіраторних та інших інфекційних захворювань;
- підвищує працездатність;
- сприяє формуванню позитивних фізіологічних реакцій.

Основні чинники загартовування: повітря, вода, сонячне випромінювання та відповідні можливостям організму, але з поступовим наростанням, фізичні навантаження й аутотренінг психофізіологічного стану.

36.6. Психогігієна, розділи та завдання психогігієни

Через збереження психічного здоров'я прокладається шлях до здоров'я всього нашого організму. ВООЗ надає визначення психічного здоров'я.

Психічне здоров'я *(mental health)* – це такий стан душевного благополуччя, який дозволяє людині реалізувати свої здібності, успішно долати життєві труднощі, проблеми і стреси, продуктивно і плідно працювати і приносити користь суспільству.

Психогігієна (як галузь сучасної гігієни) – вивчає стан нервово-психічного здоров'я людини, його динаміку у зв'язку з дією на її організм природних, виробничих та соціально-побутових факторів.

Розділи психогігієни: вікова психогігієна; психогігієна побуту; психогігієна сімейного життя; психогігієна трудової діяльності і навчання; психогігієна педагогічного процесу і розумової праці; екстремальних ситуацій і катастроф, військова; спортивна; космічна.

Основні завдання психогігієни: аналіз нервово-психічного здоров'я населення; розробка вікових стандартів розвитку психофізіологічних функцій та особливостей особистості; вивчення характеру впливу чинників середовища на організм та їх нормування

Рис. 36.10. Загартовування. Джерело фото: *nl.lovetheteam.com*

з урахуванням динамічних зрушень нейрофізіологічних і психофізіологічних показників організму.

Психічний стан організму – це узагальнена картина психічного функціонування вищої нервової діяльності організму в обмежений проміжок часу, уявлення про яку у свідомості людини реалізується на основі самооціночних процесів.

36.7. Провідні психогігієнічні принципи оптимізації повсякденної діяльності людини

1. Проведення гігієнічного нормування професійної (навчальної) діяльності людини.
2. Визначення чинників, які сприяють зламу адаптаційних механізмів і, насамперед, урахування кризових періодів у житті людини, в основі яких знаходяться перебудова структурної організації особистості, психофізіологічні та поведінкові зрушення, зміни психосоціальної орієнтації.
3. Раціональна організація позаробочої (позанавчальної) діяльності людини, що передбачає вивчення індивідуальних особливостей темпераменту, характеру, мотиваційної спрямованості та нервово-психічних станів людини, урахування вікових закономірностей їх змін, використання активних методів психофізіологічного впливу на процеси формування критеріальних показників особистості.
4. Обґрунтування і диференційоване запровадження заходів психогігієнічної корекції та реабілітації.

37

РОЗДІЛ

ОСОБЛИВОСТІ ГІГІЄНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В ТРОПІЧНИХ РЕГІОНАХ (ОРГАНІЗАЦІЯ МІСЦЬ ПРОЖИВАННЯ)

А. В. Благая

37.1. Гігієнічний опис тропічних регіонів

Життя людства у прадавні часи було суворо орієнтоване на умови оточуючого середовища. Більшість центрів антропогенезу пов'язують з географічними локаціями, які ми відносимо до так званих тропічних регіонів, або тропіків.

Тропічними регіонами є широти, віддалені на 23°28′ від екватора на північ (північні тропіки) і на південь (південні тропіки). Тропіки настільки ж відстоять від екватора за широтою, як полярні кола від полюсів. У тропіках сонце стоїть в зеніті у сонячний полудень для літнього сонцестояння даної півкулі (рис. 37.1).

Тропіки (від грец. *Τροπικός κύκλος* – поворотний круг) – кліматичні зони Землі. Оскільки кут 23°26′14″ – це кут нахилу осі обертання Землі, то в суворо географічному розумінні тропіки розташовані між тропіком Козерога (Південним тропіком) і тропіком Рака (Північним тропіком) – основними паралелями, розташованими на 23°26′14″ (або 23,43722°) на південь і північ від екватора, що визначають найбільшу широту, на якій Сонце опівдні може піднятися в зеніт. На тропіку Рака і тропіку Козерога Сонце знаходиться в зеніті тільки раз на рік: у день літнього сонцестояння і в день зимового сонцестояння відповідно. На всіх проміжних широтах Сонце опівдні виявляється в зеніті 2 рази на рік, один раз при щорічному переміщенні на північ і вдруге – на південь. Також тропіками можуть називатися тропічні пояси Землі. Для тропічних регіонів характерний жаркий клімат.

З медико-географічної точки зору тропіки є частиною земної поверхні, що розташована в екваторіаль-

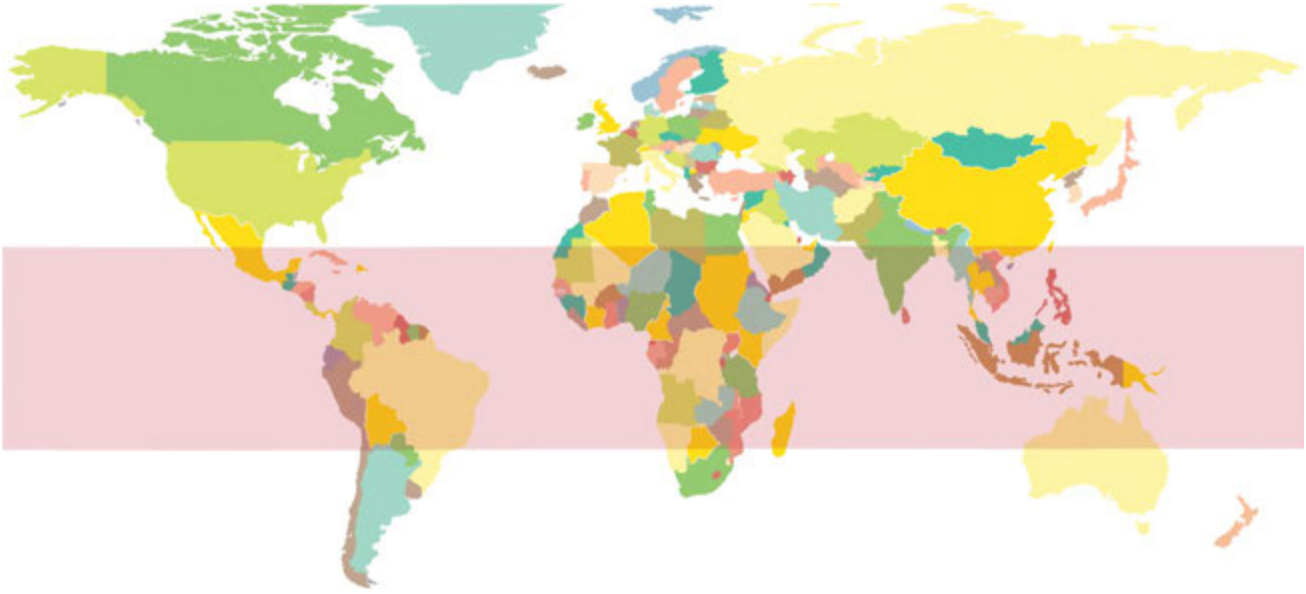


Рис. 37.1. Географічне положення тропічних регіонів. Джерело фото: *en.wikipedia.org*

ній (від 10° північної широти до 10° південної широти), тропічній (від 10 до 20° північної широти і від 10 до 20° південної широти) та субтропічній (від 20 до 30° північних широт і від 20 до 30° південних широт) зонах. Але з урахуванням кліматичних змін, що пов'язані в тому числі і з пришвидшеними темпами урбанізації, межі тропічних зон в останні роки значно розмиваються та змінюють своє географічне положення. Також необхідно враховувати особливості певних географічних зон, які можуть залежати від циркуляції атмосферних мас, локального забезпечення водними ресурсами тощо.

З метою розуміння особливостей впливу певних тропічних регіонів є доцільним їх розподіл на аридні (сухі) та хумідні (вологі) тропіки з переважанням відповідного кліматичного компонента (рис. 37.2)..

До тропічних зон з аридним кліматом або кліматом пустелі (за класифікацією клімату за Кьоппеном – BWh і BWk, іноді також BWn), відносять зони, де клімат не відповідає критеріям, щоб класифікуватися як полярний клімат, в якому опади занадто низькі, щоб підтримувати рослинність або найменший чагарник, в той же час температура повітря тяжіє до високих значень з відносно великими добовими коливаннями.

До тропічних зон з хумідним (вологим) кліматом відносять регіони (рис. 37.3), де всі дванадцять місяців середня температура має значення вище 18,0 °C (64,4 °F). У вологому тропічному кліматі часто зустрічаються лише два сезони: вологий сезон і сухий сезон. Тропічний клімат хумідного типу вільний від морозів, а зміни сонячного кута невеликі. Температура повітря залишається відносно постійною (гарячою) протягом року, а інтенсивність сонячного світла – відносно великою.

37.1.1. Недоліки, пов'язані з урбанізацією, в тропічних регіонах світу

Зміна клімату й урбанізація можуть змінити розподіл у нозологіях в структурі захворюваності населення тропічних регіонів. Очікується, що тропіки, як регіони, що включають найбідніші прошарки населення і найвищі рівні захворюваності, стануть трохи гарячішими та істотно більш міськими. Взаємопідсилення цих факторів може у майбутньому збільшувати рівні захворюваності або змінювати її структуру. Соціальним планувальникам потрібні кращі дані щодо сучасних моделей захворюваності на сезонні захворювання по всьому спектру клімату, урбанізації та соціально-економічного статусу. Як зміни клімату, урбанізація і здоров'я взаємодіють, слід розуміти фахівцям у сфері охорони здоров'я – з метою належного стратегічного планування профілактичних заходів серед населення відповідних регіонів.

Екологічним наслідком урбанізації в тропічних регіонах з негативним аспектом є значні обсяги де-

Рис. 37.2. Розташування зон з аридним кліматом типу BWh. Джерело фото: *https://en.wikipedia.org*

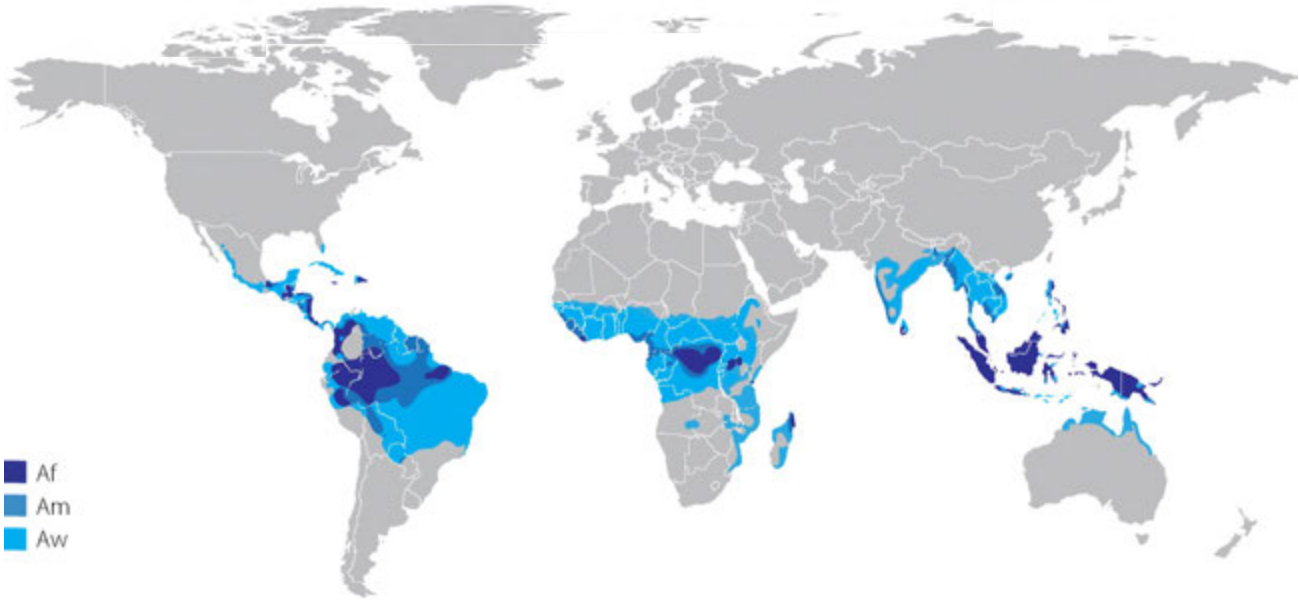


Рис. 37.3. Розташування зон з хумідним кліматом типів Af, Am, Aw Джерело фото: *uk.wikipedia.org*

форестації (вирубки) тропічних лісів з метою використання цих площ під забудову або агропромислові насадження. Це змінює природні механізми кругообігу речовин та утилізації Карбону з підсиленням проявів глобального потепління.

Наступним негативним наслідком урбанізації є стрімке збільшення кількості населення в мегаполісах тропічних регіонів (рис. 37.4–37.5).

Рівні урбанізації зростають як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються. Очікується, що частка міського населення у світі зросте до 57 % до 2050 року із 47 % у 2000 році. Понад 90 % майбутнього зростання населення відбуватиметься за рахунок великих міст країн, що розвиваються. Серед країн, що розвиваються, африканські країни зазнали найвищих темпів зростання міст за останні два десятиліття на рівні 3,5 % на рік, і такий показник очікується до 2050 року. Прогнози також показують, що між 2010 і 2025 роками деякі африканські міста будуть складати до 85 % населення країн. У 2010 році частка африканського міського населення становила близько 36 % і, за прогнозами, збільшиться до 50 % і 60 % до 2030 та 2050 років відповідно. Таке швидке розширення змінило демографічний ландшафт континенту. Проте урбанізація в Африці не спромоглася забезпечити інклюзивне зростання, що, у свою чергу, призвело до поширення нетрів, міської бідності та зростання нерівності. Нерівність у африканських містах залишається другою за величиною у світі з середнім коефіцієнтом Джині близько 0,58, що значно перевищує середнє значення 0,4. Міграція між сільськими та міськими населеними пунктами та природні темпи росту населення в містах є основними причинами зростання темпів збільшення міст і поширення нетрів в Африці.

Південно-Східна Азія теж неухильно урбанізується. У 1950 році лише 15,5 % її населення проживало у містах. У 2010 році цей показник становив 41,8 % (або близько 250 мільйонів осіб), і, як очікується, до 2025 року він збільшиться до 50 відсотків.

Урбанізація та економічний розвиток часто взаємно підсилюють одне одного, і найбільш урбанізовані країни, як правило, є і найбільш економічно розвиненими. Це також стосується Південно-Східної Азії, хоча офіційна статистика може показувати іншу картину.

Умови проживання населення в тропічних регіонах також незадовільні – трущоби, фавели, в яких проживає 20–65 % населення, не є збудованими з дотриманням гігієнічних стандартів (рис. 37.6).

Розподіл населення, що живе у трущобах в тропічних регіонах, змінюється на краще в контексті поліпшення житлових умов, але в західно-азійському регіоні триває зростання частки людей, що проживають у незадовільних умовах (рис. 37.7).

Також до незадовільних гігієнічних умов, пов'язаних з урбанізацією тропічних регіонів, є перевантаження громадського транспорту: поїздка на роботу з трущоб виснажує людей; рівень смертності від дорожньо-транспортних пригод у 4–6 разів вищий, ніж

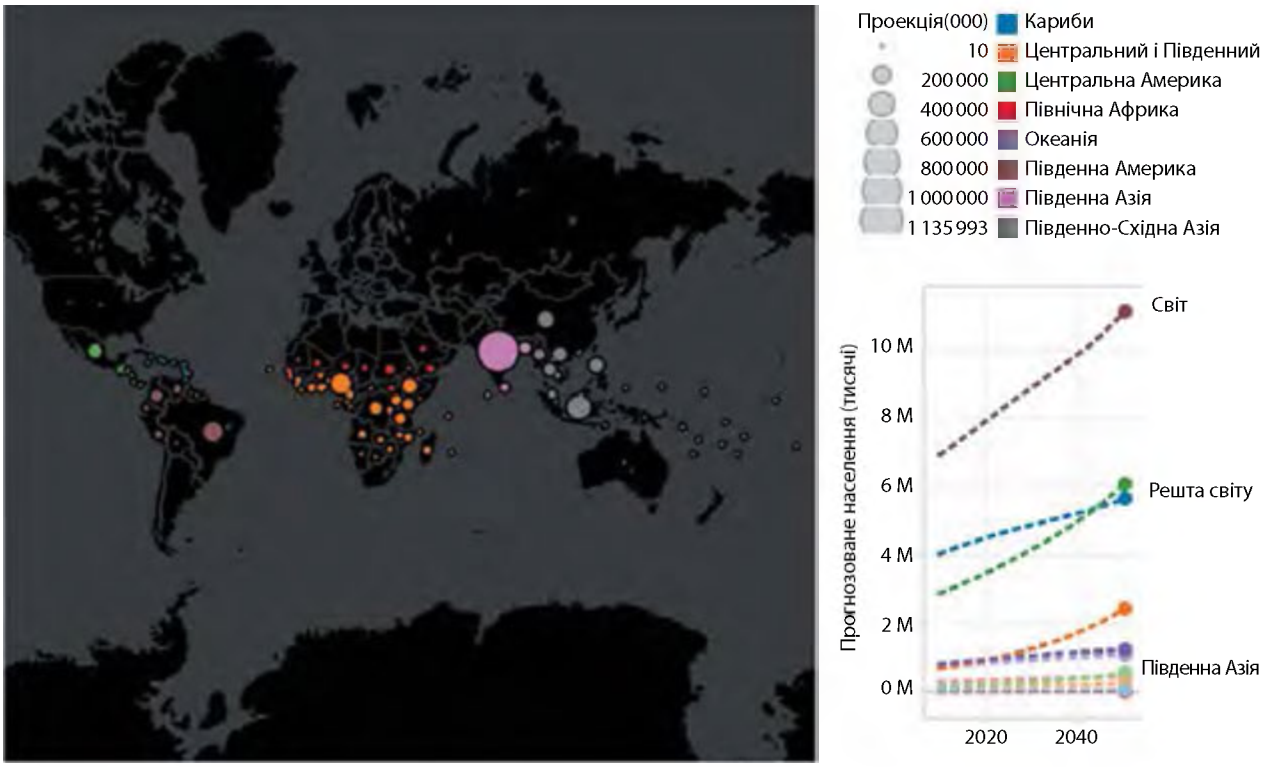


Рис. 37.4. Рівні зростання густини населення в містах у тропічних регіонах у 2010 р. *(за даними un.org)*

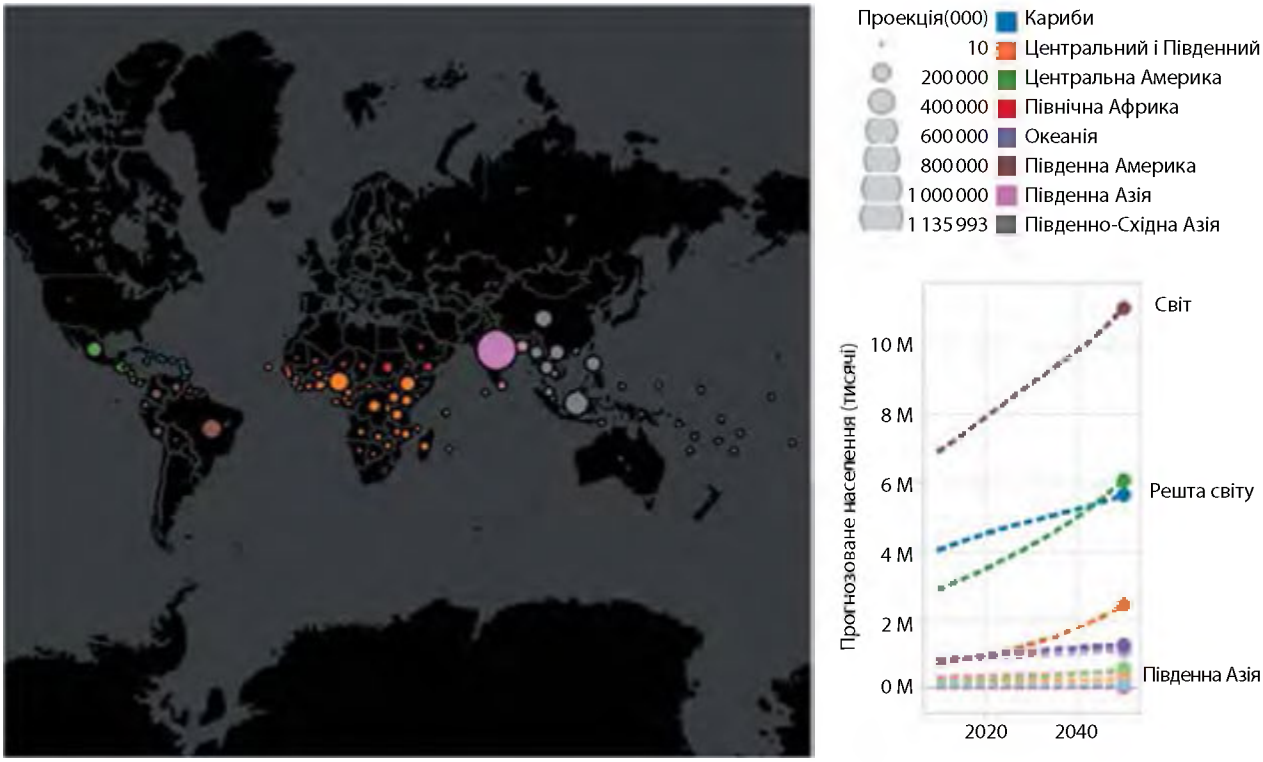


Рис. 37.5. Рівні зростання густини населення у містах в тропічних регіонах у 2015 р. *(за даними un.org)*

Рис. 37.6. Фавели у Тринідад і Тобаго. Джерело фото: *i.imgur.com*

від інфекцій; транспортний шум викликає нервові й розумові, серцево-судинні розлади; забруднення повітря від викидів продуктів горіння пального в транспортних засобах викликає хронічні бронхіти.

А внаслідок перенесення виробництва з розвинених країн до країн, що розвиваються і які в переважній більшості знаходяться в тропічних регіонах, відбувається забруднення атмосферного повітря

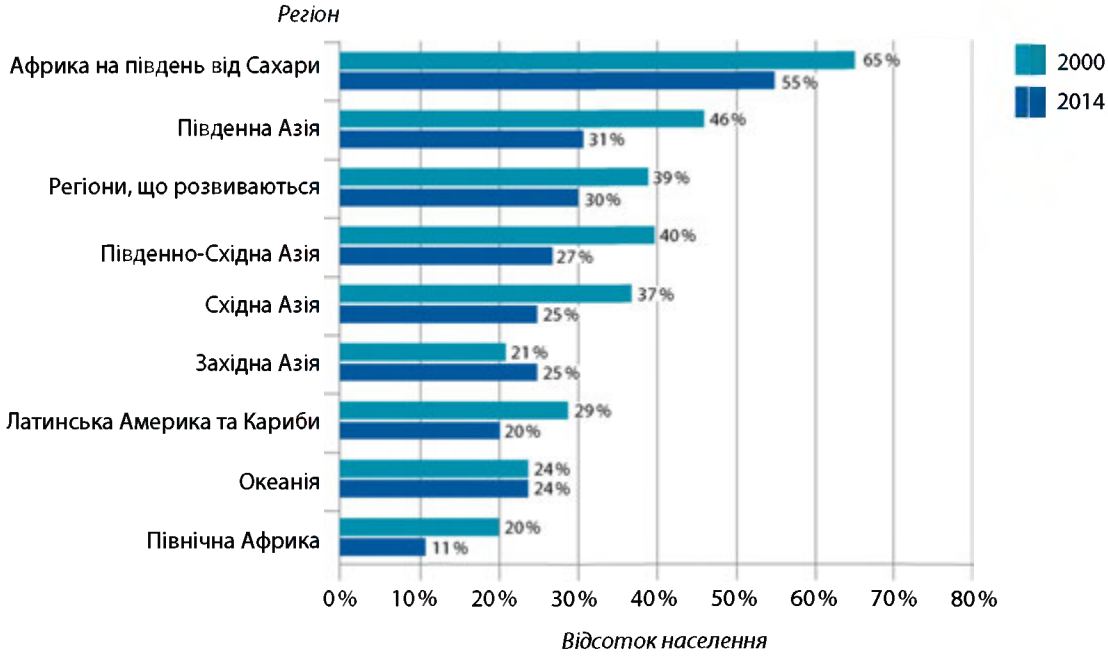


Рис. 37.7. Частка міського населення, що проживає в трущобах у 2000 та 2014 роках, по регіонах

з наступним медичним проявом у вигляді хронічних отруєнь населення (рис. 37.8–37.10).

Разом із промисловими відходами, які забруднюють не тільки атмосферне повітря, а й ґрунти – в місцях їх неналежного викидання – також відбувається накопичення побутових відходів.

Рис. 37.8. Ілюстрація забруднення повітря від викидів продуктів горіння пального в транспортних засобах. Джерело фото: *medicaldaily.com*

Рис. 37.9. Ілюстрація забруднення грунту і атмосферного повітря. Джерело фото: *politeka.net*

Рис. 37.10. Ілюстрація транспортних проблем тропічних країн. Джерело фото: *previews.123rf.com*

Так, наприклад, Панамський уряд хоче стимулювати економічний розвиток уздовж берегів Панамського каналу, але через проблему недостатніх можливостей утилізації відходів це перешкоджає значним інвестиціям. Скватери та сміттярі тепер живуть на найбільшому полігоні в районі, і їхні житлові умови створюють серйозні ризики у сфері охорони здоров'я для всього регіону.

Частота інфекційних захворювань у великих містах удвічі вища, ніж у сільській місцевості (особливо в групі векторних захворювань), при цьому існує ціла група недооцінених захворювань (гельмінтози: шистосомози, цистицеркози, філяріози; вірусні захворювання: лихоманка денге, сказ; протозойні інфекції: лейшманіази, трипаносомози тощо).

До векторних захворювань відносять хвороби людини, викликані паразитами, вірусами і бактеріями, що передаються векторами.

- Комарі:
  - *Aedes* (Чикунгунья, лихоманка денге, лімфатичний філяріатоз, лихоманка долини Рифт, жовта лихоманка, гарячка Зіка);
  - *Anopheles* (малярія, лімфатичний філяріатоз);
  - *Culex* (японський енцефаліт, лімфатичний філяріатоз, лихоманка Західного Нілу).
- Піщанки (лейшманіоз, лихоманка піщанки).
- Кліщі (Крим-Конго геморагічна лихоманка, хвороба Лайма, рецидивуюча лихоманка (бореліоз), хвороби рикетсій (плямиста лихоманка і Q-лихоманка), кліщовий енцефаліт, туляремія).
- Триатомові клопи – хвороба Шагаса (американський трипаносомоз).
- Мухи цеце – спляча хвороба (африканський трипаносомоз).
- Блохи – чума (передається блохами від щурів до людини), рикетсіоз.
- Чорні мухи – онхоцеркоз (річкова сліпота).
- Водні равлики – шистосомоз (білхарзіаз).
- Воші (тиф і рецидивуюча лихоманка).

Основні векторні хвороби разом становлять 17 % від усіх інфекційних захворювань. Внесок цих захворювань у загальну структуру захворюваності найвищий у тропічних і субтропічних районах, і вони непропорційно уражують найбідніші верстви населення. Починаючи з 2014 року, великі спалахи денге, малярії, жовтої лихоманки і гарячки Зіка загрожували населенню, забирали життя і перевантажували системи охорони здоров'я у багатьох країнах (рис. 37.11).

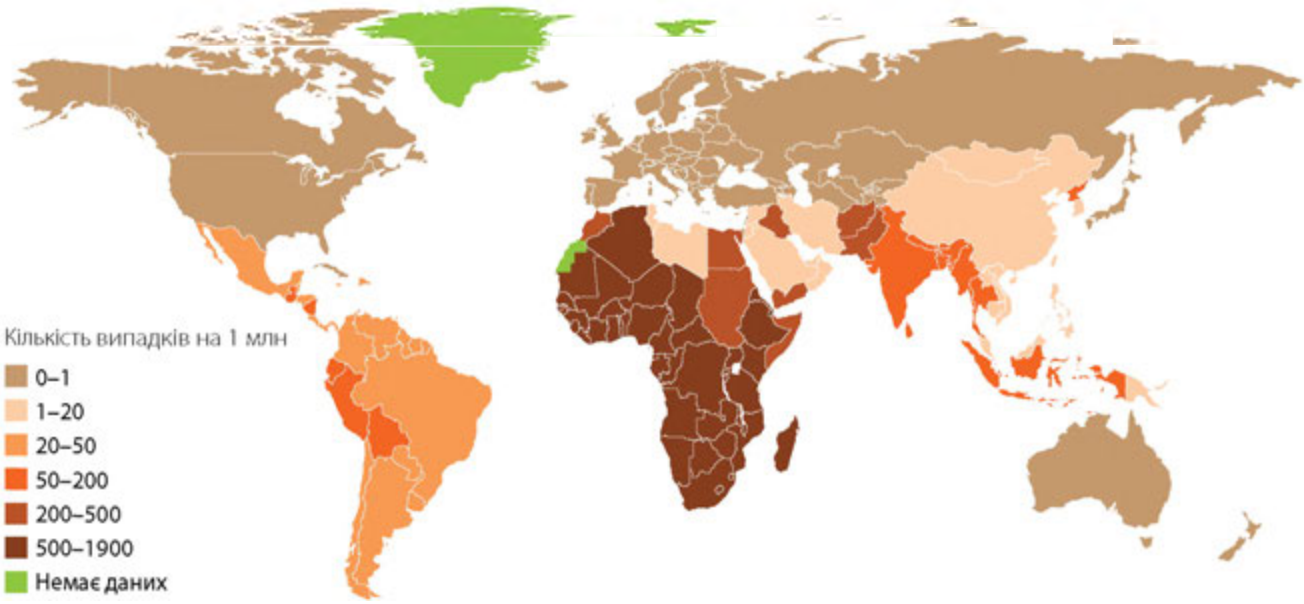


Рис. 37.11. Смертність від векторних захворювань у світі станом на 2002 *(дані WHO)*

Зміни в сільськогосподарській практиці через зміни температури і кількості опадів можуть вплинути на передачу захворювань, що передаються за допомогою векторів. Зростання міських трущоб, які не мають надійної водопровідної мережі постачання води питної якості та в умовах неадекватного поводження з твердими відходами, може наразити великі групи населення в містах на поширення вірусних захворювань, що розповсюджуються комарами. Разом такі чинники впливають на досяжність популяцій векторів та закономірності передачі хвороботворних патогенів.

Багато з цих захворювань можна попередити через поінформовані профілактичні заходи санітарно-гігієнічного спрямування.

37.1.2. Гігієнічні особливості забудови міст у тропічних регіонах

До сприятливих заходів урбаністики в тропічних регіонах відносять правильне функціональне зонування районів міста з такими зонами:

- житлова зона;
- промислова зона;
- комунально-складська зона,
- транспортні комунікації;
- рекреаційна (зона відпочинку);
- зони збору та утилізації відходів з урахуванням:
  - рози вітрів;
  - особливостей ландшафту;
  - рівня ґрунтових вод.

З метою поліпшення санітарно-гігієнічних умов проживання населення в мегаполісах необхідне використання лісових територій, озеленення на вулицях, запобіжні заходи з упередження повеней (навіть в умовах аридного клімату – як приклад, повені на Синайському півострові (Єгипет) у 2011, 2014 роках).

Водночас створення відкритих водойм з проточною водою і фонтанів у зонах відпочинку позитивно впливає на мікроклімат прилеглих територій, виконує функції резервуарів води тощо.

Житлове будівництво в тропічних країнх Африки (на прикладі Нігерії) до цього часу не має своєї наукової й нормативної бази, що не дозволяє в процесі проектування враховувати в повному обсязі специфічні моменти природно-кліматичних умов і національних особливостей. За останні десятиліття масового будівництва зведення будівель і споруд перетворилося в одну з головних галузей господарства багатьох країн світу. Впровадження ефективної кліматології у методи проектної практики житлового будівництва створило базу для успішного вирішення завдань підвищення ефективності та якості будівництва, створення найсприятливіших умов при максимально ефективному використанні матеріальних та енергетичних ресурсів.

Актуальність цієї проблеми підсилюється значним збільшенням житлового будівництва, пов'яза-

ним з перспективами розвитку промислового сектора. При цьому дефіцит вільних територій, придатних для будівництва нових населених місць, визначає необхідність використання пустельних і степових районів.

Важливим фактором будівництва житлово-комунального фонду, який необхідно брати до уваги у вологому тропічному кліматі, є місцезнаходження (місце повинно бути захищене від циклонів і тропічних ураганів і знаходитись поза межами досяжності цунамі; не у виярках, в яких можуть проходити селеві потоки і потоки вулканічного попелу; на хребтах або плато, подалі від тих місцевостей, де можливі каменепади або зсуви, викликані зливами та землетрусами; осторонь від прибережних пісків, які піддаються сильній ерозії.

У місцях з жарким і вологим кліматом основні задачі – це уникнути потрапляння прямих сонячних променів на будівлі та розсіяти гаряче повітря, що утворюється в будівлі (рис. 37.12) (результат життєдіяльності людських організмів, приготування їжі, роботи побутової техніки). Таким чином, у першу чергу необхідно забезпечити затінення і таку орієнтацію будівель, щоб мати доступ до прохолодного вітру. Необхідно визначити місце, де, бажано, прохолодний вітер має можливість продування, ліс або глибока лощина допомагають затінити будинок і дають йому прохолоду. У регіоні з великими вітрами необхідно знайти місце, де споруди будуть захищені від них лісами, землею валів або будуть закриті у відповідних місцях, недоступних для вітру.

З метою створення комфортних мікрокліматичних умов у приміщеннях житлового та промислового призначення в тропічних регіонах необхідно враховувати наступні чинники:

- розташування вікон приміщень:
  - в екваторіальній зоні – на північ і південь (довгі приміщення – паралельно екватору для зменшення прямої інсоляції);
  - в субтропічних зонах Північної півкулі – південно-східний – південно-західний (довжина приміщень повинна бути орієнтована вздовж геліотермальної осі);
  - необхідно влаштовувати навіси над вікнами, решітки (рис. 37.13), жалюзі, наскрізну вентиляцію через двосторонні вікна, природну і штучну вентиляцію, кондиціонування (але необхідно передбачити можливість відключення електроенергії внаслідок перенавантаження на міські електромережі і не сприймати кондиціонування як основний чинник регулювання мікроклімату при відсутності резервного електроживлення).

Товщину стін необхідно збільшувати до 0,5 м і більше, використовуючи цеглу, високопористий бетон, глину; також доцільним є обладнання галерей, балконів.

Покрівлі стріх повинні бути виготовлені з теплоізоляційних матеріалів і проектуватися на 2–3 м над стінами з улаштуванням теплоізоляційного "технічного" поверху, або бути влаштованими з конструкцією подвійних чи ізольованих стель, а підлога повинна бути виготовлена з бетонних або кам'яних плит.

Рис. 37.12. Венеціанські решітки (Venetian blinds). Джерело фото: *fg.wfcdn.com*

Рис. 37.13. Вітроуловлювачі в Ірані. Джерело фото: *previews.123rf.com*

37.1.3. Механізм теплообміну і теплового балансу в тропічних умовах

У тропічному кліматі температура повітря і температура випромінювання від Сонця, нагріта поверхня ґрунту та інші тверді поверхні (стіни, металеві автомобілі тощо) часто можуть бути вищими, ніж температура людського тіла; через це людський організм не може втратити тепло випромінюванням, конвекцією або кондукцією, і навпаки, за рахунок цих механізмів людина може отримати додаткове тепло.

Єдиним механізмом теплообміну і теплового балансу є тепловиділення випаровуванням. У тропічних регіонах з аридним кліматом (відносна вологість ≤ 40 % і наявність вітру) цей механізм працює досить ефективно. Під високою вологістю і відсутністю вітру в умовах вологого клімату цей механізм не працює належним чином: піт виділяється і стікає без випаровування. Завдяки цьому можуть відбуватися перегрів, тепловий або сонячний удар, а також зневоднення організму. Значна кількість солей, мікроелементів і вітамінів виводиться з потом. А організм вимагає додаткової води (5–12 і більше літрів на добу).

Втрати води можуть призводити до наступних змін у стані організму:

- спрага, нездужання, зниження рухомості, втрата апетиту, гіперемія шкіри, дратівливість і сонливість, якщо втрата води становить 1–5 % від маси тіла;
- запаморочення, задишка, нечленороздільна мова, затримання секреції слини, підвищення температури, зниження об'єму крові, оніміння кінцівок, труднощі в координації рухів відзначаються, якщо втрата води становить 6–10 % від маси тіла;
- втрата води на 11–20 % маси тіла викликає труднощі при ковтанні, делірій, глухоту, недостатність зору, болюче сечовипускання, анурію, набряклість язика, оніміння шкіри;
- подальша дегідратація викликає СМЕРТЬ.

Профілактичні заходи з метою упередження розвитку вищеперерахованих станів, окрім належного питного режиму і створення комфортних мікрокліматичних умов, повинні включати правильний добір одягу і взуття.

37.2. Гігієнічні вимоги до одягу, тканин і взуття в тропічних регіонах

Текстиль має ключову мету захисту тіла людини, а в тропічних регіонах – особливо від шкідливих ультрафіолетових променів, створюючи щит навколо шкіри людини. Одяг утворює мікроклімат між текстильною внутрішньою поверхнею і шкірою людини. Ці мікрокліматичні умови є вирішальним фактором, який контролює відчуття комфорту людського тіла. Гарячі й вологі мікрокліматичні умови небажані в літній період. Тому потрібно підтримувати мікроклімат на бажаному рівні. Влітку тепло і волога в мікрокліматичному просторі під текстилем повинні розсіюватися через структуру тканини. Тому характеристики текстилю визначають комфорт через контроль швидкості передачі тепла і вологи через нього. Трикотажні тканини дуже популярні як літній та активний одяг завдяки високій здатності до розтягування, проникності та комфорту.

Гігієнічні вимоги до тканин і одягу в тропічних умовах повинні включати такі показники, як:

- висока (для літнього одягу) теплопровідність;
- пористість;
- легкість;
- низька гігроскопічна властивість, водоутримуюча властивість, водопроникність, висока паропровідність і випаровуваність;
- довговічність, зносостійкість;
- низькі поглинаючі властивості у відношенні хімічних сполук;
- антиелектростатичні властивості;
- кольоровий спектр.

Ці якості залежать від походження волокна (бавовна, льон, коноплі, вовна, шовк, синтетичні тканини), товщини тканин, їх усадки та стиснення під час замочування, промивання, просочення при носінні пилом, шкірним салом, технічними мастилами, солями кальцію і магнію при промиванні милом у жорсткій воді.

Бавовняні трикотажні тканини популярні для літнього одягу та зовнішнього одягу завдяки їхньому комфорту.

Типова пориста структура трикотажних тканин, однак, підвищує ризик впливу УФ-променів на шкіру людини, що може призводити до раку шкіри. Тому в тропічних кліматичних умовах необхідно знаходити баланс між комфортом під час носіння одягу, виготовленого з бавовни, і стійкістю тканини до УФ-променів.

Так, рекомендовано додавати інші матеріали, які володіють захисними властивостями щодо УФВ, до структури бавовняних тканин.

Найкращим вибором в умовах тропічного клімату є тканини, вироблені з льону та шовку з правильним типом скручування мікроволокон у структурі загального волокна.

Стосовно взуття, яке використовується у тропічних регіонах, необхідно брати до уваги, що воно повинне захищати ноги від механічних травм, бруду; за конструкцією відповідати всім фізіологічним і анатомічним особливостям і розмірам стопи, підтримувати амортизацію, функції пружинних стоп; бути зручним, легким, з хорошою паропроникністю, водостійким; повинне відповідати умовам праці, способу життя.

Носіння взуття з синтетичними полімерними матеріалами, які сьогодні широко використовуються, може призвести до посилення гіпергідрозу ніг і розвитку грибкових уражень (епідермофітоз), до накопичення значних рівнів статичної електрики (до 500–2000 В/см), а хімічні речовини, отримані з полімерних матеріалів, можуть впливати на шкіру з виникненням дерматитів, алергічних реакцій.

Гігієнічні параметри, які необхідно враховувати під час оцінки взуття, включають тип вологозахищеності шкіри, товщину (мм), міцність на розрив (Н/мм^2), розривне навантаження – двосторонній надріз (N), вміст хрому (VI), (мг/кг) – не повинен бути виявлений (< 10); проникність води (г) після 60 хвилин, водопоглинання (%), після 60 хвилин, паропроникність (мг/(см^2 × год), коефіцієнт водяної пари.

38 РОЗДІЛ

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

За умов втрати води можуть спостерігатись наступні зміни в стані організму:

- спрага, нездужання, зниження рухомості, втрата апетиту, гіперемія шкіри, дратівливість і сонливість, якщо втрата води становить 1–5% від маси тіла;
- запаморочення, задишка, незрозуміла мова, затримана секреція слини, підвищення температури, зниження об'єму крові, оніміння кінцівок, труднощі в координації рухів відзначаються, якщо втрата води становить 6–10% від маси тіла;
- втрата води на 11–20% маси тіла викликає труднощі при ковтанні, делірій, глухоту, недостатність зору, хворобливе сечовипускання, анурію, набряклість язика, оніміння шкіри, а подальша дегідратація викликає смерть.

Основним профілактичним заходом з метою упередження розвитку вищеперерахованих станів є організація належного питного режиму.

Однак якість і кількість води у тропічних регіонах сильно варіює, що може призводити до ендемічних та епідемічних захворювань серед населення, яке споживає таку воду. Вищезазначені умови також вимагають індивідуального підходу до методів водозабору, водопідготовки тощо.

38.1.1. Ендемічні хвороби, пов'язані зі споживанням води в хумідних та аридних тропічних регіонах

Якість води у тропічних регіонах, як і в інших місцях нашої планети, пов'язана в т.ч. і зі складом ґрунту. Подібно до рослинності, ґрунти хумідних тропіків також різноманітні і дуже варіюють (Санчес і Буол, 1975; Ван Вамбеке, 1992). Переважними типами ґрунту є: оксизоли, ультизоли, інсептизоли та ін.

Таблиця 38.1. Переважаючі типи ґрунтів хумідних тропіків

(10^6 га)				
Ґрунт	Загальна площа	Регіональний розподіл		
		Америка	*Африка*	*Азія*
Oxisols	525 (35,3%)	332	179	14
Ultisols	413 (27,7%)	213	69	131
Inceptisols	226 (15,2%)	61	75	90
Entisols	212 (14,2%)	3 1	91	90
Alfisols	53 (3,6%)	18	20	15
Histosols	27 (1,8%)	–	4	23
Spodosols	19 (1,3%)	10	3	6
Mollisols	7 (0,5%)	–	–	7
Vertisols	5 (0,3%)	1	2	2
Aridisols	2 (0.1%)	–	1	1
Всього:	1489	666 (44,7%)	444 (29,8%)	379 (25,5%)

(Перераховано з NRC, 1993а)

Обмеженість ґрунту, пов'язана з виробництвом сільськогосподарських культур для різних видів ґрунту, представлена в таблиці 38.2.

Оксизоли та ультизоли разом охоплюють близько 63% загальної площі землі вологих тропіків. Ці ґрунти мають високу кислотність (pH від 4 до 5), часто містять токсичні концентрації Al і Mn і зазвичай дефіцит поживних речовин для рослин (наприклад, N, P, Ca). Вапнування та часті додавання фосфору є важливими для поліпшення агрономічної продуктивності. Як тільки обмеження в харчуванні зменшуються, зниження структури ґрунту також може бути проблемою в умовах інтенсивного механізованого сільського господарства.

Незважаючи на те, що ці ґрунти менш схильні до фізичних та харчових проблем ґрунту, неправильне керування та невідповідні системи землекористування можуть призвести до ущільнення, ерозії та виснаження поживних речовин.

У той же час ґрунти тропічних ксерофітних лісів, сухих саван, напівпустель і пустель характеризуються іншими властивостями.

Коричнево-червоні ґрунти формуються в тропічних ксерофітно-лісових областях під сухими тропічними рідколіссями та чагарниками при випаданні 1000–1300 мм опадів на рік та сухому сезоні тривалістю 4–5 місяців при постійно високих температурах. Великі масиви коричнево-червоних ґрунтів поширені в південній частині Африки і на сході Бразилії (Бразильське плоскогір'я). Невеликі масиви цих ґрунтів є в середній течії р. Парагвай та на Ефіопському нагір'ї (Кенія, Сомалі, Ефіопія).

Таблиця 38.2. Ґрунтові особливості у хумідних тропіках

Ґрунт	Дефіцит поживних речовин	Токсичні речовини	Ерозія/ зсуви
Oxisols & Ultisols	N, P, Ca, Zn	Al, Mn	Ерозія ділянки/ ріллі
Inceptisols	P	–	Ярова ерозія
Entisols	P	–	Ярова ерозія
Alfisols	P	–	Прискорена ерозія
Histosols	–	–	–
Spodosols	N, P	Al	Ерозія ділянки
Mollisols	–	–	–
Vertisols	P	–	Сильна ерозія ділянки

У ґрунтовій масі переважають мінерали каолінітової групи, тому гранскладґрунтів глинистий.

Червоно-бурі ґрунти сухих саван формуються в тропічному поясі при річній сумі опадів 800–1000 мм із сухим сезоном 6 місяців і більше, у сезон дощів 0,6–0,9, в сухий – 0,3–0,4. *Рослинний покрив* представлений своєрідною формацією, що одержала назву сухої савани. Зони червоно-бурих ґрунтів чітко виражені в Африці між 15° і 30° пн.ш. та на півдні на підгірних рівнинах Драконових гір. Невеликі масиви цих ґрунтів є в Мексиці, Бразилії, Індії, Південно-Східній Азії, Австралії. Червоно-бурі ґрунти мають фералітний (каолініт-іліт-монтморилонітовий) склад.

Вищезазначені особливості ґрунтів мають суттєвий вплив на склад води підземних і поверхневих джерел водопостачання, зумовлюючи можливу появу ендемічних захворювань.

У хумідних тропіках внаслідок сильних опадів водні ресурси маломінералізовані, що викликає карієс зубів (вміст фтору часто менше 0,5 мг/л), ендемічний зоб (зобна ендемія) і т.д. М'яка вода викликає серцево-судинні захворювання, раптову смерть внаслідок інфаркту міокарда: значна відсутність Ca, Mg, K негативно впливає на діяльність серця.

Характеристика водних ресурсів аридних тропічних регіонів: висока мінералізація – 3000–5000 мг/л солей. Внаслідок інтенсивного випаровування води концентрації іонів Ca, Mg, Na, K, Fe, HCO, Cl, SO, NO значно вищі, вода має гірко-солонуватий смак, можлива поява диспепсії, діти страждають від водно-нітратної метгемоглобінемії ("синдром блакитної дитини").

Висока жорсткість води – понад 7, а іноді навіть 14 мг-екв/л – може викликати діарею (проносна дія Mg), провокувати появу ниркових каменів і каменів жовчного міхура (Ca). Існує багато недоліків використання жорсткої води для побутових цілей. М'ясо і боби погано розварюються, під час прання нерозчинні мила Ca і Mg, які просочують пори тканини, зменшують їх вентиляційну і випарну здатність, сприяють появі накипу на посуді, псують технічні характеристики парових котлів, пральних машин тощо.

Ця вода характеризується високим вмістом мікроелементів: фтору (більше 1,5 мг/л), що сприяє розвитку флюорозу; молібдену (викликає молібденоз овець, молібденову подагру), арсену, кадмію, хрому.

Насичення поверхневих вод нітратами та іншими агрохімікатами (які широко використовуються в тропічних районах) сприяє мінералізації води (підвище-

на солоність води), що негативно впливає на здоров'я населення: агрохімікати накопичуються у водній фауні водойм – рибах, молюсках та інших організмах, які використовуються в харчуванні населення.

38.1.2. Епідемічні хвороби, пов'язані зі споживанням води в хумідних та аридних тропічних регіонах

В епідеміологічному відношенні водні ресурси тропічних регіонів характеризуються наступними фактами:

Немає безпечної питної води у майже 1 млрд людей, які не мають доступу до водопостачання; діарейні захворювання – 2 мільйони щорічних смертей пов'язані зі споживанням небезпечної води, відсутністю належних санітарних та гігієнічних умов (забруднена вода може передавати хвороби, такі як діарея різного генезу, холера, дизентерія, черевний тиф і поліомієліт. (рис. 38.1). За оцінками, забруднена питна вода щороку викликає 502 000 смертей від діареї; холера – понад 50 країн все ще повідомляють ВООЗ про випадки цього захворювання; шистосомоз – наявні дані про приблизно 260 мільйонів інфікованих.

А з нових викликів – збільшення використання стічних вод у сільському господарстві є важливим для підтримання існування, але це також пов'язано з серйозними ризиками для громадського здоров'я.

844 мільйонам людей не вистачає навіть базового водопостачання питної води, включаючи 159 мільйонів людей, які залежать від водопостачання з поверхневих вод.

Рис. 38.1. Ілюстрація відсутності належних санітарних та гігієнічних умов водозабезпечення. Джерело фото: *i.pinimg.com*

У всьому світі принаймні 2 мільярди людей використовують джерела питної води, забруднені фекаліями (а більшість з них проживає в тропічних регіонах).

До 2025 року половина населення світу житиме в районах, що піддаються впливу недостатності водопостачання.

У країнах з низьким та середнім рівнем доходів 38% медичних установ не мають покращеного водопостачання, 19% не мають покращених санітарних умов, а 35% не мають води і мила для миття рук. Серед цих країн переважна більшість розташована у тропічних регіонах.

Провідними інфекційними захворюваннями для тропічних країн є черевний тиф, А і В, паратиф, лихоманка, холера, бактеріальна і амебна дизентерія. Серед дітей 14–30% є носіями амебної дизентерії.

Широко розповсюджені також сальмонели, шигели, ротавіруси, патогенні штами бацил, кампілобактери, віруси діареї новонароджених, поліомієліт, епідемічний інфекційний кон'юнктивіт і трахома. Взагалі в тропіках є 100 типів вірусів, які зберігають свою вірулентну здатність до 200 днів у теплій воді і можуть розмножуватися там.

Існує широке розповсюдження зоонозних інфекцій, таких як лептоспіроз, бруцельоз, туляремія, Q-лихоманка, які є наслідком пиття, миття і купання в забрудненій продуктами життєдіяльності тварин, гризунів воді. Існують часті грибкові захворювання шкіри, такі як епідермофітоз, короста тощо.

Серед населення також поширені гельмінтні інвазії: лямбліоз, аскаридоз, трихоцефальоз, анкілостомідоз, фасціольоз, дракункульоз, дифілоботріоз, опісторхоз, ангіостронгільоз, клонорхіаз. Гельмінтози частіше поширені серед сільського населення, і в першу чергу серед дітей.

А деякі з патогенів, що передаються через воду, мають здатність від помірної до високої стійкості до впливу хлору (табл. 38.3).

Водночас є можливості для покращення такого становища: впровадження належної практики поводження з водними ресурсами.

4% хвороб від глобального внеску у структуру захворюваності можна запобігти шляхом поліпшення водопостачання та впровадження належної санітарно-гігієнічної практики; кращі інструменти й процедури для покращення і захисту якості питної води на рівні громад та міст, наприклад, за допомогою планів безпеки водопостачання; наявність простих і недорогих підходів до водопідготовки та безпечного зберігання води на рівні домогосподарств.

Таблиця 38.3. Патогени, що передаються через питну воду

Збудник	Вид / рід / група	Ступінь значення для здоров'я	Стійкість у мережах водопостачання	Ступінь стійкості до хлору	Ступінь відносної інфекційності	Зооноз
			Бактерії			
Burkholderia	*B. pseudomallei*	Високий	Може розмножуватися	Низький	Низький	Ні
Campylobacter	*C. coli* *C. jejuni*	Високий	Помірна	Низький	Помірний	Так
Кишкова паличка – Diarrheagenic	*E. coli* O157	Високий	Помірна	Низький	Низький	Так
E. coli – ентерогемо-рагічний підтип		Високий	Помірна	Низький	Високий	Так
Francisella	*F. tularensis*	Високий	Довго	Помірний	Високий	Так
Legionella	*L. pneumophila*	Високий	Може розмножуватися	Низький	Помірний	Ні
Мікобактерії (нетуберкульозні)	Комплекс *Myco-bacterium avium*	Низький	Може розмножуватися	Високий	Низький	Ні
Salmonella typhi		Високий	Помірна	Низький	Низький	Ні
Інші сальмонели	*S. enterica* *S. bongori*	Високий	Може розмножуватися	Низький	Низький	Так
Shigella	*S. dysenteriae*	Високий	Коротка	Низький	Високий	Ні
Vibrio	*V. cholerae* O1 і O139	Високий	Короткий до довгих[h]	Низький	Низький	Ні
			Віруси			
Adenoviridae	Аденовіруси	Помірний	Довго	Помірний	Високий	Ні
Astroviridae	Астровіруси	Помірний	Довго	Помірний	Високий	Ні
Caliciviridae	Норовіруси, саповіруси	Високий	Довго	Помірний	Високий	Потенційно
Hepeviridae	Вірус гепатиту Е	Високий	Довго	Помірний	Високий	Потенційно
Picornaviridae	Ентеровіруси, пареховіруси, вірус гепатиту А	Високий	Довго	Помірний	Високий	Ні
Reoviridae	Ротавіруси	Високий	Довго	Помірний	Високий	Ні
			Найпростіші			
Acanthamoeba	*A. culbertsoni*	Високий	Може розмножуватися	Високий	Високий	Ні
Cryptosporidium	*C. hominis / parvum*	Високий	Довго	Високий	Високий	Так
Циклоспора	*C. cayetanensis*	Високий	Довго	Високий	Високий	Ні
Entamoeba	*E. histolytica*	Високий	Помірна	Високий	Високий	Ні
Giardia	*G. intestinalis*	Високий	Помірна	Високий	Високий	Так
Naegleria	*N. fowleri*	Високий	Може розмножуватися	Низький	Помірна	Ні
			Гельмінти			
Дракункулус	*D. medinensis*	Високий	Помірна	Помірний	Високий	Ні

38.1.3. Характеристика джерел водопостачання і особливості гігієнічних вимог до якості води в тропічних умовах

Водної проблеми у хумідних тропіках немає: площа покрита лісами, джунглі, часті зливи, тропічні шторми постійно поповнюють поверхневі та підземні води.

Існує значний дефіцит води в посушливих районах, особливо в пустелях, сезонні осади змінюються на посуху або відсутність дощу і створюють жорсткі умови життя для живих організмів або роблять життя неможливим.

Існує традиція збору дощових вод у дощові періоди та збереження їх у посушливий період. Традиційно збирають дощову воду з дахів будівель. Така вода слабомінералізована (до 30–50 мг/л) і містить пиловий компонент забруднення, листя дерев, пташині екскременти. Вода зберігається в бочках або у вкопаних у ґрунт бетонних чи глинистих резервуарах, які забезпечуються вентиляційними каналами для запобігання гниття. Воду з таких резервуарів беруть з використанням насосів із шлангом або трубкою з краном, встановленим на 15–20 см вище дна. Існує трубка для відстоювання, яка розміщена на нижньому рівні і спрямована на випуск води. Також використовуються водойми млинів, але вода може зберігатися там лише короткий час, тому що вода фільтрується в ґрунт, випаровується, втрачає свої якості, а тому не використовується для пиття, а тільки для побутових цілей.

Відкриті водойми (річки, струмки, озера) можуть бути сильно забрудненими і стати джерелом інфекцій, інвазій, зоонозів, грибкових інфекцій, а через інтенсивне випаровування вода високомінералізована.

У деяких випадках використовуються експортні води, штучні водозабірні колодязі та водойми.

Ґрунтові, підземні та артезіанські води в посушливих районах зазвичай розташовані глибоко під землею, високомінералізовані, прозорі і не є епідемічно небезпечними. Але такої води не вистачає в посушливих районах, тобто не забезпечуються кількісні потреби у водозабезпеченні.

Можливим варіантом джерел водопостачання у районах, наближених до ресурсів морів, заток і океану, є морська вода, але водопідготовка такої води до стану питної вимагає значних інвестицій у сектор.

Особливостями вимог до питної води в умовах тропічних регіонів є показники якісної і кількісної відповідності потребам населення з урахуванням різноманітності складу і дебіту джерел водопостачання.

Кількісні вимоги до забезпечення питною водою повинні відповідати не менше 600–750 л на добу для однієї особи. Але в умовах аридного клімату така кількість води належної якості найчастіше недосяжна.

Щодо гігієнічних вимог до якості води, до "класичних" відносяться: хороші органолептичні властивості: бути прозорою, без кольору, без включень суспендованих матеріалів, що залишилися на поверхні, без запаху та післясмаку, мати приємний свіжий смак (що також залежить від температури води, розчинених солей і газів); оптимальний фізіологічно доступний склад; без отруйних речовин у токсичних концентраціях; без інфекційних агентів та інших організмів.

Щодо особливостей гігієнічних вимог до якості води, необхідно зазначити, що у Настанові з якості води (WHO, 2017) наведено концентрації шкідливих речовин, виражені в мг/л, з урахуванням середнього споживання води на рівні 3 л, але необхідно індивідуально розраховувати величини для різних речовин, як токсичних, так і фізіологічно есенціальних, беручи до уваги факт збільшеної потреби у воді (інколи до 10–12 л на добу).

У вищезазначеній Настанові, яка містить розділи стосовно умов для безпечної питної води, мікробіологічні аспекти, дезінфекції води, хімічних і радіологічних аспектів і умов прийнятності (смак, запах і зовнішній вигляд), приділено значну увагу водопідготовці.

У разі централізованого водопостачання вода з відкритих водойм повинна бути очищена на водонасосних станціях: за допомогою преципітації і фільтрації через повільні (англійські) фільтри (з біологічною плівкою) і наступною стабілізацією на малих станціях; на великих станціях водопідготовки вода повинна бути очищена за допомогою коагуляції, знесолення та фільтрації через швидкі (американські) фільтри. Ці методи істотно не відрізняються від тих, що використовуються на насосних станціях помірних кліматичних регіонів.

Як приклад можна навести систему водопостачання в ОАЕ.

Питна вода у місті Дубай забезпечується опрісненням морської води з Арабської/Перської затоки. Найефективніші засоби опріснення сьогодні використовують зворотний осмос у поєднанні з попереднім нагріванням води з відпрацьованим теплом з електростанції. Старий процес перегонки низького

тиску швидко вимирає, оскільки він енергонеефективний. Потім воду фільтрують, дезінфікують для запобігання росту бактерій і додають трохи солей, щоб зробити її придатною для споживання людиною, прання та промислового використання. Вартість опріснення на сьогодні становить лише 50 центів/м^3, що дешевше, ніж транспортування/перекачування води на великі відстані. Побічним продуктом є концентрована солона вода, яка потім відкачується назад до затоки. На початку морська вода використовується в Дубайському алюмінієвому виробництві (Jebel Ali) для охолодження алюмінієвих плавильних заводів, до остаточної водопідготовки на заводі DEWA (Jebel Ali). Вся стічна вода (ванна, туалет, тощо) з будинків і промисловості збирається автотранспортом, оскільки Дубай не має каналізаційної системи. Це відправляється на переробний завод в Аль-Авірі, де тверді речовини видаляються (і безпечно обробляються), водна компонента потім обробляється і використовується як сіра/не питна вода – це відводиться до муніципалітету Дубай і використовується для поливу зелені у муніципальних районах Дубая, включаючи дороги і численні парки.

Методи дезінфекції води в тропічних регіонах ідентичні традиційним.

Найбільш використовуваним методом є хлорування відповідно до хлорпотреби, надхлорування, подвійне хлорування з преамонізацією, використання газоподібного хлору, хлорного вапна, гіпохлориту кальцію; також можливе озонування та ультрафіолетове опромінення.

У випадку децентралізованого водопостачання очистка води з відкритих джерел досягається практично лише відстоюванням.

Що стосується знезараження, то одним із простих і надійних методів є кип'ятіння, але воно дозволяє знезаразити невеликі об'єми води, а в пустелях, через відсутність палива, може бути й недоступним.

Сонячна дезінфекція води: ультрафіолетова частина сонячного світла також може вбивати патогени у воді (рис. 38.2). Метод SODIS використовує поєднання ультрафіолетового світла і підвищеної температури (сонячної теплової) для дезінфекції води, використовуючи тільки сонячне світло і ПЕТ-пластикові пляшки. SODIS є вільним і ефективним методом водопідготовки для децентралізованого водопостачання, який зазвичай застосовується на рівні домогосподарств і рекомендований Всесвітньою організацією охорони здоров'я як життєздатний спосіб очищення води для дому та безпечного зберігання.

Рис. 38.2. Метод SODIS. Джерела фото: *sodis.ch, rainsaucers.com*

Руйнування патогенних мікроорганізмів є істотним і дуже часто передбачає використання реактивних хімічних агентів, таких як хлор.

Дезінфекція є ефективним бар'єром для багатьох патогенів (особливо бактерій) під час обробки питної води і повинна використовуватися для поверхневих вод і для підземних вод, що підлягають фекальному забрудненню. Залишкову дезінфекцію використовують для забезпечення часткового захисту від низького рівня забруднення в системі розподілу.

Хімічна дезінфекція питної води, яка є фекально забрудненою, зменшить загальний ризик захворювання, але не обов'язково робить безпечним водопостачання. Наприклад, дезінфекція хлором має обмеження проти найпростіших збудників – зокрема, *Cryptosporidium* – і деяких вірусів. Ефективність дезінфекції також може бути незадовільною щодо патогенів у складі частинок або включень, які захищають їх від дії дезінфікуючих засобів. Високий рівень каламутності може захистити мікроорганізми від ефектів дезінфекції, стимулювати ріст бактерій. Важливо, щоб була реалізована загальна стратегія управління, в якій багаторазові бар'єри, включаючи захист вихідної води і відповідні процеси обробки, а також захист під час зберігання і розподілу, використовувались разом з дезінфекцією для запобігання або усунення мікробного забруднення.

Із хімічних методів для знезараження індивідуальних запасів води в умовах тропічного клімату використовують таблетки з хлораміном, з вмістом препарату хлору більшої концентрації (вода знезаражується перехлоруванням) і гіпосульфітом натрію, який вивільняється з розчинної пластикової капсули після експозиції хлорування, потім вода дехлорується. Якщо вода дуже підозріла, використовують 2–3 таблетки.

У багатьох країнах тропічного поясу широке використання знайшли портативні бактеріальні фільтри, у яких вода фільтрується через змінні керамічні дрібнопористі фільтри, так звані свічки Беркфельда, Шамберлена, що вмонтовуються в посудину. Вода фільтрується під тиском від ручної помпи або підключенням до крана водогону.

Дезодорація (усунення присмаків і запахів води) досягається озонуванням або фільтруванням через активоване вугілля. Знезалізнення проводять аерацією, розбризкуванням води в градирнях. Закисне залізо окиснюється до нерозчинного окисного, яке потім затримується на фільтрах.

Опріснення та дезактивація води здійснюються дистиляцією або фільтрацією через іонообмінні фільтри – катіоніти, які затримують катіони (а у воду виділяється іон водню), і аніоніти, які затримують аніони (а в воду виділяється ОН-іон).

Санітарний нагляд за централізованим і місцевим водопостачанням здійснюється шляхом санітарного обстеження джерел водопостачання та розподільної сітки з відбором проб, лабораторним аналізом води та оцінкою його результатів і практично мало відрізняється від класичних.

38.2. Гігієнічні вимоги до харчових продуктів у тропічних умовах, особливості в хумідних та аридних тропічних регіонах

38.2.1. Раціональне харчування та його гігієнічне забезпечення в тропічних регіонах

Умовами раціонального харчування є:

- енергетична цінність харчового раціону, тобто відповідність її енергетичним витратам організму, з урахуванням незасвоюваної частини їжі (при помірному кліматі ця частина складає близько 10%, при тропічному – істотно більше);
- якісна повноцінність харчового раціону – наявність всіх харчових речовин у достатній кількості та співвідношенні (збалансованість);
- раціональний режим харчування – відповідність прийомів їжі біологічним ритмам організму, тобто визначається прийом у певні години дня. Кількість прийомів їжі, інтервали між ними, відсотковий розподіл раціону по окремих прийомах їжі, естетичні умови прийому їжі;
- ензиматична констеляція – відповідність якості продуктів і готових страв ферментним можливостям травної системи індивіда (якість кулінарної обробки, умови прийому їжі, наявність і якість спецій тощо, які забезпечують легкотравність і засвоюваність їжі);
- безпечність їжі в епідеміологічному, токсикологічному і радіологічному відношенні, тобто відсутність збудників інфекційних хвороб, гельмінтів, отруйних речовин у токсичних концентраціях та радіоактивних речовин.

Що стосується першої та другої умов, то, за даними ВООЗ, енергетична і якісна цінність раціонів населення ряду країн, що розвиваються, не відповідає фізіологічним потребам, часткове, а в ряді випадків і повне голодування досить поширене (табл. 38.4).

При енергетично-білковій недостатності в умовах тропіків розвивається, як правило, набрякова форма голодування – квашіоркор, яким страждають у першу чергу діти. При цьому мускули атрофуються, але тіло, особливо нижні кінцівки набрякають до такого ступеня, що під набряком стоп ховаються пальці. Людина втрачає фізичну силу, працездатність, спостерігається анемія.

Таблиця 38.4. Світові та регіональні дані щодо споживання їжі (ккал на особу на день)

Регіон	Роки					
	1964–1966	*1974–1976*	*1984–1986*	*1997–1999*	*2015*	*2030*
Африка на південь від Сахари[a]	2058	2079	2057	2195	2360	2540
Південна Азія	2017	1986	2205	2403	2700	2900
Країни, що розвиваються	2054	2152	2450	2681	2850	2980
СВІТ	2358	2435	2655	2803	2940	3050
Латинська Америка і країни Карибського басейну	2393	2546	2689	2824	2980	3140
Країни з перехідною економікою	3222	3385	3379	2906	3060	3180
Східна Азія	1957	2105	2559	2921	3060	3190
Близький Схід і Північна Африка	2290	2591	2953	3006	3090	3170
Промислово розвинені країни	2947	3065	3206	3380	3440	3500

[a] *Виключаючи Південну Африку*

При загальному голодуванні, переважанні енергетичної недостатності розвивається маразм (кахексія), який характеризується затримкою росту, різкою атрофією м'язів і підшкірної клітковини. Під шкірою вимальовуються контури скелета, голова видається непропорційно великою.

Для країн тропічного поясу, що розвиваються, характерна захворюваність дітей на спру, аліментарну карликовість, післягрудну діарею, анемію, цироз печінки, дебільність.

Серед гіпо-, авітамінозів спостерігаються:

- скорбут;
- ксерофтальмія;
- кератомаляція;
- бері-бері;
- пелагра;
- арибофлавіноз;
- рахіт;
- злоякісна анемія та інші.

В ряді місцевостей певний склад ґрунту та води призводять внаслідок споживання переважно місцевих продуктів до появи ендемічних хвороб мінеральної недостатності чи надлишку мікроелементів: ендемічний зоб, карієс, флюороз зубів, рахіт, залізодефіцитна, мікроцитарна гіпохромна анемія, селенодефіцитна міопатія, молібденоз, кешанська хвороба, аліментарний селеноз тощо.

Іншою проблемою, яка може виникати внаслідок харчування у тропічних регіонах, є недостатність перетравлювальної функції організму. Цей стан часто пов'язаний з пригніченням апетиту і є однією з особливостей гарячого клімату, що призводить до порушень травлення харчових продуктів. Пригнічений апетит і травлення – особливості спекотного клімату. Тому в місцевому харчуванні використовуються пряні страви з перцем та іншими стимуляторами травної системи.

Люди змінюють час харчування, приймаючи їжу ввечері і вранці замість денного часу, коли спека призводить до перегрівання організму і зниження активності ферментних систем органів травлення.

Температура тіла:

- на кожні 0,5 °С збільшення внутрішньої температури тіла людини її основний обмін збільшується приблизно на сім відсотків. Хімічні реакції в тілі людини відбуваються швидше при вищих температурах.

Зовнішня температура:

- температура зовні тіла людини також може впливати на рівень основного обміну. Холодні температури можуть викликати збільшення основного обміну людини, хоча короткочасний вплив підвищених температур мало впливає на метаболізм організму. Тривалий вплив тепла може підвищити основний обмін людини (якщо температури

Рис. 38.3. Клінічни прояви гіповітамінозів в тропічних регіонах. Джерела фото: *larajuan775.wordpress.com, trove.nla.gov.au, thetrentonline.com, ars.els-cdn.com, res.cloudinary.com*

значно підвищені, організм повинен працювати важче, щоб підтримувати свою нормальну температуру, і це збільшує швидкість обміну речовин).

Екстремальна спека може посилити прояви шлунково-кишкових розладів.

Спалахи запальних захворювань кишечника і "шлункові розлади" можуть бути більш поширеними під час і відразу після метеорологічних хвиль спеки.

38.2.2. Гігієнічна характеристика поширених харчових продуктів тропічних регіонів

Серед рослинних продуктів аридної і хумідної зон тропічного поясу важливе місце займають зернові культури – пшениця (містить від 10 до 20% білків у вигляді клейковини, яка обумовлює пористість хліба), рис (до 12% білків, але клейковини менше 1%, а тому використовується для приготування круп, а не для випікання хліба), кукурудза (маїс) – містить до 7% білків; просо, сорго, гаолян (до 10–13% білків) тощо. Шкідливими для здоров'я можуть бути домішки до зерна насіння бур'янів, розвиток на зерні, особливо при великій кількості опадів, грибків (ріжки /споринья), головня, аспергіллус тощо), які викликають мікотоксикози.

Широко розповсюджене вирощування бобових культур, багатих на білки (15–17%), жири (до 6%), грубу клітковину, та сої (18–20% жирів), гороху, сочевиці, нуту, чину, машу та інших.

Розповсюджене вирощування олійних культур – земляного горіха, кокосової пальми, ріпаку, гірчиці, суріпки, маслини, кунжуту, сафлору, какао, тунгу, бавовнику. Ці культури характеризуються значним вмістом ПНЖК – лінолевої (33–50%), олеїнової (29–44%). В Африці культивують також рицину, олія з якої (50%) характеризується послаблюючою дією.

Серед овочів, які культивують у країнах тропічного поясу, провідне місце займає маніок, особливо у зволожених тропіках, саванах. Маса бульб маніоку 0,8–2 кг. Він містить до 24% вуглеводів, 1% білків, 0,5% жирів, 3% клітковини. Деякі сорти маніоку містять до 80 мг/кг отруйного ціаногенного глюкозиду, тому можуть бути небезпечними для здоров'я.

Другою овочевою культурою, широко розповсюдженою в тропіках і субтропіках, є батат, або солодка картопля. Маса бульб батату сягає 4–5 кг. Він містить до 24% вуглеводів, 2% білків, 1,5% жирів, 3% клітковини. У Південно-Східній Азії, Океанії вирощують ямс, який

містить до 29 % вуглеводів, 2 % білків, 0,03 % жирів, 1 % клітковини. В Індонезії та Малайзії культивують сагову пальму, із серцевини стовбура якої виготовляють крохмальну крупу. Саго містить 80 % крохмалю, 3 % білків, 0,25 % жирів. У зонах із жарким кліматом широко використовують баштанні культури – гарбузи, дині, кавуни.

Із фруктів у тропічних регіонах широко розповсюджені цитрусові – апельсини, мандарини, грейпфрути, лимони, цитрони, кінкани, кумквати. Їх плоди багаті на цукри, органічні кислоти, мають великі дієтичні властивості.

Значне місце в раціоні населення тропіків займають банани – фрукти, багаті на цукор, вітаміни. Вміст вуглеводів у них 22–27 %, білків 1,3–1,5 %, жирів 0,1–0,6 %.

У засушливих регіонах Азії, Африки культивують фінікову пальму. Фініки – високопоживний продукт, який називають хлібом пустель. Вони містять до 72 % вуглеводів, 7 % білків, 2,5 % жирів, 3–6 % клітковини, вітаміни групи В.

В Індонезії, Полінезії вирощують хлібне дерево, джекфрут, що багаті на крохмаль (19 %) та цукри (12 %), містять 1,5 % білків, 0,2–0,5 % жирів. На півдні Азії широко використовують манго, мангустин, тамаринд, дуріан, локват. У Центральній Америці – ананаси, гуаяву, гранадільйо, саподілью, сапоту, авокадо, туну. Всі ці культури мають досить високі поживні та смакові якості.

Істотним недоліком усіх рослинних культур є недостатність повноцінних білків. Усі вони, за винятком сої, частково бобових, містять недостатні кількості есенціальних амінокислот і в нераціональному співвідношенні. А тому при односторонньому харчуванні – лише рослинними продуктами і без достатнього асортименту – можуть спричиняти часткову білкову недостатність, анемії (відсутність гемового заліза м'ясних продуктів).

38.2.3. Методи та заходи профілактики аліментарних захворювань і харчових інфекцій та інвазій мікробного і немікробного походження

Елементи санітарної культури, санітарно-просвітницької діяльності серед населення та профілактичні щеплення – серед тих заходів, які допомагають знизити рівні захворюваності хворобами, що пов'язані з недоброякісним харчуванням.

Також не менш важливим фактором стратегії будь-якої країни у заходах профілактики таких захворювань є дотримання політики харчової безпеки, яка включає заходи із забезпечення кількісної та якісної відповідності харчування потребам населення.

Контрольні заходи для забезпечення безпеки та якості в харчовій промисловості повинні включати:

1. Практики гігієнічної безпеки виробництва (GMP).

GMP охоплює основні принципи, процедури і засоби, необхідні для розробки відповідного середовища для виробництва прийнятної якості. Коди GMP та гігієнічні вимоги, які вони містять, є відповідними умовами для гігієнічного виробництва харчових продуктів.

GMP є основною вимогою для отримання ліцензії на експлуатацію (LTO) установами, які виробляють харчові продукти. Виробники у харчовій промисловості зобов'язані дотримуватися гігієнічних вимог, інакше відомих як поточні належні виробничі практики (cGMP) і стандартні операційні процедури компанії.

Вищезазначене стосується відповідності нижчеперерахованих елементів санітарно-гігієнічним вимогам:

- будівля та майданчики;
- обладнання та інші об'єкти;
- санітарні приміщення та контроль;
- санітарні операції;
- процеси та управління;
- персонал.

У даний час (особливо в тропічних країнах, що розвиваються) є деякі виробники харчових продуктів, які зіткнулися з труднощами щодо дотримання GMP, особливо для підприємств малого та середнього бізнесу, з тих причин, що дотримання GMP вимагає капіталу для усунення структурних недоліків, технічної допомоги для підтримки власних знань та зобов'язання змінювати ставлення і цінності на рівні керівництва та працівника.

Також важливим елементом забезпечення безпеки харчових продуктів є впровадження системи HACCP – (англ. *Hazard Analysis and Critical Control Point*) – система аналізу ризиків, небезпечних чинників і контролю критичних точок. Система HACCP є науково обґрунтованою, що дозволяє гарантувати виробництво безпечної продукції шляхом ідентифікації й контролю небезпечних чинників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Література до Розділу 1. Профілактична медицина. Гігієна як наука. Санітарія

1. Бардов В. Г., Москаленко В. Ф., Омельчук С. Т. та інші. Гігієна та екологія. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – С. 14–34.
2. Габович Р. Д., Познанський С. С., Шахбазян Г. Х. Гигиена. – Київ, 1983. – С. 3–25.
3. Гончарук Є. Г., Бардов В. Г., Рум'янцев Г. І. та інші. Общая гигиена. – Київ, 1991. – С. 3–25.
4. Гончарук Є. Г., Кундієв Ю. І., Бардов В. Г. та інші. Загальна гігієна. – Київ, 1995. С. 6–47.
5. Даценко І. І., Габович Р. Д. Основи загальної і тропічної гігієни. – Київ, 1995. – С. 3–11.
6. Закони України про охорону природи.
7. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" (1994 р.).
8. Конституція України (1996 р.).
9. Навчальні посібники з загальної гігієни.
10. Основи законодавства України про охорону здоров'я (1993).
11. Рум'янцев Г. І., Вишневська О. П., Козлова Т. А. та інші. Общая гигиена. – М., 1985. – С. 3–23.
12. Рум'янцев Г. І., Воронцов М. П., Гончарук Є. Г. та інші. Общая гигиена. – М., 1990. – С. 3–57.

Література до Розділу 2. Екологія як наука. Біосфера

1. Гігієна та екологія. Підручник / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С. 178–209.
2. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник /Гончарук Є. Г., Кундієв Ю. І., Бардов В. Г. та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С.157–162; С.488–490.
3. Комунальна гігієна / Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий, О. П. Яворовський та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
4. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е. И. Гончарук, Ю. И. Кундиев, В. Г. Бардов и др. – К. : Вища школа, 2000. – С. 242–254.
5. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
6. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р. Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.

Література до Розділу 3. Науково-технічний прогрес і його вплив на біосферу Землі

1. Environments should improve not harm our health – 2016. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/commentaries/environments-should-improve-our-health/ru/
2. Geneva, WHO: 2014. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/ru/
3. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/reducing-climate-pollutants/ru/
4. New report identifies four ways to reduce health risks from climate pollutants – 2015. Електронний ресурс – Режим доступу:
5. WHO: Ambient (outdoor) air quality and health: Fact sheet / Updated September 2016 Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru/
6. Гігієна та екологія. Підручник / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С. 178–209.
7. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник / Гончарук Є. Г., Кундієв Ю. І., Бардов В. Г. та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С.157–162; С. 488–490.
8. Комунальна гігієна / Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий, О. П. Яворовський та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
9. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е. И. Гончарук, Ю. И. Кундиев, В. Г. Бардов и др. – К. : Вища школа, 2000. – С. 242–254.
10. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
11. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р. Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.

Література до Розділу 4. Забруднення атмосфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення

1. Environments should improve not harm our health – 2016. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/commentaries/environments-should-improve-our-health/ru/
2. Geneva, WHO: 2014. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/ru/
3. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/reducing-climate-pollutants/ru/
4. New report identifies four ways to reduce health risks from climate pollutants – 2015. Електронний ресурс. – Режим доступу: http://www.who.int/news-room/detail/22-10-2015-new-report-identifies-four-ways-to-reduce-health-risks-from-climate-pollutants
5. WHO: Ambient (outdoor) air quality and health: Fact sheet / Updated September 2016. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru/
6. Гігієна та екологія. Підручник / За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С. 178–209.
7. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник / Гончарук Є.Г., Кундієв Ю.І., Бардов В.Г. та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С.157–162; С.488–490.
8. Комунальна гігієна / Є.Г.Гончарук, В.Г.Бардов, С.І.Гаркавий, О.П.Яворовський та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
9. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В.Г.Бардов и др. – К. : Вища школа, 2000. – С. 242–254.
10. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін.]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
11. Профілактична медицина / Даценко І.І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.

Література до Розділу 5. Забруднення гідросфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення

1. Водний кодекс України, затверджений Постановою Верховної Ради України від 06.06.1995 р.
2. Гігієна та екологія. Підручник. /За редакцією В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – с.14–15.
3. ДСанПіН 2.2.4-400-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". Затв. Наказом МОЗ України за № 400 від 12.05.2010. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України за № 452/17747 від 1 липня 2010 р.
4. ДСТУ 3041–95 "Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання й охорона води. Терміни та визначення".
5. Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни. /Є.Г.Гончарук, Ю.І. Кундієв, В.Г.Бардов та ін./За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Вища школа, 1995. – с. 8–23, 48–87, 118–137.
6. Загальнодержавна програма "Питна вода України" на 2006–2020 роки Затв. Законом України за № 2455-IV від 3 березня 2005 р.
7. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", затверджений Постановою Верховної Ради України № 4004-XII від 24.02.1994 р.
8. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", затверджений Постановою Верховної Ради України від 25.06.1991 р.
9. Закон України "Про питну воду та питне водопостачання", затверджений Постановою Верховної Ради України № 2918-III від 01.01.2002 р.
10. Комунальна гігієна /Є.Г.Гончарук, В.Г.Бардов, С.І.Гаркавий, О.П.Яворовський та ін./За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – с. 5–15, 37–57, 327–378, 420–501.
11. Конституція України, прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28.06.1996 р.
12. Основи законодавства України про охорону здоров'я, затверджені Постановою Верховної Ради України № 2801-XII від 19.11.1992 р.
13. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти: монографія / В.О. Прокопов; за ред.. А.М.Сердюка. – К.: ВСВ "Медицина", 2016. – 400 с.
14. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджені Постановою Кабінету Міністрів України № 465 від 25.03.1999 р.
15. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. /І.І.Даценко, Р.Д.Габович. – Київ, Здоров'я, 2004. – с. 11–43.
16. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін.]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – с.10–26, 39–44, 114–159.

Література до Розділу 6. Забруднення літосфери, їх вплив на здоров'я. Охорона від забруднення

1. Б.Менаєв В. Переробка відходів в розвинених країнах світу. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.biowatt.com.ua/analitika/pererobka-vidhodiv-v-rozvinenih-krayinah-svitu/

2. Гігієна та екологія. Підручник /За редакцією В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – с.14–15.
3. ДСТУ 3041–95 "Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання й охорона води. Терміни та визначення".
4. Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни /Є. Г. Гончарук, Ю.І. Кундієв, В. Г. Бардов та ін./За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища школа, 1995. – с. 8–23, 48–87, 118–137.
5. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", затверджений Постановою Верховної Ради України № 4004-XII від 24.02.1994 р.
6. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", затверджений Постановою Верховної Ради України від 25.06.1991 р.
7. Комунальна гігієна. /Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий, О. П. Яворовський та ін./За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – с. 5–15, 37–57, 327–378, 420–501.
8. Конституція України, прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28.06.1996 р.
9. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – с.10–26, 39–44, 114–159.
10. Основи законодавства України про охорону здоров'я, затверджені Постановою Верховної Ради України № 2801-XII від 19.11.1992 р.
11. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти: монографія / В.О. Прокопов; за ред. А. М. Сердюка. – К. : ВСВ "Медицина", 2016. – 400 с.
12. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджені Постановою Кабінету Міністрів України № 465 від 25.03.1999 р.
13. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. /І.І. Даценко, Р.Д. Габович. – Київ, Здоров'я, 2004. – с. 11–43.
14. Ходарев О.В. Переробка твердих побутових відходів як фактор економічного розвитку України // Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка". 2011. № 11. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.rn.nayka.com.ua/?op=1&j=efektyvna-ekonomika&s=ua&z=1353.

Література до Розділу 7. Сонячна радіація. Взаємодія з магнітосферою та атмосферою Землі

1. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – с. 88–94.
2. Гігієна та екологія. Підручник / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – с. 34–59.
3. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – с. 445.
4. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник /Гончарук Є.Г., Кундієв Ю.І., Бардов В.Г. та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – с.144–157; С.193–239.
5. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – p. 16–22.
6. Hygiene and Ecology: textbook for students of higher medical educational establishment / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2009. – p. 32–46.
7. Hygiene and Ecology: textbook for students of higher medical educational establishment / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2018. – p. 32–46.

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

1. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – с. 88–94.
2. Гігієна та екологія. Підручник / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – с. 34–59.
3. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – с. 445.
4. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник /Гончарук Є.Г., Кундієв Ю.І., Бардов В.Г. та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – с.144–157; С.193–239.
5. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – p. 16–22.
6. Hygiene and Ecology: textbook for students of higher medical educational establishment / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2009. – p. 32–46.
7. Hygiene and Ecology: textbook for students of higher medical educational establishment / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2018. – p. 32–46.

Література до Розділу 9. Гігієнічне значення погоди. Гігієнічні аспекти профілактики геліометеотропних реакцій

1. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни. Підручник / Є. Г. Гончарук, Ю. І. Кундієв, В. Г. Бардов та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища школа, 1995. – С. 143–192.
2. Гелиометеотропные реакции человека / Никберг И. И., Ревуцкий Е. Л., Сакали Л. И. – К. : Здоров'я, 1986. – 144 с.

3. Бокша В. Г. Справочник по климатотерапии. – К. : Здоровье, 1989. – 208 с., ил.
4. Гігієна та екологія. Підручник. / За редакцією В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.106–121.
5. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред.. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – С. 85–88.
6. Общая гигиена: пропедевтика гигиены/ Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В. Г. Бардов и др.. – 2-е изд. Перераб и доп. – К. : Вища школа, 2000. – С. 177–217.
7. Даценко І. І., Габович Р. Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – 2-ге вид.: К. : Здоров'я, 2004. – С.124–140.

Література до Розділу 10. Гігієнічне значення клімату. Акліматизація

1. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни. Підручник / Є. Г. Гончарук, Ю. І. Кундієв, В. Г. Бардов та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища школа, 1995. – С. 143–192.
2. Гелиометеотропные реакции человека / Никберг И.И., Ревуцкий Е.Л., Сакали Л.И. – К. : Здоров'я, 1986. – 144 с.
3. Бокша В.Г. Справочник по климатотерапии. – К. : Здоровье, 1989. – 208 с., ил.
4. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред.. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – С. 85–88.
5. Общая гигиена: пропедевтика гигиены/ Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В. Г. Бардов и др.. – 2-е изд. Перераб. и доп. – К. : Вища школа, 2000. – С. 177–217.
6. Даценко І. І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – 2-ге вид.: – К. : Здоров'я, 2004. – С.124–140.

Література до Розділу 11. Гігієнічне значення природного та штучного освітлення, шуму, електромагнітного випромінювання в умовах населених місць

1. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін..]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
2. Гігієна та екологія. Підручник / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.178–209.
3. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.
4. Комунальна гігієна / Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий, О. П. Яворовський та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
5. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник /Гончарук Є.Г., Кундієв Ю.І., Бардов В.Г. та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С.157–162; С.488–490.
6. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В. Г. Бардов и др. – К. : Вища школа, 2000. – С. 242–254.
7. Державні будівельні норми України "Природне і штучне освітлення" ДБН В.2.5-28-2006. Мінбуд України. – Київ, 2006. – с. 80.
8. Федотова Т.А., Масич Д.А., Шепель Т.О. Вплив освітлення на продуктивність праці // Вісник Черкаського університету. 2016. № 4. С. 13–22.
9. Вплив електромагнітних полів (мобільні телефони, Wi-Fi мережі) на здоров'я людини. – 2014. Електронний ресурс – Режим доступу: https://www.bsmu.edu.ua/uk/news/digest/1930-vplyv-electromagnitnyh-poliv
10. billion people at risk of hearing loss WHO highlights serious threat posed by exposure to recreational noise. – 2015. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care
11. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 219–220, 608–609.
12. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 16–21.

Література до Розділу 12. Мікроклімат та його вплив на здоров`я. Шляхи та засоби оптимізації мікроклімату закритих приміщень

1. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін..]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
2. Гігієна та екологія . Підручник / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С. 71–105.
3. Комунальна гігієна / Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий, О. П. Яворовський та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 578–583.
4. Общая гигиена: пропедевтика гигиены /Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В. Г. Бардов и др. – 2-е изд. Перераб. и доп.– К. : Вища шк., 1999. – С. 217–236.
5. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. / І.І. Даценко, Р.Д. Габович, 2-ге видання. – К., 2004. – С. 98–124.
6. Гигиена. Р.Д.Габович, С.С.Познанский, Г.Х.Шахбазян. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1983. – С. 36–43.
7. Даценко І. І., Габович Р.Д. Основи загальної і тропічної гігієни. – К. : Здоров'я, 1995. – С. 22–36.

8. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. ДСН 3.3.6.042 – 99. Київ, 2000. – С.15.
9. Санітарні норми і правила СНиП 2.04.05–91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". – Киев – 1996. – 99 с.
10. Державні будівельні норми ДБН В.2.5–67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
11. Візір В.А., Буряк В.В. Захворювання, викликані дією на організм термічних факторів (тепла та холоду) / Навчально-методичний посібник до практичних занять з внутрішньої медицини (військова терапія) для студентів 5 курсу медичних факультетів Запоріжжя 2017. – 66 с.
12. Тимофеева Е.И., Федорович Г.В. Экологический мониторинг параметров микроклимата. 2005. – 68 с.
13. ГОСТ 30494–2011 Будівлі житлові і суспільні. Параметри мікроклімату в приміщеннях.
14. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 550–562.
15. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 26–29.

Література до Розділу 13. Гігієнічне значення атмосферного повітря, його денатурація, шляхи та засоби збереження природного складу

1. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін.]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
2. Гігієна та екологія . Підручник / За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.178–209.
3. Комунальна гігієна / Є.Г.Гончарук, В.Г.Бардов, С.І.Гаркавий, О.П.Яворовський та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
4. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.
5. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник /Гончарук Є.Г., Кундієв Ю.І., Бардов В.Г. та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С.157–162; С.488–490.
6. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В.Г.Бардов и др. – К. : Вища школа, 2000. – С. 242–254.
7. New report identifies four ways to reduce health risks from climate pollutants – 2015. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/reducing-climate-pollutants/ru/
8. Environments should improve not harm our health – 2016. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/commentaries/ environments-should-improve-our-health/ru/
9. Geneva, WHO: 2014. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/ru/
10. WHO: Ambient (outdoor) air quality and health: Fact sheet / Updated September 2016 Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru/
11. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 552–557.
12. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 36–40.

Література до Розділу 14. Гігієна ґрунту та очистки населених місць. Проблеми урбанізації

1. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін..]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
2. Комунальна гігієна / Є.Г.Гончарук, В.Г.Бардов, С.І.Гаркавий, О.П.Яворовський та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
3. Гігієна та екологія . Підручник / За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.178–209.
4. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.
5. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни: Підручник /Гончарук Є.Г., Кундієв Ю.І., Бардов В.Г. та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С.157–162; С.488–490.
6. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В.Г.Бардов и др. – К. : Вища школа, 2000. – С. 242–254.
7. Ходарев О.В. Переробка твердих побутових відходів як фактор економічного розвитку України // Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка". 2011. № 11. Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.m.nayka.com.ua/?op=1&j=efektyvna-ekonomika&s=ua&z=1353.
8. Менаєв В. Переробка відходів в розвинених країнах світу Електронний ресурс – Режим доступу: http://www.biowatt.com.ua/analitika/pererobka-vidhodiv-v-rozvinenih-krayinah-svitu/
9. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 454–472.
10. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 82–87.

Література до Розділу 15. Вода та здоров'я. Гігієнічне значення питної води

1. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти: монографія / В.О. Прокопов; за ред.. А.М.Сердюка. – К.: ВСВ "Медицина", 2016. – 400 с.
2. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін..]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
3. Гігієна та екологія . Підручник / За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.178–209.
4. Комунальна гігієна / Є.Г.Гончарук, В.Г.Бардов, С.І.Гаркавий, О.П.Яворовський та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
5. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.
6. ДСанПіН 2.2.4-400-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". Затв. Наказом МОЗ України за № 400 від 12.05.2010. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України за № 452/17747 від 1 липня 2010 р.
7. Закон України "Про питну воду та питне водопостачання". Затв. за № 16 від 2002 р.
8. Загальнодержавна програма "Питна вода України" на 2006–2020 роки Затв. Законом України за № 2455-IV від 3 березня 2005 р.
9. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 287–289, 413–442.
10. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 67–82.

Література до Розділу 16. Проблеми водопостачання населених місць. Гігієнічні вимоги та методи покращення якості питної води

1. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти: монографія / В.О. Прокопов; за ред.. А.М.Сердюка. – К.: ВСВ "Медицина", 2016. – 400 с.
2. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін..]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
3. Гігієна та екологія . Підручник / За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.178–209.
4. Комунальна гігієна / Є.Г.Гончарук, В.Г.Бардов, С.І.Гаркавий, О.П.Яворовський та ін.; За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 36–326.
5. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 792 с.
6. ДСанПіН 2.2.4-400-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". Затв. Наказом МОЗ України за № 400 від 12.05.2010. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України за № 452/17747 від 1 липня 2010 р.
7. Закон України "Про питну воду та питне водопостачання". Затв. за № 16 від 2002 р.
8. Загальнодержавна програма "Питна вода України" на 2006–2020 роки. Затв. Законом України за № 2455-IV від 3 березня 2005 р.
9. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 454–472.
10. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 82–87.

Література до Розділу 17. Гігієна лікувально-профілактичних закладів. Особливості планування, благоустрою та обладнання медичних закладів

Основна:

1. Гігієна та екологія/ За ред. В.Г.Бардова.- Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.474–493.
2. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 539–568.
3. Korobchanskiy V. A., Vorontsov M. P., Musulbas A. A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 175–185.
4. Гончарук Є. Г., Бардов В. Г., Гаркавий С. І., Яворовський О. П. та ін. Комунальна гігієна/За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 615–657.
5. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена.- Киев. 1983. – С. 277–308.
6. Даценко І. І., Габович р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. Навчальний посібник. К. : Здоров'я, 1999. – С. 466–608.
7. Загальна гігієна. Посібник до практичних занять. / І. І.Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л.Долошицький та ін. / За ред. І. І. Даценко.- Львів, 1992. – С. 223–247.

Додаткова:

1. Никберг И. И. Гигиена больниц. – К. : Здоров'я, 2000. – 261 с.
2. СанПиН 5179–9 санітарні правила улаштування, обладнання і експлуатації лікарень, пологових будинків і інших лікувальних стаціонарів. – М., 1990.
3. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я. ДБН В.2.2.-10-2001. – Київ: Держбуд України, 2001. – 164 с.

Література до Розділу 18. Внутрішньолікарняні інфекції, заходи їх профілактики. Гігієна праці медичних працівників

Основна:

1. Гігієна та екологія/ За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С. 474–493.
2. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 539–568.
3. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 175–185.
4. Гончарук Є.Г., Бардов В.Г., Гаркавий С.І., Яворовський О.П. та ін. Комунальна гігієна/За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 615–657.
5. Профилактика внутрибольничних инфекций/ Под ред.. С.И.Гаркавого, А.А.Шевченко. – Одесса: Пресс-курьер, 2015. – 240 с.
6. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена. – Киев. 1983. – С. 277–308.
7. Даценко І. І., Габович р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. Навчальний посібник. – К. : Здоров'я, 1999. – С. 466–608.
8. Загальна гігієна. Посібник до практичних занять. / І.І.Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л.Долошицький та ін. / За ред. І.І.Даценко. – Львів, 1992. – С. 223–247.

Додаткова:

1. Никберг И. И. Гигиена больниц. – К. : Здоров'я, 2000. – 261с.
2. СанПиН 5179-9. Санітарні правила улаштування, обладнання і експлуатації лікарень, пологових будинків і інших лікувальних стаціонарів. – М., 1990.
3. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я. ДБН В.2.2.-10-2001. – Київ : Держбуд України, 2001. – 164 с.

Література до Розділу 19. Актуальні питання гігієни праці

1. Гігієна та екологія. Підручник / За редакцією В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 720 с.
2. Гігієна праці: Підручник / Ю.І.Кундієв, О.П.Яворовський, А.М.Шевченко та ін.: за ред. акад. НАН України, НАМН України, проф.. Ю.І.Кундієва, чл.-кор.НАМН України, проф. О.П.Яворовського . – К. : ВСВ "Медицина", 2011. – 904 с.
3. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін.]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – 424 с.
4. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 582–598.
5. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 148–151, 162–165.

Література до Розділу 20. Шкідливі та небезпечні виробничі чинники, профілактика їх впливу

1. Гігієна та екологія. Підручник / За редакцією В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 720 с.
2. Гігієна праці: Підручник / Ю.І.Кундієв, О.П.Яворовський, А.М.Шевченко та ін.: за ред. акад. НАН України, НАМН України, проф.. Ю.І.Кундієва, чл.-кор.НАМН України, проф. О.П.Яворовського . – К. : ВСВ "Медицина", 2011. – 904 с.
3. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В.Г.Бардов, В.І.Федоренко, Е.М.Білецька та ін.]; за ред. В.Г.Бардова, В.І.Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – 424 с.
4. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 182–196.
5. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 123–146.
6. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 582–598.

Література до Розділу 21. Значення гігієни у вирішенні проблем охорони та зміцнення здоров'я дітей і підлітків

Основна:

1. Гігієна та екологія/ За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С. 391–413.
2. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 131–141.
3. Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни / Є.Г.Гончарук, Ю.І.Кундієв, В.Г.Бардов та ін. / За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С. 458–479.

4. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены / Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В.Г.Бардов и др. – К. : Вища шк., 2000. – С. 538–560.
5. Гігієна дітей та підлітків. Навчальний посібник/ За ред. М.М.Надворного. – Одеса: Прес-кур'єр, 2014. – 264 с.
6. Гігієна дітей та підлітків. / За ред. В.І.Берзіня. – К. : "Асканія", 2012. – 304 с.
7. Даценко І. І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – К. : Здоров'я, 1999. – С. 568–578, 605–607.
8. Даценко І. І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – К. : Здоров'я, 2004. – С. 524–534, 555–557.
9. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена. – К. : Вища школа. 1983. – С. 243–252, 275–276.
10. Загальна гігієна. Посібник до практичних занять / І.І.Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л.Долошицький та ін. / За ред. І.І.Даценко. – Львів : Світ, 2001. – С. 221–236.

Додаткова:

1. Гигиена детей и подростков // Под ред. В.Н.Кардашенко. – М.: Медицина, 1988. – С. 41–114, 487–503.
2. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене детей и подростков / В.И. Берзинь и др. – К. : Вища шк., 1989. – С. 20–69.
3. Сергета І.В, Бардов В.Г. Організація вільного часу та здоров'я школярів. – Вінниця : РВВ ВАТ "Віноблдрукарня", 1997. – 292 с.
4. Державні санітарні правила і норми по устаткуванню, утриманню загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу. ДСанПіН 5.5.2.008–01. – К., 2001. – 54 с.
5. Гігієна та екологія людини: навчальний посібник до практичних занять. /За ред. В. Я. Уманського. – Донецьк: "НОРД Комп'ютер", 2004. – С. 143–173.

Література до Розділу 22. Гігієна дитячих закладів. Вимоги до планування, благоустрою та оснащення дитячих закладів

Основна:

1. Гігієна та екологія/ За ред. В.Г.Бардова.- Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.413–433.
2. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 131–141.
3. Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни / Є.Г.Гончарук, Ю.І.Кундієв, В.Г.Бардов та ін. / За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : Вища шк., 1995. – С. 458–479.
4. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены / Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В.Г.Бардов и др. – К. : Вища шк., 2000. – С. 538–560.
5. Гігієна дітей та підлітків. Навчальний посібник/ За ред. М.М.Надворного. – Одеса: Прес-кур'єр, 2014. – 264 с.
6. Гігієна дітей та підлітків. / За ред. В.І. Берзіня. – К. : Асканія, 2012. – 304 с.
7. Даценко І. І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – К. : Здоров'я, 1999. – С. 568–578, 605–607.
8. Даценко І. І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – К. : Здоров'я, 2004. – С. 524–534, 555–557.
9. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена. – К. : Вища школа. 1983. – С. 243–252, 275–276.
10. Загальна гігієна. Посібник до практичних занять / І.І.Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л.Долошицький та ін. / За ред. І.І.Даценко. – Львів : Світ, 2001. – С. 221–236.

Додаткова:

1. Гигиена детей и подростков // Под ред. В. Н. Кардашенко. – М. : Медицина, 1988. – С. 41–114, 487–503.
2. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене детей и подростков / В.И.Берзинь и др. – К. : Вища шк., 1989. – С. 20–69.
3. Сергета І.В, Бардов В.Г. Організація вільного часу та здоров'я школярів. – Вінниця : РВВ ВАТ "Віноблдрукарня", 1997. – 292 с.
4. Державні санітарні правила і норми по устаткуванню, утриманню загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу. ДСанПіН 5.5.2.008-01. – К., 2001. – 54 с.
5. Гігієна та екологія людини: навчальний посібник до практичних занять. /За ред. В.Я. Уманського. – Донецьк: "НОРД Комп'ютер", 2004. – С. 143–173.

Література до Розділу 23. Харчування як фактор здоров'я, наукові основи раціонального харчування

1. Гігієна та екологія: підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 720 с.
2. Hygiene and ecology: textbook for students of higher medical educational establishments / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2009. – 688 p.
3. General nutrition: Study guide for the 4th accreditation level Medical School Students / edited by S.T. Omelchuk, O.V. Kuzminska. – Kyiv, 2016. – 146 p.

4. Гигиена и экология: учебник для студентов высших медицинских учебных заведений. – Винница : Нова Книга, 2008. – 720 с.
5. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В.І. Ципріян. – Кн.1 – 528 с.
6. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В. І. Ципріян. – Кн.2 – 544 с.
7. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
8. Fundamentals of Human Nutrition: for Students and Practitioners in the Health Sciences, 12th Edition /Catherine Geissler, Hilary Powers, – 2011, p. 47–177.
9. Nutrition at a Glance 1st Edition / Mary Barasi – 2014, p. 18–22.
10. Nutrition Counseling and Education Skills: A Guide for Professionals 7th Edition /Judith Beto, Betsy Holli, –2018, p. 3–24.
11. Clinical Nutrition Basics for Medical Students Paperback / Amanda Velazquez – 2014, 304 p.
12. Textbook of Clinical Nutrition and Functional Medicine, Vol. 1: Essential Knowledge for Safe Action and Effective Treatment (Inflammation Mastery & Functional Inflammology)/ Alex Vasqeuz – 2016, p. 50–64.
13. Nutrition in Public Health 4th Edition /Sari Edelstein, –2018.- p.183–225
14. Advanced Human Nutrition 3rd Edition / Denis M Medeiros, Robert E.C. Wildman, – 2010, 280 p.

Література до Розділу 24. Функції харчових речовин. Гігієнічні проблеми голодування та надлишкового харчування

1. Гігієна та екологія: підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 720 с.
2. Hygiene and ecology: textbook for students of higher medical educational establishments / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2009. – 688 p.
3. General nutrition: Study guide for the 4th accreditation level Medical School Students / edited by S.T. Omelchuk, O.V. Kuzminska. – Kyiv, 2016. – 146 p.
4. Гигиена и экология: учебник для студентов высших медицинских учебных заведений. – Винница : Нова Книга, 2008. – 720 с.
5. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В.І. Ципріян. – Кн.1 – 528 с.
6. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В.І. Ципріян. – Кн.2 – 544 с.
7. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
8. Fundamentals of Human Nutrition: for Students and Practitioners in the Health Sciences, 12th Edition /Catherine Geissler, Hilary Powers, – 2011, p. 47–177.
9. Nutrition at a Glance 1st Edition / Mary Barasi – 2014, p. 18–22.
10. Nutrition Counseling and Education Skills: A Guide for Professionals 7th Edition /Judith Beto, Betsy Holli, – 2018, p. 3–24.
11. Clinical Nutrition Basics for Medical Students Paperback / Amanda Velazquez – 2014, 304 p.
12. Textbook of Clinical Nutrition and Functional Medicine, Vol. 1: Essential Knowledge for Safe Action and Effective Treatment (Inflammation Mastery & Functional Inflammology) / Alex Vasqeuz – 2016, p. 50–64.
13. Nutrition in Public Health 4th Edition /Sari Edelstein, –2018.- p.183–225
14. Advanced Human Nutrition 3rd Edition / Denis M Medeiros, Robert E.C. Wildman, –2010, 280 p.

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

1. Гігієна та екологія: підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 720 с.
2. Hygiene and ecology: textbook for students of higher medical educational establishments / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2009. – 688 p.
3. General nutrition: Study guide for the 4th accreditation level Medical School Students / edited by S.T. Omelchuk, O.V. Kuzminska. – Kyiv, 2016. – 146 p.
4. Гигиена и экология: учебник для студентов высших медицинских учебных заведений. – Винница : Нова Книга, 2008. – 720 с.
5. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В.І. Ципріян. – Кн.1. – 528 с.
6. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В.І. Ципріян. – Кн.2. – 544 с.
7. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
8. Fundamentals of Human Nutrition: for Students and Practitioners in the Health Sciences, 12th Edition /Catherine Geissler, Hilary Powers, –2011, p. 47–177.
9. Nutrition at a Glance 1st Edition / Mary Barasi – 2014, p. 18–22.
10. Nutrition Counseling and Education Skills: A Guide for Professionals 7th Edition /Judith Beto, Betsy Holli, – 2018, p. 3–24.
11. Clinical Nutrition Basics for Medical Students Paperback / Amanda Velazquez– 2014, 304 p.
12. Textbook of Clinical Nutrition and Functional Medicine, Vol. 1: Essential Knowledge for Safe Action and Effective Treatment

(Inflammation Mastery & Functional Inflammology)/ Alex Vasqeuz – 2016, p. 50–64.
13. Nutrition in Public Health 4th Edition /Sari Edelstein, –2018.- p.183–225
14. Advanced Human Nutrition 3rd Edition / Denis M Medeiros, Robert E.C. Wildman, –2010, 280 p.

Література до Розділу 26. Гігієнічне значення вітамінів та мікроелементів

1. Гігієна та екологія: підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 720 с.
2. Hygiene and ecology: textbook for students of higher medical educational establishments / under the editorship of corresponding member of NAMS of Ukraine, prof. Bardov V.G. – Vinnytsia: Nova Knyha, 2009. – 688 p.
3. General nutrition: Study guide for the 4th accreditation level Medical School Students / edited by S.T. Omelchuk, O.V. Kuzminska. – Kyiv, 2016. – 146 p.
4. Гигиена и экология: учебник для студентов высших медицинских учебных заведений. – Винница : Нова Книга, 2008. – 720 с.
5. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В.І. Ципріян. – Кн.1. – 528 с.
6. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарова, В.І. Ципріян. – Кн.2. – 544 с.
7. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
8. Fundamentals of Human Nutrition: for Students and Practitioners in the Health Sciences, 12th Edition /Catherine Geissler, Hilary Powers. – 2011, p. 47–177.
9. Nutrition at a Glance 1st Edition / Mary Barasi. – 2014, p. 18–22.
10. Nutrition Counseling and Education Skills: A Guide for Professionals 7th Edition /Judith Beto, Betsy Holli, –2018, p. 3–24.
11. Clinical Nutrition Basics for Medical Students Paperback / Amanda Velazquez– 2014, 304 p.
12. Textbook of Clinical Nutrition and Functional Medicine, Vol. 1: Essential Knowledge for Safe Action and Effective Treatment (Inflammation Mastery & Functional Inflammology) / Alex Vasqeuz – 2016, p. 50–64.
13. Nutrition in Public Health 4th Edition /Sari Edelstein, –2018.- p.183–225
14. Advanced Human Nutrition 3rd Edition / Denis M Medeiros, Robert E.C. Wildman, –2010, 280 p.

Література до Розділу 27. Іонізуюче випромінювання як чинник навколишнього середовища та виробнича шкідливість

1. Радіаційна гігієна: підручник для лікарів-інтернів та лікарів-слухачів Мурашко В. О., Мечев Д .С., Бардов В. Г. та ін.. Вінниця : Нова Книга, 2013. – 376 с.
2. Гігієна та екологія . Підручник / За ред. В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.493–535.
3. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 639–650 с.
4. Радіаційна гігієна: Підручник /За редакцією В.Я.Уманського, С. Т. Омельчука. – Донецьк, 2009. – 143 с.
5. Ключников О.О., Носовський А.В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань.Навчальний посібник. Київ – 2007. – 255 с.
6. Мечев Д.С., Мурашко В.О., Коваленко Ю.М.. Застосування джерел іонізуючих випромінювань у медицині та попередження надмірного опромінення персоналу і пацієнтів. Навчальний посібник.– Київ, 2010.
7. Мащенко Н.П., Мурашко В.А. Радиационное воздействие и радиационная защита населения при ядерных авариях на атомных электростанциях. – Киев, 1992.
8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Київ ,1998.
9. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000).
10. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила 6.177–205–09–02. Київ-2005.
11. Гігієнічні вимоги до влаштування та експлуатації рентгенівських кабінетів і проведення рентгенологічних процедур. Державні санітарні норми і правила. ДСанПіН 6.6.3-150–2007. Київ-2007.
12. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів 137Cs і 90Sr у продуктах харчування та питній воді. Гігієнічний норматив. ГН 6.6.1.1–130–2006. Київ-2006.
13. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів 137Cs та 90Sr у рослинній лікарській сировині (субстанції), що використовується для виготовлення лікарських засобів". Затверджено Наказом МОЗ України № 240 від 08.-5.2008.
14. Radiation Protection and Safety of Radiation Sourses: International Basic Safety Standards //IAEA Safety Standards Series No. GSR – IAEA. Vienna – 2011/ – 303 p.
15. ICRP Publication 101. The optimisation of radiological protection: broadening the process. – . – New York: Pergamon Press.- 2006. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2–3).
16. ISRP Publication 103. Recommendation of the ICRP. – New York: Pergamon Press.- 2008. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2–4).
17. ICRP Publication 105. Radiological Protection in medicine. – New York: Pergamon Press.- 2008. – p.108 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/6).

Література до Розділу 28. Основи гігієнічного нормування іонізуючого випромінювання

1. Радіаційна гігієна: Підручник / [Мурашко В. О., Мечев Д. С., Бардов В. Г. та ін.] – Вінниця : Нова Книга . 2009, – 376 с.
2. Радіаційна гігієна: Підручник /За редакцією В.Я.Уманського, С.Т.Омельчука. – Донецьк, 2013. – 143 с.
3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001–98. Київ-1998.
4. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000).
5. НРБУ-97 Відповіді на запитання практики. Тлумачний та методичний посібник. Під ред. чл.-кор.АМН України, професора А.М.Сердюка. – Київ ,2004. – 160 с.
6. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила 6.177–205-09-02. Київ- 2005.
7. ICRP Publication 101. The optimisation of radiological protection: broadening the process. – New York: Pergamon Press. – 2006. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2–3).
8. ICRP Publication 103. Recommendation of the ICRP. – New York: Pergamon Press, 2008. – P. 104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2–4).
9. ICRP Publication 105. Radiological Protection in medicine. – New York: Pergamon Press, 2008. – P. 108 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/6).
10. ICRP Publication 60. Radiation protection 1990: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP) – New York: Pergamon Press, 1991. – 197 p. (МКРЗ Публікація N 60 – Рекомендації Міжнародної комісії з радіологічного захисту 1990 р.).
11. МКРЗ Публикация N 65. Защита от радона-222 в жилых помещениях и на рабочих местах. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 78 с.
12. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения. Серия изданий по безопасности N 115. – Вена : МАГАТЭ, 1997. – 382 с.

Література до Розділу 29. Санітарна охорона навколишнього середовища від радіоактивного забруднення як гігієнічна проблема

1. Радіаційна гігієна: Підручник / [Мурашко В. О., Мечев Д. С., Бардов В. Г. та ін.] – Вінниця : Нова Книга, 2009. – 376 с.
2. Радіаційна гігієна: Підручник / За редакцією В. Я.Уманського, С. Т. Омельчука. – Донецьк, 2013. – 143 с.
3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Київ-1998.
4. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000).
5. НРБУ-97 Відповіді на запитання практики. Тлумачний та методичний посібник. Під ред. чл.-кор.АМН України, професора А.М.Сердюка. Київ 2004. – 160 с.
6. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила 6.177-205-09-02. Київ- 2005.
7. ЕнергоАтом. Сучасний стан атомної енергетики. Перспективи. "Тиждень Відкритої Енергетики": Матеріали Міжнародного енергетичного форуму (м. Київ, 10 жовтня 2017 р.). URL.: https://vse.energy/docs/OEW-tarakanov.pdf.
8. "Енергоатом" у 2018 році збільшив дохід від реалізації електроенергії на 14% (за даними Інформаційного агенства УНІАН). URL.: https://economics.unian.ua/energetics/10407489-energoatom-u-2018-roci-zbilshiv-dohid-vid-realizaciji-elektroenergiji-na-14.html.
9. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения. Серия изданий по безопасности N 115. – Вена: МАГАТЭ, 1997. – 382 с.

Література до Розділу 30. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи для населення України

1. Радіаційна гігієна: підручник для лікарів-інтернів та лікарів-слухачів. Мурашко В. О., Мечев Д .С., Бардов В. Г. та ін.. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 376 с.
2. Гігієна та екологія . Підручник / За ред. В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С. 493–535.
3. Профілактична медицина / Даценко І. І., Габович Р.Д. – К.: Здоров'я, 2004. – 639–650 с.
4. Радіаційна гігієна: Підручник /За редакцією В.Я.Уманського, С.Т.Омельчука. – Донецьк, 2009. – 143 с.
5. Ключников О. О., Носовський А. В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань.Навчальний посібник. – Київ, 2007. – 255 с.
6. Мечев Д.С., Мурашко В.О., Коваленко Ю.М.. Застосування джерел іонізуючих випромінювань у медицині та попередження надмірного опромінення персоналу і пацієнтів. Навчальний посібник. – Київ, 2010.
7. Мащенко Н.П., Мурашко В.А. Радиационное воздействие и радиационная защита населения при ядерных авариях на атомных электростанциях. – Киев, 1992.
8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Київ-1998.
9. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000).
10. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила 6.177-205-09-02. Київ-2005.
11. Гігієнічні вимоги до влаштування та експлуатації рентгенівських кабінетів і проведення рентгенологічних проце-

дур. Державні санітарні норми і правила. ДСанПіН 6.6.3-150-2007. Київ-2007.
12. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів 137Cs і 90Sr у продуктах харчування та питній воді. Гігієнічний норматив. ГН 6.6.1.1-130-2006. Київ-2006.
13. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів 137Cs та 90Sr у рослинній лікарській сировині (субстанції), що використовується для виготовлення лікарських засобів". Затверджено Наказом МОЗ України № 240 від 08.05.2008.
14. Radiation Protection and Safety of Radiation Sourses: International Basic Safety Standards // IAEA Safety Standards Series No. GSR – IAEA. Vienna – 2011/ – 303 p.
15. ICRP Publication 101. The optimisation of radiological protection: broadening the process. – New York: Pergamon Press. – 2006. – p.104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2–3).
16. ISRP Publication 103. Recommendation of the ICRP. – New York: Pergamon Press.- 2008. – p. 104 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/2–4).
17. ICRP Publication 105. Radiological Protection in medicine. – New York: Pergamon Press.- 2008. – p. 108 (Annals of ICRP. – 2006. – V.37/6).

Література до Розділу 30. Гігієнічні основи тимчасового розміщення військових та цивільних формувань при надзвичайних ситуаціях

1. Гігієна та екологія: Підручник / За редакцією В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 720 с.
2. Hygiene and ecology. Manual/under the edit. of V. G. Bardov. – Vinnytsya: Nova Knyha, 2018. – C. 688.
3. Військова гігієна з гігієною при надзвичайних ситуаціях: Підручник / За редакцією К.О.Пашка. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2005. – 312 с.
4. Військова гігієна (загальні питання): підручник М.І.Хижняк, Л.І.Біденко, В.М. Якимець [та ін.]; за ред. проф.М.І.Хижняка – К. : УВМА, 2011. – 528 с.
5. Військова гігієна (гігієна праці в окремих видах та родах військ): підручник М. І. Хижняк, Л. І. Біденко, В.М. Якимець [та ін.]; за ред. проф. М. І. Хижняка. – К. : УВМА, 2011. – 402 с.
6. Загальна гігієна: Посібник для практичних занять / За загальною ред. Даценко І. І. – Львів : Світ, 2001. – 472 с., іл.
7. Беляков В.Д., Жук Е.Г. Военная гигиена и эпидемиология. – М., 1988. – 320 с.
8. Medicine of emergency situations [Text] : a textbook for students of higher medical educational establishments of IV level of accreditation / V. V. Chaplyk, P. V. Oliynyk, S. T. Omelchuk, V. V. Humenyuk. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2012. – 343 p.
9. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/books/Gig_ns.pdf

Література до Розділу 32. Гігієнічні особливості забезпечення водою військових та цивільних формувань при надзвичайних ситуаціях та в особливий період

1. http://eprints.kname.edu.ua/48445/1/2017%2088%D0%9B%20%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%92%2C%20%D0%A1%D0%9E%D0%92%28%D0%9C3%29.pdf
2. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/books/Gig_ns.pdf
3. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/books/Gig_ns.pdf
4. Hygiene and ecology. Manual/under the edit. of V. G. Bardov. –Vinnytsya: Nova Knyha, 2018. – C. 688.
5. Medicine of emergency situations [Text] : a textbook for students of higher medical educational establishments of IV level of accreditation / V. V. Chaplyk, P. V. Oliynyk, S.T. Omelchuk, V. V. Humenyuk. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2012. – 343 p.
6. Беляков В.Д., Жук Е.Г. Военная гигиена и эпидемиология. – М. – 1988. – 320 с.
7. Військова гігієна (гігієна праці в окремих видах та родах військ): підручник М.І.Хижняк, Л.І.Біденко, В.М. Якимець [та ін.]; за ред. проф. М.І.Хижняка – К. : УВМА, 2011. – 402 с.
8. Військова гігієна (загальні питання): підручник М.І.Хижняк, Л. І. Біденко, В. М. Якимець [та ін.]; за ред. проф. М. І. Хижняка – К. : УВМА, 2011. – 528 с.
9. Військова гігієна з гігієною при надзвичайних ситуаціях: Підручник / За редакцією К. О. Пашка. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2005. – 312 с.
10. Гігієна та екологія: Підручник / За редакцією В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.591–663.
11. Загальна гігієна: Посібник для практичних занять / За загальною ред. Даценко І. І. – Львів : Світ, 2001. – 472 с., іл.

Література до Розділу 33. Гігієна харчування у польових умовах при надзвичайних ситуаціях

1. Гігієна та екологія: Підручник / За редакцією В.Г.Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 720 с.
2. Hygiene and ecology. Manual/under the edit. of V.G. Bardov. –Vinnytsya: Nova Knyha, 2018. – C. 688.
3. Військова гігієна з гігієною при надзвичайних ситуаціях: Підручник / За редакцією К. О. Пашка. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2005. – 312 с.
4. Військова гігієна (загальні питання): підручник М.І.Хижняк, Л.І.Біденко, В.М. Якимець [та ін.]; за ред. проф. М.І.Хижняка – К. : УВМА, 2011. – 528 с.
5. Військова гігієна (гігієна праці в окремих видах та родах військ): підручник М.І.Хижняк, Л.І.Біденко, В.М. Якимець [та ін.]; за ред. проф. М.І.Хижняка – К. : УВМА, 2011. – 402 с.

6. Загальна гігієна: Посібник для практичних занять / За загальною ред. Даценко І. І. – Львів : Світ, 2001. – 472 с., іл.
7. Беляков В.Д., Жук Е.Г. Военная гигиена и эпидемиология. – М. – 1988. – 320 с.
8. Medicine of emergency situations [Text]: a textbook for students of higher medical educational establishments of IV level of accreditation / V. V. Chaplyk, P. V. Oliynyk, S. T. Omelchuk, V. V. Humenyuk. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2012. – 343 p.
9. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/books/Gig_ns.pdf

Література до Розділу 34. Гігієна праці при ліквідації наслідків надзвичайних станів

1. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/books/Gig_ns.pdf
2. Hygiene and ecology. Manual/under the edit. of V. G. Bardov. – Vinnytsya: Nova Knyha, 2018. – С. 688.
3. Medicine of emergency situations [Text] : a textbook for students of higher medical educational establishments of IV level of accreditation / V. V. Chaplyk, P. V. Oliynyk, S. T. Omelchuk, V. V. Humenyuk. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2012. – 343 p.
4. Беляков В.Д., Жук Е.Г. Военная гигиена и эпидемиология. – М. – 1988. – 320 с.
5. Військова гігієна (гігієна праці в окремих видах та родах військ): підручник М. І. Хижняк, Л. І. Біденко, В.М. Якимець [та ін.]; за ред. проф. М. І. Хижняка – К. : УВМА, 2011. – 402 с.
6. Військова гігієна (загальні питання): підручник М. І. Хижняк, Л. І. Біденко, В.М. Якимець [та ін.]; за ред. проф. М. І. Хижняка. – К. : УВМА, 2011. – 528 с.
7. Військова гігієна з гігієною при надзвичайних ситуаціях: Підручник / За редакцією К. О. Пашка. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2005. – 312 с.
8. Гігієна та екологія: Підручник / За редакцією В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – С.591 – 663.
9. Загальна гігієна: Посібник для практичних занять / За загальною ред. Даценко І. І. – Львів : Світ, 2001. – 472 с., іл.

Література до Розділу 35. Здоровий спосіб життя та особиста гігієна

1. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 729–735.
2. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 143–147.
3. Гігієна та екологія. Підручник / За редакцією В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 720 с.
4. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / [В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін.]; за ред. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – 424 с.

Література до Розділу 36. Шкідливі звички як загроза здоров'ю людини, їх профілактика

1. Environmental Health. From global to local / Under Howard Frumkin edition. – Third edition. – San-Francisco, 2016. – P. 729–735.
2. Korobchanskiy V.A., Vorontsov M.P., Musulbas A.A. Hygiene and Ecology. – Kharkov, 2006. – P. 16–21, 143–147.
3. Гігієна та екологія. Підручник / За редакцією В. Г. Бардова. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 720 с.

Література до Розділу 37. Особливості гігієнічного забезпечення населення в тропічних регіонах (організація місць проживання)

1. Dragcevic, Z., Vujasinovic, E., & Hursa Sajatovic, A. (2017). Multifunctional design of footwear for hot environment condition. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 254, 232003. https://doi.org/10.1088/1757–899x/254/23/232003
2. Introduction to Permaculture. Bill Mollison and Reny Mia Slay. Tagari Publishers, Tyalgum, Australia.1991. 198pp
3. Koppen_World_Map_Hi-Res.png: Peel, M. C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A. (University of Melbourne) derivative work: Me ne frego [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons.
4. Köppen World Map High Resolution.png: Peel, M.C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A.(University of Melbourne) derivative work: Me ne frego [CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons
5. Linowes, Richard & Brown Hupert, Mollie. (2006). The tropical waste dilemma: Waste management in Panama. International Journal of Emerging Markets. 1. 225–234. 10.1108/17468800610674453
6. P. Mal, A. Ghosh, A. Majumdar, and D. Banerjee, "Engineering of knitted cotton fabrics for optimum comfort in a hot climate," Fibres Textiles Eastern Eur., vol. 24, no. 2, pp. 102–106, 2016, doi: 10.5604/12303666.1191434
7. Reiner, R. C., Smith, D. L., & Gething, P. W. (2014). Climate change, urbanization and disease: summer in the city…. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 109(3), 171–2.
8. Urbanization in Africa // African Development Bank URL: https://www.afdb.org/en/blogs/afdb-championing-inclusive-growth-across-africa/post/urbanization-in-africa-10143/ (дата обращения: 12.02.2019).

9. World map torrid // URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_map_torrid.svg#/media/File:World_map_torrid.svg (дата звернення: 12.02.2019).
10. Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт): матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 11 квітня 2018 року. – Харків, 2018
11. Ф.А.Брокгауз, И.А.Ефрон. Энциклопедический Словарь Ф.А.Брокгауза и И.А.Ефрона. – СПб., 1907.

Література до Розділу 38. Гігієнічні вимоги до води і водопостачання та харчування, пов'язані з особливостями тропічних регіонів

1. Disabled World. (2018/11/26). https://www.disabled-world.com/fitness/metabolism/ Human Metabolism: Facts and General Information. Retrieved 2019–03–06, from https://www.disabled-world.com/fitness/metabolism/
2. Drinking-water // World Health Organization URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water (дата звернення: 15.03.2019).
3. Guidelines for Drinking-Water Quality: Fourth Edition Incorporating the First Addendum. Geneva: World Health Organization; 2017. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK442376/
4. Lal, R. (1995). Sustainable management of soil resources in the humid tropics. Tokyo: United Nations University Press.
5. Ubomba-Jaswa, E., Navntoft, C., Polo-López, M., Fernandez-Ibanez, P., & Mcguigan, K. (2009). Solar disinfection of drinking water (SODIS): An investigation of the effect of UV-A dose inactivation efficiency. Photochemical & photobiological sciences : Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology (Vol. 8). https://doi.org/10.1039/b816593a
6. Water Safety Plans / Annette Davison, Guy Howard, Melita Stevens, Phil Callan, Jamie Bartram и др. – Geneva, Switzerland: Printing and Binding Service WHO, 2005.
7. WHO, Water Sanitation Health, Facts and Figures on Water Quality and Health. [Last cited on 2017 Jan 30]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/facts_figures/en/index.html
8. WHO | 3. Global and regional food consumption patterns and trends // World Health Organization URL: https://www.who.int/nutrition/topics/3_foodconsumption/en/#diet3.2 (дата звернення: 15.02.2019).
9. Гончарук Є.Г., Бардов В.Г., Гаркавий С.І., Яворовський О.П. та ін. Коммунальная гигиена/За ред. Є.Г.Гончарука. – К. : "Здоров'я", 2006. – С. 45–351
10. Назаренко І. І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Грунтознавство. Підручник. – Чернівці : Книги-XXI, 2004. – 400 с.
11. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. С 40 пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.

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 Myriad 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

B-10.125/2

www.nk.in.ua
20231 071 28543
NK PUBLISHERS