

**331.4**  
**Г 463**

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія

---



**О. О. Троїцька**  
**Н. В. Беренда**  
**К. В. Бєлоконь**  
**Є. А. Манідіна**

## **ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ УМОВ ПРАЦІ ТА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**

**Навчально-методичний посібник**

*для студентів ЗДІА  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та  
спеціальності 263 «Цивільна безпека»  
всіх форм навчання*

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія

*Затверджено до друку  
рішенням науково-методичної ради ЗДІА  
протокол № 11 від 18.12.2018 р.*

## **ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ УМОВ ПРАЦІ ТА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**

**Навчально-методичний посібник**

*для студентів ЗДІА  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та  
спеціальності 263 «Цивільна безпека»  
всіх форм навчання*

*Рекомендовано до видання  
на засіданні кафедри ПЕОП  
протокол № 6 від 04.12.2018 р.*

Запоріжжя  
ЗДІА  
2019

УДК 331.4  
Г 463

*О. О. Троїцька, доц. каф. ПЕОП, канд. біолог. наук, с. н. с.  
Н. В. Беренда, доц. каф. ПЕОП, канд. техн. наук, доцент  
К. В. Белоконь, доц. каф. ПЕОП, канд. техн. наук, доцент  
Є. А. Манідіна, доц. каф. ПЕОП, канд. техн. наук*

**Відповідальний за випуск:** *завідувач кафедри прикладної екології та охорони праці, проф. ЗДІА, канд. техн. наук, доцент  
Г. Б. Кожемякін.*

**Рецензенти:**

**І. В. Ліхасенко,** *доцент кафедри пропедевтики внутрішніх хвороб Запорізького державного медичного університету (ЗДМУ), канд. медич. наук, доцент;*

**О. Г. Добровольська,** *доцент кафедри міського будівництва та господарства ЗДІА, канд. техн. наук.*

Г 463 **Гігієнічне** нормування умов праці та стану довкілля: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та спеціальності 263 «Цивільна безпека» всіх форм навчання / Троїцька О. О., Беренда Н. В., Белоконь К. В., Манідіна Є. А.; Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2018. – 234 с.

У навчально-методичному посібнику для студентів ЗДІА всіх форм навчання за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та за спеціальністю 263 «Цивільна безпека» на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти викладено методичні матеріали щодо опанування лекційного і практичного курсу з дисципліни «Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля». Наведено лекційний матеріал, практичні завдання та теми для самостійної роботи з метою допомоги у засвоєнні знань з гігієнічного нормування умов праці та стану довкілля. Навчально-методичний посібник призначений сприяти самоорганізації студентів під час опрацювання лекційного учбового матеріалу і набуттю практичних навичок у рамках встановленої програми навчального процесу.

## ЗМІСТ

|  |     |
|--|-----|
| ВСТУП .....  | 5   |
| Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ .....   | 6   |
| Підрозділ 1.1 Загальні поняття, методи досліджень та основні закони гігієни. Поняття про гігієнічний норматив .....  | 6   |
| 1.1.1 Мета, завдання і особливості гігієни. Історія виникнення, основні етапи розвитку та сучасний стан гігієни .....  | 6   |
| 1.1.2 Методи гігієнічних досліджень .....  | 10  |
| 1.1.3 Закони та основні закономірності гігієни .....   | 13  |
| 1.1.4 Загальні положення гігієнічного нормування. Поняття про гігієнічний норматив... 25   |     |
| Підрозділ 1.2 Гігієнічне нормування умов праці .....   | 32  |
| 1.2.1 Гігієна праці, її значення. Гігієнічні заходи щодо оздоровлення виробничого середовища, оптимізації умов праці людини .....  | 32  |
| 1.2.2 Гігієнічні норми, що регулюють умови праці .....   | 38  |
| 1.2.3 Поняття і класифікація професійних захворювань .....   | 42  |
| 1.2.4 Класифікація та нормування шкідливих речовин в повітрі робочої зони .....  | 50  |
| 1.2.5 Гігієнічне нормування шуму та вібрації .....   | 58  |
| 1.2.6 Мікроклімат виробничих приміщень та його гігієнічне нормування .....   | 67  |
| 1.2.7 Гігієнічне нормування освітлення .....   | 76  |
| Підрозділ 1.3 Гігієнічне нормування стану довкілля .....   | 82  |
| 1.3.1 Гігієнічне значення складових біосфери .....   | 82  |
| 1.3.2 Гігієна навколишнього середовища і закономірності впливу його факторів на людину .....   | 86  |
| 1.3.3 Адаптація та акліматизація людини. Адаптаційні фактори .....   | 91  |
| 1.3.4 Наслідки впливу на організм людини поллютантів-ксенобіотиків. Поняття про імунітет людини. Захворювання мешканців міст .....   | 98  |
| 1.3.5 Погода, клімат і мікроклімат з точки зору гігієнічного нормування .....  | 109 |
| 1.3.6 Гігієнічне нормування фізичних та хімічних властивостей атмосферного повітря .....   | 117 |
| 1.3.7 Радіоактивність та її гігієнічне нормування .....  | 124 |
| 1.3.8 Гігієна води та водопостачання .....   | 127 |
| 1.3.9 Гігієнічна оцінка санітарного стану ґрунту. Хімічне забруднення довкілля пестицидами .....   | 135 |
| Розділ 2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ .....  | 139 |
| Практична робота 2.1. Класифікація умов і характеру праці за ступенем шкідливості й небезпечності, тяжкості та напруженості. Гігієна праці та мікроклімат виробничого приміщення. МОП (міжнародна організація праці) ..... | 139 |
| Практична робота 2.2 Загальна оцінка комфортності навколишнього середовища з урахуванням різних факторів впливу. Експозиція факторів навколишнього середовища. Біомаркери .....  | 153 |
| Практична робота 2.3 Нообіогеоценоз. Мутагенез. Комутагени. Генетичний тягар людини. Природні та штучні антимутагени .....   | 165 |
| Практична робота 2.4 Екологічно залежні захворювання. Бериліоз, меркуріоз і кадміоз, сатурнізм. Наслідки застосування пестицидів .....   | 172 |
| Практична робота 2.5 Психоактивні речовини. Негативні наслідки токсикоманії та наркоманії. Методи виведення шкідливих речовин з організму людини .....   | 180 |
| Практична робота 2.6 Гігієнічна оцінка освітлення виробничих приміщень .....   | 186 |
| Практична робота 2.7 Нормування та оцінка дії суміші забруднюючих речовин на організм людини .....   | 201 |

|   |     |
|---|-----|
| Практична робота 2.8 Нормування і оцінка забруднення атмосферного повітря населених пунктів .....                   | 203 |
| Практична робота 2.9 Нормування та розрахунок необхідної міри очищення стічних вод за вмістом зважених речовин..... | 210 |
| Практична робота 2.10 Нормування та визначення концентрацій забруднюючих речовин в ґрунті.....                      | 213 |
| Розділ 3 Самостійна робота студента .....   | 217 |
| 3.1 Назви тем рефератів .....   | 217 |
| 3.2 Питання для самостійного опрацювання .....  | 218 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....  | 220 |
| Додаток А.....  | 224 |
| Додаток Б.....  | 226 |

## ВСТУП

Вивчення дисципліни «Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля» у вищій школі при підготовці фахівців з захисту навколишнього середовища та цивільної безпеки має на меті засвоєння основ впливу окремих чинників довкілля та їх комплексів на здоров'я і життєдіяльність популяцій, розроблення шляхів підвищення рівня здоров'я та соціально-трудового потенціалу населення, розроблення науково-обґрунтованих нормативів корекції відповідних компонентів систем життєзабезпечення з урахуванням прогнозів та аналізу антропоєкологічного напруження. За даними ВООЗ, 80% хвороб спричинені саме станом екологічного напруження.

Гігієна є саме тією профілактичною наукою, котра зосереджує увагу на оцінці умов довкілля, що впливають на здоров'я людей, на розробленні критеріїв якості довкілля та на науковому обґрунтуванні оптимальних для людини параметрів навколишнього середовища, що є основою гігієнічного нормування. На основі отриманих даних розробляються норми та заходи щодо усунення або ослаблення шкідливо діючих факторів, а також оздоровлення умов праці, життя і зміцненню здоров'я.

Метою викладання дисципліни «Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля» майбутнім спеціалістам з захисту навколишнього середовища та цивільної безпеки, є формування знань щодо пізнання закономірностей взаємодії людини з довкіллям, впливу останнього на збереження здоров'я, пристосування людського організму до техногенних змін навколишнього середовища, визначення гігієнічних засад оптимального існування людини в екологічно небезпечному техногенному середовищі.

Завданням навчальної дисципліни є вивчення основ гігієнічного нормування умов праці та стану довкілля на базі впливу різноманітних чинників довкілля на людину, яка є складною, самоорганізованою, саморегульованою системою, функціонування якої значною мірою залежить від її взаємодії із навколишнім середовищем; формування системи наукових знань і професійних умінь у сфері гігієнічного нормування умов праці і стану довкіллям.

Навчально-методичний посібник «Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля», написаний згідно з навчальним планом, включає перелік тем, необхідних майбутнім фахівцям.

Наведена проблематика є актуальною і має теоретичне і практичне значення для підготовки професійних і компетентних спеціалістів з захисту навколишнього середовища та цивільної безпеки.

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ**

### **Підрозділ 1.1 Загальні поняття, методи досліджень та основні закони гігієни. Поняття про гігієнічний норматив**

#### **1.1.1 Мета, завдання і особливості гігієни. Історія виникнення, основні етапи розвитку та сучасний стан гігієни**

Гігієна - наука, що вивчає вплив факторів навколишнього середовища на стан здоров'я населення з метою зменшити їх негативний вплив шляхом проведення профілактичних заходів.

Метою даної науки є розробка комплексних профілактичних заходів, здатних забезпечити людині нормальне існування в навколишньому середовищі та позбавляти людину від небажаних недуг. Тобто попередження розвитку шкідливих бактерій, вірусів, грибків навколо людей, забезпечення останніх повною інформацією про те, як зберегти в здоровому стані своє тіло, житло, залишити недоторканим здоров'я.

Відповідно до поставленої мети, гігієна спрямована на вирішення наступних завдань:

- вивчити вплив факторів біотичного і абіотичного середовища, а також соціальних факторів на здоров'я і стан людини, включаючи його психоемоційну сферу. І на основі отриманих даних розробити комплекс оздоровчих заходів, здатних обмежити або усунути цей вплив;
- розробити методи підвищення стійкості, опірності людського організму різним чинникам;
- розглянути вплив патогенних мікроорганізмів на людей і створити комплекс заходів по боротьбі з ними.

Гігієна людини - це в першу чергу профілактика, попередження, усунення заздалегідь можливих неприємностей.

З розвитком знань про гігієнічне нормування в даній науці з'явилися розділи, які вивчають будь-які певні фактори впливу на людину. Так, можна виділити кілька основних галузей гігієни.

Загальна - спрямована на формування комплексу протиепідеміологічних заходів, вакцинації населення від впливу недуг під впливом зовнішнього навколишнього середовища.

Комунальна гігієна - вивчає безпосередній вплив житлових умов в різних населених пунктах на здоров'я людини. Так, сюди можна віднести гігієну ґрунту, води, повітря, населених місць, жител і будівель громадського користування.

Гігієна харчування. Ця галузь спрямована на вивчення впливу якості та кількості їжі на збереження нормальної життєздатності та здоров'я людей. Саме співробітники відділів гігієни харчування здатні корелювати спосіб життя людини з необхідною кількістю калорій, а також розробити дієтологічні заходи щодо попередження різних захворювань (ожиріння, анорексія, булімія,

цукровий діабет та інші).

Гігієна праці зіставляє умови роботи людини і стан здоров'я, а також взаємовплив цих показників.

Гігієна дітей та підлітків. Особлива галузь, так як спрямована на формування знань про важливість профілактичних заходів саме у школярів і дошкільнят. Вони першими дізнаються, що вивчає наука гігієна, навіщо вона потрібна і яка користь в ній міститься.

Крім перерахованих, існує ще цілий ряд різних розділів даної дисципліни: радіаційна; воєнна; спортивна; транспортна; космічна; лікарняна; курортна; психогігієна; особиста; гігієна села тощо

Особливо щільний контакт мають гігієна та екологія людини. Адже об'єкт першої - людина, а предмет вивчення другої - навколишнє середовище. Так як люди знаходяться в постійному і безперервному тісному контакті з природою, то і науки, позначені вище, не можуть не взаємодіяти. Так, наприклад, гігієною визначені норми гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин, газів, домішок у повітрі. Екологія же спирається на ці показники при підрахунку і характеристиці якості атмосфери.

Особливості гігієни:

- в центрі уваги гігієни здорова людина (у лікувальній медицині - хвора людина);

- гігієна розробляє заходи, пов'язані з великими колективами, об'єднаними загальними умовами роботи або навчання (лікувальна медицина - допомога індивідуальна).

У процесі життя організм людини піддається позитивному і негативному впливу безлічі безупинно мінливих чинників навколишнього середовища. Фактори навколишнього середовища поділяють на 4 групи:

- хімічні чинники - хімічні сполуки, що входять до складу повітря, води, ґрунту, їжі або домішок до них. Недостатній або надмірний їх вміст може слугувати причиною захворювання (нестача йоду в їжі призводить до порушення функцій щитовидної залози; неолік кисню в повітрі викликає кисневе голодування);

- фізичні фактори - температура, вологість і швидкість руху повітря, атмосферний тиск, сонячна радіація, шум, вібрація та інші (висока температура повітря може викликати перегрів організму і тепловий удар; інтенсивний шум - ураження органів слуху і глухоту);

- біологічні фактори - бактерії, віруси, гельмінти, гриби та ін. Проникаючи в організм через дихальні шляхи, травний тракт або шкіру, вони можуть бути причиною захворювань;

- психогенні фактори - слово, мова, лист. Викликаючи у людині емоції, сильно впливають на організм. І. Павлов відносив слово до найсильніших подразників.

Дія всіх перерахованих факторів на людський організм пов'язана з умовами трудової діяльності, характером харчування, житлово-побутовими та іншими соціально-гігієнічними умовами.

Одним із завдань гігієни є обґрунтування гігієнічних нормативів факторів

навколишнього середовища.

Історія розвитку гігієни сягає своїм корінням глибоко в минуле. Адже ще в стародавньому світі мали місце перші ознаки турботи про збереження здоров'я і про важливість забезпечення чистоти і порядку. Можна виділити кілька основних історичних центрів, в яких зароджувалися основи гігієни. Так, наприклад, у Стародавній Індії був прийнятий ряд важливих законів. У них відбивалися основні правила особистої та громадської гігієни (прибирання сміття з вулиць, поховання трупів для запобігання поширенню інфекцій, утримання тіла в чистоті і тому подібне).

Практично ті ж самі правила входили в зміст державних законів у стародавніх греків, єгиптян, китайців, іудеїв, римлян. Всі ці народи зобов'язані були дотримуватися таких правил: статеві гігієна; особисті правила збереження тіла в чистоті; дотримання харчового режиму; ізоляція хворих людей від здорових; сонячні ванни; лікувальна гімнастика та інше.

Стародавня Греція славилася своїми гарними людьми. Адже саме на це робили основний упор жителі Еллади. Фізичний розвиток і підтримання сили, натренованості і краси тіла - все це було дуже важливо для кожного елліна. Основними правилами гігієни в цей період були: здорове і нормальне харчування; фізична краса тіла; вправи і тренування для розвитку сили і м'язів.

Все це знайшло відображення в працях великого філософа, медика, вченого і мислителя того часу Гіппократа. У своїй роботі «Про повітря, воду та ґрунти» він ясно дає зрозуміти, що вважає дуже важливими факторами для підтримки нормального стану здоров'я людини саме перелічені фактори. Також він вважав, що навіть звичайна вода і повітря здатні вилікувати від недуг, якщо є чистими, цілющими. Ще одна його праця – «Про здоровий спосіб життя» - також підтверджує, наскільки велике значення вже в той час надавалося правилам гігієни і елементарній санітарній обробці.

Гігієна в середні віки. Історія розвитку гігієни в цей період, як і становлення всіх інших наук, зазнавала застій. У багатьох країнах вважалося непристойним митися і очищати свій одяг і житло, люди вільно викидали нечистоти прямо з вікон будинків на вулиці міста. У ці періоди лютують епідемії таких хвороб, як чума, черевний тиф, туберкульоз, холера і таке подібне.

Лише в небагатьох державах (Османська імперія, Китай, Японія, Київська Русь) як і раніше приділяється належна увага чистоті. Лазні, хаммами, купальні - все це були споруди для обмивання тіла.

Проте практично вся Європа потерпала від антисанітарних умов. Мали місце масові зараження сифілісом, хворобами очей, віспою, тифом. Всюди велися війни, був міцний феодалізм і кріпацтво.

Розвиток гігієни як науки в XV-XVII століттях. Починаючи з XV століття в багатьох країнах став потроху оживати інтерес до гігієни. Знову з'являються водопроводи, вулиці викладаються каменем, нечистоти зливаються в спеціально відведені місця. Обмивання більше не вважалося проявом дурості. Навпаки, з'явилися ванни, які наповнювалися запашною водою. Всюди стали

варити мило з додаванням ароматичних олій.

Кількість епідемій скоротилася, проте обстановка все одно залишалася ще вкрай несприятливою. Першою людиною того часу, яка наважилася теоретично обґрунтувати важливість гігієни, став італієць Бернардіно Рамаццині. Саме він створив працю «Міркування про хвороби ремісників», в якому показав залежність здоров'я людей від стану навколишнього середовища.

XVIII-XIX століття в історії гігієни. Історія розвитку науки гігієни в даний період різко набирає обертів. Адже починають будуватися численні міста, інфраструктура зазнає змін. Люди боялися спалахів епідемій, тому ретельно стежили за чистотою і вчасно ізолювали хворих.

Саме в цей період починають розвиватися такі науки, як фізика, хімія, біологія, мікробіологія. Це накладає свій відбиток і на гігієну. Тепер здоров'я людини розглядається тільки в комплексі зі станом навколишнього середовища, невіддільне від нього. Вивчається вплив повітря, складу ґрунту, якості питної води, харчування, дотримання чистоти та особистої гігієни на загальний фізичний стан людини. Сучасна наука своїм виникненням може бути зобов'язана німецькому лікарю Петтенкоферу. Він першим відкрив факультет гігієни при кафедрі в Мюнхенському університеті, тому по праву вважається батьком даної дисципліни.

Історичне минуле гігієни в Україні. Високою санітарною культурою для свого часу відзначалася Київська Русь. В «Історії» Геродота (485 – 425 рр. до н. е.) містяться відомості про те, що в ній були відомі парові лазні, милоподібні речовини, використання з дезінфекційною метою сірки, техніка бальзамування. У рукописних та інших джерелах, що дійшли до наших днів і в яких описаний побут населення Древньої Русі, відзначається увага, яку приділяли питанням гігієни. Онучці Володимира Мономаха Євпраксії (XII ст.) належить медичний трактат, який містив 29 розділів (у тому числі «Про спосіб життя в різні пори року», «Про їжу, питво, сон і спокій», «Про лазню» тощо). В XI – XV ст. у Києві, Суздалі, Новгороді та інших містах були дерев'яні бруківки, в деяких монастирях (Троїцько-Сергіївському, Києво-Печерському, Соловецькому та ін.) і містах (Новгород, Псков) діяли водопроводи. В «Житті Феодосія Печерського» (автором якого вважається Нестор - літописець) є свідчення того, що вже в XI – XII ст. при Києво-Печерському монастирі у Києві існувала одна з перших лікарень (лікарня Феодосія). В цьому ж документі вказується на те, що поряд з наданням медичної допомоги ченцями монастиря приділялась велика увага санітарним питанням повсякденного побуту, харчування, використанню питної води, видаленню покидьків тощо. До наших часів у ближніх печерах збереглася мумія одного з найвідоміших і шанованих ченців-медиків Києво-Печерського монастиря преподобного Агапіта (початок XII ст.).

Розвиток профілактичного напрямку медицини в період середньовіччя та допромислового капіталізму пов'язаний із заснуванням академій та іменами відомих учених-просвітителів і лікарів з України, таких як Юрій Котермак-Дрогобич, Петро Могила, Данило Самойлович, Хома Борсук-Мойсеев та ін. Так, ще в 1593 р. в м. Замості на Львівщині була заснована академія, у складі

чотирьох факультетів якої був і медичний. Замоїська академія підтримувала тісні зв'язки з медичним факультетом Падуанського університету в Італії, спільно з яким, зокрема, вивчала вплив житлово-побутових умов на захворюваність гуцулів гірських районів Галичини.

Історія розвитку гігієни в Україні йшла своїм, особливим шляхом. Приблизно на 300 років раніше, ніж це сталося в Європі, в Україні вже віддавали належне як практичній, так і експериментальній гігієні. Видатними вченими, які внесли великий вклад у розвиток цієї науки, стали: Пірогов; Мудров; Захар'їн; Доброславін; Ерісман; Хлопін; Нікольській; Осіпов; Белоусов; Соловйов і багато інших. Найбільш інтенсивний розвиток отримала гігієна в XIX-XX століттях. Саме тоді були визначені захворювання і недуги людини, які пов'язані з довкіллям.

Сучасний етап розвитку гігієни характеризується зростанням її ролі в загальній системі заходів щодо збереження і зміцнення здоров'я населення. Основним завданням наступних наукових досліджень і практичної санітарної діяльності є глибоке і всебічне вивчення характеру і закономірностей комплексного впливу чинників навколишнього середовища і способу життя на здоров'я людини в умовах науково-технічного прогресу. При цьому основну увагу слід приділяти проблемам регламентації загального впливу чинників навколишнього середовища різної природи, обґрунтуванню і впровадженню рекомендацій з особистої гігієни і здорового способу життя, урбанізації екології, ефективності первинної профілактики найпоширеніших захворювань, розробці основ сучасної теорії гігієни, удосконаленню професійної підготовки лікарів-гігієністів.

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. На оцінці чого зосереджує увагу гігієна?*
- 2. Що вивчає гігієна як наука?*
- 3. Яка мета гігієнічних досліджень?*
- 4. На вирішення яких завдань спрямована гігієна?*
- 5. Які основні галузі гігієни можна виділити?*
- 6. Які особливості гігієни?*
- 7. Яка історія розвитку гігієни?*
- 8. Яке історичне минуле гігієни в Україні?*
- 9. Чим характеризується сучасний етап розвитку гігієни?*
- 10. Яким проблемам слід приділяти основну увагу сучасним гігієнічним дослідженням?*

### **1.1.2 Методи гігієнічних досліджень**

Метою гігієнічних досліджень є не лише визначення закономірностей впливу чинників навколишнього середовища на здоров'я, але й наукове обґрунтування оптимальних параметрів їх з метою подальшої розробки заходів,

спрямованих на оздоровлення довкілля. Залежно від розв'язуваних завдань гігієнічна наука використовує різноманітні методи.

З метою дослідження навколишнього середовища вибирають один із найпоширеніших методів, який застосовується в гігієні, а саме – метод санітарного обстеження навколишнього середовища, його різноманітних чинників, які впливають на здоров'я та санітарно-побутові умови життя людей. Він носить характер описового і дає оцінку санітарного стану об'єкта за зовнішніми ознаками. Під час вивчення місцевості із санітарною метою часто застосовують санітарно-топографічне обстеження, за допомогою якого визначають характер рельєфу місцевості, відношення до основних напрямів вітрів, орієнтацію місцевості, озеленення, наявність водних джерел тощо.

Є велика кількість інструментально-лабораторних методів досліджень, які дозволяють дати якісну та кількісну характеристики середовища і проводяться за участю лікарів-лаборантів санітарно-гігієнічної та бактеріологічної лабораторій.

Фізичні методи служать для визначення таких параметрів довкілля, як температура, вологість, рух повітря, барометричний тиск повітря, для вимірювання параметрів атмосферного електричного струму, сонячної радіації, шуму та вібрації, радіоактивного випромінювання тощо з використанням відповідної вимірювальної апаратури.

Хімічні методи використовують для визначення хімічного складу повітря, води, ґрунту, харчових продуктів, а також визначення домішок у вигляді хімічних речовин, які забруднюють ці об'єкти дослідження.

До фізико-хімічних методів належать визначення фізичних і хімічних параметрів за допомогою полярографії, хроматографії, колориметрії, спектрографії, методи мічених атомів тощо.

Біологічні методи використовують у разі необхідності проведення пробних досліджень на тваринах. До біологічних методів дослідження належать мікробіологічні, мікологічні, гельмінтологічні, вірусологічні методи.

Слід зазначити, що найпростішими є органолептичні методи, які ґрунтуються на сприйнятті органів відчуття, зокрема зору, нюху, смаку і дотику. За допомогою аналізаторів можна визначити зовнішній вигляд, колір, запах, смак і консистенцію об'єкта. Ці методи найчастіше застосовують під час оцінки харчових продуктів та під час визначення якості питної води.

Поряд з методами, які використовуються в інших науках – фізичними, біохімічними, фізіологічними, морфологічними, гігієна має ряд специфічних методів дослідження:

1. Епідеміологічний метод дослідження – вивчення стану здоров'я населення як інтегрального критерію якості навколишнього середовища. Цей метод може проводитися 4 способами:

а) санітарно-статистичний – вивчення динаміки основних статистичних показників здоров'я населення з різної медичної документації (історії хвороби, амбулаторні картки, свідоцтва про смерть і т.д.);

б) медичне обстеження групи людей в амбулаторних умовах

(диспансеризація, профілактичні огляди та ін.);

в) клінічне спостереження за певними контингентами в умовах стаціонару (наприклад, постраждалих від аварії на ЧАЕС);

г) натурний експеримент – вивчення стану та динаміки здоров'я населення, яке зазнає впливу шкідливих факторів (поблизу заводів і т.д.).

Застосування клінічних методів у процесі медичних оглядів дозволяє виявити в організмі зміни у відповідь на дії факторів навколишнього середовища (захворювання легенів при запиленості приміщень, погіршення зору при поганій освітленості).

2. Метод санітарного обстеження. Найстаріший та найпростіший метод в гігієні – вивчення гігієнічного стану тих чи інших об'єктів навколишнього середовища (житла, джерел водопостачання та ін.) на підставі огляду на місці. При цьому, зазвичай, заповнюють санітарні картки, в яких містяться головні питання, що підлягають з'ясуванню.

3. Метод лабораторних досліджень. Цей метод використовують з метою отримання об'єктивних даних для оцінки й характеристики факторів навколишнього середовища застосовують метод лабораторних досліджень (бактеріологічних, хімічних, токсикологічних та ін.).

4. Метод санітарної експертизи – експертиза проектів будівництва об'єктів з точки зору гігієнічних вимог, експертиза продуктів харчування (порівняння показників з вимогами ДСТ, ГОСТ та рішення про можливість реалізації продукту).

5. Метод гігієнічного експерименту – вивчення закономірностей дії шкідливого чинника на організм тварин в лабораторному експерименті при моделюванні умов реального впливу на людину. Виявлення органів та систем, які ушкоджуються, граничних та недіючих рівнів впливу – основа гігієнічного нормування шкідливих факторів.

6. Метод моніторингу - безперервне спостереження за визначеними параметрами середовища з їх автоматичною реєстрацією.

7. Метод санітарної освіти являє собою гігієнічне виховання та навчання населення основам здорового способу життя, правилам профілактики захворювань, формуванню його загально-гігієнічної грамотності.

8. Статистичний метод дозволяє одержати уявлення про позитивні або негативні зрушення у здоров'ї населення під впливом навколишнього середовища (вимірювання зростання, кола грудей, сили м'язів, маси тіла та ін.).

Найбільш повне уявлення про вплив навколишнього середовища на здоров'я можна отримати на основі комплексної методики гігієнічних досліджень, за допомогою якої вивчають не тільки явища та процеси, що відбуваються в навколишньому середовищі, але й зміни, які спостерігаються в стані здоров'я населення.

Гігієну слід відрізняти від санітарії - практичне втілення в життя гігієнічних нормативів і правил. Велике значення в поширенні гігієнічних знань (знання про причини хвороб і заходи їх попередження) серед населення має гігієнічно-санітарне просвітництво.

### **Питання для самоконтролю:**

1. *Яка основна мета гігієнічних досліджень?*
2. *Який найпоширеніший метод застосовується в гігієні з метою дослідження навколишнього середовища?*
3. *Для визначення яких параметрів довкілля служать фізичні та хімічні методи досліджень в гігієні?*
4. *До фізико-хімічних методів належать...*
5. *Які біологічні методи досліджень використовують в гігієні?*
6. *Які специфічні методи досліджень використовують в гігієнічній науці?*
7. *Якими способами може проводитися епідеміологічний метод дослідження – вивчення стану здоров'я населення як інтегрального критерію якості навколишнього середовища?*
8. *В чому суть методу гігієнічного експерименту?*
9. *Охарактеризуйте метод санітарного обстеження.*
10. *Яким проблемам слід приділяти основну увагу сучасним гігієнічним дослідженням?*

### **1.1.3 Закони та основні закономірності гігієни**

Грунтуючись на експериментальних і теоретичних дослідженнях в області гігієни, сформулювали основні постулати, закономірності, принципи - закони гігієни.

Встановлено (Ю. П. Лісичин, Ю. М. Комарів, 1987), що якщо всі етіологічні чинники неінфекційної природи, які можуть змінювати рівень здоров'я населення, прийняти за 100 %, то питома вага кожного з них буде такою: провідне значення у формуванні рівня здоров'я населення має спосіб життя (49 – 53 %), друге місце займає генетичний чинник (18 – 22 %), третє – чинники забруднення навколишнього середовища (17 – 20 %) і лише четверте (8 – 10 %) – медичні етіологічні чинники (несвоєчасно надана медична допомога, низька якість її, неефективність профілактичних заходів і ін.). З цих даних виходить, що всім відповідальним за здоров'я людей службам країни, у тому числі санітарно-епідеміологічній, основний упор слід робити на формування здорового способу життя та на боротьбу із забрудненням навколишнього середовища речовинами, які можуть бути потенційними мутагенами і можуть сприяти виникненню генетичних дефектів, що виявляються в першому і подальших поколіннях.

Перший (основний) закон гігієни базується на принципах, встановлених в основу одного з провідних законів епідеміології, який сформулював академік Л. В. Громашевській. Згідно цьому закону, рушійними силами (умовами), що визначають епідемічний процес, є: джерело інфекції – хвора людина або заразочий механізм передачі і сприйнятливий до даної інфекції організм. При виключенні (відсутності) хоча б однієї з цих рушійних сил виникнення

інфекційного захворювання або епідемії (епідемічного процесу) неможливе.

Перший закон гігієни (про три рушійні сили несприятливого впливу чинників навколишнього середовища на здоров'я населення) можна сформулювати таким чином: порушення рівня здоров'я людей (хвороба, зниження резистентності, імунного статусу, адаптаційно-компенсаторних можливостей організму), викликане фізичними, хімічними, біологічними і психогенними етіологічними чинниками, може виникнути тільки за наявності трьох рушійних сил: джерела шкідливості (забруднюючої речовини) або комплексу шкідливостей, чинника (механізму) дії або передачі цієї забруднюючої речовини і сприйнятливого (чутливого до дії шкідливості) організму. За відсутності хоча б однієї з цих умов, або рушійних сил процесу зміни рівня здоров'я під впливом чинників навколишнього середовища для даної віково-статевої або професійної групи людей порушення здоров'я не відбудеться.

Цей закон дозволяє гігієнічній науці створити систематизоване вчення про різні речовини, що забруднюють навколишнє середовище, якісних і кількісних їх критеріях, класифікувати їх по ступеню небезпеки для здоров'я людей. Наприклад, по ступеню небезпеки розрізняють чотири групи хімічних речовин-забруднювачів:

I – особливо високотоксичні (середньо смертельна доза – LD50 – нижче 50 мг/кг маси тіла);

II – високотоксичні (LD50 = 50 – 200 мг/кг);

III – середньо токсичні (LD50 = 200 – 1000 мг/кг);

IV – малотоксичні (LD50 – більше 1000 мг/кг).

Різноманітність фізичних, хімічних, біологічних та інших речовин, що забруднюють навколишнє середовище, обумовлює обґрунтованість теорії про постійне, переривисте, ізольоване, комплексне, комбіноване, поєднане надходження цих забруднювачів в організми живих істот. Отже, основною задачею гігієни як науки є наукове обґрунтування комплексу профілактичних заходів, спрямованих на усунення або хоча б на зменшення (на перших порах) ролі однієї, двох або всіх трьох рушійних сил.

Поняття про першу рушійну силу процесу зміни рівня здоров'я дозволяє вивчити закономірності зміни забруднюючих речовин в навколишньому середовищі, їх розкладання (деструкцію) і перетворення (трансформацію) під впливом фізичних і хімічних чинників навколишнього середовища при взаємному посиленні або зниженні шкідливих властивостей.

Ідеально, якщо надходження забруднюючих речовин в навколишнє середовище відсутнє, що нереально в епоху науково-технічного прогресу. Тому наявність першої рушійної сили і її роль для здоров'я населення обумовлюють необхідність науково обґрунтованих гігієнічних нормативів забруднюючих речовин, оскільки на їх підставі гігієніст буде аргументувати профілактичні заходи щодо усунення або зменшення першої рушійної сили рівня здоров'я. Основною метою цих заходів є зниження концентрацій забруднюючих речовин в навколишньому середовищі до рівня, безпечного для здоров'я населення, його

мешкання і трудової діяльності.

Поняття про другу рушійну силу рівня здоров'я – це поняття про роль чинників передачі, механізмів донесення забруднюючих речовин до сприйнятливого організму, про питому вагу кожного чинника, якщо їх діє одночасно декілька, що дозволяє вивчити шляхи міграції забруднюючих речовин з джерела забруднення до людини. При цьому забруднюючі речовини можуть достатньо довго знаходитися в об'єктах навколишнього середовища (атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті), і бути безпечними для людини. Тільки тоді вони можуть надати шкідливу дію, коли потраплять в організм людини з повітрям, водою, їжею в кількостях, що перевищують гігієнічну норму.

Екологічні ланцюжки для забруднюючих хімічних речовин:

- забруднююча речовина – повітря – людина;
- забруднююча речовина – вода – людина;
- забруднююча речовина – ґрунт – рослина – тварина – людина.

Якщо з екологічного ланцюга вилючити той або інший чинник (ланку) передачі (забруднене повітря, вода, харчові продукти), механізм передачі не спрацює.

Особливо переконливим є значення чинника передачі в епідеміології на прикладі кишкових інфекцій. Більш ніж сторічний досвід боротьби з кишковими інфекціями показав, що немає більш ефективних профілактичних заходів, ніж заходи, направлені на чинники і механізми передачі шляхом обеззараження питної води, очищення і обеззараження господарсько-фекальних стічних вод, небезпечних побутових покидьків. Хоча проблема обеззараження питної води, очищення і обеззараження побутових покидьків і стічних вод є суто гігієнічною, проте епідеміологи вважають, що це найефективніший шлях боротьби з кишковими інфекційними захворюваннями.

Наведемо приклад самого небезпечного і короткого шляху міграції забруднюючої хімічної речовини. Робітник в плавильному цеху свинцевого виробництва вдихає пари свинцю, тобто вони поступають в організм по найкоротшому ланцюгу механізму передачі: джерело забруднення – повітря – організм. При цьому кількість забруднюючої речовини, що поступає в організм, залежить від його концентрації в повітрі і об'єму повітря, що вдихає робітник за робочу зміну (близько  $10 \text{ м}^3$  за зміну при виконанні фізичної роботи і ще більше – в умовах нагріваючого мікроклімату). Якщо ж застосовуються ефективні профілактичні заходи щодо охорони повітряного середовища плавильного цеху (герметизація джерел забруднення, механізація, автоматизація, дистанційне керування технологічними процесами, вентиляція, індивідуальні засоби захисту органів дихання і ін.), забруднююча речовина потраплятиме в організм в безпечних кількостях, не перевищуючих ГДК для повітря робочої зони.

Нарешті, поняття про сприйнятливий до даної забруднюючої речовини або комплексу речовин організм, дозволяє систематизувати наші знання і науково обґрунтувати профілактичні заходи, направлені на посилення

імунологічної реактивності організму, на розкриття і використання закономірностей, визначаючих шляхи і засоби підвищення стійкості (резистентності) організму до дії несприятливих чинників навколишнього середовища, посилення механізмів саморегуляції, адаптації і компенсації.

При розробці комплексу профілактичних заходів щодо підвищення несприйнятливості організму до тієї або іншої шкідливості слід пам'ятати, що на її формування впливає спосіб життя, шкідливі звички, генетична схильність організму, якість медичного обслуговування, що в цілому, як свідчать приведені вище дані, складає 75 – 83 % причин, що визначають порушення стану здоров'я населення.

Найважливішою умовою високої стійкості організму до несприятливих чинників навколишнього середовища є здоровий спосіб життя, що виключає вживання алкогольних напоїв, куріння, інші шкідливі звички, раціональне (повноцінне в кількісному і якісному відношенні) харчування, раціональний режим праці і відпочинку, дотримання правил особистої гігієни, використання широких оздоровчих можливостей фізичної культури і спорту, загартування.

Другий закон гігієни – закон неминучого негативного впливу на навколишнє середовище діяльності людей.

Незалежно від своєї волі і свідомості, у зв'язку з фізіологічною, побутовою і виробничою діяльністю люди негативно впливають на навколишнє середовище. В процесі життєдіяльності людина виділяє в навколишнє середовище екскременти (кал, сечу), які дуже небезпечні в епідемічному і санітарному відношенні. Ця небезпека зростає, якщо не робити мір по збору, негайному видаленню екскрементів з населених місць за допомогою каналізації з подальшим знешкодженням на очисних каналізаційних спорудах.

Негативний вплив людей на навколишнє середовище виявляється сильніше внаслідок безвідповідальної виробничої діяльності. За даними гігієнічних досліджень встановлено, що в атмосферне повітря сучасного індустріального міста поступають з технологічними викидами промислових підприємств, теплових електростанцій, різних енергетичних установок, з вихлопними газами автомобільного, залізничного, морського, авіаційного транспорту величезні кількості пилу, золи, оксидів сірки, азоту, фенолів і інших забруднювачів. Частина з'єднань сірки і азоту випадає з атмосфери у вигляді аерозолів і пилу, інша частина розчиняється у водяних краплях і у вигляді кислотних дощів забруднює ґрунт, рослини, проточні і непроточні водоймища і ін.

Численними гігієнічними дослідженнями встановлено, що ґрунт, будучи не тільки основним елементом біосфери, що підтримує життя на Землі, але і основним об'єктом сільськогосподарського виробництва, в даний час в багатьох регіонах миру, у тому числі і на території нашої країни, надзвичайно забруднена важкими металами, пестицидами, мінеральними добривами і іншими екзогенними хімічними речовинами унаслідок безрозсудної виробничої діяльності людства. Так, концентрація свинцю уздовж крупних автомагістралей

вширшки до 400 м в 100 разів перевищує ГДК. Фактичний вміст ртуті в ґрунті, відібраному на різних відстанях від ртутних виробництв, досягає 38 мг/кг, що в 18 разів перевищує ГДК. Ґрунт окремих регіонів миру інтенсивно забруднений пестицидами, фактичні концентрації яких в десятки, сотні і навіть тисячі раз перевищують гранично допустимі. Вміст в ґрунті нітратів досягає 500 мг/кг, що в 3,8 рази вище їх ГДК.

Внаслідок високого вмісту в ґрунті екзогенні хімічні речовини у великих кількостях мігрують в контактуючі середовища – атмосферне повітря, водоймища, сільськогосподарські рослини, де їх концентрація в десятки, а по окремих показниках – в сотні раз перевищує ГДК для відповідних об'єктів навколишнього середовища.

Не меншому забрудненню і виснаженню піддаються водні ресурси планети: з розвитком міст, промисловості, зрошувального землеробства зростає використання прісних вод.

Фахівцями встановлено, що перші порушення екологічної рівноваги були зв'язані з використанням води для зрошування. Іригаційні системи розглядаються як «рани» на поверхні Землі. Зрошування приводить до ерозії ґрунтів. Лише в зрошуваній зоні Узбекистану щорічно з кожного гектара землі несеться 100 кг азоту, фосфору і інших корисних речовин. Родючість ґрунту при цьому втрачається. Крім того, зрошування приводить до засолення ґрунтів. В США, наприклад, засолення піддається близько 40 % зрошуваних земель, а з 260 млн. га зрошуваних земель у всьому світі близько 100 млн. га вимагають проведення заходів щодо їх опріснення або захисту від засолення.

Унаслідок інтенсивного відкачування води, яка почалася приблизно з 1940 р., рівень підземних вод місцями знизився на 100 — 200 м. Так, в Х'юстоні (штат Техас) з підземних водоймищ відкачано стільки води, що в радіусі 64 км від центру міста земля просіла майже на 3 м. Мехіко в результаті відкачування води опустився майже на 10 м. Від інтенсивного відкачування води в Києві, Москві, Санкт-Петербурзі рівень підземних вод знизився відповідно на 65, 60 і 50 м. В той же час в інших містах і населених пунктах рівень ґрунтових вод, що залягають неглибоко, значно підвищився унаслідок втрат у водопровідній, каналізаційній сіті, зрошувальних каналах, фільтрації води з штучних морів, що привело до затоплення підвальних приміщень, розвитку обвалів, просідання ґрунтів.

Органічні і неорганічні забруднюючі речовини, що поступають у водоймища, гублять мікрофлору, знижують вміст розчиненого кисню у воді, пригнічують розвиток планктону. Детергенти (поверхнево-активні синтетичні миючі засоби) стимулюють зростання синьо-зелених водоростей, викликаючи цвітіння водоймищ, пригнічуючи іншу флору і фауну. З річок стічні води виносяться в моря і океани, викликаючи загибель в них фітопланктону – основного продуцента кисню на Землі, загибель зоопланктону, риб, морських тварин і птахів.

Пізнання другого закону гігієни дозволяє санітарно-епідеміологічній службі проводити строгий облік забруднюючих речовин, що негативно

впливають на навколишнє середовище, прогнозувати їх вплив, розробляти гігієнічні заходи щодо зменшення їх надходження в навколишнє середовище і, отже, зменшенню їх негативного впливу здоров'я людини.

В основі науково-гігієнічних заходів лежить гігієнічне нормування. Так, зниження в атмосферних викидах концентрації шкідливих хімічних речовин досягається шляхом відповідних розрахунків гранично допустимих викидів підприємством, групою підприємств. Під ГДВ розуміють максимальну кількість домішок (в грамах за секунду), яка може бути викинутий в атмосферне повітря за умови, що на межі санітарно-захисної зони їх концентрація не перевищить гранично допустиму для атмосферного повітря.

Щоб забезпечити зниження концентрації шкідливих речовин у викидах, відходах, стічних водах, використовують різні конструкції санітарно-технічних очисних споруд, наприклад пиле-, золо-, газозловлювачів, метантенків, аеротенків, відстійників, фільтрів.

Проте перераховані вище захисні заходи і засоби не завжди виявляються ефективними. В цих випадках лікар-профілактик повинен застосувати природні чинники, планувальні заходи. При використуванні останніх враховуються пануючі в даній місцевості вітри (роза вітрів), які визначають розміщення промислового підприємства (з підвітряної сторони по відношенню до житлових масивів), висоту труб (для більшого розсіювання викидів в атмосфері висота труб збільшується) і ін. Крім того, виділяють санітарно-захисні зони (розриви) між підприємствами і селітебною зоною, застосовують екрануюче озеленення цих зон і т.д. Розміри санітарно-захисних зон залежать від характеру і ступеня шкідливості технологічних викидів підприємств. Наприклад, розмір санітарно-захисної зони для кондитерських фабрик, хлібозаводів, овочесховищ і інших виробництв по переробці харчових продуктів п'ятого класу, згідно санітарної класифікації підприємств, визначений в межах 50 м. Для хімічних підприємств і інших виробництв першого класу А ця величина складає 3000 м, Б – 1000 м. Для великих теплоелектроцентралей величина санітарно-захисної зони розраховується з урахуванням умов розсіювання технологічних викидів в атмосферу і може досягати трьох і більше кілометрів від меж селітебной території. Санітарно-захисні зони визначають також для високовольтних ліній електропередачі, радіотрансляційних і телевізійних станцій, що створюють поля високих і надвисоких частот електромагнітного випромінювання.

Третій закон гігієни – закон неминучого негативного впливу на навколишнє середовище і здоров'я людей природних екологічних катастроф (повені, землетруси і т. п.), природних і техногенних біогеохімічних провінцій і техногенних аварій (на АЕС, підприємствах, транспорті).

Природне навколишнє середовище забруднюється не тільки під впливом фізіологічної, побутової і виробничої діяльності людей, але і при екстремальних природних явищах, катаклізмах, таких як спалахи на Сонці, вулканічна діяльність, землетруси, активна циклонна і антициклонна діяльність і т.д. Так, в процесі геологічного формування земної кори утворилися під впливом екстремальних умов геохімічні аномалії із збільшеним або зменшеним

змістом активних мікроелементів, таких як фтор, йод, молібден і ін. Такі аномалії привели, по А. П. Виноградову (1938), до виникнення біогеохімічних провінцій, в яких спостерігаються захворювання природного осередкового характеру які отримали назву ендемічних. Самі відомі серед них: ендемічний зоб, ендемічний флюороз, карієс, ендемічний молібденоз і ін.

Ендемічний зоб зустрічається в місцевостях, що характеризуються дефіцитом йоду в об'єктах навколишнього середовища (грунту, воді, харчових продуктах місцевого походження), який необхідний для синтезу тиреоїдних гормонів. Ендемічний зоб в різних місцевостях має різні форми: паренхіматозний, що протікає без зміни гормональної функції щитовидної залози або з її пригніченням (гіпотиреоз, кретинізм); вузловий, що характеризується посиленням гормональної функції (гіпертиреоз, зоб дифузний токсичний) на фоні дефіциту йоду, надлишку або недоліку калію, кальцію і інших елементів.

Ендемічний зоб зустрічається в Україні (Карпатах, Прикарпаття, північно-західних областях), а також в Білорусі, Татарстані, гірських районах Кавказу, Алтаї, Середньої Азії, Хакасії, Примор'я, Південної Америки. В боротьбі з ендемічним зобом значних успіхів досягнуто завдяки штучному йодуванню харчової солі, що привозиться в ендемічну місцевість, забезпеченню ендемічних регіонів харчовими продуктами морського походження, багатими йодом.

Фтор – один з найважливіших біологічно активних мікроелементів, необхідних організму в певних кількостях. Після надходження в організм різної кількості фтору спостерігаються ті або інші порушення здоров'я, обумовлені розвитком біогеохімічних ендемій – флюорозу (при перевищенні змісту фтору в питній воді більше 1,5 мг/л) або карієсу зубів (при концентрації фтору в питній воді нижче 0,5 мг/л). Це залежить також від кліматичного пояса місцевості, що визначає кількість споживаної води, а отже, і фтору. Ендемії флюорозу досить поширені і зустрічаються на всіх континентах. Вони зустрічаються в Полтавській, Дніпропетровській, Харківській і інших областях України, в інших країнах СНГ – в Казахстані, Грузії, Азербайджані, Молдові, а також на території Уралу, Забайкалля. Карієс зубів поширений більш широко тому що дефіцит розчинних (рухомих) форм фтору більший, ніж його надлишок. Як профілактичні заходи проти фтористих ендемій застосовують, відповідно, фторування або дефторування питної води, фторвмісні зубні пасти.

Збільшений вміст в ґрунті, воді, рослинності молібдену (Вірменія) сприяє виникненню молібденових геохімічних ендемій, що супроводяться підвищенням активності ксантинооксидази, збільшенням в крові змісту сечової кислоти (молібденова подагра), сульфгідрильних груп, лужної фосфатази, гістоморфологічними змінами внутрішніх органів.

Знання третього закону гігієни дозволяє гігієністу розробляти науково обґрунтовані заходи, направлені на «виправлення» вказаних «дефектів» природних ендемічних місцевостей шляхом, наприклад, йодування солі, фторування і дефторування води і т.д.

Четвертий закон гігієни – закон позитивного впливу на навколишнє середовище людського суспільства.

Дійсно, людина, завдяки своїй трудовій діяльності протягом всього історичного розвитку, використовуючи ресурси і дари природи, створює і постійно примножує умови, які покращують його існування. В даний час технічний прогрес створює абсолютно нові шляхи переміщення матеріальних і енергетичних ресурсів в біосфері, направлені на поліпшення умов життя. В результаті наукових досягнень у всіх областях знань, інтенсивного розвитку науки і техніки виникають істотно нові види промислового виробництва, що роблять працю людини більш продуктивною і ефективною при менших зусиллях або навіть без фізичних зусиль: робототехніка, автоматика, телемеханіка, кібернетика.

Проте не слід думати, що навколишнє середовище абсолютно беззахисне перед діяльністю людини. Природа володіє величезними ресурсами самозбереження, самооновлення, саморегуляції, підтримка екологічної рівноваги, самоочищення, хоча ці резерви і не безмежні. Так, завдяки сонячному випромінюванню, температурним процесам, що відбуваються в атмосфері, виникають вітри, сприяючі переміщення і розсіюванню димів і газів, які викидаються промисловістю і автотранспортом. Ультрафіолетова частина сонячного спектру, розсіювання, осідання, нейтралізація сприяють розкладанню багатьох хімічних компонентів викидів, звільненню повітря від біологічних добавок. Процеси самоочищення водоймищ (озер, річок, морів) проходять завдяки тому ж сонячному випромінюванню і його ультрафіолетовій складовій, температурному режиму, фізичним, хімічним, біологічним процесам: осадженню, розбавленню забруднюючих речовин, швидкості перебігу води, аерації (насичення повітрям), окислювальним процесам, дії мікрофлори, фіто- і зоопланктону та ін.

На процеси самоочищення ґрунту робить вплив те ж сонячне випромінювання, температурні умови, антибіотики, ферменти, антагонізм мікроорганізмів, фізико-хімічні процеси (сорбція, поглинаюча здатність ґрунту) і ін.

Впливаючи на навколишнє природне середовище, пізнаючи її закони, використовуючи її ресурси, людина позитивно впливає на соціальні умови свого життя і життя суспільства в цілому – використовує ці ресурси для створення матеріальних і духовних благ: будівництво і впорядкування жител і населених місць, транспортних комунікацій, створення харчових ресурсів, одягу, взуття, задоволення духовних потреб.

Чим вище рівень культури, науки, свідомість населення, тим ефективніші профілактичні, оздоровчі заходи, направлені на попередження забруднення навколишнього середовища, збереження склалися в процесі еволюції екологічної рівноваги і саморегуляції як в неживій, так і в живій природі.

П'ятий закон гігієни – закон неминучого негативного впливу забрудненого природного навколишнього середовища на здоров'я населення. При контакті людини з навколишнім середовищем, забрудненим

фізіологічними виділеннями, побутовими або техногенними забруднювачами в кількостях, що перевищують гігієнічні нормативи, неминуче настає зміна рівня здоров'я у бік його погіршення.

Перші повідомлення про вплив на здоров'я населення забрудненого атмосферного повітря з'явилися у пресі в першій половині ХХ в. Так, 1 грудня 1930 р. в долині р. Маасс в Бельгії унаслідок сталої антициклонної погоди з температурною інверсією, що супроводилася накопиченням промислових викидів в навколоземному шарі атмосфери, з'явилися масові захворювання населення із смертельним результатом. Протягом трьох днів були зареєстровані сотні захворювань, 63 з яких закінчилися смертельно. Аналогічні ситуації мали місце в 1948 р. в Донорі (США), де захворіло 43 % населення, з них 10 % з важкими симптомами отруєння і 20 чоловік із смертельним результатом. Лондонські токсичні тумани в грудні 1952 р. понесли 3900 людських життів. В січні 1956 р. зареєстровано 1000, в грудні цього ж року 4000, а в грудні 1962 р. 850 смертельних випадків унаслідок отруєння населення Лондона забрудненим атмосферним повітрям. Випадки отруєння із смертельним результатом населення токсичними домішками в атмосферному повітрі були зареєстровані в Нью-Йорку в листопаді 1953 р., грудні 1962 р., листопаді 1966 р., в Осаке (Японія) – в грудні 1962 р., в Роттердаме (Нідерланди) – в січні, лютому 1962 р. Випадки впливу на здоров'я населення забрудненого атмосферного повітря спостерігалися також у великих індустріальних містах на території колишнього СРСР.

Численними гігієнічними дослідженнями встановлений зв'язок між концентраціями шкідливих викидів в атмосфері міст і захворюваністю населення хворобами органів дихання, серцево-судинної системи. Такі домішки атмосферного повітря міст, як оксиди сірки, азоту, різні органічні речовини дратують слизисті оболонки, є причиною виникнення великої кількості запальних захворювань очей, органів дихання. Почастішали випадки бронхіальної астми. Унаслідок того, що багато хімічних речовин, що забруднюють атмосферне повітря, володіють канцерогенною і мутагенною властивостями, знайдена велика кількість злоякісних захворювань, перш за все органів дихання, спонтанних абортів, смерті плоду, аномалій вагітності, безплідності і т.д. Серед населення, що проживає в умовах забрудненої атмосфери міст, частіше зустрічається несприятливий перебіг вагітності і пологів (Е. А. Новікова, 1980), а серед дітей, що народилися від матерів з патологічною вагітністю і пологами, – діти з невеликою масою тіла і недостатнім фізичним розвитком, функціональними відхиленнями серцево-судинної і дихальної систем. В більшості країн світу, у тому числі і в Україні, багато водоймищ унаслідок техногенного забруднення важкими металами (свинцем, ртуттю, цинком, міддю і ін.) представляють велику небезпеку для здоров'я населення. Так, в літературі описані випадки виникнення різних захворювань серед населення унаслідок отруєння токсичними речовинами, що поступають в питну воду із забруднених водоймищ: водно-нітратна метгемоглобінемія у дітей, обумовлена забрудненням води нітратами, хвороби

нирок і кісткової тканини унаслідок отруєння кадмієм.

Метгемоглобінемією хворіють, як правило, немовлята з порушеною функціональною діяльністю травного каналу, при якій у верхніх відділах кишок збільшується кількість бактерій, здатних перетворювати нітрати на нітрит. Нітрит, у свою чергу, всмоктується в кров, вступають в реакцію з гемоглобіном, унаслідок чого утворюється дуже стійка сполука метгемоглобін. Таким чином виключається можливість утворення оксигемоглобіну, що доставляє кисень до тканин, що обумовлює розвиток тканинної гіпоксії.

Із забрудненням води важкими металами, зокрема з'єднаннями кадмію, ртуті, зв'язують розвиток важких інтоксикацій серед населення. Так, в 1956 р. описана ендемія під назвою хвороби Мінамати. Ця хвороба з'явилася слідством вживання населенням побережжя затоки Мінамата (Японія) риби і ракоподібних (основних продуктів харчування місцевого населення), забруднених метилртутью, яка скидалася у великих кількостях в морі хімічним заводом. Через десять років, в 1966 р. в Ніїгате, розташованій в північній частині Японії, був зареєстрований другий спалах хвороби Мінамати, пов'язаної із забрудненням води і продуктів моря з'єднаннями ртуті. В цілому ж хвороба Мінамати була зареєстрована в шести містах (Мінамата, Ніїгата, Тсунаті, Асикита, Таюура, Катосима) у 2723 людини. Захворювання супроводилося важкими формами неврологічних і ниркових порушень і в 29,3 % випадків приводило до смертельного результату. Крім того, разом із загально токсичною дією ртуть може викликати гонадотоксичний і мутагенний ефекти, порушує синтез холестерину (Р. Н. Красовській, 1981).

Серед жителів побережжя річки Йнітсу в Японії зареєстровано масове отруєння кадмієм. Хвороба отримала назву ітай-ітай (захворювання кісток). Захворіло близько 200 чоловік, причому в половині випадків із смертельним результатом. Як і в попередніх прикладах, отруєння місцевого населення пов'язано із споживанням риби, що містить багато кадмію унаслідок забруднення однієї із заток на Японських островах стічними водами промислових підприємств з високими концентраціями кадмію. Характерною ознакою отруєння, особливо у жінок немолодого віку, було необоротне ураження нирок.

У зв'язку з широким застосуванням в побуті і в умовах виробництва полімерних матеріалів в науковій літературі все частіше з'являються відомості про негативний їх вплив на організм і здоров'я людини. Так, стан дискомфорту, серцево-судинні порушення, напади бронхіальної астми, інші алергічні реакції, артеріальну гіпертензію відзначають у людей, тривало контактуючих з полімерними матеріалами в умовах житла.

Серед населення, що працює і проживаючого в умовах підвищеного шуму, частіше реєструються випадки зниження гостроти слуху, функціональні зміни ЦНС, вегетативно-судинні порушення, ішемічна хвороба серця і ін.

Перелік прикладів негативного впливу забрудненого навколишнього середовища на здоров'я людей можна було б продовжити. Сьогодні зі всією очевидністю доведено, що із забрудненим навколишнім середовищем зв'язано

близько 70 % всіх випадків захворювань, близько 60 % випадків неправильного фізичного розвитку дітей і більше половини випадків смерті (Д. Соколов, 1986).

Шостий закон гігієни – закон позитивного впливу чинників природного навколишнього середовища на здоров'я населення. Природні чинники навколишнього середовища (сонячне випромінювання, чисте повітря, чиста вода, доброякісна, повноцінна їжа) позитивно впливають на здоров'я людей, сприяючи його збереженню і зміцненню при розумному, використовуванні.

Відомо, що без їжі людина може прожити близько 50 днів, без води – 5 діб, без повітря – не більше 5 мін. Життя людини протікає в оточуючому його повітряному середовищі, яке характеризується умовами, сприятливими для нормального функціонування його фізіологічних систем. В основі позитивного впливу повітряного середовища на організм і здоров'я лежать фізико-хімічні властивості її чинників. В процесі еволюційного розвитку людина пристосувалася до певних чинників навколишнього природного середовища – фізичним (сонячне випромінювання, температура, вогкість, швидкість руху повітря, атмосферний тиск, природні рівні іонізуючого випромінювання і ін.), хімічним (хімічний склад повітря, води, їжі), біологічним (сапрофітні мікроорганізми, гриби і ін.).

Сонячному випромінюванню зобов'язано своїм існуванням все органічне життя на Землі. Вплив сонячного випромінювання на організм і здоров'я визначається його спектральним складом: видиме випромінювання забезпечує функцію зорового аналізатора, інфрачервоне володіє тепловим, ультрафіолетове – загально стимулюючим, біологічним, еритемним, анти рахітичною, бактерицидною дією.

Раціональне використання сонячного випромінювання, достатня інсоляція жител і інших приміщень сприяють зміцненню здоров'я людини, підвищенню його реактивності і стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища. Навпаки, при недостатній інсоляції, особливо при ультрафіолетовому дефіциті, рівень здоров'я людини знижується, він стає сприйнятливим до інфекційних захворювань, у дітей може з'явитися рахіт. Ще в середині ХХ ст. стали широко застосовувати для підвищення резистентності організму штучні джерела ультрафіолетового випромінювання – еритемні і бактерицидні лампи. Еритемні лампи використовуються для опромінювання осіб, що знаходяться в умовах дефіциту ультрафіолетового випромінювання (діти взимку, жителі Заполярного, шахтарі і ін.), бактерицидні – для санації повітря в операційних, стерилізаціях, пологових палатах, палатах для новонароджених і т.п.

Від мікроклімату залежить тепла рівновага організму. Ця рівновага забезпечується кількісним динамічним співвідношенням теплопродукції (екзотермічні біохімічні реакції обміну речовин) і тепловіддача (фізичні процеси тепловиділення). Людина відчуває тепловий комфорт, якщо температура повітря під одягом знаходиться в межах 32...34 °С, вологість повітря – в межах 40...60 %, швидкість руху повітря – 0,2...0,5 м/с, а радіаційна температура на 1 – 2 °С нижче за температуру повітря. Коливання параметрів мікроклімату в межах адаптаційних можливостей організму сприяє

підвищенню стійкості його, зміцненню здоров'я людини, його гартуванню. І лише значні відхилення цих параметрів (охолоджуючий або нагріваючий мікроклімат) можуть приводити до порушення здоров'я. В цих випадках на допомогу людині приходить раціональний одяг, опалювання, кондиціонування повітря. Велике значення має гартування для розширення меж оптимальності мікроклімату, особливо до холоду.

Природні коливання атмосферного тиску також позитивно впливають на здоров'я здорової людини, надаючи стимулюючу дію на судинну систему. Проте у осіб, страждаючих серцево-судинними захворюваннями, ці коливання роблять негативний вплив, сприяючи розвитку гіпертензійних кризів. Значні зміни атмосферного тиску в ту або іншу сторону (кесонні, підводні роботи, підняття на висоту) можуть викликати кесонну або висотну (гірську) хворобу.

Позитивний вплив на здоров'я людини надає чисте повітря, що містить близько 21 % кисню, не більше 0,03 % вуглекислого газу.

При забрудненні повітря збільшується зміст вуглекислого газу, знижується концентрація негативних іонів, на зміну яким приходять важкі позитивні іони, які несприятливо впливають на організм.

Сприятливий вплив на здоров'я людини чистої води визначається не тільки її мінеральним складом і фізіологічними функціями, але і прямими і непрямими гігієнічними функціями. Фізіологічні функції води визначаються її необхідністю для забезпечення пластичної, транспортної, виділення, теплообмінної функцій організму, водного і електролітного обміну і т.д.

Вода з гігієнічної точки зору, разом з сонячним випромінюванням, свіжим повітрям, широко використовується для гартування організму, будучи могутніми чинниками підвищення його резистентності. Використовування води для підтримки чистоти тіла, одягу, житла і інших об'єктів, а також для видалення покидьків побутової і виробничої діяльності людини (каналізація) робить великий позитивний вплив на здоров'я людей.

Найсильнішу позитивну дію на рівень здоров'я людей надає раціональне харчування – збалансоване харчування, що забезпечує нормальне зростання і розвиток організму, його високу працездатність і стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища.

Умовами раціонального харчування є: кількісна достатність їжі (відповідність енерговитратам організму); якісна повноцінність, тобто наявність в харчовому раціоні всіх необхідних харчових речовин (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних солей і мікроелементів, смакових речовин, води) в оптимальних кількостях і співвідношенні; раціональний режим живлення (відповідність кількості і часу їди біологічним ритмам організму); висока засвоюваність і легкоотравність їжі (відповідність якості їжі ферментним можливостям травної системи); епідемічна безпека (відсутність в їжі збудників захворювань) і токсикологічна нешкідливість їжі (відсутність отруйних речовин в токсичних концентраціях).

Слід зазначити, що позитивна дія чинників навколишнього середовища на організм і здоров'я може бути ефективною тільки при їх комплексній дії.

Використовування комплексу оздоровчих чинників (сонце, повітря, вода, фізична активність, повноцінне харчування і ін.) є необхідною умовою збереження і зміцнення здоров'я як індивідуального, так і суспільного.

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Сформулювати перший (основний) закон гігієни.*
- 2. Охарактеризуйте три рушійні сили.*
- 3. Скільки та які групи хімічних речовин-забруднювачів розрізняють за ступенем небезпеки для організму людини?*
- 4. Які виділяють екологічні ланцюжки для забруднюючих хімічних речовин?*
- 5. Сформулюйте другий закон гігієни.*
- 6. Сформулюйте третій закон гігієни.*
- 7. Сформулюйте четвертий закон гігієни.*
- 8. Сформулюйте п'ятий закон гігієни.*
- 9. Сформулюйте шостий закон гігієни.*
- 10. Які чинники використовується для гартування організму?*
- 11. Які умови раціонального харчування?*
- 12. Використовування якого комплексу оздоровчих чинників є необхідною умовою збереження і зміцнення здоров'я як індивідуального, так і суспільного?*

### **1.1.4 Загальні положення гігієнічного нормування. Поняття про гігієнічний норматив**

Гігієна як наука, базуючись на виявлених закономірностях, науково обґрунтовує оптимальні і гранично припустимі параметри чинників довкілля, які служать основою для опрацювання гігієнічних нормативів, правил і заходів, що передбачають використання позитивного і запобігання несприятливому впливові навколишнього середовища на здоров'я.

Під гігієнічним нормативом розуміють мінімальну або граничну величину кількісного показника, що характеризує окремих фізичний, хімічний, біологічний фактор навколишнього середовища, допустимий для нормальної життєдіяльності організму.

Гігієнічним нормативом називають чітко визначений діапазон параметрів фактора середовища, який є оптимальним або принаймні не є небезпечним з точки зору збереження нормальної життєдіяльності і здоров'я людини, людської популяції і майбутніх поколінь. При такому нормуванні фактори навколишнього середовища не повинні негативно впливати на фізичний і психічний розвиток людини, її самопочуття, працездатність, репродуктивну функцію та санітарні умови життя. Іншими словами, гігієнічне нормування забезпечує оптимальний стан організму в процесі навчання, виховання, трудової діяльності і всього життя.

При розробці гігієнічних нормативів оперують такими поняттями, як: гранично допустимі концентрації (ГДК), гранично допустимі рівні (ГДР) і дози

(ГДД). Гранично допустима концентрація (ГДК) – максимальна кількість токсичної речовини в одиниці об'єму або маси водяного, повітряного середовища або ґрунту, яка практично не впливає на здоров'я людини.

Гранично допустимий рівень (ГДР) – періодичний або постійний протягом усього життя людини вплив факторів оточуючого середовища (шуму, вібрацій, забруднень, низької температури тощо), які не викликають соматичних або психічних захворювань та змін у стані здоров'я.

Гранично допустима доза (ГДД) – кількість токсичної речовини, проникнення або вплив якої не пошкоджує організм і не призводить до негативних наслідків.

Згідно поглядів Г. І. Сидоренка (1978), фактичне забруднення оточуючого середовища виражається у вигляді реального навантаження хімічних, біологічних і фізичних факторів. Власне це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я населення. З цієї причини введено ще одне поняття гігієнічного нормування – це максимально допустиме навантаження (МДН). Під цим поняттям слід розуміти таку максимальну інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не виявляє прямого чи побічного шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя. МДН і є тим гігієнічним нормативом, який відображає усю складність взаємодії організму і середовища і є критерієм якості середовища. Інші гігієнічні нормативи, а саме ГДК, ГДД, і ГДР, дозволяють визначити рівні впливу лише окремих факторів навколишнього середовища і розробити заходи, спрямовані на оздоровлення лише певних об'єктів середовища (наприклад, зниження рівнів певних хімічних, фізичних і біологічних факторів).

Гігієнічне нормування несприятливих чинників навколишнього середовища потрібне для контролю за якістю середовища і для створення оптимальних гігієнічних умов праці та побуту людей, тому є одним із найвідповідальніших завдань гігієни. Вивчення та обґрунтування оздоровчих заходів з благоустрою населених місць, що вимагає чіткої регламентації чинників навколишнього середовища, стосується насамперед наукового обґрунтування гігієнічних нормативів повітря населених пунктів і виробничих приміщень, води і продуктів харчування, будівельних матеріалів, предметів одягу, взуття і матеріалів для їхнього виготовлення. Ці нормативи є юридичною підставою санітарного контролю.

При визначенні впливу шкідливих речовин на людину, рослини і тваринні організми, ступеня забрудненості довкілля, а також для проведення екологічних експертиз стану навколишнього середовища або окремих об'єктів чи районів у світі користуються поняттям «якість природного середовища». Нормативи виражаються у:

- гранично допустимих концентраціях (ГДК) шкідливих речовин (поллютантів);
- гранично допустимих рівнях (ГДР);
- гранично допустимих викидах (ГДВ);

- гранично допустимих екологічних навантажень (ГДЕН);
- максимально допустимому рівні (МДР);
- тимчасово погоджених викидах (ТПВ);
- орієнтовно безпечних рівнях впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин у різних середовищах.

Теорія гігієнічного нормування ґрунтується на наступних принципах (Є. Г. Гончарук):

1. Принцип першочерговості медичних показань, коли беруть до уваги тільки особливості впливу шкідливого чинника на організм людини і санітарні умови життя.

2. Принцип диференціації біологічних відповідей, коли враховується спектр можливих реакцій організму за видами біологічних відповідей на вплив одного чинника, тобто гігієнічний норматив встановлюється з урахуванням найчутливіших груп населення і повинен бути нижчим за їх захисно-приспосувальні реакції.

3. Принцип розподілу об'єктів санітарної безпеки, коли гігієнічні нормативи встановлюють окремо для кожного об'єкта.

4. Принцип урахування всіх можливих несприятливих впливів, коли для кожного об'єкта або чинника навколишнього середовища, для якого встановлюється норматив, враховуються всі можливі види несприятливого впливу на середовище і організм людини.

5. Принцип пороговості, що враховує межі пристосування організму.

6. Принцип залежності ефекту від концентрації (дозы) і часу, що базується на засадах математичного опису закономірностей впливу чинників залежно від концентрації (дозы) і часу.

7. Принцип лабораторного експерименту, коли дослідження для визначення порога впливу чинника проводять у лабораторних умовах.

8. Принцип агравації, коли проводять вибір найвпливовіших на організм людини чинників навколишнього середовища.

9. Принцип відносності гранично допустимих концентрацій (ГДК), що передбачає перегляд ГДК.

З самого початку існування людей на Землі їхня життєдіяльність проходила у навколишньому середовищі, а здоров'я формувалось залежно від впливу природних факторів на організм. При цьому здатність організму підтримувати себе у сталому стані незалежно від оточуючого середовища тривалий час залишалось загадкою. Першими, хто спробував дослідити дане питання були французький вчений К. Бернар і американський дослідник Р. Кеннон. К. Бернар вперше припустив, що внутрішнє середовище людини, яке оточує клітини і тканини, навіть при різких змінах навколишнього середовища, практично не змінюється. Р. Кеннон, як фізіолог, дорозвинув погляди К. Бернара. Він увів поняття гомеостазу – відносного сталого стану внутрішнього середовища і деяких фізіологічних функцій організму. З його точки зору, організм – це відкрита для навколишнього середовища система, яка має багато зв'язків з ним через органи почуттів, рецептори шкіри, слизові оболонки,

кишково–шлунковий тракт, нервово–м'язові органи. Під впливом якого–небудь зовнішнього фактору відбуваються зміни у межах фізіологічних коливань функцій органів, систем і організму в цілому, але при цьому зберігається стан відносної сталості внутрішнього середовища, що забезпечує нормальний хід обміну речовин.

Основними механізмами адаптацій або пристосувань є механізми саморегуляції. Вони діють і на рівні клітини, і на рівні органу, системи і організму. Процес клітинної саморегуляції не являється автономним, він підкоряється регулюючому впливу нервової, ендокринної і імунної систем, які здійснюють нервовий, гуморальний і клітинний контроль за сталістю внутрішнього середовища організму.

Реакції, які забезпечують гомеостаз, спрямовані на підтримання стаціонарного стану організму, координацію комплексних процесів для виключення або обмеження впливу негативних факторів, вироблення або збереження оптимальних форм взаємодії організму і середовища у змінених умовах середовища і, у кінцевому результаті, збереження здоров'я індивідуума.

Здоров'я часто розглядають як відсутність хвороби. Але здоров'я це не лише відсутність хвороби, це комплексний показник, який характеризує здатність організму швидко адаптуватись до умов середовища, що постійно змінюється, здатність до оптимального виконання професійних та інших функцій, як суспільних, так і біологічних.

Екологічні аспекти, які порушують здоров'я і призводять до виникнення того чи іншого захворювання залежать від причин, що поділяються на декілька категорій:

1. Безпосередньою причиною порушення нормальної життєдіяльності організму і виникнення патологічного процесу можуть бути абіотичні чинники навколишнього середовища. Очевидно те, що географічний розподіл низки захворювань, тісно пов'язаний з клімато–географічними зонами, висотою місцевості, інтенсивністю інсоляції, переміщення повітря, атмосферним тиском тощо.

2. Іншою причиною є біотичний компонент навколишнього середовища у вигляді продуктів метаболізму рослин та мікроорганізмів, патогенних мікроорганізмів, отруйних рослин, комах та небезпечних для людини тварин.

3. До цієї категорії відносять патологічні стани, пов'язані з антропогенними чинниками забруднення навколишнього середовища: повітря, ґрунт, вода, продукти промислового виробництва.

З метою оцінки того, наскільки негативним є вплив тих чи інших факторів навколишнього середовища на організм людини та його здоров'я введено поняття гігієнічного нормування.

Оскільки гігієнічні нормативи орієнтовані лише на людину і не завжди гарантують безпеку інших об'єктів живої природи, зокрема рослин і тварин, тобто екосистем у цілому, вкрай потрібною є екологічна регламентація екологічного середовища. Таким чином, гігієнічне нормування є частиною екологічного нормування, і тому сучасне гігієнічне нормування має

доповнюватись екологічним нормуванням. Однак саме екологічних нормативів поки що немає, і вони потребують подальшого опрацювання. В екологічному нормуванні пропонується використання методу біоіндикації, тобто виявлення та визначення антропогенних навантажень, що мають біологічне значення, на основі реакцій на них живих організмів. З огляду на те, що для гігієнічного нормування використовують експериментальні дослідження на тваринах, імовірно, можна буде опрацювати принцип єдиного еколого-гігієнічного нормування.

У гігієнічному нормуванні найважливішим є те, що параметри чинника, який підлягає нормуванню, не повинні зумовлювати несприятливих функціональних зрушень в організмі, віддалених шкідливих наслідків, а також негативно впливати на розвиток, самопочуття і працездатність людини, на санітарні умови життя. Гігієнічне нормування передбачає визначення ГДК шкідливих хімічних домішок у повітрі, воді, ґрунті, харчових продуктах тощо.

Основні об'єкти гігієнічного нормування можуть бути умовно поділені на дві групи:

- до першої належать чинники антропогенного походження, які впливають головним чином негативно і не є обов'язковими для нормальної життєдіяльності (пил, шум, вібрація, ультрафіолетове та іонізуюче випромінювання). Для них встановлюють тільки ГДК, ГДР і ГДВ;

- до другої групи належать чинники, які певної мірою необхідні для нормальної життєдіяльності (харчові речовини, сонячна радіація, мікроклімат і таке інше) – для них розробляють оптимально, мінімально і максимально допустимі параметри.

Якщо чинник має на організм людини не тільки безпосередню (фізіологічну) дію, але й впливає через навколишнє середовище, то при розробленні гігієнічних нормативів вивчають усі види можливої дії. Так, при нормуванні шкідливої речовини у воді визначають порогові концентрації, які погіршують органолептичні властивості води, токсичну дію (санітарно-токсична ознака) і порушення процесів самоочищення водоймища (загальносанітарна ознака). ГДК встановлюють за тим шкідливим показником, який має найменший поріг. Такий показник називається лімітуючим.

При розробленні гігієнічних нормативів виникають деякі методологічні проблеми. Перша з них стосується можливості екстраполяції даних, отриманих в експериментах на тваринах, на людину. Добре відомо, що різні види лабораторних тварин, особливо дрібних, мають значні відмінності у анатомії, біохімії, фізіології від людини і тому дуже важко віднести до людини отримані у модельних експериментах результати. Найкращою моделлю є, як відомо, мавпа, особливо людиноподібна. Але експерименти на вищих мавпах заборонені, а на інших – дуже дорогі. Друга методологічна проблема - це поняття про поріг шкідливої дії, оскільки ГДК або ГДР повинні бути нижче нього. Тому при встановленні гігієнічних нормативів використовують коефіцієнт запасу або коефіцієнт екстраполяції.

Існує поріг біологічної і поріг шкідливої дії речовини. Поріг біологічної

дії – це така концентрація речовини в навколишньому середовищі, яка призводить до змін фізіологічних показників організму, але у межах, характерних для цього показника. Поріг шкідливої дії – це концентрація речовини у середовищі, коли показник виходить за межі фізіологічної норми.

Під дією речовини в організмі відбуваються складні процеси пристосування. Вони можуть мати адаптаційний чи компенсаторний характер. Якщо спостерігається розвиток повної адаптації, то через деякий час усі показники повертаються до меж норми. Коли на тлі повного благополуччя спостерігаються гігієнічно визначені зміни фізіологічних показників, можна говорити лише про компенсацію шкідливої дії, яка у певний час може перейти у декомпенсацію чи навіть патологію. Коли показники у межах фізіологічної норми, відрізнити компенсацію від адаптації допоможе метод функціональних напруг. Це може бути гіпоксія, фізичне, фармакологічне, біологічне навантаження. Гігієнічно визначені зміни з часом прогресують. Часто спостерігаються зсуви з боку інтегральних показників (маса тіла, температура, концентрація глюкози в крові, стан вищої нервової діяльності і таке ін.).

Ще одна проблема - це гігієнічне нормування мутагенів та канцерогенів, для яких, на думку вчених, немає порогових доз. Тому для таких речовин не встановлюють ГДК чи ГДР.

Розглянемо особливості гігієнічного нормування основних чинників навколишнього середовища - повітря, води, ґрунту і харчових продуктів.

Критерії оцінки дії малих концентрацій атмосферних забруднень на організм наступні:

1) допустимою може бути визнана така концентрація тієї або іншої речовини в атмосферному повітрі, яка не чинить на людину прямої чи непрямой шкідливої чи неприємної дії, не знижує її працездатності, не впливає на самопочуття і настрої;

2) звикання до шкідливих речовин повинне розглядатися як несприятливий момент і доказ неприпустимості концентрації, що вивчається;

3) неприпустимими є такі концентрації шкідливих речовин, які несприятливо впливають на рослинність, клімат місцевості, прозорість атмосфери і побутові умови життя населення.

На першому етапі вивчають фізико-хімічні властивості речовини, розробляють методики визначення його в різних середовищах, вивчають шляхи потрапляння у довкілля, в організм людини, прогнозують його частку у різних середовищах.

На другому етапі вивчають дію цієї речовини на організм у гострому експерименті. Дослідження розпочинають зі встановлення порогової концентрації. Потім визначають середню смертельну концентрацію ( $CL_{50}$ ), яка призводить до загибелі 50% тварин.

Далі проводять підгострий експеримент протягом 1-2 місяців для визначення кумуляції, механізму дії, метаболізму та екскреції. Основним є хронічний експеримент, який проводять протягом 4-6 місяців при моделюванні виробничих умов, 8-12 місяців – комунальних умов, 24-36 місяців – при

вивченні процесів старіння або туморогенезу. В процесі дослідів на тваринах вивчають загальнотоксичну дію, ембріотоксичну, канцерогенну і мутагенну активність. Наступний етап включає перевірку експериментальних даних методом спостереження за станом здоров'я населення. Далі встановлюють орієнтовно допустимі рівні (ОДР) шкідливих хімічних речовин і, нарешті, встановлюють ГДК хімічної речовини.

Гігієнічне нормування шкідливих речовин у ґрунті, воді, харчових продуктах має свої особливості. Так, при токсиколого-гігієнічній оцінці у харчових продуктах регламентованої шкідливої речовини визначають стійкість речовини під час кулінарної обробки, вивчають її вплив на органолептичні властивості харчових продуктів, після чого проводять гострий, підгострий і хронічний санітарно-токсикологічний дослід з метою визначення всіх показників токсичності і встановлюють ГДК шкідливої речовини у харчових продуктах. Завершується нормування вивченням віддалених наслідків, зокрема, канцерогенних, мутагенних тощо.

Виробниче середовище має також свої особливості нормування шкідливих хімічних речовин, що завершується визначенням ГДК і орієнтовно безпечних рівнів дії (ОБРД).

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Для чого потрібне гігієнічне нормування несприятливих чинників навколишнього середовища?*
- 2. Гігієнічним нормативом називають...*
- 3. Нормативи «якості природного середовища» виражаються у...*
- 4. На яких принципах ґрунтується теорія гігієнічного нормування?*
- 5. У гігієнічному нормуванні найважливішим є...*
- 6. На які групи можуть бути умовно поділені основні об'єкти гігієнічного нормування?*
- 7. Що таке гомеостаз організму людини?*
- 8. Які механізми є основними механізмами адаптації організму людини до факторів навколишнього середовища?*
- 9. На що спрямовані реакції, які забезпечують гомеостаз організму людини?*
- 10. На які категорії поділяються екологічні аспекти, які порушують здоров'я і призводять до виникнення того чи іншого захворювання?*
- 11. Які методологічні проблеми виникають при розробленні гігієнічних нормативів?*
- 12. Охарактеризуйте поріг біологічної дії та поріг шкідливої дії.*
- 13. Які проблеми існують при гігієнічному нормуванні мутагенів та канцерогенів?*
- 14. Які критерії оцінки дії малих концентрацій забруднень на організм?*

## **Підрозділ 1.2 Гігієнічне нормування умов праці**

### **1.2.1 Гігієна праці, її значення. Гігієнічні заходи щодо оздоровлення виробничого середовища, оптимізації умов праці людини**

Гігієна праці – це галузь практичної й наукової діяльності та профілактичної медицини, яка вивчає вплив виробничого середовища на функціонування організму людини та розробляє наукові основи і практичні заходи до забезпечення покращення виробничих умов з метою збереження здоров'я працівників, високого рівня працездатності, запобігання виникненню травматизму, професійних захворювань та інших негативних наслідків, які можуть бути пов'язані з трудовою діяльністю людини.

Завданням гігієни праці є встановлення таких граничних відхилень від природних фізіологічних норм для людини, таких допустимих навантажень на організм людини за окремими чинниками виробничого середовища, а також допустимих навантажень на організм людини при комплексній дії цих чинників, які не будуть викликати негативних змін як у функціонуванні організму людини і окремих його систем так і генетичних у майбутніх поколіннях.

Гігієна праці є комплексною наукою, тісно пов'язаною з теоретичними і клінічними дисциплінами. Для рішення задач, що стоять перед нею, гігієна використовує різнобічні методи. При вивченні навколишнього середовища на виробництві гігієна праці опирається в основному на фізичні і хімічні методи, пристосовані для санітарно-гігієнічних досліджень. Для оцінки впливу процесу праці і різних факторів виробничого середовища на організм застосовують фізіологічні і біохімічні методи. Широко використовується дослідницький метод при вивченні впливу на організм хімічних речовин, фізичних факторів середовища, при обґрунтуванні нормативів.

Основними завданнями гігієни праці є:

- вивчення впливу на людину небезпечних і токсичних речовин, що викидаються в навколишнє середовище внаслідок технологічних процесів, роботи устаткування, та розроблення заходів захисту від них;
- вивчення впливу шуму, вібрації, іонізуючого випромінювання на організм людини і розроблення заходів захисту від цих чинників;
- вивчення освітленості робочих місць та розробка заходів і засобів з його нормалізації;
- розробка методів і засобів контролю умов праці;
- розробка та впровадження індивідуальних засобів захисту;
- розробка та обґрунтування вимог до санітарно-побутового забезпечення працівників.

Праця відрізняються величиною і структурою навантажень, умовами виробничого середовища, що викликає певне трудове напруження організму працівника. Відмінності в напруженості певних фізіологічних систем зумовлені різними факторами та їх комбінаціями. При цьому виділяють чинники важкості

праці – фактори трудового процесу і фактори умов праці.

Фактори важкості праці визначаються:

- особливостями трудового процесу;
- умовами виробничого середовища.

Чинники трудового процесу показують навантаження на м'язову і нервову системи; співвідношення між динамічними і статистичними навантаженнями; ритм і темп; кількість інформації, що надходить та переробляється; монотонність; робочу позу і змінність роботи.

Фактори умов праці включають певну сукупність санітарно-гігієнічних елементів виробничого середовища, які діють на працівника під час роботи.

Відповідно до рекомендацій МОП визначають такі основні чинники виробничого середовища, що впливають на працездатність людини в процесі виробництва:

- фізичне зусилля (переміщення вантажів певної ваги в робочій зоні; зусилля, пов'язані з утриманням вантажів, натисканням на предмет праці або важіль управління механізмом протягом певного часу);

- нервові напруження (складність розрахунків; особливості вимоги до якості продукції, складність управління механізмом, апаратом, приладдям; небезпека для життя і здоров'я людей під час виконання робіт; особлива точність виконання);

- робоча поза (положення тіла людини та її органів відповідно до засобів виробництва);

- монотонність роботи (багаторазове повторення одноманітних, короткочасних операцій, дій, циклів);

- температура, вологість, теплове випромінювання;

- забруднення повітря;

- виробничий шум;

- вібрація, обертання, поштовхи;

- освітленість у робочій зоні.

Вказані чинники впливають на здоров'я і працездатність людини. Для оцінки працездатності застосовуються три групи показників – виробничі, фізіологічні і психологічні, які характеризують результати виробничої діяльності, фізіологічні зрушення і зміни у психічних функціях людини в процесі праці. Тому необхідна комплексна оцінка факторів виробничого середовища і характеру праці.

Стаття 7 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» – «Обов'язки підприємств, установ, організацій» передбачає розробку і здійснення адміністрацією підприємств санітарних заходів щодо умов праці стосовно рівнів чинників виробничого середовища.

Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу призначена для:

- гігієнічної оцінки існуючих умов та характеру праці на робочих місцях;

- атестації робочих місць;
- санітарно-гігієнічної експертизи виробничих об'єктів;
- санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих підприємств;
- встановлення пріоритетності в проведенні оздоровчих заходів;
- розробки рекомендацій для профвідбору, профпридатності;
- створення банку даних про умови праці на рівні підприємства, району, міста, регіону, країни.

В основу класифікації покладені фактори виробничого середовища і виробничого процесу, небезпека їх дії на працездатність і здоров'я працюючих. За цими показниками виділено чотири класи умов і характеру праці з урахуванням перевищення гігієнічних нормативів:

*1 клас* – оптимальні умови і характер праці, за яких виключено несприятливий вплив на здоров'я працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, створюються передумови для зберігання високого рівня працездатності (повна відсутність чинників шкідливості та небезпеки чи не перевищення рівнів, прийнятих як безпечні).

*2 клас* – допустимі умови і характер праці, при яких рівень небезпечних і шкідливих виробничих факторів не перевищує встановлених гігієнічних нормативів на робочих місцях, а можливі функціональні зміни, викликані трудовим процесом, відновлюються під час регламентованого відпочинку протягом робочого дня чи домашнього відпочинку до початку наступної зміни і не чинять несприятливої дії в найближчі і віддалені періоди на стан здоров'я працюючих і їх покоління.

*3 клас* – шкідливі умови і характер праці, при яких внаслідок порушення санітарних норм і правил можлива дія небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища в значеннях, перевищуючих гігієнічні нормативи, а також психофізіологічних факторів трудової діяльності, які викликають функціональні зміни організму і можуть привести до стійкого зниження працездатності і порушення здоров'я працюючих.

*4 клас* – небезпечні умови праці, при яких є загроза отримання травм або гострих професійних отруєнь й смерті на протязі однієї робочої зміни.

Відповідно до гігієнічної класифікації клас умов праці визначається тим чинником виробничого середовища, напруженості або тяжкості праці, який має найбільше відхилення від нормативних вимог. Реальні умови праці мають виключати передумови для виникнення травм та професійних захворювань.

Фактори, що зумовлюють умови праці, поділяють на чотири групи:

Перша група (санітарно-гігієнічні фактори) – включає показники, що характеризують виробниче середовище робочої зони: освітленість, шкідливі речовини у повітряному середовищі, мікроклімат, вібрація, шум, ультразвук, випромінювання, атмосферний тиск, професійні інфекції та біологічні агенти. Вони залежать від особливостей виробничого обладнання і технологічних процесів, можуть бути оцінені кількісно і нормовані.

Другу групу складають психофізіологічні елементи, зумовлені самим процесом праці: фізичне навантаження, робоча поза, нервово-психічне

навантаження, монотонність праці, режим праці та відпочинку, фактори травмонебезпечності. З цієї групи лише частина факторів може бути оцінена кількісно.

До третьої групи відносяться естетичні фактори, що характеризують сприйняття працюючим навколишньої обстановки та її елементів: гармонійність світло кольорової композиції, звукового середовища робочої зони, ароматичність запахів повітряного середовища, гармонійність робочих поз і трудових рухів. Ці фактори оцінюються експертами.

Четверта група включає соціально-психологічні фактори, що характеризують психологічний клімат у трудовому колективі: спорідненість колективу, характер між групових стосунків у колективі. Ці фактори підлягають експертній оцінці.

Санітарія і гігієна праці розглядають ряд чинників, що можуть впливати на здоров'я і самопочуття людини, визначають джерела цих чинників і встановлюють способи захисту від них.

Оптимізація санітарно-гігієнічних елементів зовнішнього середовища досягається встановленням на підприємствах вимог (норм) до рівня освітленості, швидкості повітря, температури, вологості, тиску, запилення, радіації, токсичності, шуму, вібрації й т.д.

Умови праці – ступінь небезпеки або безпеки предметів і засобів праці, їх вплив на здоров'я, настрої і працездатність людини.

До чинників, що визначають умови праці на робочому місці, належать:

1. Санітарно-гігієнічні: освітленість, шкідливі речовини, мікроклімат, атмосферний тиск, шум, вологість, температура, швидкість руху повітря.

2. Психофізіологічні: фізичне навантаження, робоча поза, нервовопсихологічне навантаження, монотонність трудового процесу, темп і ритм роботи, травмонебезпечність, гармонізація робочої пози й трудових рухів.

3. Соціально-психологічні: характер міжособових відносин у колективі, ступінь участі в управлінні, згуртованість колективу, задоволення своєю працею.

4. Соціально-економічні: професійне навчання, медичне й побутове обслуговування, рівень задоволення матеріальних і духовних потреб, використання вільного часу.

5. Естетичні – визначають красу виробничого середовища: гармонізація світлокольорової композиції, композиційна цілісність інтер'єрів робочого приміщення, виділення зон відпочинку для зняття психологічного й фізичного навантаження.

Покращення санітарно-гігієнічних умов праці передбачає перш за все вдосконалення техніки й технології виробництва з метою усунення причин, що породжують несприятливі умови, а також раціоналізацію виробничого процесу з урахуванням комплексу санітарних та ергономічних норм, стандартів і вимог.

Забезпечення санітарного благополуччя досягається такими заходами:

- гігієнічна регламентація та державна реєстрація шкідливих чинників виробничого і навколишнього середовища;

- державна санітарно-гігієнічна експертиза проектів технологій, діючих об'єктів на відповідальність їх санітарним нормам;
- включення вимог безпеки щодо здоров'я до державних нормативних актів;
- ліцензування видів діяльності, пов'язаних з потенційною небезпекою для здоров'я людей;
- гігієнічне обґрунтування проектів, будівництв, розробки, виготовлення та використання нових засобів виробництва та технологій;
- пред'явлення гігієнічно обґрунтованих вимог до житлових, діючих засобів виробництва та технологій тощо;
- обов'язкові медичні огляди певних категорій працівників і ін.

Головна мета поліпшення умов праці полягає у тому, щоб захистити, убезпечити людину від впливу несприятливих чинників зовнішнього середовища, створити всі необхідні передумови для високопродуктивної й безпечної роботи. Вирішуються ці завдання через доведення умов праці на кожному робочому місці, на кожній виробничій ділянці, відповідно до діючих норм, а також через застосування різних засобів захисту працівників від несприятливої й шкідливої дії зовнішнього середовища.

Шляхи підвищення працездатності в першу чергу зводяться до оптимізації санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища. Численні дослідження свідчать, що ліквідація загазованості, забруднення повітря, нормалізація мікроклімату, шуму, вібрації, раціональне освітлення, впровадження принципів естетики підвищують працездатність людини навіть у тих випадках, коли характер роботи не змінюється. Так, при температурі повітря в межах 26...30 °С працездатність зменшується наполовину порівняно з її рівнем при оптимальних умовах (18 °С). В умовах підвищеного шуму (80...90 дБ) працівник затрачає в середньому на 20 % більше фізичних і нервово-психічних зусиль для збереження рівня виробітку, досягнутого в умовах нормального шуму (нижче 70 дБ).

Важливе значення має раціоналізація трудових процесів (механізація і автоматизація трудомістких робіт і вдосконалення трудових рухів), ритм роботи, який підвищує стійкість робочого динамічного стереотипу (аритмічна діяльність, коли незначні фізичні чи нервово-психічні навантаження змінюються форсованими зусиллями у високому темпі, дуже втомлива для працівника. Тому в роботу слід входити поступово, послідовно збільшуючи потужність і швидкість нервових і рухових реакцій).

Збереження працездатності і віддалення розвитку втоми забезпечується також зміною видів роботи. Аналогічну функцію виконує і активний відпочинок. Впровадження раціональних режимів праці і відпочинку залежно від важкості роботи є одним з основних організаційних заходів збереження працездатності і запобігання перевтомі працівників.

Слід також відмітити і засоби екстреного підвищення працездатності і віддалення втоми. Це, зокрема, різні хімічні стимулятори. Одна група цих стимуляторів включає речовини, які впливають на обмінні процеси. Це

глюкоза, фосфати, аскорбінова кислота, вітаміни та мікроелементи. Друга група стимуляторів включає речовини, які діють спеціально на нервову систему. До них належать фенамін, препарати лимоннику, женьшеню, кофеїн і та ін. Вони можуть давати як справжню стимуляцію за рахунок активізації відновлювального процесу за ходом роботи, так і призводити до збільшення функціональних затрат через віддалення процесу гальмування.

Особливо слід відмітити заходи, спрямовані на організацію розумової праці і запобігання розумовій втомі. Розумову працю необхідно починати з найбільш простих елементів і підготовки робочого місця, планування роботи. В роботу слід входити поступово, займатися нею систематично, виробити свій індивідуальний стиль і ритм, організувати раціональний режим праці і відпочинку в залежності від типу динаміки працездатності. Вагомим чинником високої працездатності є раціональне поєднання розумової діяльності з фізичною працею.

Людина, що працює, проводить на виробництві значну частину свого життя. Виробниче середовище – це середовище, де людина здійснює свою трудову діяльність (предмети праці, знаряддя праці, продукти праці, умови праці). Під терміном «виробниче середовище», який надто активно використовується на Заході, мається на увазі більш широке поняття, ніж тільки умови праці. Грунтуючись на принципі системного підходу до виробництва, він включає й організацію виробництва з різними елементами управління, серед яких одним з провідних є вдосконалення охорони праці, у тому числі з використанням економічних стимулів.

Тому для її нормальної життєдіяльності в умовах виробництва треба створити санітарно-гігієнічні умови, які б дали змогу їй плідно працювати, не перевтомлюючись та зберігаючи своє здоров'я. Для цього треба, щоб енергетичні витрати при праці компенсувалися відпочинком та умовами навколишнього середовища. Сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків складають умови праці. Ці умови створюються забезпеченням працюючого:

- зручним робочим місцем;
- чистим повітрям, необхідним для нормальної життєдіяльності;
- захистом від дії шкідливих речовин та випромінювань, що можуть потрапити в робочу зону;
- нормованою освітленістю;
- захистом від шуму та вібрацій;
- засобами безпеки при роботі з травмонебезпечним обладнанням;
- робочим одягом та різними засобами індивідуального захисту (за необхідності);
- побутовими приміщеннями та спеціальними службами, що призначені створювати безпечні та нормальні санітарні умови праці;
- медичним обслуговуванням та санітарно-профілактичними заходами, що призначені для збереження здоров'я.

Організація праці на робочому місці – це комплекс заходів, що забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь виробництва і предметів праці. Робоче місце – це зона, яка оснащена технічними засобами і в якій відбувається трудова діяльність працівника чи групи працівників.

Організація праці на робочому місці полягає у виборі робочої пози та системи робочих рухів, визначення розмірів робочої зони та розміщення у ній органів керування, інструментів, заготовок, матеріалів, пристроїв та ін., а також у виборі оптимального режиму праці та відпочинку. Правильно вибрана робоча поза сприяє зменшенню втоми та збереженню працездатності працівника. Робоча поза може бути вільною або заданою.

Отже, гігієна праці розглядає ряд факторів, що можуть впливати на здоров'я і самопочуття людини, визначають джерела цих факторів і встановлюють способи захисту від них. Відтак, основними завданнями гігієни праці є створення безпечних умов праці.

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Що таке гігієна праці? Які основні завданнями гігієни праці?*
- 2. Чим визначаються фактори важкості праці?*
- 3. Які санітарно-гігієнічні елементи виробничого середовища діють на працівника під час роботи?*
- 4. Які основні чинники виробничого середовища, що впливають на працездатність людини в процесі виробництва, визначають відповідно до рекомендацій МОП?*
- 5. Для чого призначена гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу?*
- 6. Які класи умов і характеру праці виділено з урахуванням перевищення гігієнічних нормативів?*
- 7. На які групи поділяють фактори, що зумовлюють умови праці?*
- 8. Якими вимогами на підприємствах досягається оптимізація санітарно-гігієнічних елементів зовнішнього середовища?*
- 9. Що належить до чинників, що визначають умови праці на робочому місці?*
- 10. Яка головна мета поліпшення умов праці?*
- 11. В чому мета організації праці на робочому місці?*

### **1.2.2 Гігієнічні норми, що регулюють умови праці**

Загальні положення і вимоги, які регламентують умови праці на підприємствах та організаціях, визначені законодавством про працю. Згідно з цими положеннями і вимогами розробляються й періодично переглядаються спеціальні правила, норми та інструкції. Більшість нормативів і рекомендацій з

умов праці встановлюються на рівні державних стандартів (Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку – ДСН 3.3.6.037-99, Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації – ДСН 3.3.6.039-99, Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – ДСН 3.3.6.042-99 тощо). Санітарно-гігієнічні норми, встановлені для підприємств, визначають правила, вимоги, положення, які регламентують умови праці. Вони представлені у вигляді різних документів: довідників, збірників норм та правил, інструкцій, постанов, законодавчих актів.

Виділяють таку класифікацію цих норм:

- за призначенням - проектування промислових підприємств, організація технологічних процесів, санітарного стану підприємств, техніки безпеки та виробничої санітарії, норми для окремих видів виробничих шкідливостей;
- щодо обов'язковості застосування - обов'язкові і рекомендовані;
- залежно від впливу умов праці на організм людини - оптимальні й допустимі;
- залежно від сфери застосування - загальні та галузеві;
- залежно від терміну дії - постійні та тимчасові.

На будь-якому робочому місці, нехай воно буде на промисловому підприємстві або в офісному приміщенні, на будь-якого працівника впливають численні фактори. Деякі з них можуть завдати серйозної шкоди здоров'ю.

Терміном «шкідливий виробничий фактор» позначають фактор виробничого середовища, а також особливості виробничого процесу, які можуть чинити шкідливу дію на організм працюючого та призводити до його захворювання.

Небезпечні й шкідливі фактори виробничого середовища за природою дії на організм людини підрозділяють на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні:

#### 1. Фізичні:

- температура навколишнього повітря;
- вміст вологи в навколишньому просторі;
- швидкість вітру, якщо робота здійснюється під відкритим небом;
- магнітне поле, лазерне та ультрафіолетове випромінювання;
- радіаційний фон;
- рівень шуму;
- ультра – або інфразвук;
- високий рівень запиленості;
- низька освітленість в приміщенні або на вуличному майданчику;
- вібрація;
- машини і механізми, які рухаються, рухомі частини виробничого обладнання, гірські породи, що обвалюються.

2. Хімічні – органічні і неорганічні сполуки у вигляді газу, пари, аерозолі, рідини. Робота з шкідливими речовинами і сумішами, постійний контакт з ними.

3. Біологічні – біологічні об'єкти, до яких належать патогенні

мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, найпростіші), продукти їхньої життєдіяльності, а також деякі органічні речовини природного походження. Коли людина піддається тимчасового або постійного впливу мікроорганізмів.

4. Психофізіологічні – фізичні та нервово-психічні перевантаження, які, в свою чергу, підрозділяють на розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці та емоційне перевантаження.

Поява небезпечних і шкідливих факторів у виробництві може бути обумовлена: неправильною організацією трудового процесу (нераціональний режим праці та відпочинку, вимушене положення тіла, надмірне напруження окремих органів і систем), низькою культурою виробництва, відсутністю чи незадовільною роботою санітарно-технічних пристроїв і обладнання; складністю вирішення на деяких виробництвах санітарно-технічних проблем (боротьба з пилом у вугільній та гірничорудній промисловості, нормалізація мікроклімату на робочих місцях підприємств чорної і кольорової металургії, у глибоких шахтах); особливостями трудового процесу, пов'язаними з перенапруженням нервово-емоційної сфери (складна операторська робота в умовах дефіциту часу).

Виявити все відповідності або невідповідності умов праці можна тільки при проведенні всіх необхідних вимірювань за допомогою спеціального обладнання та інструментів. Тільки так можна правильно оцінити і встановити гігієнічні нормативи і класи умов праці.

Як говорить статистика, загальна характеристика умов праці може проводитися набагато частіше, ніж раз на п'ять років. На багатьох підприємствах часто бачать представників органів, які перевіряють умови праці. Аналіз переслідує кілька основних цілей:

- оцінити відповідність умов праці гігієнічним нормативам з подальшою видачею спеціального санітарного висновку;
- проведення профілактичних заходів, які дозволяють покращити умови праці;
- збір всієї необхідної інформації для бази даних окремої галузі чи підприємства;
- класифікація місць роботи в резерві умов праці;
- аналіз статистичних даних професійних захворювань в залежності від конкретних умов на тому чи іншому робочому місці;
- оцінювання ризиків для здоров'я людей на певному місці роботи.

Після того як буде проведена оцінка санітарно-гігієнічних нормативів умов праці, робиться висновок. Загальне оцінювання виводиться за максимальним класом та ступенем шкідливого впливу на людський організм.

Обладнання робочих місць та умови праці на них повинні відповідати вимогам наступних нормативних документів:

— розміри й обладнання виробничих приміщень - ДСП 173-96 (Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів) і ДСТУ Б В.1.1-36:2016 (Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за

вибухопожежною та пожежною небезпекою), а допоміжних - ДБН В.2.2-28-2010 (Будинки адміністративного та побутового призначення). Наприклад, для забезпечення нормальних умов праці на одного працівника встановлюють санітарні норми - обсяг виробничого приміщення не менше 15 м<sup>3</sup>, площу - не менше 4,5 м<sup>2</sup>. На підприємствах передбачаються кабінети психофізіологічного розвантаження, приміщення для виконання фізичних вправ, санітарно-побутові приміщення;

— показники мікроклімату (температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, теплове випромінювання) в робочій зоні - Державним санітарним нормам ДСН 3.3.6.042-99;

— рівні вібрації не повинні перевищувати допустимих значень Державних санітарних норм ДСН 3.3.6.039-99;

— концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони (газо-, паро- або пилоподібних) не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, що містяться у переліку «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» № 4617-88, доповненнях № 1-7 до нього, а також ГДК, затверджених Головним державним санітарним лікарем України після 01 січня 1997 р.;

— рівні виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку не повинні перевищувати допустимих значень Державних санітарних норм ДСН 3.3.6.037-99;

— параметри виробничого освітлення (коефіцієнт природної освітленості, освітленість робочої поверхні, показники осліпленості) повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» (чинні до 01.03.2019).

Гігієнічні нормативи умов праці забезпечують надійний захист для кожного робітника, адже на багатьох підприємствах шкідливість дуже висока, а вона може спровокувати розвиток професійного захворювання.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. На рівні яких стандартів встановлюються більшість нормативів і рекомендацій з умов праці?

2. Яку класифікацію санітарно-гігієнічних норм виділяють?

3. Що позначають терміном «шкідливий виробничий фактор»?

4. Як підрозділяють небезпечні й шкідливі фактори виробничого середовища за природою дії на організм людини?

5. Охарактеризуйте фізичні небезпечні й шкідливі фактори виробничого середовища?

6. Охарактеризуйте хімічні небезпечні й шкідливі фактори виробничого середовища?

7. Охарактеризуйте біологічні небезпечні й шкідливі фактори виробничого середовища?

8. *Охарактеризуйте психофізіологічні небезпечні й шкідливі фактори виробничого середовища?*

9. *Чим може бути обумовлена поява небезпечних і шкідливих факторів у виробництві?*

10. *Які цілі переслідує аналіз умов праці?*

11. *Вимогам яких нормативних документів повинні відповідати обладнання робочих місць та умови праці на них?*

12. *Що забезпечують гігієнічні нормативи умов праці?*

### **1.2.3 Поняття і класифікація професійних захворювань**

Шкідливі фактори виробничого середовища впливають на різні органи і системи організму працюючих.

Під професійним захворюванням розуміється патологія, викликана впливом шкідливого виробничого середовища. Під час роботи людина піддається впливу не одного, а суми декількох шкідливих факторів виробничого середовища. Тому виділяють наступні види дії шкідливих факторів:

– комбінована дія – це сумарна дія кількох чинників однієї природи, наприклад, кілька фізичних факторів: шум та вібрація і т.д.;

– комплексна дія – це, коли один і той же фактор (наприклад, хімічна речовина) надходить в організм різними шляхами (перорально, респіраторно, через шкіру);

– поєднана дія – це сумарна дія кількох чинників різної природи, наприклад, хімічної речовини та ультрафіолетового-випромінювання, хімічної речовини та шуму і т.д.

Може також зустрічатися комплексна + поєднана дія.

Професійні шкідливі фактори (профшкідливості) – фактори, які впливають на працюючих людей та здатні викликати порушення здоров'я – професійні захворювання.

Розрізняють гострі і хронічні професійні захворювання та отруєння.

Гостре професійне захворювання (інтоксикація) виникає зненацька, після одноразового (протягом не більше однієї робочої зміни) впливу відносно високих концентрацій, рівнів або доз хімічних речовин (або інших шкідливих факторів), що знаходяться в повітрі робочої зони.

Хронічні професійні захворювання виникають внаслідок тривалого впливу невисоких (але тих, які перевищують ГДК, ГДД, ГДР) концентрацій, рівнів, доз шкідливих виробничо-професійних факторів.

Вивченням діагностики, клініки та лікування профзахворювань займаються лікарі лікувального профілю – профпатологи, які працюють в медико-санітарних частинах (МСЧ) підприємств, в цехових поліклініках або в спеціальних клініках профпатології.

Основні завдання гігієни праці щодо профшкідливостей:

1. Вивчення джерел, умов виникнення і показників профшкідливостей на виробництві.

2. Вивчення закономірностей дії профшкідливостей на організм.

3. Розслідування випадків профзахворювань та запобігання їх розповсюдженню.

4. Розробка профілактичних заходів щодо запобігання профзахворювань.

Класифікація профшкідливостей:

- небезпечний виробничий фактор – може викликати гостре порушення здоров'я або загибель працюючого;

- шкідливий виробничий фактор – може викликати порушення здоров'я – професійне захворювання.

Основою діагностики і профілактики професійної патології є наказ Міністерства охорони здоров'я України № 246 від 21 травня 2007 року «Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій». У наказі наведено "Список професійних захворювань". Він включає:

- список виробництв і професій, для яких обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди працюючих;

- порядок проведення оглядів, склад лікарів-спеціалістів;

- перелік медичних протипоказань для прийому на різні види виробництв;

- список діагнозів профзахворювань та професійних отруєнь.

- назви профзахворювань – наприклад, пневмокониози, шумова, вібраційна хвороба та ін., гострі та хронічні отруєння;

- небезпечні та шкідливі виробничі фактори, дія яких може призвести до виникнення профзахворювань.

Єдина класифікація професійних захворювань до теперішнього часу не розроблена. Пояснюється це насамперед тим, що клінічна картина їх нерідко буває поліморфною і характеризується зміною багатьох органів та систем. Разом з цим розрізняють специфічні і неспецифічні професійні захворювання.

Першим терміном позначають захворювання, які виникають виключно в разі дії професійних факторів. Вони називаються ще «абсолютно специфічними». Друга група захворювань – це «відносно специфічні» професійні захворювання.

Абсолютно специфічних професійних захворювань небагато: пневмокониози, вібраційна хвороба, інтоксикація марганцем.

Відносно специфічними захворюваннями є інтоксикації, які іноді мають побутове походження, але частіше виникають у виробничих умовах (інтоксикація свинцем, ртуттю, миш'яком, пестицидами), а також променева хвороба, захворювання рук від функціонального перенапруження. Треба мати на увазі, що специфічні професійні захворювання мають своєрідну клінічну картину.

Багато захворювань може бути зумовлено не тільки професійними, але й іншими шкідливими факторами, хоч у певних професіях, під впливом конкретних професійних шкідливостей вони зустрічаються набагато частіше, ніж в інших умовах (бронхіальна астма в хутровиків і фармацевтів; хронічні

бронхіти в робітників «пилових» професій та ін.). Це неспецифічні професійні захворювання.

Найбільш конкретною класифікацією професійних захворювань є етіологічна класифікація. За етіологічною ознакою виділяють групи професійних захворювань, зумовлені впливом:

- 1) промислового пилу (пневмоконіози, пиловий бронхіт);
- 2) фізичних факторів промислового середовища (вібраційна хвороба, неврит слухових нервів, ураження, викликані дією різних видів випромінювань, високих і низьких температур та ін.);
- 3) хімічних факторів виробничого середовища (різні гострі та хронічні інтоксикації);

- 4) зумовлені впливом фізичного перенапруження окремих органів і систем (координаторні неврози, хвороби периферичної нервової системи і опірно-рухового апарату – моно - та полінейропатії, в тому числі компресійні та вегетативно-сенсорні нейропатії, шийні та попереково-крестцові радикулопатії, хронічні міофібрози, епікондільози плеча, плечолопаточні періартрози, бурсіти; виражене варикозне розширення вен на ногах; захворювання, які викликані перенапруженням голосового апарату (хронічний ларингіт, вазомоторний монохондрит, вузлики голосових складок) та органів зору (прогресуюча короткозорість);

- 5) біологічних факторів (інфекційні та паразитарні захворювання, які розвиваються у людей, що мають контакт з різним інфекційним матеріалом, або тваринами, що хворіють тим чи іншим інфекційним захворюванням, а також, у тих, хто працює в протитуберкульозних та інших інфекційних медичних закладах; захворювання, які викликаються антибіотиками, грибами-продуцентами та ін.).

Поза цим етіологічним угрупованням знаходяться алергічні (кон'юнктивіт, риніт, бронхіальна астма, екзогенний алергічний альвеоліт, набряк Квінке, крапивниця, анафілактичний шок та ін.) і онкологічні захворювання професійної природи (пухлини шкіри, порожнини рота та органів дихання, печінки, сечового міхура, рак шлунку, лейкози, пухлини кісток).

Іноді в класифікації професійних захворювань використовується системно-органный принцип (професійні захворювання нервової системи, органів дихання, серцево-судинної системи, крові тощо).

За захворювання, які виникають через дію на організм хімічної сполуки під час роботи з нею в умовах виробничого середовища, носять назву професійного отруєння. Воно виникає внаслідок взаємодії живого організму й отрути. Найбільшого розповсюдження набула класифікація токсичних речовин, яка відображає їх практичне застосування:

- 1) промислові отрути, які використовуються у виробництві: органічні розчини (діхлоретан), барвники (анілін), хімічні реагенти (метиловий спирт) та ін.;

- 2) отрутохімікати, що використовуються для боротьби зі шкідниками сільськогосподарських рослин; хлорорганічні пестициди (гексахлоран, поліхлорпінен), фосфорорганічні інсектициди (карбофос, хлорофос, метилмеркаптофос), ртутьорганічні речовини (гранозан), похідні карбамінової

кислоти (севін);

3) лікарські засоби;

4) побутові хімікати, які використовуються у вигляді харчових доповнень (оцтова кислота), засоби санітарії, особистої гігієни і косметики;

5) біологічні рослинні і тваринні отрути, які містяться в рослинах і грибах, тваринах і комах (змії, бджоли);

6) бойові отруйні речовини (зарін, іприт, фосген). Загального визнання набула гігієнічна класифікація отрут, в основу якої покладена кількісна оцінка токсичної небезпеки хімічних сполук на основі експериментально встановленої смертельної дози (ДЛ50) і гранично допустимої концентрації (ГДК). Згідно з цією класифікацією токсична речовина відповідає певному розряду токсичності, що характеризує його більшу чи меншу небезпечність.

Найсуттєвішим для клінічної токсикології є розподіл хімічних сполук за токсичною дією на організм (токсикологічна класифікація). Виділяють отрути нервово-паралітичної (фосфорорганічні інсектициди), шкірно-резорбтивної (діхлоретан, гексахлоран, миш'як, ртуть), затальнотоксичної (чадний газ), задушливої (окисли азоту), сльозоточивої і подразливої дії (пари міцних кислот і лугів).

Встановлення діагнозу професійного захворювання є відповідальною і нерідко досить складною справою. Особи, які мають професійне захворювання, користуються низкою пільг, в тому числі щодо оплати за лікарняним листком, пенсійного забезпечення, санаторно-курортного лікування, оплати медикаментозних препаратів. Клінічна картина більшості професійних захворювань, особливо на ранніх стадіях, мало чим відрізняється від клінічної картини подібних форм непрофесійних захворювань.

Медичну допомогу хворим на те чи інше професійне захворювання надають клініки науково-дослідних інститутів, а також медико-санітарні частини (МСЧ). Головним завданням МСЧ є розробка і проведення спільно з адміністрацією підприємств мір, спрямованих на оздоровлення умов праці і побуту прикріплених континентів робітників і службовців, попередження і зниження загальної і професійної захворюваності, надання спеціалізованої медичної допомоги і здійснення систематичного диспансерного нагляду.

Оскільки дотепер у номенклатурі лікарських посад не було спеціальності лікаря-профпатолога, усю роботу з обслуговування хворих, які мають професійне захворювання, здійснювали лікарі-терапевти (цехові терапевти). Сьогодні, коли така спеціальність здобула офіційного визнання, профпатологічна служба перебуває на етапі розбудови.

У профілактиці професійних захворювань важливе місце займають попередні і періодичні медичні огляди робітників, які приступають до роботи або працюють в контакт з шкідливими факторами виробничого середовища. Порядок їх проведення регламентується наказом Міністерства охорони здоров'я України № 246 від 21 травня 2007 року «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій». Наказ передбачає, що організацію і проведення медичних оглядів забезпечують:

- власник підприємства, установи, організації незалежно від форми власності і видів діяльності;
- органи і заклади Міністерства охорони здоров'я України, лікувально-профілактичні, санітарно-епідеміологічні, науково-дослідні, медичні інститути (університети), на території обслуговування яких знаходяться підприємства, установи, організації, колгоспи, радгоспи,
- фермерські, орендні, кооперативні, малі, спільні підприємства, об'єкти харчової промисловості, дитячі і дошкільні заклади та інші об'єкти.

Власник за рахунок коштів підприємства організовує проведення медичних оглядів, відшкодовує втрати на лікування, професійну і медичну реабілітацію осіб з професійним захворюванням, обстеження конкретних умов праці для складання санітарно-гігієнічної характеристики.

Попередні медичні огляди у разі прийняття на роботу проводяться з метою встановлення фізичної і психофізіологічної придатності осіб до роботи за конкретно визначеною професією, спеціальністю, посадою, а також запобігання захворюванням і нещасним випадкам, виявлення захворювань (інфекційних та інших), які становлять загрозу зараження працівників, продукції, що випускається, допуску до роботи осіб віком до 21 року.

Періодичні медичні огляди проводяться в процесі трудової діяльності для осіб, котрі зайняті на тяжких роботах, роботах зі шкідливими чи небезпечними умовами праці, відповідно до переліку речовин, несприятливих виробничих факторів і робіт, для виконання яких обов'язкові медичні огляди працівників. Вони забезпечують динамічний нагляд за станом здоров'я працівників, виявляють ранні ознаки впливу виробничих умов і шкідливостей на організм, які не дають змоги продовжувати роботу за даною професією; запобігають нещасним випадкам, поширенню інфекційних і паразитарних захворювань. Можуть проводитись у період перебування працівника в стаціонарі або у випадках, коли він звернувся за допомогою.

Результати медичних оглядів протягом місяця оформляються заключним актом, який складається в чотирьох примірниках (для лікувально-профілактичного закладу, власника, профспілкового комітету і санітарно-епідеміологічної станції).

На час проходження медогляду, обстеження в профпатологічних центрах, клініках науково-дослідних і медичних інститутів (університетів) для уточнення діагнозу або визначення ролі виробничих факторів у розвитку захворювань за працюючим зберігається місце роботи (посада) і середній заробіток.

Порядок організації медичних оглядів.

Підприємство разом із санітарно-епідеміологічною станцією, профспілковим комітетом визначає контингент осіб, які підлягають періодичним медичним оглядам, і складає у двох примірниках поіменний список, узгоджуючи його в санепідемстанції. Один примірник списку направляється в лікувально-профілактичний заклад, другий залишається на підприємстві (у відповідального за організацію медогляду органу);

- направляє осіб, які приймаються на підприємство або змінюють професію і місце роботи, для проходження попереднього огляду з направленням встановленої форми;
- знайомить особу, яка приймається на роботу, з притаманними конкретній професії шкідливими і небезпечними виробничими факторами і речовинами, з нормативними актами з охорони праці;
- виділяє асигнування на організацію медоглядів,
- частково відшкодовує витрати на обстеження і лікування працівників у профпатологічних центрах, клініках науково-дослідних інститутів, медичних інститутів (університетів), обстеження умов праці зі складанням санітарно-гігієнічної характеристики;
- видає наказ про проведення медоглядів в строки, погоджені з лікувально-профілактичними закладами, призначає відповідальних за організацію медогляду;
- сприяє створенню або покращанню матеріально-технічної бази медико-санітарних частин, лікувально-профілактичних закладів при проведенні медичних оглядів, клінічних та інших досліджень;
- виділяє приміщення для проведення медоглядів;
- направляє працівників на медогляд у лікувально-профілактичний заклад і здійснює контроль за терміном його проходження;
- забезпечує виконання рекомендованих оздоровчо-профілактичних заходів.

Лікувально-профілактичний заклад:

- щорічно видає наказ про створення комісії для проведення медоглядів з визначенням терміну, місця проведення, переліку лікарів-спеціалістів, клінічних та інших досліджень; очолює комісію заступник головного лікаря лікувально-профілактичного закладу, який має підготовку з професійної патології;
- розроблює, погоджує з власником і санепідемстанцією план-графік проведення медоглядів;
- проводить медичний огляд працівників, клінічні та інші види досліджень;
- залучає до медогляду інших спеціалістів, проводить за показанням додаткові клінічні дослідження, необхідні для оцінки стану здоров'я працівників;
- запитує в санітарно-епідеміологічних станціях санітарно-гігієнічні характеристики умов праці працівників;
- контролює дотримання строків проходження медоглядів;
- робить висновок про стан здоров'я кожного працівника, який пройшов медогляд, приймає рішення відповідно до медичних протипоказань про можливість продовження роботи за даною професією для осіб, в яких виявлені загальносоматичні або професійні захворювання;
- інформує працівника про стан його здоров'я і можливість продовжувати роботу за своєю професією за результатами медичного огляду чи

видає висновки про переведення на іншу роботу;

- за медичними показаннями направляє працівників на обстеження в лікувально-профілактичні заклади, яким надано право встановлювати діагноз професійного захворювання;

- направляє працівників за медичними показаннями на медико-соціально-експертну комісію (МСЕК).

Проводить:

- один раз на рік медичний огляд осіб, котрі припинили роботу у виробництві зі шкідливими та небезпечними факторами, вплив яких може зумовити пізній, розвиток професійних захворювань;

- аналіз та узагальнення результатів медичних оглядів, оформлення заключного акта, який надсилають у територіальну СЕС, власнику та в профспілковий комітет підприємства;

- протягом місяця по закінченні проведення медогляду направляє власнику поіменні описки осіб, яким протипоказана робота в несприятливих умовах праці;

- здійснює диспансерний нагляд за хворими на профзахворювання, які продовжують трудову діяльність, їх лікування та професійну реабілітацію;

- веде облік профзахворювань та профотруень.

Санітарно-епідеміологічний заклад:

- визначає один раз на два роки на промислових підприємствах і щорічно в сільському господарстві контингент осіб, які підлягають медоглядам;

- здійснює нагляд за достовірністю обліку власником шкідливих і небезпечних факторів і речовин, робота з якими потребує проведення медичних оглядів;

- погоджує поіменні списки осіб, які підлягають медоглядам, та план-графік проведення медогляду.

Бере участь:

- у підготовці і навчанні спеціалістів лікувально-профілактичного закладу;

- у складанні заключного акта періодичного медогляду;

- в експертній оцінці організації і якості медичних оглядів.

- Направляє розпорядження щодо усунення виявлених порушень і недоліків в організації і проведенні медоглядів;

- розглядає питання про тимчасове зупинення медогляду в разі порушення існуючого положення;

- складає санітарно-гігієнічні характеристики умов праці;

- подає на розгляд територіальних державних адміністрацій пропозиції з питань запобігання профзахворювань.

Науково-дослідні інститути медицини праці, гігієни праці і профзахворювань, кафедри медичних університетів (інститутів):

- розробляють нормативні і методичні документи з науково-організаційних основ проведення медичних оглядів, експертизи їх якості та оцінки результатів; критерії визнання контингентів осіб, які підлягають

медичним оглядам; показники ризику розвитку професійних захворювань і критерії віднесення захворювань до виробничообумовлених;

▪ займаються розробкою питань профілактики, ранньої діагностики і лікування профзахворювань, медичної реабілітації працівників з ризиком розвитку профзахворювань та хворих на профзахворювання; визначенням віддалених наслідків дії на організм шкідливих і небезпечних виробничих чинників. Здійснюють підвищення кваліфікації фахівців з гігієни праці і професійних захворювань на курсах удосконалення, інформації і стажування, семінарах тощо, а також виносять остаточне рішення щодо зв'язку захворювання з умовами праці.

Основні напрямки профілактики профзахворювань.

1. Нормативно-законодавчі заходи: КЗПП (кодекс законів про працю), ГОСТ, СанПіН, СніП та ін.

2. Гігієнічні заходи: попереджувальний та поточний санітарні нагляди.

3. Медико-профілактичні заходи: попередні та періодичні медогляди, лікувально-профілактичне харчування.

4. Санітарне просвітництво працівників про шкідливі та небезпечні професійні фактори, навчання техніці безпеки.

5. Технологічні заходи по зниженню або усуненню профшкідливостей.

6. Індивідуальні засоби захисту.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. *Що розуміється під професійним захворюванням?*

2. *Які види дії шкідливих факторів виділяють?*

3. *Професійні шкідливі фактори (профшкідливості) – це...*

4. *За яких умов виникає гостре професійне захворювання (інтоксикація)?*

5. *Як виникають хронічні професійні захворювання?*

6. *Які основні завдання гігієни праці щодо профшкідливостей?*

7. *Яка класифікація профшкідливостей?*

8. *Які виділяють види дії шкідливих факторів?*

9. *Що таке професійні шкідливі фактори?*

10. *Які основні завдання гігієни праці щодо профшкідливостей?*

11. *Яка існує класифікація профшкідливостей?*

12. *Основою діагностики і профілактики професійної патології є?*

13. *Які професійні захворювання називаються «абсолютно специфічними»?*

14. *Які професійні захворювання називають «відносно специфічними захворюваннями»?*

15. *Які групи професійних захворювань виділяють за етіологічною ознакою?*

16. *Як називають захворювання, які виникають через дію на організм хімічної сполуки під час роботи з нею в умовах виробничого середовища?*

17. *Яка класифікація токсичних речовин набула найбільшого*

*розповсюдження, що відображає їх практичне застосування?*

*18. Що займає важливе місце у профілактиці професійних захворювань?*

*19. Який порядок організації медичних оглядів?*

*20. Які основні напрямки профілактики профзахворювань?*

#### **1.2.4 Класифікація та нормування шкідливих речовин в повітрі робочої зони**

Багато технологічних процесів супроводжуються виділенням в повітря виробничих приміщень шкідливих речовин - парів, газів, твердих і рідких частинок. Пари і гази утворюють з повітрям суміші.

Забруднення повітряного середовища пилом, газом, аерозолем у виробничих умовах відбувається з багатьох причин. Основними з них є:

1 Недосконалість технологічного процесу (наприклад, виробництво цементу мокрим і сухим способом).

2 Переривчастість технологічних процесів (перевантаження, пересипання).

3 Недостатня герметичність устаткування.

4 Рух транспорту (так зване вторинне забруднення).

Наслідки забруднення.

Забруднення повітряного середовища пилом, окрім несприятливого впливу на організм людини, може бути причиною:

1) вибуху (вугільний, торф'яний, алюмінієвий);

2) втрати сировини та готового продукту;

3) псування продукції (при виготовленні точних приладів, лакофарбових покриттів).

Окремі технологічні процеси, наприклад, в машинобудуванні (травлення чорних металів кислотами, цинкування, процеси знежирення і нанесення лакофарбових покриттів), хімічній промисловості супроводжуються, окрім викиду пилу, виділенням у повітря шкідливих парів і газів.

Отруйні речовини проникають в організм людини через дихальні шляхи, травний тракт і шкіру. Вони можуть порушити нормальну життєдіяльність організму і призвести до стійких або патологічних змін.

Отруєння, що виникають на виробництві, називаються професійними.

Вони можуть бути гострими (раптово у великих дозах), і тоді їх відносять до нещасних випадків, або хронічними (малі дози тривалий час), і тоді їх відносять до категорії профзахворювань.

Небезпека дії на організм людини отруйних речовин визначається такими чинниками:

- хімічний склад речовини;

- ступінь подрібнення (дисперсність);

- розчинність в біологічних середовищах (приклад з ДДТ);

- концентрація (змінна отрута);

- час дії.

За ступенем дії на організм людини шкідливі речовини підрозділяються на 4 класи небезпеки:

1. Речовини надзвичайно небезпечні (ртуть металева, свинець, гексахлоран, жовтий фосфор).

2. Речовини високо небезпечні (хлорофос, сірковуглець, сурма).

3. Речовини помірно небезпечні (тютюн, спирт метиловий).

4. Речовини малонебезпечної дії (спирт етиловий, уайт-спірит).

За фізіологічною дією отруйні речовини можуть бути розділені на чотири основні групи:

а) подразнюючі – діють на поверхневі тканини дихального тракту і слизові оболонки (хлор, сірчистий газ, аміак, акролеїн);

б) задушливі – діють як речовини, що порушують процес засвоєння кисню тканинами (окисел вуглецю, сірководень);

в) наркотичні – діють як наркотики (азот під тиском, дихлоретан, чотирихлористий вуглець);

г) соматичні отрути - викликають порушення діяльності всього організму або його окремих органів і систем (свинець, ртуть, бензол, миш'як).

Ступінь подрібнення діє так, що чим вища дисперсність, тим швидше і глибше проникають отрути в організм (найнебезпечніші паро- і газоподібні речовини). Розчинність підсилює ураження.

Концентрація і час дії - це вирішальні чинники. Для багатьох речовин встановлена залежність між концентрацією, часом дії і характером дії (наприклад, сильно діє окисел вуглецю при дотриманні рівності: добуток часу дії в годинах на концентрацію в міліграмах на  $1 \text{ м}^3$  дорівнює 1700).

Неотруйні виробничі пари, гази і пил в основному подразнюють організм і, проникаючи всередину організму через органи дихання, можуть викликати хронічні захворювання легень і дихальних шляхів (сюди відносять пил різного походження).

Пил – основний шкідливий фактор на багатьох промислових підприємствах, обумовлений недосконалістю технологічних процесів. Природний пил знаходиться в повітрі в звичайних умовах мешкання людини в межах концентрацій  $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$ , в промислових центрах, де діють великі підприємства, він не буває нижче  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , а на робочих місцях запиленість повітря іноді сягає  $100 \text{ мг/м}^3$ . Значення ГДК для нейтрального пилу, що не має отруйних властивостей, дорівнює  $10 \text{ мг/м}^3$ .

Основні фізико-хімічні властивості пилу: хімічний склад, дисперсність (ступінь подрібнення), будова частинок, розчинність, щільність, питома поверхня, нижня та верхня концентраційна границя вибуховості суміші пилу з повітрям, електричні властивості та ін. Знання усіх цих показників дає можливість оцінити ступінь небезпеки та шкідливості пилу, його пожежо- та вибухонебезпечність.

Промисловий пил може бути класифікований за різними ознаками:

- за походженням – органічний (рослинний, тваринний, штучний пил) і неорганічний (мінеральний, металевий пил) та змішаний (присутність часток

органічного та неорганічного походження);

- за способом утворення – дезінтеграційний (подрібнення, різання, шліфування і т. п.), димовий (сажа та частки речовини, що горить) та конденсаційний (конденсація в повітрі пари розплавлених металів);

- за токсичною дією на організм людини – нейтральний (нетоксичний для людини пил) та токсичний (який отрує організм людини).

До подразливого пилу відносять:

- мінеральний (азбестовий, кварцовий, вугільний, наждачний та ін.);

- металевий (залізний, чавунний, цинковий та ін.);

- деревний.

Подразливий (неотруйний) пил подразнює слизові оболонки дихальних шляхів, шкіру, очі і практично не потрапляє в кровообіг внаслідок поганої розчинності в біологічних середовищах (крові, лімфі, інших рідинах). Проте тривала робота в умовах заповненого повітря може призвести до хронічних захворювань легенів. Ці захворювання призводять до обмеження дихальної поверхні легенів і змін у всьому організмі людини.

Отруйний пил (свинець, ртуть, миш'як і т.д.), розчиняючись в біологічних середовищах, діє як введена в організм отрута і викликає його отруєння. Наприклад, при зварюванні утворюється пил, що містить марганець, хром, фтор. У ливарному виробництві у ряді випадків утворюється пил, що містить миш'як і берилій.

Характер дії на організм людини виробничого пилу залежить:

- від його походження (органічний пил або неорганічний);

- розміру частинок.

Великі частинки пилу (розміром більше 5-10 мкм) осідають на слизових оболонках носоглотки і можуть викликати подразнення їх, проте глибоко в легені не проникають. Більш дрібні (0,05-5,00 мкм) проникають в легені і викликають «пневмоконіози».

Якісну характеристику пилу визначають фотометричним методом за допомогою поточного ультрафотометра, яким реєструються окремі пилові частинки за допомогою сильного бокового світла.

Для відокремлення пилу від повітря застосовуються різні фільтри, які затримують пилові частинки розміром до 0,1 мкм і більше, залежно від розміру пор фільтра. Такі фільтри випускаються в багатьох країнах. Матеріал фільтрів може бути різним в залежності від його призначення: целюлоза, синтетичні матеріали, азбест (для визначення горючих частинок пилу). Також застосовуються комбіновані фільтри. Випускаються спеціальні фільтри, просичені імерсійним мастилом, що робить їх прозорими – це і дозволяє додатково робити мікроскопічні дослідження пилу.

Забруднення повітря має місце в такому випадку, коли забруднююча повітря речовина або декілька речовин присутні в такій кількості і протягом такого часу, що спричиняють шкоду людям, тваринам, рослинам та майну.

За концентрації кисню не більше 9% (нормальний барометричний тиск) у людини настає кисневе голодування тканин організму (аноксемія), що може

призвести до смерті.

Підвищений вмісту азоту у повітрі призводить до наркотичної дії, так за концентрації азоту 83 % відчувається задуха, а за 93 % – настає смерть від нестачі кисню (зростання вмісту азоту означає зменшення вмісту кисню).

Допустима норма вуглекислого газу в приміщенні 0,1-0,2%, на робочих місцях – до 0,5 %. Підвищений вміст вуглекислого газу призводить до зменшення вмісту кисню.

Важливо, щоб повітря мало певний іонний склад. В повітрі містяться негативні і позитивні іони, які, в свою чергу, бувають легкі, середні і важкі. Важкі іони утворюються в результат осадження легких іонів на різних частках: пилу, краплинах. В незабрудненому повітрі переважно знаходяться легкі іони, в забрудненому – важкі. Нормується оптимальний вміст легких іонів у повітрі робочої зони.

В сучасній техніці застосовується безліч речовин, які можуть потрапляти в повітря і становити небезпеку здоров'ю людей. Для визначення небезпечності досліджується вплив цих речовин на організм людини і встановлюються безпечні для людини концентрації та дози.

На промислових підприємствах повітря робочої зони може забруднюватися шкідливими речовинами, які утворюються в результаті технологічного процесу, або містяться в сировині, продуктах чи напівпродуктах, у відходах виробництва. Ці речовини потрапляють у повітря у вигляді пилу, газів або пари і діють негативно на організм людини.

При роботі або ремонті копіювальних апаратів виділяються такі хімічні речовини, як озон, оксид азоту, аміак, стирол (вінілбензол), ацетон (пропан-2-он), селенистий водень (гідроселенід), епіхлоргідрин (хлорметилоксиран), кислоти, бензин, оксид етилену (оксиран).

У відповідності до ГОСТ 12.1.007-76 «ССБП. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки», який чинний до 01.01.2019 року, шкідливою речовиною називається речовина, яка при контакті з організмом людини при порушенні вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення стану здоров'я в процесі роботи та у наступний період життя, а також справити негативний вплив на здоров'я нащадків.

Всі шкідливі речовини за характером дії на організм людини поділяються на шість груп:

I – загальнотоксичні або загальносоматичні речовини – речовини, які діють на центральну нервову систему, кров і кровотворні органи (сірководень ( $H_2S$ ), ароматичні вуглеводні, чадний газ ( $CO$ ), ціаністий водень ( $HCN$ ), хлор ( $Cl_2$ ), бром ( $Br_2$ )). За концентрацією цих речовин у повітрі повинен бути забезпечений безперервний контроль із сигналізацією про перевищення гранично допустимих концентрацій;

II – подразнюючі речовини – речовини, які діють на слизові оболонки очей, носу, гортані, шкіри (пари кислот, лугів, оксид Нітрогену ( $NO_2$ ), оксиди Сульфуру ( $SO_2$  і  $SO_3$ ), тощо);

III – сенсibiliзуючі або алергени (від лат. *sensibilis* – чутливий) – речовини, які призводять до виникнення алергії (альдегіди, ароматичні нітро-, нітросо-, аміносполуки, зокрема, акрилонітрил, берилій, нікель, хлорофос);

IV – канцерогенні або бластомогенні речовини – речовини, що призводять до виникнення ракових пухлин. Це продукти перегонки нафти і кам'яного вугілля (похідні антрацену, бензпірен, мазути, гудрони, бітуми, асфальти, мастила, дьоготь, бензол, хлористий вініл), пил азбесту, арсен (As), меркурій (Hg), плумбум (Pb), цинк (Zn), молібден (Mo), нікель (Ni), радіоактивні речовини;

V – мутагенні речовини – речовини, які призводять до зміни спадкової інформації (Pb, Mn, радіоактивні речовини);

VI – такі, що пригнічують репродуктивну функцію (меркурій, плумбум, манган (Mn), радіоактивні сполуки, хлоропрен, нікотин).

Існують і інші класифікації шкідливих речовин, наприклад, за фізіологічною дією: подразнюючі, задушливі, соматичні, наркотичні.

Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки за їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує певну межу – гранично допустиму концентрацію (ГДК).

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДК р.з) – це така концентрація, вплив якої на людину в разі її щоденної регламентованої тривалості (щоденна дія при 8-годинній роботі, але не більш ніж 40 годин протягом тижня) не призводить до зниження працездатності чи захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє негативного впливу на здоров'я нащадків.

Вимірюється ГДК у мг/м<sup>3</sup>. Перелік ГДК шкідливих речовин в повітрі наводиться у «Державних санітарних правилах планування та забудови населених пунктів» ДСП 173-96; ГОСТ 12.1.005-88, ССБТ. «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-технические требования», який діє до кінця цього року, а також у нормах «Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних чинників в повітрі робочої зони», затверджених головним державним санітарним лікарем України 17.07.2015.

За ступенем дії на організм людини шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки:

- 1 - надзвичайно небезпечні;
- 2 - високонебезпечні;
- 3 - помірно небезпечні;
- 4 - малонебезпечні.

У відповідності до ГОСТу 12.1.007-76 (чинного до 01.01.2019 р.) за ступенем дії на організм людини шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки (табл. 1.1).

У державних стандартах наведено більше 700 речовин, для яких встановлені значення ГДК (ГДК бензпірена = 0,00015мг/м<sup>3</sup>, ГДК Be = 0,001мг/м<sup>3</sup>, ГДК Pb = 0,01мг/м<sup>3</sup>).

Вміст шкідливих речовин в повітрі, яке надходить у виробниче

приміщення не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

Для речовин, які не мають ГДК, встановлені орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ).

Таблиця 1.1 – Класифікація шкідливих речовин за ступенем дії на організм людини

| Клас | Назва                     | ГДК,<br>мг/м <sup>3</sup> | Летальна<br>концентрація в<br>повітрі, мг/м <sup>3</sup> | Приклади  |
|------|---------------------------|---------------------------|--|---|
| 1    | Надзвичайно<br>небезпечні | <0,1                      | <500   | Бензпірен, ртуть, меркурій,<br>плюмбум, берилій, манган,<br>фосген                      |
| 2    | Високонебезпечні          | 0,1...1                   | 500...5000   | Нітроген діоксид (NO <sub>2</sub> ),<br>бензен, сірководень,<br>гідроксид натрію (NaOH) |
| 3    | Помірно<br>небезпечні     | 1,1...10                  | 5001...50000   | Ксилол, сірчистий газ (SO <sub>2</sub> ),<br>метанол                                    |
| 4    | Малонебезпечні            | >10                       | >50000   | Аміак (NH <sub>3</sub> ), чадний газ,<br>бензин, етанол, ацетон                         |

Для гігієнічної оцінки умов праці на робочих місцях з метою їх контролю на відповідність діючим санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та видачі відповідного гігієнічного висновку використовують такі документи:

– Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248;

– «Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних чинників в повітрі робочої зони» та «Орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) хімічних чинників у повітрі робочої зони», затверджені головним державним санітарним лікарем України від 17.07.2015;

– Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини, затверджений наказом МОЗ № 7 від 13.01.2006;

– Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 442 від 01.09.92.

Контроль за концентрацією шкідливих речовин проводиться для 1 класу небезпеки - 1 раз у 10 днів; 2 - 1 раз у місяць; 3, 4 - 1 раз у квартал.

Залежно від ступеня токсичності, фізико-хімічних властивостей, шляхів проникнення в організм, санітарно-гігієнічні норми встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень, перевищення яких неприпустиме.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої

зони - концентрація речовини, яка протягом усього робочого дня, стажу не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи або у віддалені терміни життя теперішнього і наступних поколінь.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони (ГДК Р. З) наведено в ГН 2.2.5.1313-03 "Хімічні чинники виробничого середовища. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони". Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в робочій зоні встановлюється на рівні у два-три рази нижче, ніж поріг хронічної дії. Таке зниження називається коефіцієнтом запасу К.

Гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливої речовини в повітрі робочої зони вважається така концентрація, вплив якої на людину в разі її щоденної регламентованої тривалості не призводить до зниження працездатності чи захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє негативного впливу на здоров'я нащадків. Робочою зоною вважається простір заввишки 2 м над рівнем підлоги або робочої площини, на якій розташовані місця постійного або тимчасового перебування працюючих.

Для деяких речовин, що досить часто потрапляють у повітря виробничих приміщень, встановлюються так звані середньогодинні допустимі концентрації. Наприклад, для оксиду вуглецю, який постійно потрапляє у повітря топочних приміщень, встановлені такі допустимі середньогодинні норми:

- 50 мг/м<sup>3</sup> - при тривалості роботи до 1 години;
- 100 мг/м<sup>3</sup> - до 30 хвилин;
- 200 мг/м<sup>3</sup> - при роботі не більше 15 хвилин.

Повторні роботи можна виконувати при наведених концентраціях не раніше ніж через дві години.

ГДК деяких шкідливих газів, пари та пилу, що часто потрапляють у повітря робочої зони виробничих приміщень промислових підприємств, наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – ГДК деяких шкідливих речовин в повітрі робочої зони

| № з / п | Назва речовини    | ГДК, мг / м <sup>3</sup> | Клас небезпеки | Агрегатний стан | Особливості дії |
|---------|-------------------|--------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1       | 2                 | 3                        | 4              | 5               | 6               |
| 1       | Азоту оксиди      | 5                        | 3              | п               |                 |
| 2       | Алюміній          | 2                        | 3              | а               | Ф               |
| 3       | Аміак             | 20                       | 4              | п               |                 |
| 4       | Ангідрид сірчаный | 1                        | 2              | а               |                 |
| 5       | Ацетон            | 200                      | 4              | п               |                 |
| 6       | Бензин (паливний) | 100                      | 4              | п               |                 |

| 1  | 2   | 3                | 4                | 5                | 6                      |
|----|---|------------------|------------------|------------------|------------------------|
| 7  | Бензин (розчинник)  | 300              | 4                | п                |                        |
| 8  | Газ   | 300              | 4                | п                |                        |
| 9  | Дибутилфталат   | 0,5              | 2                | п + а            |                        |
| 10 | Кислота сірчана +   | 1                | 2                | а                |                        |
| 11 | Кислота оцтова +  | 5                | 3                | п                |                        |
| 12 | Луги їдкі +   | 0,5              | 2                | а                |                        |
| 13 | Масла мінеральні нафтові +  | 5                | 3                | а                |                        |
| 14 | Нікель  | 0,05             | 1                | а                | А                      |
| 15 | Озон  | 0,1              | 1                | п                |                        |
| 16 | Оксид вуглецю   | 20               | 4                | п                |                        |
| 17 | Пил: борошняна, паперова, вовняна, пухова, лляна азбестова, цементна, апатитового | 6<br>2<br>2<br>6 | 4<br>4<br>3<br>4 | а<br>а<br>а<br>а | А, Ф<br>А, Ф<br>Ф<br>Ф |
| 18 | Ртуть металева  | 0,01 / 0,05      | 1                | п                |                        |
| 19 | Свинець   | 0,01 / 0,05      | 1                | а                |                        |
| 20 | Спирт метиловий   | 5                | 3                | п                |                        |
| 21 | Спирт етиловий  | 1000             | 4                | п                |                        |
| 22 | Уайт-спірит   | 300              | 4                | п                |                        |
| 23 | Фенол   | 0,3              | 2                | п                |                        |
| 24 | Хлор +  | 1                | 2                | п                |                        |

Примітка: п – пар, а – аерозолі; п + а – суміш парів і аерозолів; О – гостро спрямована дія; А – алергічна дія; Ф – фіброгенна дія; ГДК 0,01 / 0,05 – максимальна разова ГДК (чисельник), середньомісячна ГДК (знаменник).

Клас небезпеки шкідливих речовин встановлюється в залежності від норм показників, зазначених у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Нормативні значення показників для речовин класів небезпеки

| Показник   | Норма для класу небезпечності |           |              |               |
|--|-------------------------------|-----------|--------------|---------------|
|  | 1-го                          | 2-го      | 3-го         | 4-го          |
| Гранично допустима концентрація (ГДК <sub>р.з</sub> ) м/м <sup>3</sup> | 0,1                           | 0,1-1,0   | 1,1-10,0     | 10            |
| Середня смертельна доза при введенні у шлунок, мг/кг                   | Менше 15                      | 15-150    | 151-5 000    | Більше 5 000  |
| Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг                  | Менше 100                     | 100-500   | 501-2 500    | Більше 2 500  |
| Середня смертельна концентрація у повітрі, мг/м <sup>3</sup>           | Менше 500                     | 500-5 000 | 5 001-50 000 | Більше 50 000 |

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Які основні причини забруднення повітряного середовища у виробничих умовах пилом, газом, аерозолем?*
- 2. На які основні групи за фізіологічною дією можуть бути розділені отруйні речовини?*
- 3. На які класи небезпеки підрозділяються за ступенем дії на організм людини шкідливі речовини?*
- 4. Які основні фізико-хімічні властивості пилу?*
- 5. За якими ознаками може бути класифікований промисловий пил?*
- 6. Який пил відносять до подразливого пилу?*
- 7. Від чого залежить характер дії на організм людини виробничого пилу?*
- 8. На які шість груп поділяються всі шкідливі речовини за характером дії на організм людини?*
- 9. Які документи використовують для гігієнічної оцінки умов праці на робочих місцях з метою їх контролю на відповідність діючим санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та видачі відповідного гігієнічного висновку?*
- 10. Гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливої речовини в повітрі робочої зони вважається...*

### **1.2.5 Гігієнічне нормування шуму та вібрації**

Статистичні дані засвідчують, що протягом останнього десятиріччя шум і вібрація в промисловості зросли більше ніж у 2 рази. З підвищенням рівнів шуму і вібрації захворюваність мешканців міст збільшилась в 3 рази.

Ученими встановлено, що шкідлива дія шуму на організм людини й навколишнє природне середовище відчутніша при зростанні частоти звуку. Доведено, що перевищення допустимої норми рівня шуму (80 дБ) на 1 дБ призводить до зростання професійних захворювань на 20 – 30 % та зниження продуктивності праці на 1 %.

Австрійський дослідник Гриффіт зробив висновок, що підвищений рівень шуму є причиною старіння організму людини і скорочення тривалості її життя на 8...12 років. Мешканці шумного району Парижа – Орлі, де знаходиться великий аеропорт Франції, вживають у 7 разів більше ліків, ніж ті, які проживають у тихих районах французької столиці. Мешканці шумних районів великого міста, працівники шумних технологічних процесів переважно страждають на ішемічні хвороби серця, розлади центральної нервової системи, гіпертонію, втрату слуху, виникнення злоякісних пухлин, погіршення пам'яті тощо.

За твердженнями фахівців Українського гігієнічного центру при МОЗ України, близько 40 % загальної площі середньостатистичного міста (з населенням 750 тис. мешканців) непридатні для забезпечення належного рівня

проживання через надмірне акустичне забруднення. У містах з мільйонним населенням мешканці будинків, що знаходяться близько до магістральних вулиць, зазнають значного шумового навантаження, яке у деяких випадках сягає 83 – 90 дБА, причому у 55...86 % джерелом підвищеного шуму є автотранспорт. А гранично допустимий рівень шуму на територіях, що прилягають до житлових будинків, протягом доби має становити 70 дБА від 7-ї до 23-ї години, і 60 дБА – від 23-ї до 7-ї години.

Не менш шкідливою для людини є вібрація, яка спричиняє розлад центральної нервової системи, вібраційну хворобу, вібраційний поліартрит нижніх і верхніх кінцівок людини, тріщини в кістках, випадіння волосся.

Під дією вібрації виникають функціональні зміни в організмі людини-оператора: погіршення зору; порушення вестибулярного апарату; галюцинації; швидка втомлюваність. Негативні відчуття внаслідок вібрації виникають при віброприскореннях, що становлять 5 % віброприскорення від сили маси людини, тобто  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Особливо шкідлива вібрація з частотами, близькими до частот власних коливань тіла людини, більшість з яких знаходиться у межах 6...30 Гц. Резонансні частоти окремих частин тіла знаходяться у межах, Гц: очі – 22...27; горло – 6...12; грудна клітка – 2...12; ноги й руки – 2...8; голова – 8...27; обличчя та щелепи – 4...27; поперекова частина хребта – 4...14; живіт – 4...12.

Багато вчених встановили, що шум і вібрація шкідливо діють не тільки на людину, але й на рослинний і тваринний світ. Виявлено, що шум сповільнює ріст рослин, у них спостерігається надмірне (навіть повне, що призводить до загибелі) виділення вологи через листя, можливе порушення структури клітин. Гине листя і квіти рослин, що ростуть біля джерела шуму. В клітинах рослини відбуваються метаболічні зміни морфологічних ознак або навіть генні мутації. Ці явища спричиняють негативний вплив на еволюцію рослин на сучасному етапі розвитку, оскільки виживають переважно мутанти з різними відхиленнями від нормального розвитку (кривий стовбур, змінена форма листків тощо). Внаслідок таких мутацій, особливо в містах, підвищується кількість дерев мутагенної структури. Під дією надмірного шуму врожайність рослин зернової групи, особливо в природних смугах, зменшується у 2 – 3 рази.

Аналогічно впливає шум і на тварин. Тваринний організм, як і людський, унаслідок дії шуму зазнає значних розладів: нервових, серцево-судинних, погіршення слуху. До дії шуму тварина звикає ще повільніше, ніж людина. Шум особливо впливає на диких тварин, змушуючи їх залишати шумні лісові масиви з достатньою кількістю харчів, і переселятись у малошумні території, де їх обмаль.

Від шуму реактивного літака личинки бджіл втрачають орієнтацію, а у пташиних гніздах виникають тріщини в шкарлупі яєць. Від шуму знижуються надоя корів, приріст ваги у тварин, несучість курей. Шкідливо впливає шум на рибу, особливо в період нересту. Окрім того, шум є небезпечним для тварин, які збираються вивести приплід, та для майбутніх нащадків. Так, бджолина матка під дією шумів значної інтенсивності може загинути.

Тваринний організм має більш розвинуті органи чуття, верхня абсолютна межа чутливості його слухового аналізатора знаходиться нижче від верхньої межі аналізатора людини, тобто больовий поріг у багатьох тварин досягається раніше, ніж у людини. Тому сильний шум такі тварини, як коти, собаки, а також деякі види птахів сприймають як больові сигнали.

Із наведеного можна зробити висновок, що тиша сьогодні потрібна не тільки людині, але всьому природному середовищу. Один із російських учених-медиків Н. Бурчасов зазначав: «Якщо раніше ми говорили, що чистота – це запорука здоров'я, то тепер стала не менш важлива істина: тиша – це запорука здоров'я». Справді, сьогодні на всій планеті тиша стала рідкістю.

Сильний шум нині справедливо називають «невидимою отрутою». Боротися з шумом і вібрацією нині значить продовжити життя на Землі.

Залежно від фізичної природи шуми поділяють на такі групи:

— шум механічного походження, що виникає при вібрації поверхонь обладнання, а також при одинарних або періодичних ударах у з'єднаннях деталей або конструкціях;

— шум аеродинамічного походження, що виникає внаслідок різних процесів у газах: завихрення й коливання повітря при обертанні лопаткових коліс; пульсації тиску під час руху в повітрі деяких тіл з великими швидкостями; витікання стиснутого повітря, газів, пари та ін.;

— шум електромагнітного походження, що виникає внаслідок коливань електричних пристроїв (ротора, статора, осердя, трансформатора та ін.) під дією змінних магнітних полів;

— шум гідравлічного походження, що виникає у рідинних процесах (гідравлічні удари, кавітація, турбулентність потоку та ін.).

В умовах експлуатації обладнання, машин, механізмів, промислових установок нескладно виявити, яке власне джерело спричиняє зростання шуму. Якщо, наприклад, у житловий будинок проникає шум від одночасно працюючих компресорної та вентиляційної установок сусіднього підприємства, то послідовним вимиканням цих установок і вимірюванням шуму кожної з них можна виявити домінуюче джерело шуму.

Для таких поширених джерел шуму, як вентиляторні, компресорні, газотурбінні та інші аеродинамічні установки, шумові характеристики можуть бути розраховані за методиками, наведеними в довідковій літературі.

Характеризуючи шумові потужності багатьох промислових підприємств, слід зауважити, що найбільш шумними є деревообробні підприємства, де застосовується деревообробне обладнання (рубальні машини, рейсмусові, круглопилкові верстати та ін.), рівень шуму яких знаходиться в межах 93...118 дБА.

На практиці застосовують два принципи нормування шуму:

— нормування шуму на основі граничних спектрів (гранично допустимих рівнів звукового тиску) в октавних смугах частот;

— нормування шуму, що базується на регламентуванні рівня звуку в дБА.

Суть першого принципу нормування шуму полягає в наступному -

нормами передбачаються диференційовані вимоги до допустимих рівнів шуму в приміщеннях різного призначення залежно від кваліфікації, характеру та категорії напруженості праці. Шум вважається допустимим, якщо рівні звукового тиску у всіх октавних смугах частот у нормованому діапазоні 63...8000 Гц будуть нижчими, ніж значення, які визначаються граничним спектром.

Суть другого принципу нормування шуму полягає в інтегральному оцінюванні всього шуму, визначенні його середньої величини.

Слід зауважити, що нормування шуму як за граничними спектрами, так і за рівнями звуку в дБА застосовується лише для оцінювання постійного шуму на робочих місцях.

Для оцінювання непостійного шуму використовують еквівалентний рівень, що прирівнюється до рівня постійного звуку, широкосмугового, неімпульсного шуму, який впливає на людину аналогічно непостійному шуму.

Для приблизного оцінювання постійного широкосмугового шуму на робочих місцях допускається приймати рівень звуку в дБА, що вимірюється за часовою характеристикою шумоміра "Повільно".

Нормованою характеристикою непостійного шуму на робочих місцях є інтегральний критерій – еквівалентний рівень звуку в дБА.

Нормованою характеристикою постійного шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску в октавних смугах із середньгеометричними частотами (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Допустимі межі рівнів звукового тиску

| Найменування приміщень, робочих місць   | Рівень звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц |     |     |     |      |      |      |       | Рівень звуку та еквівалентний рівень звуку, дБА |
|---|--|-----|-----|-----|------|------|------|-------|---|
|   | 63   | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 80000 |   |
| Постійні робочі місця та робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємств                      | 95   | 87  | 82  | 78  | 75   | 73   | 71   | 69    | 80  |
| Приміщення конструкторських бюро, лабораторій, програмістів, користувачів комп'ютерів, медпунктів, поліклінік | 71   | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38    | 50  |
| Приміщення і дільниці точного збирання виробів, приміщень лабораторій для виконання експериментальних робіт   | 94   | 87  | 82  | 78  | 75   | 73   | 71   | 70    | 80  |

|  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Приміщення пультів, кабін для спостереження, дистанційного керування | 83 | 74 | 68 | 63 | 60 | 57 | 55 | 54 | 65 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

Важливим при нормуванні шуму є врахування категорії важкості та напруженості праці. Для окремих виробництв, в тому числі й деревообробної галузі, де виконуються роботи різних категорій важкості, переважно важких робіт, існуючими нормами дозволяється зниження на певну величину допустимих рівнів звуку (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Оптимальні рівні звуку на робочих місцях для робіт різних категорій важкості та напруженості

| Категорії напруженості праці | Категорії важкості праці |                          |              |                  |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|------------------|
|                              | Легка<br>I               | Середньої важкості<br>II | Важка<br>III | Дуже важка<br>IV |
| Малонапружена I              | 80                       | 80                       | 75           | 75               |
| Помірно напружена II         | 70                       | 70                       | 65           | 65               |
| Напружена III                | 60                       | 60                       | –            | –                |
| Дуже напружена IV            | 50                       | 50                       | –            | –                |

### Гігієнічне нормування вібрації

Стандарт ДСТУ 2300-93 «Вібрація. Терміни та визначення» розглядає вібрацію як сукупність механічних коливань пружних твердих тіл, що характеризуються періодичністю зміни своїх параметрів.

Основними параметрами вібрації є: частота, амплітуда (вібропереміщення), віброшвидкість, віброприскорення, рівень віброшвидкості та рівень віброприскорення.

Вібрацію або коливання в інженерній практиці поділяють на три види: власні коливання, вимушені коливання та автоколивання.

Власні коливання – це коливання твердих тіл, що виникають у результаті дії сил пружності. Математичною моделлю власних коливань з урахуванням сил тертя є вираз

$$m \cdot \ddot{x} + r \cdot \dot{x} + c \cdot x = 0,$$

де  $m$  – маса коливного тіла, кг;  
 $x$  – вібропереміщення, мм;  
 $r$  – коефіцієнт тертя;  
 $c$  – жорсткість коливного тіла, кг/мм.

Вимушені коливання виникають у результаті дії зовнішніх (вимушених) сил.

Математична модель вимушених коливань має вигляд

$$m \cdot x + r \cdot \dot{x} + c \cdot x = F,$$

де  $F$  – вимушена сила, кг.

Автоколивання виникають в результаті дії сил тертя.

Амплітуда коливань – максимальне зміщення коливного тіла (системи) від нейтральної осі.

В елементарному вигляді амплітуду вимушених ( $A$ ) коливань можна виразити рівнянням

$$A = \frac{F}{m \cdot (f_{вл} - f_{вм})}, \text{ мм,}$$

де  $F$  – вимушена сила, кг;

$f_{вл}$  – частота власних коливань, Гц;

$f_{вм}$  – частота вимушених коливань.

Одиницями вимірювання амплітуди можуть бути мікрон, міліметр, сантиметр і метр.

Віброшвидкість і віброприскорення коливної системи під дією вимушених сил визначають за формулами

$$v = 2 \cdot \pi \cdot f_{вм} \cdot A, \text{ мм;}$$

$$q = 2 \cdot \pi \cdot f_{вм}^2 \cdot A, \text{ мм,}$$

де  $v$  і  $q$  – відповідно віброшвидкість та віброприскорення.

Важливими параметрами вібрації є рівні віброшвидкості та віброприскорення.

Логарифмічні рівні віброшвидкості ( $L_v$ ) визначають за формулою

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{v}{v_0}, \text{ дБ,}$$

де  $v$  – фактична віброшвидкість, мм/с;

$v_0$  – порогове значення віброшвидкості, що дорівнює  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с, міжнародна стандартна величина (для локальної та загальної вібрації).

Рівень віброприскорення визначають за формулою

$$L_q = 20 \cdot \lg \frac{q}{q_0}, \text{ дБ,}$$

де  $q$  – фактичне віброприскорення, мм/с<sup>2</sup>;

$q_0$  – опорне значення віброприскорення, що дорівнює  $3 \cdot 10^{-4}$  мм/с<sup>2</sup> (для локальної та загальної вібрації).

За способом передачі на тіло людини вібрацію поділяють на загальну, яка передається через опорні поверхні тіла людини, та локальну (місцеву), яка передається через руки людини.

Загальна вібрація за джерелом її виникнення поділяється на:

- транспортну, що виникає внаслідок руху транспортних засобів на дорогах;

- транспортно-технологічну, що виникає під час роботи машин, які виконують технологічні операції в стаціонарному положенні або під час переміщення на спеціально підготованих частинах виробничих приміщень або майданчиках (наприклад, під час роботи баштових, консольно-козлових кранів тощо);

- технологічну, що передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації.

Для забезпечення віробезпеки на робочих місцях у виробничих приміщеннях важливу роль відіграє гігієнічне нормування вібрації. Гігієнічне нормування та оцінювання вібрації, що діє на людину у виробничих умовах, проводять за одним з методів:

— частотним (спектральним) аналізом нормованого параметра;

— інтегральною оцінкою за частотою нормованого параметра;

— дозою вібрації.

Гігієнічною характеристикою вібрації є нормовані параметри, вибрані залежно від застосовуваного методу її гігієнічної оцінки.

При частотному (спектральному) аналізі нормованими параметрами є середні квадратичні віброшвидкості, їхні логарифмічні рівні або віброприскорення для локальної вібрації в октавних смугах частот, а для загальної вібрації – в октавних або 1/3 октавних смугах частот.

При інтегральному оцінюванні за частотою нормованим параметром є коректоване значення контрольного параметра  $U$ , виміряне за допомогою спектральних фільтрів або розраховане за формулою

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_i)^2},$$

де  $U_i$  – середнє квадратичне значення контрольного параметра (віброшвидкості або віброприскорення) в  $i$ -й частотній смузі;

$n$  – число частотних смуг (1/3 або 1/1 октавних) у нормованому частотному діапазоні;

$K_i$  – питомий коефіцієнт для  $i$ -ї частотної смуги.

Оцінювання локальної вібрації здійснюється за середнім часом дії, за

допомогою коректованого значення

$$U_{сер} = \sqrt{\frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m U_i^2},$$

де  $U_i$  – коректоване значення контрольного параметра, в  $i$ -му проміжку часу.  
 При оцінці за допомогою дози вібрації нормованим параметром є еквівалентне коректоване значення, що визначається за формулою

$$U_{екв} = \sqrt{\frac{D}{t}},$$

де  $D$  – доза вібрації, що визначається за формулою

$$D = \int_0^t U^2(\tau) d\tau$$

де  $U^2$  – миттєве коректоване значення параметра вібрації в момент часу  $\tau$ , отримане за допомогою коректувального фільтра;

$\tau$  – час впливу вібрації протягом робочої зміни.

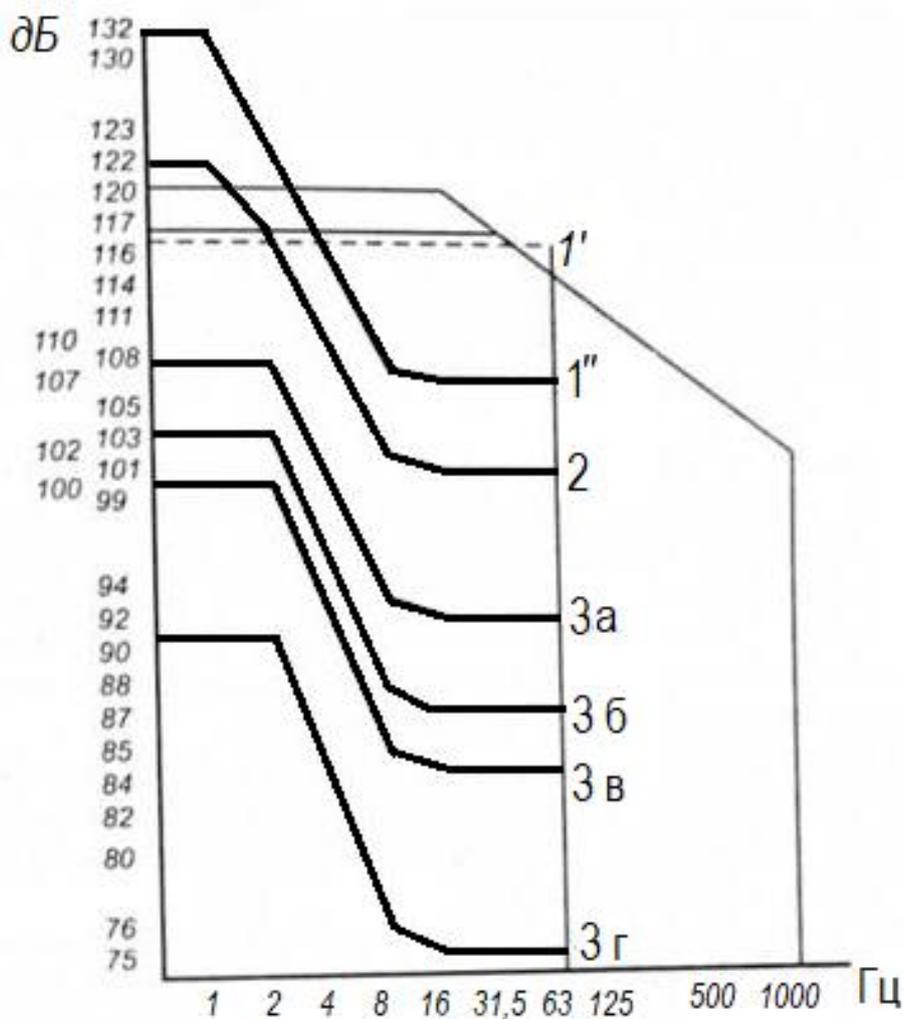
Вібрації, що діють на людину, нормують окремо для кожного встановленого напрямку.

Гігієнічні норми вібрації, що впливають на людину у виробничих умовах, встановлюють для тривалості 480 хв. (8 год.). При дії вібрації, що перевищує встановлені нормативи, тривалість її впливу на людину протягом робочої зміни слід зменшити згідно з даними табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Допустима тривалість вібраційного впливу при перевищенні нормативних значень

| Перевищення нормативів вібрації для робочих місць, не більше |       | Допустима тривалість вібраційного впливу при роботі на стаціонарних і транспортних машинах, не більше, хв. |
|--|-------|--|
| дБ   | разів |  |
| 0  | 1,0   | 480  |
| 3  | 1,4   | 120  |
| 6  | 2,0   | 60   |
| 9  | 2,8   | 30   |
| 12   | 4,0   | 15   |

Гігієнічні норми у логарифмічних рівнях середніх квадратичних значень віброшвидкості для октавних смуг наведені на рис. 1.1.



1' – вертикальна; 1'' – горизонтальна транспортна; 2 – транспортно-технологічна; 3а – технологічна у виробничих приміщеннях; 3б – у службових приміщеннях на судах; 3в – у виробничих приміщеннях без віброуючих машин; 3г – в адміністративно-управлінських приміщеннях і приміщеннях для розумової праці

Рисунок 1.1 – Гігієнічні норми вібрації

Загальний спектр частот вібрації містить октавні частотні смуги із середньгеометричними значеннями: 1; 2; 3; 4; 8; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц. Вібрація із середньгеометричними частотами до 31,5 Гц вважається низькочастотною, з більшими середньгеометричними частотами — високочастотною. Тривалий вплив вібрації із середньгеометричними значеннями частот 16...250 Гц є особливо небезпечним.

**Питання для самоконтролю:**

1. На скільки зросли шум і вібрація в промисловості протягом останнього десятиріччя за статистичними даними?

2. Які функціональні зміни в організмі людини виникають під дією вібрації?
3. На які групи поділяють шуми залежно від фізичної природи?
4. Які принципи нормування шуму застосовують на практиці?
5. В чому полягає суть першого принципу нормування шуму?
6. В чому полягає суть другого принципу нормування шуму?
7. Що є нормованою характеристикою постійного шуму на робочих місцях?
8. Що використовують для оцінювання непостійного шуму?
9. Що є важливим враховувати при нормуванні шуму?
10. Основними параметрами вібрації є?
11. Як поділяється загальна вібрація за джерелом її виникнення?
12. За яким методом проводять гігієнічне нормування та оцінювання вібрації, що діє на людину у виробничих умовах?
13. Гігієнічною характеристикою вібрації є...

### **1.2.6 Мікроклімат виробничих приміщень та його гігієнічне нормування**

Мікроклімат – це клімат внутрішнього середовища приміщення, який визначається температурою, вологістю, швидкістю руху повітря, а також температурою внутрішніх поверхонь приміщення (стін, стелі, підлоги, технічного обладнання) та впливає на теплообмін людини з навколишнім середовищем, її тепловий стан, самопочуття, працездатність і здоров'я. Мікроклімат визначає кліматичні умови на обмеженій території: в межах одного і того ж приміщення, населеного пункту, вулиці. За ступенем впливу на тепловий баланс людини мікроклімат поділяється на комфортний (нейтральний) та дискомфортний (нагріваючий або охолоджуючий).

Комфортним мікрокліматом вважається такий мікроклімат, який забезпечує нормальне теплове самопочуття людини, тобто адекватне співвідношення теплопродукції та тепловіддачі.

Мікрокліматичні умови на робочому місці, у виробничих приміщеннях – найважливіший санітарно-гігієнічний фактор, від якого залежить стан здоров'я та працездатність людини.

Мікроклімат виробничих приміщень - це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні.

Робоче місце – територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці. Робоча зона – частина простору робочого місця, обмежене по висоті 2 м від рівня підлоги.

Параметри мікроклімату:

- 1) температура повітря  $T$ , °C;
- 2) відносна вологість  $Y$ , %;

3) швидкість руху повітря  $V$ , м/с.

Значні коливання параметрів мікроклімату можуть привести до порушення терморегуляції організму (здатність організму утримувати постійну температуру), що приводить до порушення системи кровообіг, загальної слабкості і т.п. Нормування параметрів мікроклімату здійснюється згідно ДСТ 12.1.005-88, що діє до кінця поточного року. Встановлені оптимальні та допустимі параметри мікроклімату.

Оптимальні – найбільш сприятливі (комфортні) забезпечують роботу системи терморегуляції без напруги.

Допустимі – допускають напругу реакції терморегуляції організму у межах її пристосування без шкоди для здоров'я.

Параметри мікроклімату нормуються залежно від наступних факторів:

1) періоду року:

а) теплий (середньодобова температура навколишнього повітря більше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ );

б) холодний (середньодобова температура навколишнього повітря менше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ );

2) категорії важкості робіт по фізичному навантаженню;

3) виду робочого місця.

Норми параметрів мікроклімату виробничих приміщень регламентовані ДСН 3.3.6.042-99 та ГОСТ 12.1.005-88. Ці параметри нормуються для робочої зони - визначеного простору, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників. В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладено диференційну оцінку оптимальних та допустимих метеорологічних умов у робочій зоні в залежності від категорії робіт (легкої, середньої важкості і важкої), періоду року (теплий, холодний і перехідний) та виду робочих місць.

Теплий період року характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря вище  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , холодний (перехідний) період року – менше або дорівнює  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Категорія легких робіт (I категорія) характеризується затратами енергії не більше 174 Вт (150 ккал/год.) і підрозділяється на підкатегорії: 1а – роботи з інтенсивністю енерговитрат до 139 Вт (120 ккал/год.), вироблені сидячи і супроводжуються незначною фізичною напругою; 1б – роботи з інтенсивністю енерговитрат від 140 до 174 Вт (121-150 ккал/год.), вироблені сидячи, стоячи, або пов'язані з ходьбою і супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Роботи категорії середньої тяжкості (II категорія) характеризується витратами енергії від 175 до 290 Вт (151-250 ккал/ч) і має дві підкатегорії: 2а – роботи з інтенсивністю енерговитрат від 175 до 232 Вт (151-250 ккал/ч) пов'язані з постійною ходьбою, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження; 2б – роботи з інтенсивністю енерговитрат від 233 до 290 Вт (151-200 ккал/ч) пов'язані з ходьбою, переміщенням і перенесенням вантажів до 10 кг і супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Важкі роботи (III категорія) характеризуються витратами енергії понад 290 Вт (більше 250 ккал/ч) пов'язані з постійним пересуванням, переміщенням і

перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів і які вимагають великих фізичних зусиль.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруги механізму терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому та систематичному впливі на людину може викликати мінущі та швидко нормалізовані зміни теплового стану організму, які супроводжується напруженням механізмів терморегуляції, що не виходять за межі фізіологічних пристосувальних можливостей.

Значення параметрів мікроклімату за нормами наведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Нормативні значення параметрів мікроклімату

| Категорія робіт по тяжкості праці | Температура, °С |                                    |                                   | Відносна вологість повітря, % |           | Швидкість руху повітря, м/с |           |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
|                                   | Оптимальна      | Допустима                          |                                   | Оптимальна                    | Допустима | Оптимальна                  | Допустима |
|                                   |                 | Діапазон нижче оптимальних величин | Діапазон вище оптимальних величин |                               |           |                             |           |
| 1                                 | 2               | 3                                  | 4                                 | 5                             | 6         | 7                           | 8         |
| Холодний період року              |                 |                                    |                                   |                               |           |                             |           |
| Легка                             |                 |                                    |                                   |                               |           |                             |           |
| Ia                                | 22-24           | 20,0-21,9                          | 24,1-25,0                         | 40-60                         | 15-75     | 0,1                         | 0,1       |
| Iб                                | 21-23           | 19,0 - 20,9                        | 23,1-24,0                         | 40-60                         | 15-75     | 0,1                         | 0,1-0,2   |
| Середня                           |                 |                                    |                                   |                               |           |                             |           |
| IIa                               | 19-21           | 17,0-18,9                          | 21,1-23,0                         | 40-60                         | 15-75     | 0,2                         | 0,1-0,3   |
| IIб                               | 17-19           | 15,0-16,9                          | 19,1-22,0                         | 40-60                         | 15-75     | 0,2                         | 0,2-0,4   |
| Важка III                         | 16-18           | 13,0-15,9                          | 18,1-21,0                         | 40-60                         | 15-75     | 0,3                         | 0,2-0,4   |
| Теплий період року                |                 |                                    |                                   |                               |           |                             |           |
| Легка                             |                 |                                    |                                   |                               |           |                             |           |
| Ia                                | 23-25           | 21,0-22,9                          | 25,1-28,0                         | 40-60                         | 15-75*    | 0,1                         | 0,1-0,2   |
| Iб                                | 22-24           | 20,0-21,9                          | 24,1-28,0                         | 40-60                         | 15-75*    | 0,1                         | 0,1-0,3   |
| Середня                           |                 |                                    |                                   |                               |           |                             |           |
| IIa                               | 20-22           | 18,0-19,9                          | 22,1-27,0                         | 40-60                         | 15-75*    | 0,2                         | 0,1-0,4   |
| IIб                               | 19-21           | 16,0-18,9                          | 21,1-27,0                         | 40-60                         | 15-75*    | 0,2                         | 0,2-0,5   |
| Важка III                         | 18-20           | 15,0-17,9                          | 20,1-26,0                         | 40-60                         | 15-75*    | 0,3                         | 0,2-0,5   |

\* При температурі повітря на робочих місцях 25°C і вище максимально допустимі величини відносної вологості повітря не повинні виходити за такі межі: 70% - при температурі повітря 25°C; 65% - при температурі повітря 26°C; 60% - при температурі повітря 27°C; 55% - при температурі повітря 28 °C. При температурі повітря 26-28 °C швидкість руху повітря для теплового періоду року повинна відповідати діапазону: 0,1-0,2 м/с - при категорії робіт Ia; 0,1-0,3 м/с - при категорії робіт Ib; 0,2-0,4 м/с - при категорії робіт IIa; 0,2-0,5 м/с - при категорії робіт IIб та III.

Допустимі величини інтенсивності теплового опромінення працюючих від виробничих джерел, нагрітих до темного світіння, залежать від розміру опромінюваної поверхні тіла і складають при опроміненні поверхні тіла 50 % і більше – 35 Вт/м<sup>2</sup>, при опроміненні 25...50 % – 70 Вт/м<sup>2</sup>, а при опроміненні не більше 25 % – 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Допустимі величини інтенсивності теплового опромінення працюючих від джерел випромінювання, нагрітих до білого і червоного свічення, не повинні перевищувати 140 Вт/м<sup>2</sup>. При цьому опроміненню не повинно піддаватися більше 25 % поверхні тіла, і обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту.

У виробничих приміщеннях, де неможливо встановити допустимі нормативні величини показників мікроклімату через технологічні вимоги до виробничого процесу або економічно обґрунтовану недоцільність, умови мікроклімату слід розглядати як шкідливі та небезпечні.

Нагрівачий мікроклімат - поєднання параметрів мікроклімату, при якому має місце порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем, що виражається в накопиченні тепла в організмі вище верхньої границі оптимальної величини (>0,87 кДж/кг) або збільшення частки втрати тепла випаровуванням поту (>30%) в загальній структурі теплового балансу, появою загальних або локальних дискомфортних теплових відчуттів (трохи тепло, тепло, спекотно).

Для оцінки нагрівачого мікроклімату на робочих місцях рекомендується використовувати інтегральний показник «теплове навантаження середовища» (ТНС-індекс, °С). Це емпіричний показник, який враховує спільний вплив температури повітря, його швидкості, вологості і теплового випромінювання на теплообмін людини з навколишнім середовищем.

Значення ТНС-індексу в залежності від категорії важкості робіт не повинні виходити за межі величин, рекомендованих в Державних санітарних нормах та правилах «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», наведені в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Нормативні значення величин інтегрального показника теплового навантаження середовища (ТНС-індексу)

| Категорія робіт з рівня енерговитрат, Вт | Величина інтегрального показника ТНС, °С |
|--|--|
| Ia (до 139)                              | 22,2-26,4                                |
| Iб (140-174)                             | 21,5-25,8                                |
| IIa (175-232)                            | 20,5-25,1                                |
| IIб (233-290)                            | 19,5-23,9                                |
| III (більш 290)                          | 18,0-21,8                                |

Охолоджувальний мікроклімат - поєднання параметрів мікроклімату, при якому має місце зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі (<0,87 кДж/кг) в результаті зниження температури глибоких та поверхневих шарів тканин тіла.

Інтенсивність теплового опромінення більше 25% поверхні тіла людини, що перевищує 1000 Вт/м<sup>2</sup>, що характеризує умови праці як шкідливі і небезпечні, навіть якщо ТНС-індекс має допустимі значення параметра.

Результати вимірювань дозволяють оцінити зовнішню теплову навантаження на організм людини з урахуванням сумарного дії складових мікроклімату і рівня метаболізму.

Вимірювання показників мікроклімату слід проводити не менше трьох разів у зміну. При роботах, виконуваних сидячи, температуру, швидкість руху повітря слід вимірювати на висоті 0,1 і 1,0 м, а відносну вологість - на висоті 1,0 м від підлоги або робочої площадки. При роботах, що виконуються стоячи, - на висоті 0,1 і 1,5 м і відносну вологість - на висоті 1,5 м.

При наявності джерел променистого тепла інтенсивність теплового опромінення на робочому місці необхідно вимірювати від кожного джерела, маючи приймач приладу перпендикулярно падаючому потоку. Вимірювання слід проводити на висоті 0,5, 1,0 і 1,5 м від підлоги або робочої площадки. Температуру поверхонь слід вимірювати у випадках, коли робочі місця віддалені від них на відстань не більше 2,0 м.

Для забезпечення сприятливих метеорологічних умов і підтримки теплової рівноваги між тілом людини та навколишнім середовищем на підприємствах галузі проводять організаційні, технічні, конструктивно-технологічні та інші заходи.

Найменування приладів, вимірювані параметри, межі вимірювань наведені в табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Прилади для вимірювання параметрів мікроклімату

| № з/п | Найменування приладу   | Вимірювані параметри                          | Межі та одиниці виміру   |
|-------|--|---|--|
| 1     | Психрометр аспіраційний: МВ-4М, М-34                                 | Температура<br>Вологість                      | Від 0 до 40 °С<br>Від 10 до 100%   |
| 2     | Вимірювач вологості і температури ВЕРБА-6А                           | Вологість<br>Температура                      | Від 0 до 98%<br>Від -40 до +50 °С  |
| 3     | Вимірювач вологості і температури реєструючий стаціонарний ВЕРБА-6НР | Вологість<br>Температура                      | Від 0 до 98%,<br>Від 0 до 50 °С  |
| 4     | Вимірювач вологості і температури ТКА-ТВ                             | Вологість<br>Температура                      | Від 10 до 98%<br>Від 0 до 50 °С  |
| 5     | Метеометр МЕС-200  | Температура<br>Вологість<br>Тиск<br>Швидкість | Від -20 до +60 °С<br>Від 10 до 98%<br>Від 80 до 110 кПа<br>Від 0,1 до 20,0 м/с |

|    |                           |                          |                                      |
|----|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 6  | Термогігрометр ИВТМ-7     | Вологість<br>Температура | Від 0 до 99%<br>Від -20 до +60 °С    |
| 7  | Метеоскоп                 | Температура<br>Вологість | Від -10 до +50 °С<br>Від 3 до 98%    |
| 8  | Анемометр АПР-2           | Швидкість                | Від 1,0 до 20,0 м/с                  |
| 9  | Кататермометр кульової    | Швидкість                | Від 0,2 до 20,0 м/с                  |
| 10 | Термоанемометр Т& V-метр  | Швидкість                | Від 0,005 до 2,0 м/с                 |
| 11 | Кульовий термометр ТИП-90 | Швидкість<br>Температура | Від 0,1 до 2,0 м/с<br>Від 0 до 50 °С |
| 12 | Пірометр З-110            | Температура<br>поверхні  | Від -20 до +200 °С                   |

До організаційних заходів належать: автоматизація виробничих процесів з використанням дистанційного керування; пристрій сатураторних установок з підсоленою водою або апаратів з газованою водою, регламентація часу роботи та ін.

До технічних заходів належать: герметизація джерел виділення теплоти і вологи; влаштування тамбурів і захисних стінок для запобігання протягів.

До конструктивно-технологічним заходам ставляться: теплоізоляція зовнішніх поверхонь обладнання таким чином, щоб температура на поверхні ізоляції не перевищувала 35 °С (45 °С) для обладнання, всередині якого по технологічним вимогам температура нижче або дорівнює 100 °С (вище 100 °С); установка теплоізоляційних захисних екранів; вентиляція приміщення, пристрій повітряного душу, повітряних оазисів, повітряних та повітряно-теплових завіс, кондиціонування повітря; опалення.

Поряд з температурою, вологістю, швидкістю руху повітря у виробничих приміщеннях на життєдіяльність людини впливає аероіонний склад повітря.

У приміщеннях з негативними іонами відбувається зменшення кількості мікроорганізмів, знижується концентрація пилу в повітрі, нейтралізуються деякі гази, усуваються електростатичні заряди з поверхонь обладнання.

Іонізація повітря - процес перетворення нейтральних атомів і молекул повітряного середовища в електрично заряджені частинки (іони).

У повітрі завжди є різні включення у вигляді найдрібніших пилинок - аерозолів, водяної пари та інших сторонніх домішок. Зустрічаючи на шляху руху ці зважені частки, що легкі іони з'єднуються з ними, повідомляючи їм свій заряд. В результаті таких з'єднань частинок утворюються заряджені частинки, які отримали назву важких іонів. Важкі позитивно заряджені іони в повітрі приміщень можуть викликати на шкірі людини вугрі, прищі, знижувати еластичність шкіри. Існують надважкі іони, які називають аерозолями. Вони складаються з кіптяви, туману, дрібних дощових крапель. Такі частинки можуть мати багато елементарних електричних зарядів і не нести на собі ні єдиного істинного газового іона.

Повітря, що містить негативні аероіони, є своєрідним екраном, що відображає випромінювання позитивних іонів від дисплеїв, телевізорів та іншої

оргтехніки.

Природна іонізація відбувається в результаті впливу на повітряне середовище космічних випромінювань і частинок, що викидаються радіоактивними речовинами при їх розпаді.

Технологічна іонізація відбувається при дії на повітряне середовище радіоактивного, рентгенівського та ультрафіолетового випромінювань, термоємисії, фотоефекту та інших іонізуючих факторів, обумовлених технологічним процесом.

Штучна іонізація здійснюється спеціальними пристроями – аероіонізатор. Фізичною основою більшості аероіонізаторів є коронний електричний розряд, що дозволяє отримувати іони потрібної полярності і виключати утворення шкідливих хімічних сполук (озон і окисли азоту).

Відомі такі апарати іонізатори: "Еліон-132", "Супер-плюс", "Супер-плюс-турбо", "Еффлювіон", "СА-1 Москва", Аероіонів-25", генератор легких іонів "Сапфір", іонізатор "Живиця", вентиляційно-припливне аероіонізатор "Потік" та ін.

Поряд з виникненням іонів безперервно відбувається їх зникнення. Чинниками, визначальними зникнення легких іонів є:

- рекомбінація двох легких іонів різних полярностей;
- адсорбція легких іонів на незаряджених ядрах конденсації;
- рекомбінація легкого і важкого іонів з заряди протилежних знаків.

В залежності від процесів іонізації і деіонізації встановлюється певна ступінь іонізації повітря. Ступінь іонізації повітряного середовища визначається кількістю іонів позитивної  $p^+$  і негативною  $p^-$  полярностей в одному кубічному сантиметрі повітря.

Визначення кількості іонів і їх полярності здійснюється лічильниками іонів.

Згідно з "Санітарно-гігієнічними нормами допустимих рівнів іонізації повітря виробничих і громадських приміщень" № 2152-80, мінімальна, оптимальна та максимально допустима кількість легких іонів і показник полярності повинні відповідати рівням, наведеним у табл. 1.10. Згідно з цим документом регламентують: мінімально необхідний рівень, оптимальний та максимально допустимий рівень, коефіцієнт уніполярності.

Таблиця 1.10 – Нормативні значення іонізації повітря виробничих і громадських приміщень

| Нормовані рівні        | Число іонів в 1 см <sup>3</sup> повітря $p$ |             | Коефіцієнт уніполярності $U$ |
|------------------------|---|-------------|------------------------------|
|                        | $p^+$                                       | $p^-$       |                              |
| Мінімально необхідний  | $\geq 400$                                  | $> 600$     | $0,4 \leq U \leq 1,0$        |
| Оптимальний            | 1500-3000                                   | 3000-5000   |                              |
| Максимально допустимий | $< 50\ 000$                                 | $< 50\ 000$ |                              |

Мінімально необхідний і максимально допустимий рівні іонізації повітря

визначають діапазон концентрацій аероіонів обох полярностей і коефіцієнта уніполярності у вдихуваному повітрі, відхилення від яких створює загрозу здоров'ю людини.

Вимірювання кількості іонів в порядку поточного нагляду проводиться один раз на квартал, а також у наступних випадках:

- при атестації робочих місць;
- при організації нових робочих місць;
- при впровадженні нових технологічних процесів, що потенційно можуть змінити іонний режим в зоні дихання персоналу;
- при оснащенні робочих місць аероіонізатор.

Для вимірювання концентрації легких аероіонів використовуються лічильники аероіонів МАС-01, "Сапфір-ЗК".

Проведення контролю аероіонного складу повітря приміщень слід здійснювати безпосередньо на робочих місцях у зонах дихання персоналу у відповідності з затвердженими у встановленому порядку методиками контролю.

Для нормалізації іонного режиму повітряного середовища необхідно використовувати наступні способи і засоби:

- припливно-витяжну вентиляцію;
- видалення робочого місця із зони з несприятливим рівнем іонізації;
- групові та індивідуальні іонізатори, мають чинне санітарно-епідеміологічний висновок;
- пристрої автоматичного регулювання іонного режиму повітряного середовища.

Заходи щодо нормалізації мікроклімату. Найбільш частими причинами відхилення параметрів мікроклімату від нормативних є надходження надлишкового тепла в повітря виробничого приміщення, або водяної пари від працюючого обладнання чи інших джерел випаровування. Заходи захисту від теплових випромінювань можна поділити на чотири групи:

- а) усунення джерела тепла;
- б) захищення від тепловипромінювання;
- в) полегшення тепловіддачі від тіла людини в навколишнє середовище;
- г) індивідуальний захист від теплового впливу.

Усунути джерело тепловиділення можна зміною технологічного процесу, наприклад, заміною пічного обігріву на електричний, заміною розмірів тепловипромінюючих поверхонь та ін. Захистити виробниче середовище від надмірного радіаційного та конвективного тепла, що поступає від нагрітих поверхонь обладнання, можна за рахунок теплоізоляції цих поверхонь. В приміщеннях, де є можливість ураження людини електричним струмом і температура повітря досягає 30 °С і вище (приміщення особливо небезпечні і підвищеної небезпеки по класифікації Правила будови електроустановок - ПБЕ), температура на поверхні теплоізоляції не допускається більше 45 °С. З точки зору техніки безпеки, щоб уникнути опіків людини, температура гарячих поверхонь у виробничій зоні дії працюючих не повинна перевищувати 45 °С.

Захист від прямої дії теплового випромінювання здійснюється екрануванням - встановленням термічного опору на шляху теплового потоку. Екрани досить різноманітні, за принципом дії бувають поглинаючими і відбиваючими променево тепло. Вони можуть бути стаціонарними і пересувними. Екрани захищають людину не тільки від теплових променів, а й оберігають від дії іскор і розжарених та гарячих бризок, виплесків рідин та викидів шлаків та окалини. Для зменшення вологості у виробничих приміщеннях слід уникати технологічних процесів з відкритими поверхнями випаровування рідини. Технологічне обладнання повинно бути герметизоване, а для видалення пари - обладнане витяжками. Як засіб видалення вологи із повітря приміщення використовується вентиляція. В приміщеннях, де діють оптимальні норми мікроклімату, слід встановлювати апарати для кондиціювання повітря. Полегшенню тепловіддачі від тіла людини сприяє підвищення швидкості руху повітря, що омиває тіло. Здійснюється це за допомогою вентиляційних систем. При необхідності виконання робіт в зоні підвищеної температури повітря або в гарячих реактивних зонах обладнання (ремонт топочних камер, котлів, печей, сушарок та ін.) користуються засобами індивідуального захисту від інфрачервоних випромінювань – термозахисним одягом, ізолюючими апаратами органів дихання, спеціальними рукавичками, касками та ін.

#### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Що таке мікроклімат?*
- 2. Який мікроклімат вважається комфортним?*
- 3. Мікроклімат виробничих приміщень – це...*
- 4. Які параметри мікроклімату?*
- 5. До яких порушень можуть привести значні коливання параметрів мікроклімату?*
- 6. Що забезпечують встановлені оптимальні параметри мікроклімату?*
- 7. Що допускають допустимі параметри мікроклімату?*
- 7. Залежно від яких факторів нормуються параметри мікроклімату?*
- 8. Чим регламентовані норми параметрів мікроклімату?*
- 9. Оптимальні мікрокліматичні умови – це...*
- 10. Охарактеризуйте нагріваючий мікроклімат. Що рекомендується використовувати для оцінки нагріваючого мікроклімату на робочих місцях?*
- 11. Охарактеризуйте охолоджувальний мікроклімат.*
- 12. До організаційних заходів належать...*
- 13. До технічних заходів належать...*
- 14. До конструктивно-технологічних заходів відносяться...*
- 15. Які чинники є визначальними при зникненні легких іонів?*
- 16. Які способи і засоби для нормалізації іонного режиму повітряного середовища необхідно використовувати?*
- 17. На які групи можна поділити заходи захисту від тепловипромінювань?*

### 1.2.7 Гігієнічне нормування освітлення

До освітлення ставляться певні гігієнічні вимоги. Важливість нормування освітленості визначається, з одного боку, тими витратами, яких вимагає будова і експлуатація освітлення, з іншого – гігієнічним, виробничим і економічним ефектом, що досягається гарним освітленням.

У світовій практиці при розробленні нормативних документів як регламентовані характеристики беруться кількісні та якісні параметри освітлення. Як кількісні характеристики освітлення використовуються яскравість, освітленість, циліндрична освітленість, коефіцієнт природної освітленості. Якість освітлення характеризується засліпленістю й дискомфортом, нерівномірністю розподілу яскравості або освітленості, глибиною пульсації світлового потоку, спектральним складом випромінювання ДС.

Для промисловості існує два види нормативних документів щодо освітлення – загальнодержавні й галузеві норми.

Загальнодержавні норми висувують загальні вимоги до освітлення залежно від точності й складності зорової роботи, а галузеві містять вимоги до освітлення конкретних операцій і установлені на основі загальнодержавних норм.

У нашій країні освітленість нормують залежно від точності роботи, а вплив її складності враховують побічно шляхом збільшення або зменшення основної норми.

Складність зорової роботи при однаковій точності визначається її тривалістю, ступенем складності зорового завдання (виявлення або розрізнення), кількістю об'єктів розрізнення в полі зору, необхідністю їхнього пошуку, обмеженням часу виявлення, а також віком працюючих.

Освітлення повинно бути рівномірним і достатнім для швидкого й легкого розрізнення об'єктів, забезпечувати деяку контрастність між об'єктом і фоном. Джерело світла не повинно засліплювати людину і створювати відблиски на об'єкті, що розглядається.

Раціональне освітлення робочих місць і приміщень створює у працівників певний психологічний тонус, попереджує зорову і загальну втому, сприяє високопродуктивній праці. Недостатня освітленість робочих місць може бути непрямою причиною нещасних випадків на виробництві.

Освітлення буває природне, штучне і суміщене (одночасно використовується природне і штучне світло). Найсприятливіше для людини природне освітлення.

Природне та штучне освітлення виробничих приміщень і робочих місць має відповідати ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Природне освітлення може бути боковим, верхнім і комбінованим.

Бокове природне освітлення (однобічне і двобічне) – це освітлення приміщення світлом, яке проникає через вікна в стінах будівлі або через прозорі частини стін.

Верхнє освітлення – це освітлення приміщення світлом, яке проникає через ліхтарі та прозору покрівлю будівлі.

Комбіноване природне освітлення – це поєднання бокового і верхнього освітлення.

Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості (КПО), який являє собою відношення у відсотках природної освітленості (Ев), яка створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба (безпосереднім чи після відбиття), до значення зовнішньої горизонтальної освітленості (Ез), яка створюється світлом повністю відкритого небосхилу.

Норми природного освітлення промислових будівель, зведені до нормування КПО, представлені в ДБН В.2.5-28-2006. Для полегшення нормування освітленості робочих місць всі зорові роботи за ступенем точності діляться на вісім розрядів. ДБН В.2.5-28-2006 встановлюють необхідну величину КПО в залежності від точності робіт, виду освітлення та географічного розташування виробництва. У табл. 1.11 наведені значення КПО для будівель, розташованих в III поясу світлового клімату (ен III).

Таблиця 1.11 – Значення коефіцієнта природної освітленості для виробничих приміщень

| Розряд робіт | Характеристика зорової роботи                                 |  | Значення КПО                                |  |
|--------------|---|--|---|--|
|              | Види роботи за ступенем точності                              | найменший розмір об'єкта розрізнення, мм | при верхньому або комбінованом у освітленні | при бічному освітленні в зоні зі стійким |
| I            | Найвищої точності   | менше 0,15                               | 10  | 2,8 / 3,5                                |
| II           | Дуже високої точності   | 0,15-0,3                                 | 7   | 2,0 / 2,5                                |
| III          | Високої точності  | 0,3-0,5                                  | 5   | 1,6 / 2,0                                |
| IV           | Середньої точності  | 0,5-1,0                                  | 4   | 1,2 / 1,5                                |
| V            | Малої точності  | 1,0-5,0                                  | 3   | 0,8 / 1,0                                |
| VI           | Груба   | більше 5,0                               | 2   | 0,4 / 0,5                                |
| VII          | Роботи з матеріалами, що світяться і виробами в гарячих цехах | більше 0,5                               | 3   | 0,8 / 1,0                                |
| VIII         | Загальне постійне спостереження за ходом виробничого процесу  | -  | 1   | 0,2 / 0,3                                |

Для освітлення приміщень в темний час доби, а за відсутності в них

природного освітлення – у будь-який час – використовуються джерела штучного світла.

Штучне освітлення поділяється:

- за конструктивним виконанням – на загальне, місцеве і комбіноване;
- за функціональним призначенням – на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне.

Загальне освітлення забезпечує розподіл світла у всьому об'ємі приміщення. Воно поділяється на загальне рівномірне і загальне локалізоване освітлення. На підприємствах торгівлі передбачається, здебільшого, загальне рівномірне освітлення приміщень.

Комбіноване освітлення – це поєднання загального і місцевого освітлення. При цьому досягається концентрація світлового потоку на окремих робочих місцях. Комбіноване освітлення передбачається, наприклад, на робочих місцях контролерів-касирів. Застосування тільки місцевого освітлення не допускається.

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, для штучного освітлення нормується абсолютне значення освітленості в люксах залежно від характеру зорової роботи, яскравості фону, контрасту об'єкта і фону, типу джерела світла і конструктивного виконання системи освітлення. Норми освітленості знаходяться в межах від 30 до 5000 лк.

За комбінованого освітлення освітленість робочої поверхні світильниками загального освітлення має складати 10 % від нормованої для комбінованого освітлення. При цьому найбільша і найменша освітленість має складати відповідно 500 і 150 лк у разі газорозрядних ламп розжарювання.

Норми освітленості для ламп розжарювання менші, ніж для газорозрядних, їх слід знижувати за шкалою освітленості згідно зі ДБН В.2.5-28-2006.

В табл. 1.12 надані норми освітленості робочих поверхонь для газорозрядних джерел світла.

Таблиця 1.12 - Норми освітленості робочих поверхонь для газорозрядних джерел світла

| Характеристика зорової роботи | Розряд робіт | Під-розряд робіт | Контраст об'єкта розрізнення з фоном | Характеристика фону | Освітленість, лк             |                           |
|-------------------------------|--------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|
|                               |              |                  |                                      |                     | при комбінованому освітленні | при загальному освітленні |
| Найвищої точності             | I            | а                | Малий                                | темний              | 5000                         | 1500                      |
|                               |              | б                | Малий                                | середній            | 4000                         | 1250                      |
|                               |              |                  | Середній                             | темний              |                              |                           |
|                               |              | в                | Малий                                | світлий             | 2500                         | 750                       |
|                               |              |                  | Середній                             | середній            |                              |                           |
|                               |              |                  | Великий                              | темний              |                              |                           |

|  |   |          |          |      |     |
|--|---|----------|----------|------|-----|
|  | Г | Середній | світлий  | 1500 | 400 |
|  |   | Великий  | світлий  |      |     |
|  |   | Великий  | середній |      |     |

Гігієнічні норми освітленості природним і штучним світлом наведені в табл. 1.13.

Таблиця 1.13 – Гігієнічні норми освітленості за природного і штучного освітлення (ДБН В.2.5-28-2006)

| Вид приміщення   | Площина нормування освітленості | Освітленість робочих поверхонь (лк) | Коефіцієнт природної освітленості $e_n$ Ш, % |  |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|--|--|
|  |                                 |                                     | За бокового освітлення, $e_{min}$            | За верхнього комбінованого освітлення, $e_{сep}$ |
| 1  | 2                               | 3                                   | 4  | 5  |
| Зали для обідів, буфети.   | Г-0,8*                          | 200                                 | 0,5  | 2  |
| Роздавальні  | -«-                             | 300                                 | 1,0  | 3  |
| Гарячі цехи, холодні цехи, доготівельні і заготівельні цехи  | -«-                             | 200                                 | 1,0  | 3  |
| Приміщення для миття кухонного та столового посуду, приміщення для різання хліба   | -«-                             | 200                                 | 0,5  | 2  |
| Кондитерські цехи і приміщення для мучних виробів  | -«-                             | 300                                 | 1,0  | 3  |
| Торгові зали магазинів: книжкових, готового одягу, білизни, взуття, тканин, хутряних виробів, головних уборів, парфумерних, галантерейних, ювелірних, електро- і радіотоварів, продовольчих без самообслуговування | -«-                             | 300                                 | 0,5  | 2  |
| Торгові зали продовольчих магазинів з самообслуговуванням  | -«-                             | 400                                 | 0,5  | 2  |

|   |         |     |     |   |
|---|---------|-----|-----|---|
| Торгові зали магазинів: посуду, меблевих, спортивних товарів, буд матеріалів, електропобутових товарів, іграшок і канцелярських товарів | -«-     | 200 | 0,5 | 2 |
| Комори продовольчих товарів   | Підлога | 50  | -   | - |
| Комори непродовольчих товарів   | -«-     | 75  | -   | - |
| Машинні відділення ліфтів і приміщення для холодильних установок  | Г-0,8   | 30  | -   | - |
| Вестибюлі   | Підлога | 75  | -   | - |
| Коридори і проходи :  |         |     |     |   |
| - головні   | -«-     | 75  | 0,1 | - |
| - інші  | -«-     | 50  | 0,1 | - |

Примітки : \*) – горизонтальна площа на висоті 0,8 м над підлогою.

Штучне освітлення, яке забезпечує виконання робіт в звичайному режимі, називають робочим освітленням. На підприємствах в сфері торгівлі освітлення передбачається для всіх приміщень будівель, а також діляниць відкритого простору, що призначені для роботи, проходів людей та руху транспорту.

Аварійне освітлення передбачається для продовження роботи у випадку відключення робочого освітлення. Найменша освітленість робочих поверхонь і території підприємства, які вимагають обслуговування при аварійному режимі, повинна складати 5 % від нормованої освітленості для загального робочого освітлення, але не менше 2 лк всередині будівлі і не менше 1 лк – на території підприємства. Світильники аварійного освітлення повинні мати розпізнавальні ознаки: особливі розміри, тип чи знаки.

Евакуаційне освітлення призначене для безпечної евакуації людей з приміщень і будівель у випадку аварійного відключення робочого освітлення. Воно передбачається в приміщеннях, де можуть одночасно знаходитися 100 чоловік, в проходах і на сходах за числа евакуйованих понад 50 чоловік. Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати освітленість в приміщеннях на підлозі основних проходів і на сходах не менше 0,5 лк та на відкритій території – не менше 0,2 лк. Під час евакуації людей можна використовувати світильники аварійного освітлення.

В приміщеннях, де можуть одночасно знаходитися 100 чоловік (торгові зали), у виробничих приміщеннях без природного освітлення з кількістю працівників більше 50 чоловік чи площею понад 150 м<sup>2</sup> (охолоджувальні камери) евакуаційний вихід позначають світловим вказівником «Вихід» білого кольору на зеленому фоні, який підключений до мережі евакуаційного

(аварійного) освітлення.

Охоронне освітлення призначене для освітлення в темний час доби об'єктів, які спеціально охороняються.

Як світильники штучного світла використовуються лампи розжарювання і газорозрядні лампи, які живляться від мережі напругою не вище 220 В.

Для освітлення приміщень і робочих місць не допускається використовувати відкриті лампи. Застосовуються з цією метою світильники – прилади, які складаються з джерела світла (лампи) і арматури.

Залежно від особливостей розподілення світлового потоку в просторі світильники поділяються на класи: прямого світла, переважно прямого світла, розсіяного світла, переважно розсіяного світла, відбитого світла.

Для обмеження засліплюючої дії світла на органи зору людини світильники повинні мати певний за величиною захисний кут, який утворюється перерізом горизонталі та лінії, що з'єднує крайню точку тіла, яке світиться, з протилежним краєм відбивача (непрозорого екрана). Захисний кут світильників залежно від їх конструкції знаходиться звичайно в межах  $15 \geq 30^\circ$ .

Від величини захисного кута, потужності ламп, які використовуються, залежить висота розміщення світильників над підлогою. Для місцевого освітлення використовують світильники з непрозорою відбивачами, які мають захисний кут не менше  $30^\circ$ . Допускається використовувати світильники з захисним кутом від  $10$  до  $30^\circ$  за розташування відбивачів на рівні очей працівників.

Залежно від конструкції світильники бувають: відкриті, захищені, закриті, пило- і вологонепроникні, вибухозахищені. Світильники в складських приміщеннях, в яких зберігаються відкрито (без упаковки) харчові продукти чи тара для їх упаковки, повинні мати захисні пристрої (грати, сітки, розсіювачі, спеціальні патрони тощо), які виключають можливість випадання колб ламп чи їх друзок у разі руйнування.

Висота підвішування світильників з лампами розжарювання:

- потужністю 200 Вт – від 2,5 до 4 м;
- для потужності понад 200 Вт – від 3 до 6 м.

Висота підвішування світильників з 4-ма люмінесцентними лампами – від 2,6 до 4 м, а за більшої кількості ламп – від 3,2 до 4,5.

Світильники з лампами ДРЛ та інші підвішують на висоті не менше 4 м за потужності до 400 Вт і не менше 6 м за більшої потужності.

Віддаль від світильників до товару, виробів і тари, які знаходяться в складських приміщеннях, має бути не менше 0,5 м.

Залежно від умов виробничого середовища, чистку ламп та освітлювальної арматури проводять з періодичністю від одного разу на шість місяців до двох разів на місяць.

На підприємствах не рідше одного разу на рік перевіряють освітленість в контрольних точках і рівень загальної освітленості приміщень штучним світлом.

Для гігієнічної оцінки освітленості приміщень природним і штучним

світлом використовують об'єктивні люксметри типу Ю-16.

***Питання для самоконтролю:***

1. *Чим визначається важливість нормування освітленості?*
2. *Які регламентовані характеристики беруться у світовій практиці при розробленні нормативних документів щодо параметрів освітлення?*
3. *Які кількісні характеристики освітлення використовуються? Чим вони характеризуються?*
4. *Які якісні параметри освітлення?*
5. *Які існують види освітлення виробничих приміщень і робочих місць?*
6. *Чим характеризується природне освітлення?*
7. *Штучне освітлення поділяється...*
8. *Що забезпечує загальне освітлення?*
9. *Комбіноване освітлення – це...*
10. *Аварійне освітлення передбачається...*
11. *Евакуаційне освітлення призначене...*
12. *На які класи поділяються світильники залежно від особливостей розподілення світлового потоку в просторі?*
13. *Які світильники бувають залежно від конструкції?*

**Підрозділ 1.3 Гігієнічне нормування стану довкілля**

**1.3.1 Гігієнічне значення складових біосфери**

Біосфера – оболонка планети, в якій розвивається життя різноманітних організмів, що населяють воду, повітря, сушу, ґрунт. Охоплює нижню частину атмосфери (до озонового шару), всю гідросферу (річки, моря, океани), верхню частину земної кори до глибини 3-5 км і верхні шари літосфери. Термін і поняття біосфери включає в себе живі організми і середовище їх існування. Біосфера може існувати без людини. Людина існувати поза біосферою не може.

Компоненти: жива речовина (рослини, тварини і мікроорганізми); нежива (органічні та мінеральні продукти, створені живими організмами – кам'яне вугілля, торф.); косна (горні породи і вода); біокосна речовина (ґрунт, мул).

Гідросфера – це водна оболонка Землі, яка включає океани, моря, ріки, озера, болота, льодовики і снігові покриви материків, підземні води. Гідросфера покриває 71 % поверхні земної кулі. Загальний обсяг води складає 1 465 млн. км<sup>3</sup>. При цьому морські води становлять – 94 %, води ґрунтові – 4 %, льодовики – 2 %, озера і водоймища – 0,4 %. У складі гідросфери особливе значення має Світовий океан. На його долю приходить 70 % усієї поверхні планети Земля, у його водах міститься 96,3 % усіх вод гідросфери. Океан виконує надзвичайно важливі функції для підтримання життя на Землі, у тому числі і для життя людини, а також для погодних процесів. Фітопланктон океану засвоює енергію сонячного випромінювання і створює білки і жири, а

атмосферу насичує киснем. Величезні запаси води Світового океану, поглинена сонячна енергія, розчинені речовини і гази роблять його головним регулятором обміну речовин і динамічної рівноваги в природі.

Роль гідросфери пояснюється ще і тим, що ніяке біологічне життя не можливо без води. Вода необхідний компонент усіх біологічних процесів, місце існування багатьох необхідних для людини біологічних організмів. Гідросфера знаходиться у постійній взаємодії з атмосферою, літосферою і біосферою. Вважають, що в гідросфері зародилося Життя на Землі.

Літосфера – це верхня тверда оболонка Землі, що поступово переходить в сфери з меншою твердістю речовини. Вона включає земну кору і верхню мантію Землі. Та її частина, що знаходиться над поверхнею Світового океану, називається землею. Із землею пов'язано поняття ґрунту, який володіє здатністю давати життя рослинам. Протяжність літосфери складає 50...200 км, у тому числі товщина земної кори на континентах досягає 50...75 км, а на дні океану – 5-10 км. Верхня частина літосфери (в межах розповсюдження живої матерії) входить у склад біосфери. Літосфера має шарову структуру. По вислову В.Г. Вільямса, ґрунт являє собою складну комбінацію мінеральних та органічних речовин в яких ніколи, ні на одну хвилину немає стану спокою, яка наскрізь просякнута життям і живими істотами, яка сама дає життя і в якій стан спокою і нерухомості є станом смерті.

Ґрунт - один з найважливіших елементів біосфери та екологічної системи, що визначає умови проживання людини. Ґрунт має великий вплив на здоров'я населення і має велике гігієнічне значення. Ґрунт є невід'ємною ланкою кругообігу речовин у природі. Це величезна, природна лабораторія, в якій відбуваються процеси синтезу і руйнування органічних речовин, фотохімічні процеси, утворення корисних копалин, розмноження, виживання і загибель багатьох бактерій, вірусів, найпростіших і гельмінтів. Вона впливає на клімат і розвиток рослинності. Ґрунт є елементом біосфери Землі, який формує хімічний склад споживаних людиною продуктів харчування тваринного і рослинного походження та питної води. Він формує природні та штучні провінції, що грають провідну роль у виникненні та профілактиці ендемічних захворювань. Він є чинником передачі багатьох інфекційних захворювань. Служить середовищем, що забезпечує циркуляцію в системі «зовнішня середовище - людина» екзогенних забруднень, які потрапляють у ґрунт з викидами промислових підприємств, автотранспорту, стічними водами та ін. Ґрунт є одним з джерел хімічного і біологічного забруднення атмосферного повітря, підземних і поверхневих вод. У ґрунті відбуваються природні процеси самоочищення та знешкодження рідких і твердих відходів та ін. Ґрунт є поверхневою частиною мінерально-органічної оболонки нашої планети - літосфери. Термін «земля» є синонімом терміна «ґрунт» у сільському господарстві та терміна «ґрунт» в інженерно-будівельній справі. Товщина ґрунту становить від декількох сантиметрів до 2 м і більше. З усіх шарів ґрунту найбільше гігієнічне значення має поверхневий, орний шар (горизонт) товщиною 20-25 см, де протікають всі головні біологічні процеси. Цей шар

найбільш схильний до різних забруднень, які мігрують в сільськогосподарські рослини, водойми, в атмосферне повітря і по «трофічному ланцюзі» потрапляють в організм людини.

Важливе значення мають шари ґрунту, що залягають до ґрунтових вод, в яких відбувається знешкодження органічних відходів і стічних вод, формування якості ґрунтових вод і ґрунтового повітря; в цих шарах прокладають каналізаційні та водопровідні мережі і закладаються фундаменти виробничих та інших будівель.

З гігієнічних позицій всі ґрунти за призначенням умовно ділять на 3 види:

- природний ґрунт (поза населених місць);
- штучно створений ґрунт населених місць (змішаний з відходами промисловості та життєдіяльності людини);
- штучні покриття ґрунту (асфальтові, щебеневі, бетоновані та ін.).

Кожен ґрунт складається з мінеральних, органічних і органічних сполук, а також ґрунтових розчинів, повітря і ґрунтових мікроорганізмів.

Ґрунт характеризується механічними, фізичними, хімічними, токсикологічними та епідеміологічними властивостями.

Таким чином, ґрунт багато в чому визначає санітарно-гігієнічні умови життя людини, санітарний режим підприємств, безпеку харчових продуктів, а в результаті - здоров'я населення.

Наявність атмосфери є необхідною умовою життя на Землі. Кисень в атмосферному повітрі потрібен для дихання живих організмів, а вуглекислий газ – для "харчування" рослин. Озон поглинає в стратосфері ультрафіолетові промені, які у випадку проникнення до земної поверхні в значних кількостях здійснювали б негативну дію на живі істоти. Особливо важливою є також участь атмосфери в кругообігу води на Землі, перенос водяної пари повітряними течіями та його послідовна конденсація і випадання у вигляді опадів. Атмосфера є непоганим передавачем звуку. Крім того, розсіюючи світло, вона освітлює ділянки земної кулі, куди не попадають прямі сонячні промені.

Атмосфера (грец. «*atmos*» – повітря, «*spharia*» – куля, сфера) – природна зовнішня газова (повітряна) оболонка Землі. Вона простирається від поверхні Землі на висоту 1500-2000 км. Різкої верхньої межі вона не має і на значних висотах (біля 20 000 км) переходить у міжпланетне середовище. Її вертикальна протяжність складає біля трьох земних радіусів (середній радіус Землі становить 6 371 км), а загальна маса атмосфери  $5,27 \cdot 10^{15}$  т при масі Землі близько  $6 \cdot 10^{21}$  т, тобто менше однієї мільйонної частки маси Землі. Біля 99% маси атмосфери зосереджено в шарі, що розташований від земної поверхні до висоти 30-35 км. Вона забезпечує фізіологічні процеси дихання, регулює інтенсивність сонячної радіації, захищає живі організми від ушкоджуючої дії космічних випромінювань, утворює клімат планети, підтримує середню температуру поверхні Землі близько  $+14000^{\circ}\text{C}$ , є джерелом атмосферної вологи, а також середовищем, у яке видаляються залишкові газоподібні продукти життєдіяльності людей та інших живих істот – вуглекислий газ та ін. Нижня її

частина – тропосфера (до 8-15 км від поверхні Землі) служить місцем існування аеробіонтів і формування аеробіосфери. Атмосферне повітря в товщі літосфери називають підземною тропосферою.

Таким чином, нижня атмосфера як невід'ємна частина біосфери є повітряним середовищем земного життя. Вчені в давнину вважали навколишнє повітря однією з складових частин Всесвіту. Давньогрецький філософ Анаксимен в IV в. до н. е називав повітря першоматерії, а Аристотель - одним з чотирьох елементів, з яких складаються всі речовини в природі. Гіппократ писав: «Повітря – це пасовище життя».

Якщо людина без води може прожити майже 5 діб, без їжі – 5 тижнів, то без повітря – лише 5 хв. І якщо вона вживає на добу до 3 л води, до 3 кг продуктів, то через сотні мільйонів альвеол легенів площею 60...120 м<sup>2</sup> проходить 10...2 м<sup>3</sup> повітря на добу, або 1000000 м<sup>3</sup> – за життя. За 1 хв. людина робить 18 дихальних рухів, вдихаючи щоразу 0,5 л повітря. І це в положенні сидячи або лежачи, без фізичного навантаження. А якщо людина фізично працює, то на добу необхідно до 30 м<sup>3</sup> повітря.

Дихальна система людини – найдосконаліший фільтр, який очищає вдихуваний повітря, відокремлює тверді і рідкі домішки. У носовій порожнині уловлюються лише грубі частинки пилу. Частинки пилу діаметром 10 мкм осідають в бронхах, а ще менші (10...01 мкм) – в альвеолах. З кожного літра вдихуваного повітря в легенях затримується 05 мг чужорідних речовин, що становить 65 г /діб. Легені - це відкриті ворота у внутрішнє середовище організму, де відбувається контакт повітря з кров'ю. У крові розчиняються речовини, які вона розносить по організму. При цьому в печінці відбувається дезінтоксикація. Тому шкідливі речовини, що надходять через легені, діють в 100 разів сильніше, ніж ті, що надходять через травний канал. І якщо людина може вибрати питну воду і їжу, то вона не може вибрати повітря. Атмосферне повітря впливає на людину безперервно. Якщо навіть в атмосферному повітрі населеного пункту міститься у відповідності з гігієнічними нормами, наприклад, від 3 до 5 мг/м<sup>3</sup> вуглецю оксиду, то людина протягом життя вдихне 3000 000-5 000 000 мг вуглецю оксиду, або 3-5 кг. Гігієнічна наука пред'являє високі вимоги до складу атмосферного повітря. Чим чистіше повітря, тим повніше засвоюється організмом кисень, активніше відбувається газообмін в його тканинах.

На відміну від інших елементів біосфери атмосфера являє собою нерозривну єдність у масштабі усієї Землі.

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Що включає в себе поняття біосфери?*
- 2. Яка роль гідросфери в житті людини?*
- 3. Як з гігієнічних позицій умовно ділять всі ґрунти за призначенням?*
- 4. Які основні потреби людини забезпечує атмосфера?*
- 5. Літосфера – це?*
- 6. Які вимоги пред'являє гігієнічна наука до атмосфери?*

### 1.3.2 Гігієна навколишнього середовища і закономірності впливу його факторів на людину

Життєдіяльність людини відбувається у певному середовищі, яке називають навколишнім. Існують різні підходи до визначення поняття "середовище".

Система «людина – середовище існування» є багатокомпонентною системою. До неї входить велика кількість складових, між якими існує безліч зв'язків. Природно, що збільшення кількості складових системи і зв'язків між ними викликає ускладнення задачі формалізації такої системи, наприклад за допомогою математичних методів. Складність вивчення системи «людина – середовище існування» обумовлюється також тим, що ця система має ієрархічний характер, тобто є багаторівневою, яка утримує прямі і зворотні зв'язки.

Так, верхній рівень розглянутої системи містить два основних елементи – «людина» і «середовище існування». При аналізі існування системи під елементом «людина» розглядається не тільки індивід, але і група людей, колектив, жителі населеного пункту, регіону, країни, суспільства в цілому.

«Середовище існування» є другим елементом системи «людина – середовище існування». Середовище існування являє собою частину біосфери чи техносфери, у якій існує людина і функціонують системи його життєзабезпечення.

Навколишнє середовище – середовище існування людини, обумовлене сукупністю позитивних і негативних природних і антропогенних факторів, здатних впливати на його життєдіяльність.

Другий ієрархічний рівень елемента «середовище існування» складається з трьох наступних основних складових: – природне середовище; – соціальне середовище; – соціально-політичне середовище; – техногенне середовище.

Природне середовище – це об'єкти і частина космічного простору, а також та локальна область біосфери, яка включає ділянки літосфери, гідросфери й атмосфери, флору і фауну тієї частини Землі, на якій існує «людина». Таким чином природне середовище поєднує об'єкти космічного і природно-природного походження – флору, фауну й ін., а також і об'єкти, які створені людиною, тобто природно-антропогенні екологічні види і системи.

Ясно, що до групи об'єктів, що складають природне середовище відносяться частина зоряного простору, Сонце, Місяць, природний ландшафт, кліматичні умови, мікро- і макроорганізми й інші елементи, що характерні для місцевості, у якій проживає людина.

Природно-антропогенну групу об'єктів складають природні об'єкти, створені людиною на основі явищ і процесів, що відбуваються в біосфері, чи при їхньому використанні. Зелені насадження, парки, штучні ставки, водоймища, ділянки архітектурного ландшафту, ділянки атмосфери зі спеціально зміненими кліматичними умовами, деякі підвиди домашніх тварин

та рослин і т.п.

Техногенне середовище – умови існування людини, які сформовані у результаті розумового, науково-технічного, духовного розвитку та її предметної діяльності на базі природних явищ і процесів. Таким чином, техногенне середовище є сукупним результатом досягнень суспільства, що з однієї сторони забезпечують визначений рівень життєдіяльності людини, а з іншого боку – приводять до розбалансу природно сформованих взаємозв'язків у біосфері.

Головною причиною виникнення і розвитку техногенного середовища є природне прагнення людини до підвищеної комфортності життя. Техногенне середовище виникло і склалося в процесі розумового розвитку людини, що виразилося в його трудовій діяльності, як розумної біологічної істоти, що мислить, що має мораль і естетичні почуття. Техногенне середовище (техносфера), як підсистема, підрозділяється на побутове і виробниче середовище.

Побутове середовище – це середовище, у якій проживає людину. Воно містить у собі комплекс житлових, соціально-культурних і спортивних будинків та споруд, комунально-побутових організацій і установ. Основними характеристиками цього середовища є розмір житлової площі на одну людину, ступінь електрифікації, газифікації житла, наявність центральної опалювальної системи, холодної і гарячої води, рівень розвитку суспільного транспорту і та ін.

Виробниче середовище – це середовище, у якому протікають виробничі відносини і здійснюється трудова діяльність людини. У залежності від суспільно-виробничого положення, яке займає людина у виробничому середовищі, воно може містити в собі окреме підприємство, чи організацію, установу або їх комплекс, у який входять інші підприємства, а також органи керувань районного, обласного й іншого рівнів. У порівнянні з природним виробниче середовище характеризується максимальною відносною насиченістю негативними антропогенними факторами, перелік і рівень яких залежать від специфіки і культури конкретного виробництва.

До основних параметрів виробничого середовища, які визначають рівень психологічних факторів, відносяться кількість працюючих, вид продукції, що випускається, продуктивність праці, тип організації виробничого процесу, рівень автоматизації технологічних процесів, психологічний клімат у колективі, тип керівника, ритмічність виробництва, організація оплати праці.

Перелік негативних факторів, що впливають на безпеку життєдіяльності людини у виробничому середовищі з фізіологічної точки зору, залежить від рівня організації умов праці, ступеня його нешкідливості і безпечності.

До найбільш розповсюджених негативних факторів, які характеризують виробниче середовище, відносяться: недопустимі параметри мікроклімату робочої зони (температури, відносній вологості і швидкості руху повітря), підвищена запиленість, загазованість повітря, підвищений рівень вібрації і шуму, електромагнітних і іонізуючих випромінювань, недостатня чи надмірна освітленість робочої зони, наявність підвищеної напруги в електричному

ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

Дехто ототожнює його із «природним середовищем», тобто доквіллям, інші – з поняттям «життєве середовище», тобто як частину Всесвіту. Ще інші – з культурним середовищем, де діють фактори як матеріальної культури, так і духовної. Але найбільш вдалим є визначення, сформульоване Р. Лацко, який стверджує, що середовище – це єдність системоутворюючих компонентів природного і матеріального походження, які формують умови функціонування середовища.

Колись, на ранніх стадіях свого розвитку, людина безперервно відчувала вплив факторів природного походження: коливання температури повітря, атмосферні опади, стихійні явища тощо. Незахищеною була і від тваринного світу. Постійна боротьба за своє існування спонукала людину винаходити засоби захисту: вогонь, одяг, житло та ін. З часом ці засоби захисту вдосконалювались, з'являлись нові, що призвело до виникнення факторів впливу на людину техногенного походження; це вібрація, шум, концентрація токсичних речовин у повітрі, водоймах, ґрунті, електромагнітні поля, іонізуючі випромінювання та безліч інших. Окрім зазначених негативних чинників природного і техногенного походження, з'явилися чинники соціального характеру: тероризм, міжетнічні та релігійні війни, наркоманія, психопатія тощо. У сучасному глобалізованому суспільстві їх кількість постійно зростає і дестабілізує життя людини. Як бачимо, вступивши у третє тисячоліття, людство досягло вражаючих успіхів у своєму розвитку, створило відносно комфортні умови для свого існування на Землі, вийшло в космос, пізнало деякі закони Всесвіту, але, у той же час, своєю активною діяльністю тільки створило ще більше небезпек, які загрожують його життю і здоров'ю. А це спонукає винаходити та вдосконалювати системи захисту.

У питаннях вивчення впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я людини, гігієна тісно взаємодіє з екологічною наукою, а точніше - екологією людини, що вивчає загальні закони взаємодії біосфери і антропосистема людства, його груп (популяцій) і індивідуумів, вплив природної сфери на людину і групи людей. Комплексний розділ гігієнічної науки – гігієна навколишнього середовища вивчає загальні закономірності взаємовідносин організму людини з факторами навколишнього середовища різної природи (фізичними, хімічними, біологічними), адаптаційно-приспосувальні процеси, механізми взаємодії організму з комплексом сприятливих і несприятливих факторів середовища антропогенного походження, а також з комплексом соціально обумовлених чинників.

Медицина навколишнього середовища об'єднує вивчення факторів середовища, факторів організму, патогенних факторів, створює ґрунт для взаємодії представників різних медичних спеціальностей. Медицина навколишнього середовища – більш ємкий термін, ніж гігієна навколишнього середовища, його зміст має відображати і клінічні аспекти захворювань несприятливо впливають на нього факторами, фізіологічні аспекти адаптації, що характеризують захисні, компенсаторні і пристосувальні можливості організму.

В даний час вчені звертають увагу на повільний прогрес у профілактиці, діагностиці та лікуванні захворювань, в етіології яких присутня екологічний компонент. Це пов'язано не тільки з відсутністю або недостатністю знань про механізми взаємодії між організмом людини і факторами навколишнього середовища на молекулярному рівні чи чинниках, що визначають генетичну схильність до тих або інших захворювань, але і існували тривалий час жорстким нормативним підходом у практичній гігієні, що ставить акцент на вивченні факторів навколишнього середовища, а не здоров'я людини і не на аналізі залежності між здоров'ям і якістю середовища. Виявлення причинно-наслідкових зв'язків між впливом факторів навколишнього середовища і можливими змінами стану здоров'я людини є одним із завдань гігієнічної діагностики, що ставить своєю метою встановлення залежності між станом природного і соціального середовища і здоров'ям популяції або окремого індивідуума. Останній напрям в гігієнічній діагностиці, тобто встановлення етіологічного зв'язку між захворюванням і впливом факторів навколишнього середовища, отримало за кордоном назву "клінічна екологія". Одним з найважливіших елементів методології гігієнічної діагностики є оцінка ризику несприятливих ефектів факторів навколишнього середовища для здоров'я людини.

Особливості впливу факторів навколишнього середовища призвели до істотних змін показників здоров'я населення, які полягають в тому, що спостерігаються нові закономірності в поширенні й характер патології людини, інакше протікають демографічні процеси. В узагальненому вигляді ці зміни можуть бути сформульовані наступним чином:

- прискорився темп динаміки всіх показників, що характеризують здоров'я (захворюваність, інвалідність, смертність, фізичний розвиток);
- склався новий неепідемічний тип патології;
- відбулися характерні демографічні зміни (постаріння, зрушення в структурі смертності);
- визначився ряд захворювань, що мають високі рівні (хвороби системи кровообігу, хронічні неспецифічні хвороби органів дихання, нещасні випадки, отруєння, травми тощо);
- виділилася група важливих, раніше рідко зустрічалися захворювань (ендокринні, алергічні, вроджені вади, хвороби імунної системи тощо);
- зросла захворюваність деякими інфекційними хворобами (кір, дифтерію, гепатит Б, аденовірусами, педикульозом та ін.);
- склалася тенденція формування множинної патології;
- вирівнялися показники здоров'я у всіх спеціальних групах;
- визначилися багатфакторність впливів і необхідність системного підходу до профілактики.

Істотний вплив на зміну показників здоров'я спричиняють негативні зміни якості навколишнього середовища та неправильне ставлення до свого здоров'я. За деякими даними, з дією цих факторів пов'язано близько 77 % всіх випадків захворювань і більше 50 % випадків смерті, а також до 57 % випадків

неправильного фізичного розвитку.

Соціальне (соціально-політичне) середовище представляється формами спільної суспільної діяльності людей, які відносяться до конкретних соціальних груп. Форми суспільної діяльності, що історично склалися в соціально-політичному середовищі і характеризуються визначеним типом взаємин, створюють людську спільність чи соціум.

Соціум – це соціально-політична система, яка у філософському змісті розглядається як соціальний організм. Він створюється і розвивається по своїх особливих законах, що характеризуються надзвичайною складністю. Як правило, у соціумі взаємодіє велика кількість людей. Результатом їхньої внутрішньої взаємодії і взаємодії з іншими соціально-політичними системами (групами) формуються локально-суспільні умови життєдіяльності й особливе оточення. Ці умови можуть впливати на інших людей і на соціально-політичні групи. Сукупність таких систем у суспільстві і їхні взаємини створюють соціальне чи соціально-політичне середовище.

Вплив соціально-екологічних факторів на здоров'я людини. Штучне середовище, створене самою людиною, також вимагає до себе адаптації, яка відбувається в основному через хвороби. Причини виникнення хвороб у цьому випадку такі: гіподинамія, переїдання, психоемоційний стрес та ін. З медико-біологічних позицій найбільший вплив соціально-екологічні фактори здійснюють на наступні тенденції:

1) процес акселерації – прискорення розвитку окремих органів або частин організму в порівнянні з якоюсь біологічною нормою (збільшення розмірів тіла і більш раннє статеве дозрівання). Вчені вважають, що це еволюційний перехід в житті виду, викликаний поліпшенням умов життя.

2) порушення біоритмів - найважливішого механізму регуляції функцій біологічних систем в умовах міського життя може бути викликано появою нових екологічних факторів. Це, перш за все, відноситься до циркадних ритмів: новим екологічним чинником, наприклад, стало електроосвітлення, яке продовжує світловий день. Виникає хаотизація колишніх біоритмів, і відбувається перехід до нового ритмічному стереотипу, що викликає хвороби у людини і у представників біоти міста внаслідок порушення фотоперіоду.

3) алергізація населення – одна з основних нових рис у змінній структурі патології людей у міському середовищі. Алергія – збочена чутливість або реактивність організму до тієї або іншої речовини, так званого алергену (прості і складні мінеральні та органічні речовини). Алергени по відношенню до організму бувають зовнішні (екзоалергени) і внутрішні (аутоалергени). Причина алергічних захворювань (бронхіальна астма, кропив'янка, лікарська алергія, вовчак червоний та ін.) у порушенні імунної системи людини, яка еволюційно перебувала в рівновазі з природним середовищем. Міське ж середовище характеризується різкою зміною домінуючих факторів і появою абсолютно нових речовин – забруднювачів, тиск яких раніше імунна система людини не відчувала. Тому алергія виникає без опору організму і важко очікувати, що він стане до неї резистентним.

Отже, життєдіяльність людини відбувається у певній системі взаємопов'язаних компонентів природного, техногенного і соціального походження. Сукупність цих компонентів творить навколишнє середовище.

Здоров'я не можна розглядати як щось автономне, пов'язане тільки з індивідуальними особливостями організму. Воно є результатом впливу соціальних і природних факторів. Гігантські темпи індустріалізації та урбанізації за певних умов можуть призвести до порушення екологічної рівноваги і викликати деградацію не тільки середовища, а й здоров'я людей. Тому здоров'я і хворобу можна вважати похідними навколишнього середовища. Не випадково ставиться питання про створення інформаційної системи «здоров'я населення – навколишнє середовище», яка повинна функціонувати з метою поліпшення показників здоров'я населення шляхом підвищення якості навколишнього середовища. Розробляються проекти моніторингу навколишнього середовища, першим щаблем якого повинен бути біоекологічний моніторинг, оскільки показники стану здоров'я людини є найбільш комплексними показниками стану навколишнього середовища.

#### ***Питання для самоконтролю:***

1. *Які компоненти входять до системи «людина – середовище існування»?*
2. *При аналізі існування системи під елементом «людина» розглядається...*
3. *Що являє собою середовище існування?*
4. *Що являє собою природне середовище?*
5. *Охарактеризуйте природно-антропогенну групу об'єктів.*
6. *Що являє собою техногенне середовище?*
7. *Що є головною причиною виникнення і розвитку техногенного середовища?*
8. *Що являє собою побутове середовище?*
9. *Що являє собою виробниче середовище?*
10. *Що вивчає гігієна навколишнього середовища?*
11. *Як в узагальненому вигляді можуть бути сформульовані зміни пов'язані з особливостями впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення?*
12. *Які фактори спричиняють істотний вплив на зміну показників здоров'я?*
13. *Якими формами представляється соціальне (соціально-політичне) середовище?*
14. *З медико-біологічних позицій найбільший вплив соціально-екологічні фактори здійснюють на наступні тенденції...*

### **1.3.3 Адаптація та акліматизація людини. Адаптаційні фактори.**

На сучасному етапі перед людством постала проблема усвідомленої

гармонізації своєї взаємодії з фізичним середовищем – взаємної адаптації. Її метою є забезпечення адекватної людській природі взаємодії людини з довкіллям, тобто створення оптимального екологічного середовища, яке охоплювало б фізичні, соціальні та виробничі умови. Однак створити і тривалий час утримувати оптимальні для людського організму умови складно, а іноді й неможливо. Тому людина змушена пристосовуватись до змінюваних умов за допомогою фізіологічної адаптації.

Еволюція організму є прогресивним розвитком явищ пристосування до навколишнього середовища, оскільки його життя і процеси адаптації взаємопов'язані. У цьому сенсі необхідною умовою діяльності живої системи є максимальна адаптивність – пристосовуваність, здатність організму до пристосування. Людина в пошуках необхідних сировинних та енергетичних ресурсів, удосконалюючи виробничо-господарську і наукову діяльність, планомірно змінює межі свого існування, опановуючи і навколоземний простір. У цьому процесі їй постійно доводиться пристосовуватися (адаптуватися) до нових умов зовнішнього середовища.

Адаптація - це комплекс пристосувальних реакцій людини до мінливих умов зовнішнього і внутрішнього середовища. Деякі механізми адаптації вже закладені генотипически. Наприклад, людина поза своєї свідомості може пристосуватися до темряви і яскравого світла, до деякого перепаду температур, до смаку їжі і т. п. В інших ситуаціях необхідно включення свідомості, своїх особистісних якостей, щоб пристосуватися, наприклад, до тих чи інших умов праці, колективу людей, нормам і правилам поведінки і до багато чого іншого.

Пристосування організмів до умов довкілля відбувається за такими напрямками:

1) генетична адаптація – здатність поширених на значній географічній території організмів утворювати пристосовані до конкретних природних умов екотипи (популяції);

2) біохімічна адаптація – здатність організмів спрямовано змінювати свою метаболічну активність (обмін речовин) і хімічні реакції, що дає змогу зберігати життєві процеси в нових умовах довкілля;

3) морфологічна адаптація – пристосування на рівні клітин і тканин організму;

4) фізіологічна адаптація – сукупність фізіологічних особливостей, які забезпечують оптимальне функціонування організмів у стабільних або змінюваних зовнішніх умовах.

Залежно від різновиду і особливостей впливу на організм людини розрізняють такі групи адаптаційних процесів:

1) адаптація мутаційна – еволюція певної популяції, яка завершувалася створенням і формуванням рас;

2) адаптація модифікаційна – процес акліматизації людини до зміни умов середовища;

3) адаптація модуляційна – безпосереднє пристосування людини до швидкозмінних умов довкілля (позитивні або негативні реакції на

короткотривалі зміни).

У далеких від оптимальних умовах існування знижується біологічна і трудова активність людини, а в певному середовищі людський організм взагалі не може існувати. Наприклад, людина без спеціального тренінгу не зможе повноцінно працювати і постійно проживати в умовах високогір'я (на висоті більше 5000 м) або в аридній (засушливій) зоні пустелі за середньої температури повітря близько +40°C.

Найкраще, якщо кожна людина має змогу проживати в оптимальному для себе місці, де б її фізіологічні системи гармонійно співіснували з фізичним і соціальним середовищем, що є передумовою збереження довготривалої працездатності. В іншому разі її організм змушений пристосовуватися до зовнішнього середовища, а форми, зміст, тривалість пристосувальної діяльності, набуті якості обумовлюються особливостями цього середовища. Ця діяльність людини є універсальною, охоплює кліматогеографічні, фізіологічні, соціальні та інші аспекти. Свідченням адаптації організму до незвичних умов проживання можуть бути учасники арктичних експедицій, космонавти, підводники, представники інших професій.

Першою формою адаптаційної діяльності людини є генотипна адаптація, за результатами якої на основі спадковості, мутацій і природного відбору сформувалися сучасні види живих організмів. Комплекс видових спадкових ознак (генотип) є основою індивідуальної адаптації, яка відбувається у процесі взаємодії конкретного організму з довкіллям і забезпечується специфічними для певного середовища структурними змінами. У процесі індивідуальної адаптації людина створює запаси пам'яті і звичок, формує вектори поведінки. Генетична програма організму передбачає ефективну спрямованість життєво необхідних адаптаційних реакцій на впливи навколишнього середовища. Кожне нове покоління людей по-своєму адаптується до багатьох факторів, які потребують своєрідних спеціалізованих реакцій.

Як свідчать дослідження, активна адаптація організму до одного фактора поліпшує його опірність до комплексу інших факторів, після чого організм набуває нової якості. За таких умов формуються адаптаційні реакції, які підвищують стійкість до перевантажень, крайніх температур, фізичну працездатність і загальмовують розвиток багатьох патологій.

Пристосувальна поведінка живих організмів може реалізовуватися у формі втечі від несприятливого подразника, пасивного підкорення йому, активної протидії середовищу за рахунок специфічних адаптивних реакцій. Тобто зі зміною певних компонентів довкілля людський організм змушений змінювати деякі свої функції. Відбувається перебудова його гомеостазу (внутрішнього середовища і діяльності різних систем організму) відповідно до конкретних умов, що і є основою адаптації. Отже, адаптація є специфічним ланцюгом реакцій систем організму, за яких одні з них видозмінюють свою діяльність, інші регулюють ці зміни.

Оскільки основою життя є обмін речовин (метаболізм), то процес адаптації повинен виявлятися через зміни в обміні речовин і підтримувати його

в нових умовах. Стійким і спрямованим змінам метаболізму передують зміни у певних системах організму, передусім у системі кровообігу і дихання. Особлива роль в адаптаційному процесі належить нервовій системі і залозам внутрішньої секреції.

Слід визнати, що людина на відміну від тварин володіє невичерпно широким комплексом можливостей для адаптації, що в кінцевому рахунку і обумовлює її виживання як біологічного виду і як людини розумної.

Велике значення надається таким видам фізичної адаптації, як "акліматизація". Акліматизація - це пристосування рослин, тварин і людини до нових для них кліматичних умов.

Фізіологічна акліматизація є наслідком вироблення організмом пристосувальних реакцій, які підвищують працездатність та покращують самопочуття, що іноді різко погіршується в перший період перебування людини в нових кліматичних умовах. При цьому акліматизація як адаптаційний процес при швидкій зміні природно-кліматичних умов може супроводжуватися явним погіршенням стану організму. При зміні нових умов старими, організм може повернутися до колишнього стану. Подібні зміни і називають акліматизацією. Ті ж зміни, які в процесі пристосування до нового середовища перейшли в генотип і передаються у спадок, називаються адаптивними.

Як у виду здатність людини до акліматизації достатньо висока: тільки людина зуміла розселитися в усіх кліматичних зонах Землі – від екватору до полюсів і на всіх висотах – від рівня моря до висоти 4500 м. Але у окремих осіб і навіть у цілих етнічних груп ця здатність значно нижча.

В дитинстві акліматизація відбувається легше, чим у зрілому віці, але у дітей до 1 року вона дуже обмежена. Після 10 років здатність до акліматизації різко підвищується, досягаючи максимуму між 20 і 40 роками. К старості вона знов різко знижується.

Складніше з адаптацією до екстремальних кліматичних умов. Деякі люди виявляються неспроможними пристосуватися до таких умов, тобто рівень екстремальності перевищує адаптаційну здатність організму. Такому індивідууму потрібно або переїхати в місце з більш підходящим кліматом або ж спромогтися створити по можливості комфортні штучні умови. Сподіватися на розвиток особової більш високої адаптаційної здатності, яка не закладена в генетичну програму даної людини, немає сенсу. Так, в усякому випадку, вважають спеціалісти-біометеорологі, які вивчають цю проблему.

Адаптаційні фактори в еволюційному розвитку людського організму виявляються в екстремальних ситуаціях, коли на організм раптово впливають подразники, а також внаслідок зміни загальних умов його існування. Стосовно людини адаптогенні фактори за своєю суттю є природними і антропогенними (соціальними).

В табл. 1.14 представлена класифікація адаптаційних факторів.

Таблиця 1.14 – Класифікація факторів адаптації

|  |  |
|--|--|
| Антропогенні<br>(соціальні)<br>фактори | Зміна продуктів харчування і води                    |
|  | Зміна атмосфери (промислові викиди)                  |
|  | Гіподинамія, перебування в обмежених приміщеннях     |
|  | Міський спосіб життя – психоадаптація                |
| Природні фактори                       | Умови високогір'я                                    |
|  | Різкі контрастні коливання температури               |
|  | Зміни гравітації                                     |
|  | Зміни концентрацій хімічних речовин в повітрі і воді |

Природні фактори адаптації людини. Людина як результат розвитку природи є свідченням нерозривної взаємодії абіотичних природних факторів і живих організмів. Природні фактори, що обумовлюють розвиток адаптаційних механізмів, завжди діють комплексно. Ще на початку виникнення всі живі організми пристосовувались до земних умов існування (барометричного тиску, сили гравітації, радіаційного випромінювання, стану газової оболонки планети, хімічного складу продуктів харчування та ін.).

У процесі еволюції людський організм адаптувався до природної зміни сезонів року, для кожного з яких характерні певний температурний режим, освітленість, вологість повітря, радіаційні коливання. Щодо цього важливу роль відіграє механізм попередніх змін організму, наприклад, загартування, яке забезпечує стійкість організму до перепадів температур.

Крім сезонних змін, людський організм адаптується до змін дня і ночі, фізіологічних біоритмів.

Соціальні фактори адаптації людини. Соціальні умови життя людини, особливо пов'язані з її трудовою діяльністю фактори, створили специфічне середовище, до якого її організму також необхідно адаптуватися. Кількість і спрямування цих умов розвивається пропорційно до розвитку цивілізації. Наприклад, із розгортанням космічних досліджень людині довелося пристосовуватися до стану невагомості, який спричинює гіподинамію (порушення функцій організму, передусім опорно-рухового апарату, кровообігу, дихання, травлення, спричинені обмеженням рухової активності, зниженням сили скорочення м'язів), зміни добових біоритмів тощо.

Соціальними адаптогенними факторами є робота в глибинних підземних шахтах, глибоководні занурювання, робота за високотемпературних технологій або в надто холодних умовах. Людині доводиться адаптуватися до проживання в умовах змінюваної освітленості, підвищеного шумового навантаження, забруднення довкілля, до їжі з підвищеним вмістом синтетичних продуктів тощо. У процесі розвитку суспільства змінилися й умови виробничої діяльності людини, свідченням чого є заміна фізичної праці роботою машин і механізмів,

що знижує фізичні навантаження, призводить до гіподинамії, стресових ситуацій, які негативно позначаються на всіх системах організму.

Кількість адаптогенних факторів особливо зростає на сучасному етапі, за бурхливого техногенного розвитку, який видозмінює і збільшує кількість як соціальних, так і природних адаптогенних факторів.

На сучасному етапі свого розвитку людство надзвичайно розширило межі свого проживання та діяльності. Натепер можливою і навіть необхідною стала життєдіяльність в умовах, які кардинально відрізняються від тих, в яких людство зародилося і еволюціонувало протягом тисячоліть. Освоєння територій з екстремальними природними умовами (з надто високими або низькими температурами високогірних районів, де бракує кисню) запровадження нових технологій, які змушують працівників, наприклад, за значного зниження фізичної активності відчувати надто високе психологічне навантаження і відповідальність, зумовлюють дисбаланс між біологічною природою людини і необхідністю пристосуватися до постійно змінюваних умов.

Ефективність адаптивного процесу – це еколого-соціальна результативність системи заходів, спрямованих на найскоріше пристосування організму до умов середовища, що змінюються, збереження повноцінної працездатності. Як тільки навколишнє середовище змінюється, або змінюються будь-які суттєві його компоненти, організму необхідно змінювати і деякі константи своїх функцій. Гомеостаз у відомій мірі перелаштовується на новий рівень, більш адекватний для конкретних умов, що і є умовою адаптації.

Можна уявити адаптацію як довгий ланцюжок реакцій різних систем, з яких одні повинні видозмінювати свою діяльність, а другі регулювати ці видозміни. Оскільки основою основ життя є обмін речовин – метаболізм, безперервно пов'язаний з енергетичними процесами, адаптація повинна реалізуватися через стаціонарну пристосовану зміну метаболізму і підтримання такого рівня, який відповідає і найбільш адекватний новим зміненим умовам.

Метаболізм може і повинен адаптуватися до змінених умов існування, але процес цей відносно інертний. Стійкій, направленій зміні метаболізму передують зміни в системах організму, що мають службове значення. До них відносяться кровообіг і дихання. Ці функції першими включаються в реакції, які визиваються дією зовнішніх факторів. Слід відмітити рухову систему, яка з однієї сторони базується на метаболізмі, з другої – керує метаболізмом в інтересах адаптації. А самі зміни рухової активності служать суттєвою ланкою адаптації.

Особлива роль в адаптивному процесі належить нервовій системі та залозам внутрішньої секреції з їх гормонами. Гормони гіпофіза і кори наднирників викликають початкові рухові реакції і одночасно зміни кровообігу, дихання і т.д. Зміни діяльності цих систем є першою реакцією на сильне подразнення. Ці зміни запобігають стаціонарним змінам метаболічного гомеостазу. Таким чином, на початкових стадіях дії на організм змінених умов відмічається інтенсифікація діяльності всіх систем органів. Цей механізм забезпечує на перших етапах існування організму в нових умовах, але

енергетично не вигідний, не економічний і лише готує основу для іншого, більш стійкого і надійного тканинного механізму, який призводить до раціональної для даних умов перебудови службових систем, які функціонують в нових умовах і поступово вертаються до нормального вихідного рівня діяльності.

Ганс Сельє, який підійшов до проблеми адаптації з нових оригінальних позицій, назвав фактори, дія яких призводить до адаптації стрес-факторами (екстремальними факторами). Екстремальною може бути не тільки окрема дія на організм, але й зміни умов існування в цілому (переїзд людини з Півдня на Північ). По відношенню до людини адаптогенні фактори можуть бути природні фактори (до земних умов тиску, гравітації, газового складу атмосфери, зміни сезонів), пов'язані з працездатністю людини.

Фази процесу адаптації.

Перша фаза або «аварійна» – розвивається на початку дії як фізіологічного, так і патогенного фактору або зміни умов навколишнього середовища. При цьому реагують всі центральні системи допоміжного значення: кровообіг, дихання, якими керує ЦНС та гормони мозкової речовини наднирників (кахеаламіни), що супроводжується підняттям тону симпатичної системи. Наслідком цієї активації симпатико-адреналової системи є такі зміни вегетативних функцій, які мають катаболічний характер і забезпечують організм необхідною енергією, як би передбачаючи у швидкому майбутньому необхідність затрат. Ці попередження є яскравим проявом «опереджувального» збудження.

В аварійну фазу підвищена активність допоміжних систем протікає не координовано, з елементами хаотичності. Реакції генералізовані та не економічні і часто перевищують необхідний для даних умов рівень. Число змінених показників в діяльності різних систем дуже високе. Аварійна фаза адаптації проходить на фоні емоційності (від'ємної модальності).

Друга фаза – перехідна до стійкої адаптації.

Характеризується зменшенням загальної збудливості ЦНС, формуванням функціональних систем, які забезпечують управління адаптацією до виниклих нових умов, що виникли. Знижується інтенсивність гормональних здвигів. Під час цієї фази пристосувальні реакції організму переключаються на глибокий тканинний рівень. Гормональний фон видозмінюється, посилюють свою дію гормони кори наднирників – «гормони адаптації».

Третя фаза – фаза стійкої адаптації (резистентності). Допоміжні системи функціонують на вихідному рівні. Тканинні процеси активізуються, забезпечуючи новий рівень гомеостазу, адекватний новим умовам існування.

Особливості цієї фази:

- мобілізація енергетичних ресурсів;
- підвищений синтез структурних і ферментативних білків;
- мобілізація імунної системи.

В 3-й фазі організм набуває неспецифічну і специфічну резистентність організму. Керуючі механізми скоординовані. Їх прояв зведений до мінімуму.

Але в цілому фаза потребує напруженого управління, що обумовлюється неможливістю постійного протікання. Напругу цієї фази називають ціною адаптації. Фаза не є абсолютно стабільною. В процесі життя організму можливі відхилення флуктуації (зниження стійкості) і реадаптації (встановлення стійкості).

Формування і розвиток живої речовини планети більшою мірою залежить від характеру міграції хімічних елементів. Особливої уваги потребує вивчення відхилень, які обумовлені перенасиченням, або недостатнім вмістом тих чи інших хімічних елементів в конкретному середовищі існування.

Вивчаючи фізіологічні механізми адаптації різних популяцій людей в умовах Півночі, високогір'я, пустель, необхідно знати географічні характеристики не тільки вищевказаних регіонів, але і тих місцевостей, звідки прийшли люди в нове середовище існування, тобто повинна бути врахована геохімічна екологія людини, яка повинна співпадати з ендегеним фізико-хімічним середовищем. Адаптація організму забезпечується завдяки мобілізації його морфофункціональних резервів. Від них і залежить "ціна адаптації".

Для проходження адаптації потрібен час, який залежить від індивідуальних особливостей і стану здоров'я.

#### ***Питання для самоконтролю:***

1. *Що таке адаптація?*
2. *За якими напрямками відбувається пристосування організмів до умов довкілля?*
3. *Які групи адаптаційних процесів впливу на організм людини розрізняють залежно від різновиду і особливостей?*
4. *У якій формі реалізовується пристосувальна поведінка живих організмів?*
5. *Що називають гомеостазом організму?*
6. *Що таке акліматизація?*
7. *Охарактеризуйте природні фактори адаптації людини.*
8. *Охарактеризуйте соціальні фактори адаптації людини.*
9. *Що таке ефективність адаптивного процесу?*
10. *Які виділяють фази процесу адаптації?*
11. *Охарактеризуйте першу фазу процесу адаптації.*
12. *Чим характеризується друга фаза адаптації?*
13. *Чим характеризується третя фаза адаптації (резистентності)?*

#### **1.3.4 Наслідки впливу на організм людини полютантів-ксенобіотиків. Поняття про імунітет людини. Захворювання мешканців міст**

У результаті антропогенної діяльності, у навколишнє середовище надходить величезна кількість забруднюючих речовин – полютантів, що

негативно впливають не тільки на окремих тварин, а й на всі біоценози навколишнього природного середовища.

Поллютанти (від лат. *полюціо* – забруднення) – хімічні речовини, які забруднюють середовище життя, синонім – забруднювачі. Вони тісно пов'язані між собою, складаючи трофічні ланцюги. Шкідлива дія одних поллютантів накладається на шкідливу дію інших, у результаті чого сумарний ефект може значно збільшуватися. Деякі шкідливі поллютанти мають кумулятивний характер, коли при постійній дії невеликих доз їх негативний вплив на здоров'я людей поступово збільшується і, в кінцевому підсумку, призводить до різних захворювань. У трофічному ланцюзі поллютанти переходять від однієї ланки до іншої, в результаті чого відбувається значне їх накопичення і збільшення (в тисячі і навіть десятки тисяч разів) концентрації цих поллютантів на вершині екологічної піраміди, де знаходиться людина.

Найбільший інтерес викликають поллютанти, що містять тверді частинки, озон, оксиди азоту, важкі метали і біоаерозолі. Механізм дії забруднювача залежить від розміру частинок, розчинності, коефіцієнта седиментації та хімічних особливостей. Взаємодія повітря, поллютантів і алергенів може відбуватися як поза організмом, так і на слизових оболонках та шкірі. Нижче наведено сучасні уявлення про механізми впливу поллютантів на імунну відповідь. Факти ґрунтуються на даних епідеміологічних досліджень населення, клінічних дослідах впливу в контрольованих умовах і тестах *in vitro* та *in vivo*. Епідеміологічні дослідження підвищеної чутливості людини до забруднювачів вивчають можливий зв'язок між хронічним впливом забрудненого повітря в дитинстві та схильністю до хронічних обструктивних захворювань легень (ХОЗЛ) у зрілому віці. Також встановлено, що в дітей, які зазнавали впливу великих доз поллютантів, більший ризик захворіти на алергічні захворювання (АЗ). Тривале проживання в містах (на територіях із забрудненим повітрям) підвищує ризик погіршення функції легень.

Цілком можливо, що проживання в умовах міста зумовлює розвиток субклінічних захворювань дихальної системи. Останні наукові дані підтверджують виражений зв'язок між районом проживання (як потенційним фактором ризику розвитку алергічних захворювань в дітей) та виникненням симптомів обструкції дихальних шляхів. Проживання поблизу доріг із жвавим рухом асоціюється зі збільшенням кількості випадків госпіталізації дітей з алергічними захворюваннями, зниженням дихальної функції, збільшенням поширеності та тяжкості задишки й алергічного риніту (АР). Було проведено дослід з вивчення впливу забрудненого повітря на виникнення алергічних захворювань. Тверді частинки, важкі метали, озон та оксиди азоту біля поверхні землі – найчастіші забруднювачі повітря, що пов'язані з окислювальним стресом. Певні види окислених сполук можуть порушувати або руйнувати окисно-відновні системи й ушкоджувати стінки клітин, ліпіди, білки та ДНК, що призводить до розвитку запалення дихальних шляхів та їх гіперактивності.

Поллютанти також виявляють шкідливий вплив через епігенетичні механізми, які контролюють експресію генів без змін послідовності ДНК. Ці

механізми згодом можуть бути використані для профілактики алергії.

Негативний вплив навколишнього середовища на організм людини відбувається всюди: у побуті, на роботі, на вулиці.

Ксенобіотики - це чужорідні для біосфери хімічні речовини, що природно не синтезуються, не можуть асимілюватись організмами, внаслідок чого не беруть участі у природному кругообігу речовин, тому накопичуються у зовнішньому середовищі (наприклад, пластмаси). У вужчому значенні так називають речовини, які зазвичай наявні в природі у набагато менших кількостях, і, як правило, прямо або побічно створені внаслідок господарської діяльності людини. Типовими прикладами ксенобіотиків є ліки, а також наркотики та інші подібні речовини. Часто термін ще сильніше звужують, зараховуючи до ксенобіотиків різноманітні забруднювачі, зокрема, пестициди, мінеральні добрива, мийні засоби, радіонукліди, синтетичні барвники та ін.

На сучасному етапі розвитку промисловості й сільського господарства найбільшої уваги потребують чотири групи ксенобіотиків - як забруднювачів харчових продуктів і навколишнього середовища: сполуки важких металів і миш'яку; пестициди; нітрати, нітрити та нітрозаміни; антибіотики. Висока потенційна небезпека забруднення сполуками важких металів та миш'яку значною мірою пов'язана з їх здатністю до акумуляції (нагромадження). Сполуки важких металів і миш'яку, що містяться у харчових продуктах, виявляють токсичну дію головним чином за рахунок своїх іонів, які міцно і на тривалий час зв'язуються із сульфгідрильними групами білків, порушуючи цим відповідні функції організму людини. Зв'язуючись, сполуки важких металів і миш'яку в організмі накопичуються.

На фоні радіаційного навантаження, зростання рівнів шуму та електромагнітних випромінювань вплив ксенобіотиків посилюється. Це виявляється в підвищенні розповсюдженості генетичної патології серед населення. Ефективність хімічних мутагенів зумовлена їх фізико-хімічними особливостями, стійкістю у середовищі, ступенем проникнення в клітину і доступністю до геному. Хімічні мутагени мають велику проникну здатність і викликають переважно генні мутації.

Особливу небезпеку приховує забруднення продуктів харчування пестицидами, гормонами, транс-жирними кислотами. В одному із досліджень, проведеному в США, залишки хлорованих пестицидів (DDE), були виявлені у 100 % родзинок, шпинату, яловичини, 93 % сиру, сосисок, вареної ковбаси, курки, індички, морозива, 87 % салямі, масла, 81 % сиру "Чеддер", напівкопчених ковбасок. Понад 2 млн. т пестицидів використовуються щорічно у всьому світі; лише 0,1% пестицидів досягають шкідників, інші 99,9 % - потрапляють у воду. Хлоровані пестициди типу DDT та DDE залишаються в ґрунті десятки років.

З кожним роком все більшу небезпеку виявляють харчові ксенобіотики – барвники, згущувачі, емульгатори, стабілізатори, ароматизатори, консерванти та інші.

Шкідливі фактори впливу знаходяться поруч з нами, коли ми працюємо в

офісі, або вчимося в аудиторії: випари копіювального паперу, принтерів, офісного пилу, кондиціонерів. Є навіть такий термін – синдром офісних працівників ("*sick building syndrome*"), який включає різні прояви: важкість у грудях, поверхневе дихання, грипоподібний стан, закладеність носа, відчуття сухості у горлі, кашель, сухість і подразнення очей, головний біль, в'ялість, втому, сухість шкіри, висипання.

Якщо до перерахованих негативних впливів додати ще й вплив вихлопних газів, електромагнітного випромінювання, у хвилях якого ми знаходимося постійно, стане зрозуміло, що ми повинні вміти захищати свій організм від цих негативних впливів.

Ксенобіотики, потрапляючи в навколишнє середовище, можуть викликати алергічні реакції, загибель організмів, змінити спадкові ознаки, знизити імунітет, мутації, порушити обмін речовин, а також хід процесів у природних екосистемах до рівня біосфери в цілому.

Імунна система людини – являє собою сукупність особливих тканин, органів і клітин. Всі разом вони утворюють комплексний захист організму від захворювань, а також винищують чужорідні елементи, які вже потрапили в тіло людини. Імунна система функціонує не ізольовано, а у тісній взаємодії з іншими життєво важливими системами організму. Таким чином, система, яка забезпечує одну з найважливіших адаптаційних функцій організму і спрямована на контроль і збереження його генетичної недоторканості або гомеостазу одержала назву імунітету.

Поняття "імунітет" було введено в науку Мечниковим і Ерліхом. Вони досліджували існуючі захисні механізми, які активізуються в процесі боротьби організму з різними патологіями. Насамперед вчених цікавила реакція на інфекції. У 1908 році їх роботи в галузі вивчення імунної реакції були відзначені Нобелівською премією. Крім того, значний внесок у дослідження внесли і праці француза Луї Пастера. Він розробив методику вакцинації від ряду інфекцій, що представляли небезпеку для людини. Спочатку існувала думка, що захисні структури організму спрямовують свою активність тільки на усунення інфекцій. Проте подальші дослідження англійця Медавара довели, що імунні механізми спрацьовують при вторгненні будь-якого чужорідного агента, та й взагалі реагують на будь-яке шкідливе втручання. Сьогодні під захисною структурою головним чином розуміють стійкість організму до різного роду антигенів. Крім того, імунітет – це відповідна реакція організму, націлена не тільки на знищення, а й на усунення "ворогів". Якби не було захисних сил у організму, то люди не змогли б нормально існувати в умовах навколишнього середовища. Наявність імунітету дозволяє, справляючись з патологіями, доживати до старості.

Імунітет – це спосіб захисту організму від живих тіл і речовин, які несуть на собі ознаки чужорідної генетичної інформації. Основна функція імунітету – систематично розпізнавати чужорідну генетичну інформацію (живі клітини, що потрапили в організм, або власні, що змінилися, чужорідні речовини), яка порушує гомеостаз і негайно нейтралізувати, видаляти, знищувати чужорідні

агенти. Пізнавати «не своє», а «чуже» - бережливо берегти «своє». Організм специфічно реагує на кожну чужорідну органічну структуру, що потрапляє в організм, виробляючи при цьому молекули і клітини, які вступають у специфічну взаємодію з даною чужорідною субстанцією і знешкоджують її.

Складові імунної системи поділяються на дві великі групи. Імунна система центральна бере участь у формуванні захисних елементів. У людей в цю частину структури входять тимус і кістковий мозок. Периферичні органи імунної системи являють собою середовище, де дозрілі захисні елементи знешкоджують антигени. У цю частину структури входять лімфатичні вузли, селезінка, лімфоїдна тканина в травному тракті. Також встановлено, що захисними властивостями володіють шкіра і нейроглії ЦНС. Крім перерахованих вище, існують також внутрібар'єрні та забар'єрні тканини і органи імунної системи. Перша категорія включає в себе шкіру. Забар'єрні тканини і органи імунної системи: ЦНС, очі, насінники, плід (при вагітності), паренхіма тимуса.

Види імунітету. Існує кілька видів імунітету:

- придбаний, який виробляється після перенесеного захворювання (краснуха, вітрянка) і в залежності від нього може вироблятися до конкретного захворювання або на все життя, або на якийсь проміжок часу;

- вроджений, імунітет, що формується у плода під час вагітності і після народження (при грудному вигодовуванні).

Також імунітет може підрозділятися на:

- клітинну імунну відповідь, коли клітини крові (лейкоцити) пожирають віруси;

- гуморальну імунну відповідь, представлений В-клітинами, які продукують речовини, що поглинають (розчиняють) вірус.

Крім цього вчені поділяють імунітет ще по 2-х параметрах:

- природний, це імунітет, який в людині виробляється після контакту із збудником захворювання;

- штучний, який виробляється в результаті вакцинації.

Штучний імунітет в свою чергу може підрозділятися на:

- активний, коли пацієнту прищеплюють ослаблений вірус, внаслідок чого людина хворіє, але в більш легкій формі, і потім у нього формуються захисні антитіла.

- пасивний, коли людині вводять безпосередньо антитіла.

Вивчення впливу полютантів - ксенобіотиків на імунну систему дає можливість попередити шкідливу дію цих речовин на організм, чи ліквідувати її наслідки, повернувши імунітет людини у норму.

Алергія - одна з найбільш поширених на Землі хвороб. За статистикою, вже сьогодні нею страждає кожен п'ятий житель нашої планети. Міжнародна статистика говорить про те, що за останні два десятиліття захворюваність алергією зросла в 3-4 рази, причому захворювання часто протікає у важкій, незвичайній формі. Це пов'язано з посиленням алергенного навантаження на людину.

Погіршується екологічна ситуація, нераціональне харчування, зайва лікарська терапія, безконтрольне використання антибіотиків, стресові навантаження, малорухливий спосіб життя, зміни в кліматі тощо. Все це підвищує схильність організму людини до впливу алергенів - навіть тих, які існували завжди. І якщо ХХ століття було століттям серцево-судинних захворювань, то ХХІ за прогнозами Всесвітньої організації охорони здоров'я стане століттям алергії. Найчастіше, алергія на ту чи іншу речовину передається у спадок.

Сама по собі алергія, як явище – це, по суті, надмірна відповідь імунітету організму на зовнішні подразники. Викликати реакцію алергії може численний ряд поллютантів-ксенобіотиків — частинки пилу, пилок квітучих дерев, деякі з продуктів їжі, шерсть тварин, мікроорганізми, а також хімічні та медичні препарати. При алергії через помилки в імунній системі організм сприймає чужими ті речовини, які в нормі такими не є. Такі речовини називають алергенами. У ролі алергену можуть виступати будь-які речовини.

Розрізняють інфекційні та неінфекційні алергени. До інфекційних алергенів відносять різні збудники вірусних, бактеріальних, грибкових захворювань, а також гельмінти. До неінфекційних алергенів відносять продукти харчування, пилок квітучих рослин, домашню або книжкову пил, укуси комах (комарів, ос, бджіл, мурашок), лікарські препарати, побутову хімію і косметичні засоби, біологічні та хімічні промислові речовини.

Екологічна обстановка безпосередньо пов'язана з розвитком і перебігом алергічного захворювання. Наведемо один факт: у місті алергія розвивається в 3 рази частіше і проходить набагато важче, ніж у селі.

Детоксикація поллютантів-ксенобіотиків. В умовах високого токсичного навантаження, яке відбувається в останні 10-20 років, організм людини не створив нових механізмів захисту, а використовує ті, що сформувалися в процесі еволюції – це механізми детоксикації, пов'язані із єдиним доступним джерелом - їжею.

Для цього у харчуванні мають бути так звані незамінні фактори харчування, без яких організм не може існувати, тому що вони не синтезуються в ньому і без них він не може існувати. До них відносяться амінокислоти, деякі жири, вуглеводи, вітаміни, різноманітні групи антиоксидантів, мінерали та мікроелементи. Здорова печінка – надійний захист організму

Важливою умовою засвоєння та правильного використання всіх названих компонентів їжі є здорова печінка, яка є головною "біохімічною лабораторією" організму. У печінці знешкоджуються та виводяться з жовчю численні токсини, які надійшли з їжею, лікарськими засобами, водою, синтезовані мікрофлорою кишковика, та продуктів обміну речовин, що утворилися внаслідок роботи інших органів.

Білки та амінокислоти. Дефіцит в раціоні білка знижує на 75 % активність детоксикаційних процесів у печінці. Особливо несприятливим є дефіцит певних амінокислот, які зв'язують токсиканти та є "будівельними блоками" для відновлення клітин печінки, імунної системи, транспортних білків, які виводять

продукти розкладу ксенобіотиків.

Велика роль належить амінокислотам аргініну, лізину, аспарагіну та глютаміну (не плутати із харчовою добавкою глутаматом натрію), які відповідають за імунну відповідь організму на вторгнення ксенобіотиків.

Джерела цих амінокислот: яйця, пісна свинина, кедрові та грецькі горіхи, насіння гарбуза, горох, нежирний сир (у пармезані багато лізину), тріска, сардини, люцерна, капуста, буряк, шпинат, петрушка, свіжий, правильно приготовлений нежирний бульйон із домашньої курки (багато глютаміну).

Роль головної скрипки у процесах детоксикації належить речовині глутатіону, що складається із трьох амінокислот і блокує вільні радикали, що ушкоджують шкіру, кришталік, рогівку, сітківку, печінку, нирки, легені, клітини кишечника, і можуть спричинювати мутації та розвиток раку.

Джерела глутатіону: екстракт пивних дріжджів (1000 мг/100 г), свіжа печінка (170...750 мг/100 г), м'ясо – теляча та свиняча нежирні вирізки (25...75 мг/100 г), спаржа варена (28 мг/100 г), броколі (14 мг/100 г), свіжа петрушка, шпинат (12 мг/100 г), кольорова капуста (7,4 мг/100 г), гарбуз (5,1 мг/100 г), помідор та болгарський перець (4,9 мг/100 г).

Вітаміни та антиоксиданти. Вітамін С – захищає імунні клітини від ушкоджень, але його позитивна дія виявляється лише у комплексі із біофлавоноїдами (великою групою антиоксидантів), які містяться у листі, плодах, коріннях, стеблах більшості рослин. Флавоноїди мають бактерицидну, антиоксидантну, антиканцерогенну, жовчогінну, противиразкову, противірусну, капіляррозміцнюючу дії.

Джерела біофлавоноїдів: шипшина, цитрусові, цибуля-порей, часник, кучерява капуста, броколі, чорниця, чорна смородина, салат-латук, капуста, абрикоси, свіжо заварений зелений чай, чорний шоколад, вишня, ожина, баклажан, яблуко, чорна слива, хурма, кісточка та шкірка чорного винограду, мелене насіння льону, стебла цикорію, зелена кава, морська капуста.

Вітаміни Е, А, каротиноїди, групи В (особливо В1, В6, В9, В12) – прискорюють окислення та розклад багатьох ксенобіотиків. Джерела: листяні овочі, грецькі горіхи, жовті, оранжеві та червоні овочі, пшеничні висівки, паростки пророслої пшениці, листя редьки, буряка, кропиви.

Мінерали. Селен, цинк, магній – підвищують активність системи глутатіону та підтримують на високому рівні роботу імунної системи. Джерела: яйця, морепродукти, печінка, нирки, пісне м'ясо, злаки, горіхи, бобові, пшеничні висівки.

Жири та жироподібні речовини. Відіграють важливу роль у процесі біотрансформації ксенобіотиків.

Фосфоліпіди – основний компонент клітинних мембран печінки та інших органів, достатній вміст цих компонентів у їжі робить стійкими клітини до проникнення ксенобіотиків, руйнування мембран і мутаціям. В першу чергу, це лецитин, холін, омега-3 жирні кислоти та "хороший" холестерин, які зменшують запалення та автоімунні реакції.

Джерела цих речовин: грецькі горіхи (лише свіжозлущені), насіння льону,

яйця, яєчні жовтки, жирна риба. Дуже важливо при цьому вживати достатню кількість продуктів, що містять вітамін Е, який захищає жирні кислоти від окислення. Особливо це стосується морепродуктів та риби. Тобто їх завжди потрібно вживати із великою кількістю зеленого листового салату.

Вуглеводи. Є блокаторами ксенобіотиків в організмі. До них відносяться харчові волокна, до складу яких входять клітковина, пектини, лігнін, камеді та слизи. Джерела харчових волокон: висівки вівса та пшениці, мелене насіння льону, насіння подорожника, шкірка цитрусових, яблук, овочеві, фруктові, ягідні пюре, повидло та мармелад з невеликою кількістю цукру (краще домашнього приготування), морська капуста, пюре з бобових.

Фітонциди. Підвищують захисні сили організму, мають протимікробну, антивірусну, антигрибкову дію. Більше всього їх у цибулинках, особливо в області дна (цибуля, часник, особливо молоді).

Джерела: цитрусові (апельсини, лимони, мандарини), кизил, журавлина, брусниця, калина, яблука сорту Антонівські, цибуля, часник, морква, хрін, пастернак, червоний перець, помідори, імбир, куркума. Краще вживати в невеликій кількості в сирому вигляді.

Останні десятки років забруднення ксенобіотиками зовнішнього середовища зростає шаленими темпами і збільшується їхнє потрапляння в організм. Це означає серйозну загрозу для здоров'я і навіть життя всіх живих істот, включаючи людину, оскільки пошкоджує клітини та викликає мутації, що призводять до злоякісних процесів або спадкових захворювань.

У ряді випадків в ході біотрансформації ксенобіотиків утворюються речовини, здатні абсолютно інакше діяти на організм, чим початкові агенти. Так, деякі спирти (етиленгліколь), діючи цілою молекулою, викликають седативно-гіпнотичний ефект (сп'яніння, наркоз). В ході їх біоперетворення утворюються відповідні альдегіди і органічні кислоти (щавлева кислота), здатні ушкоджувати паренхіматозні органи і, зокрема, нирки. Багато низькомолекулярних речовин, що є факультативними алергенами, піддаються в організмі метаболічним перетворенням з утворенням реакційноздатних проміжних продуктів. Так, з'єднання, що містять в молекулі аміно- або нітрогрупу в ході метаболізму перетворюються на гідроксиламіни, активно взаємодіють з протеїнами крові і тканин, формуючи повні антигени. При повторному надходженні таких речовин в організм крім специфічної дії розвиваються алергічні реакції.

Отже, правильно складений раціон, що складається із різноманітних комбінацій продуктів, що мають детоксикаційне спрямування – є не стільки питанням смаку чи харчових уподобань, скільки питанням виживання, збереження здоров'я та умовою високої якості та тривалості життя.

Захворювання мешканців міст. Зростання міст, насичення їх промисловими підприємствами призвели до виникнення ряду екологічних проблем, які несприятливо відображаються насамперед на здоров'ї населення. Через наростаючий дискомфорт у природній і соціальній сферах у сучасних містах спостерігається процес деурбанізації, що виявляється переважно у

скороченні чисельності міського населення.

Стан здоров'я міських жителів, який залежить від комплексного впливу багатьох чинників, може слугувати своєрідним індикатором екологічної ситуації в містах. На стан здоров'я впливає забруднення атмосфери, джерелами якого є транспорт, промислові підприємства, міська територія. Найбільш небезпечні викиди в атмосферу – бензапірен, кислотоутворювальні окисни, пил. Газопилові викиди і осередки тепла біля металургійних заводів, теплових та атомних електростанцій формують у місті своєрідний мікроклімат, який несприятливо впливає на стан живого організму, передусім на органи дихання, особливо малих дітей, людей похилого віку.

Несприятливим фактором для здоров'я населення є також незадовільна якість питної води через забрудненість джерел водопостачання, низький рівень водопідготовки, які спричинюють шлунково-кишкові захворювання. У зв'язку з цим дедалі більшої актуальності набуває децентралізоване постачання міського населення з підземних джерел.

Нерегулярне вивезення побутових відходів, накопичування їх у міських кварталах викликає неприємний запах, призводить до розмноження мух – переносників інфекційних захворювань.

До фізичних чинників, що впливають на стан здоров'я населення, можна віднести механічні, теплові, оптичні, електричні, магнітні, іонізуючі чинники.

Міський шум, інтенсивність якого особливо велика поблизу автомобільних і залізничних доріг, в районі аеропортів, а також окремих підприємств, де працюють ковальсько-пресові верстати, центрифуги, дробилки тощо, несприятливо діє на нервову систему людини, перешкоджає повноцінному відпочинку.

Причинами інфекційних захворювань у містах можуть бути також біологічні чинники – хвороботворні мікроорганізми, що містяться і розмножуються в атмосферному повітрі, водоймищах, ґрунтах.

Масові скупчення в громадському транспорті, у виробничій сфері, в навчальних закладах призводять до швидкого поширення епідемій (одна протягом кількох днів охоплює більшу частину жителів міста).

Несприятливі екологічні умови проживання людей послаблюють імунну систему. Понижується опірність організму хронічним інфекційним захворюванням.

Напружений ритм міського життя, складна екологічна обстановка викликають психоневрологічні розлади і депресії, призводять до зростання кількості серцево-судинних захворювань, хвороб нервової системи, діабету. Багато з цих захворювань характерні для вихідців із сільських регіонів, які ще не пристосувалися до значних психологічних, фізичних та інших навантажень, характерних для сучасного міста. Однак на відміну від жителів сільської місцевості міські жителі більш схильні до гіподинамії, яка є однією з передумов хронічних захворювань.

Екологічна рівновага в урбоекології – це такий стан природного середовища урбанізованого району, при якому забезпечується саморегуляція,

належна охорона і відтворювання основних його компонентів – повітря, водних ресурсів, ґрунтово-рослинного покриву, тваринного світу.

Необхідними умовами такого стану мають бути:

1) відтворювання основних компонентів природного середовища, що забезпечує їх баланс у потоках речовини і енергії;

2) відповідність ступеня геохімічної активності ландшафту масштабам виробничих і комунально-побутових забруднень навколишнього середовища;

3) відповідність ступеня біохімічної активності екосистеми (наявність умов для біологічної переробки органічних і нейтралізації шкідливого впливу неорганічних забруднень);

4) відповідність рівня фізичної стійкості ландшафту силі впливу транспортних, рекреаційних, інженерних та інших антропогенних навантажень;

5) баланс біомаси в непорушених або слабкопорушених антропогенною діяльністю частинах екосистеми, достатня складність і якомога більша різноманітність природного середовища.

За екологічного підходу до проблеми забезпечення екологічної рівноваги окремо взяте місто не має можливості саморегуляції, а тому має розглядатися в єдності з досить великими районами.

Різноманіття початкових умов зумовлює і різні можливості для збереження екологічної рівноваги в межах об'єктів. Тому доцільно розглядати кілька рівнів екологічної рівноваги – повної, умовної, відносної.

Повна екологічна рівновага може бути досягнута у разі задоволення усіх п'яти умов. Необхідними передумовами цього має бути значна територія району формування системи і наявність у ньому досить збалансованих відносин між людиною і навколишнім природним середовищем (щільність населення – 50...60 людей/км<sup>2</sup>, лісистість 20...30 %).

Умовну екологічну рівновагу можна забезпечити у випадку нездійсненності лише першої умови (це реально на територіях із щільністю населення не вище 100 людей/км<sup>2</sup> та лісистістю 20...30 %).

Відносна екологічна рівновага може бути забезпечена в усіх інших випадках за обов'язкового дотримання другої, третьої та четвертої умов.

Шумові, вібраційні навантаження, перенаселення, вплив магнітних, електричних, іонізаційних полів викликають найрізноманітніші захворювання. Так, мешканці Кривого Рогу потерпають від захворювань органів дихання та нервової системи у 2-4 рази частіше, ніж приміські мешканці. Численні дані свідчать про те, що сучасне містоформування (урбанізація) викликає велику стурбованість людей. Загальний рівень захворюваності на найтяжчі недуги цивілізації у великих містах у 2-3 рази вищий, ніж у сільських місцевостях.

В Україні тільки столиця – Київ є багатомільйонним містом. Сім міст вже перевищили або сягають одномільйонного рубежу: Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса, Запоріжжя, Львів, Кривий Ріг. Десять міст, в яких зараз від 0,5 до 0,3 мільйона мешканців (Маріуполь, Миколаїв, Луганськ, Макіївка, Вінниця, Севастополь, Херсон, Сімферополь, Горлівка, Полтава) незабаром наблизяться до одномільйонного рівня, асимілювавши навколишні менші містечка. Нарешті

ще десять міст, які можуть дорости до мільйона в першій половині ХХІ ст., – Чернігів, Чернівці, Суми, Дніпродзержинськ, Житомир, Івано-Франківськ, Хмельницький, Черкаси, Рівне, Луцьк і які зараз налічують від 0,3 до 0,2 мільйона жителів. Отже, можна сподіватися, що невдовзі половина населення України проживатиме в містах. Переважна частина великих міст – це індустріальні комплекси, і головна їхня проблема і нездоланна біда, на жаль, – продукування виробничих відходів, сміття. Деградоване штучне міське середовище справляє комплексну шкідливу дію на здоров'я населення внаслідок забруднення атмосферного повітря, дефіциту сонячного проміння, води, а також стресових факторів, зумовлених напруженим ритмом життя, скупченістю населення, нестачею зелених насаджень тощо.

Ступінь поширення багатьох хвороб у великих містах набагато більший, ніж у малих містах чи селах. Така хвороба, як рак легень, у великих містах нині реєструється в два – три рази частіше, ніж у сільських місцевостях. Тут набагато більше хворіють бронхітами, астмою, алергійними хворобами. Рівень інфекційних захворювань у містах також удвічі вищий.

Мешканці великих міст вже давно п'ють воду набагато гіршої якості, ніж у селах. Зокрема, в Україні в більшості міст якість питної води не відповідає санітарним нормам. Великі міста створюють свій мікроклімат, під ними змінюється фізичний стан порід.

Одночасно з розвитком міст збільшується негативний тиск на біосферу. Проблеми урбанізації ретельно вивчаються у багатьох країнах світу, в тому числі і в Україні. Це соціальне явище досліджують екологи, економісти, соціологи і представники багатьох галузей науки, застосовуючи комплексний, системний аналіз.

Ніде суперечність між людиною та природою не досягає такої глибини, як у великому місті. Причому чим більше місто, тим більшої шкоди воно завдає Матері-Природі. Неконтрольоване зростання населення мегаполісів супроводжується істотним зниженням якості життя в них (зменшення кількості та зниження якості послуг, погіршення водопостачання, збільшення кількості неочищених стоків і твердих відходів, зростання забрудненості повітря й т. д.). Особливо це стосується великих міст у країнах, що розвиваються (Калькутта, Карачі, Бомбей, Лагос, Мехіко та ін.).

Отже, урбанізація найяскравіше відбиває загальний для всієї Землі процес заміни біосфери техносферою, який розпочався ще в епоху палеоліту й триває досі дедалі швидшими темпами. Якщо людство хоче мати майбутнє, воно мусить приборкати цей процес і взяти його під контроль. З розвитком процесів урбанізації та зростанням відчуження природного середовища міська людина повинна включати нові адаптивні (фізіологічні, психологічні, соціальні) механізми, які не є безмежними.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. *Що таке полютанти і ксенобіотики?*

2. Що таке імунна система людини? Які її основні функції?
3. Що таке імунітет? На які дві великі групи поділяються складові імунної системи?
4. Які види імунітету існують?
5. Що таке алергія та алергени?
6. Які основні компоненти повинен містити правильно складений раціон, що має детоксикаційне спрямування?
7. Від яких факторів залежить стан здоров'я міських жителів?
8. Які необхідні умови стану екологічної рівноваги в урбоєкології?
9. Які адаптивні механізми повинна включати міська людина з розвитком процесів урбанізації та зростанням відчуження природного середовища?

### **1.3.5 Погода, клімат і мікроклімат з точки зору гігієнічного нормування**

Атмосферні умови даної місцевості змінюються в різні сезони року і в різні дні і характеризуються різним поєднанням метеорологічних компонентів, що мають значний вплив на умови життя людей та їх здоров'я. Стан фізичних процесів, що відбуваються в атмосфері в даний момент на обмеженій ділянці земної поверхні, називають погодою. Якщо ж протягом тривалого часу (багатьох років) вести спостереження за характером погоди (температурних і вологісним режимом, силою і напрямком вітрів, кількістю опадів, що випадають), то можна отримати уявлення про клімат даного району.

Кліматичні умови визначаються географічними координатами, зокрема широтою місцевості. Чим ближче до екватора, тим вище стояння сонця над горизонтом, тим більше променистої енергії сонця поглинається поверхнею землі і, отже, тим тепліший клімат. Ґрунтуючись на показниках середньорічних температур липня, які при характеристиці клімату можна використовувати в якості загального кліматичного фактора, умовно розрізняють на земній кулі чотири кліматичних пояси:

- 1) жаркий і тропічний, що тягнеться від екватора до 30° північної і південної широти; тут середньорічна температура повітря в липні перевищує +20°;
- 2) помірний пояс, що включає місцевості в кожній півкулі із середньорічними температурами липня від +20° до +10°;
- 3) холодний пояс (середньорічні температури липня +10° і 0°);
- 4) пояс вічного холоду, розташований поблизу полюсів (середньорічні температури липня нижче 0°).

*Сонячна радіація.* Проходячи під мінімальним кутом до поверхні землі, значна частина сонячних променів під час полярного дня поглинається тут товщею атмосфери, а також відбивається від льоду і снігу. Тому за полярним колом спостерігаються постійний холод і вічна мерзлота ґрунту. Між цими основними кліматичними поясами розташовуються перехідні, умовно

позначаються як субтропічний, теплий, прохолодний і суворий пояс.

Крім сонячної радіації, однією з найбільш істотних причин відмінності кліматичних умов є характер поверхні. 70,8 % поверхні земної кулі займають водні простори, і інша його частина зайнята сушею. У відповідності з цим розрізняють морський і континентальний клімат. Для морського клімату характерні висока вологість, велика кількість опадів, невеликі коливання добової температури, мала різниця між середньомісячною температурою зими і літа. Всі ці характеристики морського клімату пояснюються тим, що завдяки більш високій теплоємності в порівнянні із сушею вода повільно нагрівається і повільно віддає тепло. Підраховано, що 1 м<sup>3</sup> морської води, охолоджуючись на 1°, може нагріти на ту ж величину 3000 м<sup>3</sup> повітря.

На противагу цьому в зонах континентального клімату суша і повітря над нею влітку сильно нагріваються, а взимку швидко остигають. Ось чому для континентального клімату характерні сухе повітря, вітряна погода і велика різниця між найвищою температурою влітку і найнижчою – взимку, іноді сягає 100° (наприклад, в Якутії).

Значний вплив на клімат оказує також характер суші. Земля, вкрита травою (наприклад, в степах), нагрівається влітку слабкіше, ніж піски в пустелях. Тому сухий клімат пустель відрізняється великими коливаннями температури, великою сухістю повітря і вітрами, що приносять багато пилу. Суттєвою є та роль рослинного покриву. Оскільки листя дерев випаровує значно більше вологи, ніж земна поверхня, вільна від лісів, і, крім того, очищає повітряне середовище від пилу, повітря листяних зон відрізняється відносно більшою вологістю, прохолодою і чистотою. Коливання температури менш виражені, зима більше м'яка з потужним сніговим покривом. Літо тривале, з достатньою кількістю опадів. Зі сказаного випливає, що континентальний характер клімату в районах, покритих листяними лісами, виражений не так ясно, як, наприклад, в тайзі.

Найважливішим фактором, що характеризує кліматичні умови, є рельєф місцевості. Гірський клімат, зустрічається в Криму, в Карпатах, характеризується різноманітністю кліматичних умов, які залежать від географічної широти місцевості, висоти над рівнем моря. Незважаючи на різноманітність, гірському клімату різних районів притаманні загальні риси - знижений атмосферний тиск, повітря, багатий ультрафіолетовими променями сонця, майже вільний від механічних забруднень і мікробів, помірна температура влітку. Гори затримують рух холодного повітря і створюють сприятливі умови для збільшення або зменшення кількості опадів. Нерідко ця захисна роль гірських масивів поєднується з зігріваючим впливом теплого моря (наприклад, берегова смуга Південного берега Криму і Чорноморського узбережжя Кавказу). Тоді створюються особливо сприятливі кліматичні умови: вкрай нетривала зима з легкими морозами і швидко тануть снігами, тепла волога весна. Цей м'який теплий клімат з малими амплітудами температури і вологості повітря пред'являє менше вимог до організму людини і полегшує акліматизацію.

Нарешті, третій і найбільш значний фактор утворення клімату – це циркуляція атмосфери, головною причиною якої є нерівномірне нагрівання різних ділянок земної поверхні, переміщуючись в тому чи іншому напрямку, маси повітря приносять з собою різну погоду. Циклони, що переміщуються зі швидкістю 20...50 км/год., приносять тривалу негоду, а антициклони-зазвичай малоохмарну сонячну погоду. При цьому циклони проходять головним чином в зоні помірних широт і в місцях, порівняно розташованих недалеко від океану. У більш низьких широтах і в глибині континентів переважає антициклонічна циркуляція.

При розгляді питання про вплив клімату і погоди на здоров'я населення необхідно враховувати не тільки абсолютні показники метеорологічних факторів, але і амплітуди їх коливань. Разом з тим велике значення мають раптові зміни погоди: чим значніше вони і різкіше, тим важче пристосування до них /Організму людей, особливо дітей, літніх і ослаблених. З цієї точки зору зрозумілий сезонний характер деяких захворювань, до яких належать так звані простудні хвороби, особливо частішають з настанням холодів (гострі катари верхніх дихальних шляхів, ангіни, ревматизм, неврити, міозити та ін.). Суттєву роль у розвитку цих хвороб відіграє також тривале стояння низьких температур повітря в поєднанні з високою вологістю, що сприяє зниженню захисних функцій організму в боротьбі з переохолодженням. Сезонний характер таких інфекцій, як вірусний грип, скарлатина та дифтерія, пов'язаний з високою скупченістю населення взагалі і особливо в холодний період року. Сезонність кліщових енцефалітів визначається створенням сприятливих температурних умов для розвитку комах - носіїв передавачів цієї хвороби (головним чином кліщів). Сезонність характерна також і для дизентерії, епідемічного менінгіту та деяких інших хвороб. Вивченням впливу погоди та клімату на перебіг хвороб було встановлено, що існує певна залежність між зміною погоди і загостренням ряду патологічних процесів (метеотропні реакції). Подібна зв'язок встановлена для гіпертонічної хвороби, стенокардії, інсульту, ревматизму, туберкульозу легень, бронхіальної астми, екземи та ін. Найбільш чітко ця залежність проявляється у хворих, що страждають порушеннями серцево-судинної діяльності. Вона виражається насамперед у збільшенні випадків важких загострень і раптової смерті при проходженні «фронтів» розділу між холодними і теплими масами повітря. Тут відбуваються стрибкоподібні зміни метеорологічних факторів (тиску, температури, вологості, вітру, хмарності і т. п.).

З цими змінами погоди пов'язано також зміна електричних компонентів атмосфери. Сказане вище переконливо свідчить про надзвичайну важливість соціально-економічних заходів, спрямованих на обмеження та пом'якшення негативного впливу кліматичних і погодних умов на здоров'я людей, особливо які мешкають в суворому кліматі Крайньої Півночі (упорядковані житла, раціональна одяг, повноцінне харчування та ін.).

Фізіолого-клінічні спостереження впливу клімату на населення свідчили, що в результаті повторного і тривалого впливу складного комплексу

різноманітних подразників відбувається пристосування організму до нових кліматичних умов. Це пристосування, що представляє собою складний фізіологічний процес, називається акліматизацією. Фізіологічні механізми, що лежать в основі цього процесу, остаточно ще не встановлені. Однак безсумнівно, що у виробленні акліматизації найбільш істотна роль належить вищим відділам центральної нервової системи. Мабуть, у корі великих півкуль головного мозку створюються нові тимчасові зв'язки, внаслідок чого відбувається функціональна перебудова динамічного стереотипу і часто без помітного порушення самопочуття настає відносно стійке пристосування організму до зовнішнього середовища.

При оцінці гігієнічного значення метеорологічних факторів необхідно враховувати і деякі особливості кліматичних умов на обмежених ділянках земної поверхні (на лісистій або відкритій місцевості, піднесених або низинних місцях, на ділянках, розташованих біля водойм або далеко від них, і ін.), а також в населених місцях (на території міст, селищ) та закритих приміщеннях (житла, лікарні, навчальні будівлі, промислові підприємства та ін.). Метеорологічний режим всіх цих природних об'єктів і замкнутих приміщень називають мікрокліматом. Комплекс фізичних властивостей повітря, що характеризують мікроклімат, перш за все і робить вплив на функціональну діяльність людини, його самопочуття і здоров'я, оскільки саме тут протікає більша частина його життя. Дослідженнями встановлено, що мікроклімат приземного шару повітря істотно відрізняється від метеорологічних умов вищерозміщених шарів: температура повітря в поверхні ґрунту (на висоті 50-70 см) завжди вище (на 2-3°), більш висока також абсолютна вологість, швидкість руху повітря менше. У нічний час тут, навпаки, холодніше. Ці особливості мікроклімату приземного шару мають істотне значення для дитячого населення.

Мікроклімат – це клімат внутрішнього середовища приміщення, який визначається температурою, вологістю, швидкістю руху повітря, а також температурою внутрішніх поверхонь приміщення (стін, стелі, підлоги, технічного обладнання) та впливає на теплообмін людини з навколишнім середовищем, її тепловий стан, самопочуття, працездатність і здоров'я. Мікроклімат визначає кліматичні умови на обмеженій території: в межах одного і того ж приміщення, населеного пункту, вулиці. За ступенем впливу на тепловий баланс людини мікроклімат поділяється на комфортний (нейтральний) та дискомфортний (нагріваючий або охолоджуючий).

Комфортним мікрокліматом вважається такий мікроклімат, який забезпечує нормальне теплове самопочуття людини, тобто адекватне співвідношення теплопродукції та тепловіддачі.

Комфортні показники мікроклімату для здорової людини, яка відпочиває або виконує легку фізичну роботу зазвичай знаходяться в таких межах:

- температура повітря – 16...25 °С,
- вологість повітря – 40...60%,
- швидкість руху повітря – 0,2..0,5 м/с,

– радіаційна температура (температура навколишніх предметів) –  $\pm 2$  °С в порівнянні з нормованою температурою повітря.

Вплив дискомфортного нагріваючого мікроклімату на організм людини. Дуже чутливі до дискомфортного мікроклімату, насамперед, серцево-судинна, центральна нервова і дихальна системи. Перебування в умовах дискомфортного нагріваючого мікроклімату, в залежності від ступеня цього дискомфорту, віку людини та ряду інших факторів, може призвести до виникнення гострої або хронічної форми теплової патології.

Розрізняють такі патологічні форми перегріву:

1. Гостра гіпертермія характеризується підвищенням температури тіла більше 38 °С, потовиділенням, тахікардією, прискореним диханням, запамороченням, порушенням зорового сприйняття.

2. Гіперпіретична форма (тепловий удар) зазвичай виникає при поєднанні високої температури повітря з дуже високою вологістю. При легкій формі спостерігається адинамія, млявість, головний біль, посилене потовиділення, субфебрильна температура тіла, тахікардія. Для важкої форми гіпертермії характерне швидке наростання неврологічної симптоматики (психомоторне збудження, коматозний стан, галюцинації та ін.), прискорене аритмічне дихання, ниткоподібний пульс, тахікардія, температура тіла до 40 °С.

3. Судомна форма гіпертермії розвивається в результаті рясного потовиділення, яке призводить до втрати великої кількості мінеральних солей і виникнення електролітичного дисбалансу.

4. Хронічна гіпертермія може виникати при тривалому перебуванні, особливо під час роботи, в мікрокліматі з температурою повітря 26-28 °С, високою вологістю (понад 80%) і швидкістю руху повітря менше 0,3 м/с. Хронічна гіпертермія сприяє виникненню хронічних гіпоксичних станів, посилює перебіг наявних хронічних захворювань. Це, зокрема, проявляється порушенням водно-сольового обміну, збільшенням навантаження на серцевий м'яз, гіпертрофією (дистрофією) міокарду, ураженням запального і трофічного характеру судин нижніх кінцівок (облітеруючий ендартерит, обумовлений ангіоспазмом), збільшенням навантаження на сечовидільну систему, зниженням працездатності.

Вплив дискомфортного охолоджуючого мікроклімату на організм людини. В умовах низької температури повітря виникає небезпека переохолодження організму внаслідок посиленої тепловіддачі. В результаті чого часто виникають загострення захворювань органів дихання (риніт, бронхіт, плеврит, пневмонія), м'язово-суглобового апарату (міозит, артрит) та периферичної нервової системи (міалгія, ревматизм, неврит, радикуліт та ін.).

Розрізняють такі патологічні форми переохолодження:

1. Гостра гіпотермія можлива при температурі повітря нижче 0 °С, але може бути і при більш високій температурі в поєднанні з високою вологістю та рухом повітря. Гостра гіпотермія може бути локальною і загальною:

- локальне охолодження частин тіла може викликати місцеві запальні процеси (невралгії, міозити), а також захворювання в результаті рефлекторної

реакції на вплив холоду (гострі респіраторні захворювання, ангіна, гломерулонефрит та ін.);

- загальне охолодження викликає зниження захисних сил організму відносно інфекційних агентів, сприяє алергійним захворюванням (при переохолодженні утворюються гістаміноподібні речовини), знижується працездатність. При глибокій загальній гіпотермії (зниження температури тіла до  $-25^{\circ}\text{C}$ ) можливий летальний результат.

2. Хронічна гіпотермія може спостерігатися при виконанні робіт різної важкості, при температурі повітря  $12 - 14^{\circ}\text{C}$  і нижче, відносній вологості 60 % і більше. Хронічне охолодження організму знижує опірність до інфекційних хвороб.

Особливо шкідливі різкі коливання (зниження) температури, до яких організм не завжди встигає пристосуватися. Вони, перш за все, небезпечні для осіб, які страждають вадами серця, склерозом судин, хворобами нирок. Слід зазначити, що різке короточасне охолодження всього тіла, (якщо за ним відразу ж слідує зігрівання), менш небезпечне, ніж порівняно слабке, але тривале охолодження його окремих частин. При загальному охолодженні відчуття холоду негайно доходить до центральної нервової системи, і у відповідь на це вступають в дію всі захисні механізми, тоді як "локальне охолодження", особливо у розігрітих людей, може залишитися непоміченим і, внаслідок бездіяльності терморегуляторного апарату, викликати місцеві патологічні зміни.

Теплообмін людини підтримується шляхом урівноваження процесів хімічної (теплоутворення) і фізичної (тепловіддача) терморегуляції.

Хімічна терморегуляція – утворення тепла в організмі за рахунок біохімічних процесів (окислення харчових речовин і утворення з них кінцевих продуктів розпаду: білків, жирів, вуглеводів та енергії), її рівень визначається основним обміном. Утворення тепла відбувається головним чином у м'язах. Тепло також утворюється в шлунку, кишечнику, печінці, нирках та інших органах. Тепло передається від м'язів до шкіри, яка, в свою чергу, передає його до периферичних тканин, а надлишок виділяє в зовнішнє середовище.

Фізична терморегуляція забезпечує збільшення або зменшення тепловіддачі: при високій зовнішній температурі шкірні судини розширюються, збільшується виділення води потовими залозами, підвищується температура шкіри і, в результаті цього, віддача тепла з поверхні тіла зростає; при низькій температурі шкірні судини звужуються, кров переміщується до внутрішніх органів, шкіра охолоджується і тому різниця між температурою шкіри та повітря стає меншою, віддача тепла зменшується.

Серед шляхів віддачі тепла тілом людини основним є віддача тепла через шкіру. На цей шлях припадає 90% від усієї тепловіддачі. Решта 10% – на нагрівання прийнятої їжі, рідини, вдихуваного повітря та на випаровування води в легенях, виділення сечі.

Існує три основних шляхи віддачі тепла через шкіру:

1) Інфрачервоним випромінюванням (радіацією) (40 – 50%). Тепловіддача

відбувається за рахунок потоку теплових променів в бік тіл з температурою поверхні нижче температури тіла людини. Віддача тепла шляхом випромінювання в закритих приміщеннях залежить від радіаційної температури (різниця температури тіла і температури оточуючих стін). При радіаційній температурі 35 – 36 °С віддача тепла випромінюванням припиняється. Якщо температура оточуючих стін буде вище 35 °С – людина буде нагріватися радіаційним шляхом. В умовах відкритої атмосфери віддача тепла випромінюванням залежить від сонячної радіації, температури ґрунту і стін будівель. Температура, вологість, швидкість руху повітря на віддачу тепла випромінюванням не впливають.

2) Проведенням (30...40 %), тобто шляхом зіткнення тіла людини з навколишнім повітрям – конвекція, з предметами – кондукція (5 %). Основна кількість тепла втрачається конвекцією. Величина конвекції залежить, в основному, від температури, а також від вологості, швидкості руху повітря. При температурі повітря 35 – 36 °С віддача тепла конвекцією припиняється. Якщо температура повітря буде вище 35 °С – людина буде нагріватися конвекційним шляхом. Підвищена вологість та рух повітря посилює віддачу тепла конвекцією.

3) Випаровуванням (10...20 %) – випаровування з шкіри і слизових оболонок верхніх дихальних шляхів. Величина залежить, в першу чергу, від вологості та швидкості руху повітря. Температура повітря та радіаційна температура на віддачу тепла випаровуванням не впливають. Якщо температура повітря та радіаційна температура зрівняються з температурою тіла людини, то залишиться лише один шлях тепловіддачі – випаровування. При відносній вологості 100% і температурі навколишнього повітря вище температури тіла людини – віддача тепла випаровуванням припиняється.

Стан терморегуляції. Якщо працюють всі шляхи віддачі тепла, то стан терморегуляції вважається задовільним. Якщо один шлях тепловіддачі буде перекритий, то виникає напруга терморегуляції. Надзвичайна напруга терморегуляції виникає коли перекриті два шляхи тепловіддачі. Якщо перекриті всі шляхи віддачі тепла, то може наступити розлад терморегуляції.

До методів комплексної оцінки температури, вологості та швидкості руху повітря відносять визначення еквівалентно-ефективних температур, результуючих температур і кататермометрію.

Еквівалентно-ефективна температура – умовна величина суб'єктивного теплосприйняття людини («комфортно», «тепло», «холодно» і т.д.), яке виникає в нерухомому і максимально насиченому вологістю повітрі, що викликає у людини таке ж теплосприйняття, як і різні комбінації температури, вологості та швидкості руху повітря.

Метод еквівалентно-ефективних температур базується на порівнянні певних комбінацій наступних факторів: температури, вологості та швидкості руху повітря з суб'єктивними тепловими відчуттями людини. Наприклад, при комбінації температури повітря 20 °С, вологості 100 %, швидкості руху повітря 0 м/с людина отримує таке ж теплосприйняття, як і при комбінаціях зазначених

факторів на рівні 22,3 °C, 75 % і 0,5 м/с або 27 °C, 33 % і 2,5 м/с.

Еквівалентно-ефективну температуру визначають за спеціальними таблицями або за спеціальною номограмою. Еквівалентно-ефективні температури (ЕЕТ) при яких 50 % людей відчують себе комфортно, віднесені до зони комфорту. Зона комфорту для звичайно одягнених людей в спокої або при виконанні легкої роботи становить 17,2...21,7 °, лінія комфорту – 18,1...18,9 ° ЕЕТ. При фізичній роботі температура зони комфорту знижується.

Результуюча температура – умовна, виражена в температура, яка характеризує різні комбінації температури повітря, оточуючих поверхонь (радіаційна температура), вологості і швидкості руху повітря, при яких виникає таке ж теплосприйняття, як і в нерухомому середовищі, насиченою вологою, з радіаційною температурою рівною температурі повітря.

Метод визначення результуючих температур базується на порівнянні певних комбінацій факторів: температури, вологості, швидкості руху повітря та радіаційної температури з суб'єктивними тепловими відчуттями людини.

Мікрокліматичні умови знаходяться в тісній залежності від рельєфу місцевості. На низовинах повітря більше холодний і вологий, ніж на піднесених місцях. Височини послаблюють силу вітру. На південних схилах, що обігрівуються сонцем, завжди тепліше, ніж на північних. Рослинність водойми влітку пом'якшують температуру повітря.

Говорячи про мікрокліматі населених місць, слід вказати, що метеорологічні умови в межах міста значно відрізняються від умов навколишнього місцевості. Середня температура міста влітку і взимку вище, ніж на околицях. Це пояснюється тим, що як будівлі, так і різні покриття мостових нагріваються сонцем і самі стають джерелом тепла. Житлові будівлі чинять опір вітру. Забруднення повітря населених місць димом і пилом зменшує інтенсивність сонячної радіації і, зокрема, біологічно активних ультрафіолетових променів. Розташовані у межах населених місць зелені насадження вельми сприятливо впливають на мікроклімат міст: влітку тут прохолодніше, а взимку тепліше; вони очищають повітря від забруднень, послаблюють шум, змінюють силу і напрям вітру. Вже з цих прикладів видно, що за допомогою різних заходів з благоустрою населених місць (вибором матеріалу для покриття мостових і тротуарів, правильною орієнтацією вулиць, забезпеченням розривів між будівлями з метою провітрювання житлових кварталів, заходами охорони чистоти атмосферного повітря тощо) також можна порівняно легко змінити в сприятливу сторону і мікроклімат відкритої місцевості, використовуючи для цієї мети різні штучні споруди - зрошувальні канали в посушливих районах, штучні водосховища, дренавання болотистих місць та ін.

Велика увага повинна бути приділена мікроклімату помешкань, де людина проводить вільний від роботи час. Зрозуміло, що в житлових приміщеннях необхідно створювати оптимальні гігієнічні умови, щоб забезпечити в домашній обстановці комфортне стан організму і усунути несприятливі фізичні чинники повітряного середовища. Це може бути

досягнуто шляхом застосування в житлових приміщеннях різних санітарно-технічних засобів - раціональних опалювальних систем, дотримання нормативів кубатури і площі, вентиляції, природного та штучного освітлення та ін. При будівництві житлових будинків зважаючи залежності мікроклімату помешкань від природного клімату даної місцевості повинні бути виконані вимоги, що стосуються будівельних матеріалів, товщини і пористості стін і т. п.

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Чим визначаються кліматичні умови?*
- 2. Які кліматичних пояси умовно розрізняють на земній кулі?*
- 3. Які чинники оказують значний вплив на клімат?*
- 4. Що необхідно враховувати при розгляді питання про вплив клімату і погоди на здоров'я населення?*
- 5. Про що свідчили фізіолого-клінічні спостереження впливу клімату на населення?*
- 6. Що необхідно враховувати при оцінці гігієнічного значення метеорологічних факторів?*
- 7. Що таке мікроклімат?*
- 8. Як поділяється мікроклімат за ступенем впливу на тепловий баланс людини?*
- 9. В яких межах знаходяться комфортні показники мікроклімату для здорової людини, яка відпочиває або виконує легку фізичну роботу?*
- 10. Чим характеризується мікроклімат населених місць?*
- 11. Яка увага повинна бути приділена мікроклімату помешкань і чому?*

### **1.3.6 Гігієнічне нормування фізичних та хімічних властивостей атмосферного повітря**

В сучасній гігієні мають значення фізичні та хімічні властивості повітря, коливання яких можуть привести до розвитку несприятливих змін в організмі.

Атмосферний тиск (АТ). Біля самої Землі повітряні маси є більш щільними і, таким чином, мають найбільший тиск. АТ (інакше барометричний тиск) визначається в мм. Тиск атмосфери, який може врівноважити стовп ртуті висотою 760 мм при температурі 0 °С на рівні моря і широті 450, прийнято рахувати нормальним рівним 1 атм. За системою одиниць SI атмосферний тиск вимірюється в Паскалях (Па).

Понижений атмосферний тиск – сприяє розвитку у людини висотної (гірської) хвороби, яка виникає при швидкому підйомі на висоту зустрічається у пілотів, гірськолижників і альпіністів при порушенні вимог, які оберігають людину від впливу низького атмосферного тиску. Одночасно із зниженням атм. тиску знижується і парціальний тиск кисню в гемоглобіні і погіршується окислення венозної крові в легенях (гіпоксемія). Зменшується поступання кисню в тканини (гіпоксія).

- Висота до 2 км – індиферентна зона.
- Висота до 2-4 км – повної компенсації.
- Висота до 4-6 км – неповної компенсації.
- Висота до 6-8 км – критична зона.
- Вище 8 км – смертельна зона.

Підвищений атмосферний тиск – основний виробничий фактор при будівництві підводних тунелів, метро, виконанні водолазних робіт і т.п. З метою оцінки атмосферного тиску в кесоні використовується показник абсолютного тиску, який складається з показника атмосферного тиску і додаткового тиску. При опусканні на кожні 10 м тиск підвищується на 1 атм. більш звичайного атмосферного. При роботі в кесонах виділяють 3 періоди, які характеризуються дією підвищеного тиску:

1. Період компресії – період опускання у кесон, коли поступово підвищується тиск;
2. Період роботи у кесоні в умовах дії підвищеного тиску;
3. Період декомпресії – підйом працюючих на поверхню землі.

Величина парціального тиску азоту у тканинах і крові буде вища за парціальний тиск його в альвеолярному повітрі, що може привести до газової емболії (кесона хвороба).

Температура повітря. Джерелом тепла на Землі є сонце. Однак сонячні промені безпосередньо повітря не нагрівають. Нагрівання повітря відбувається за рахунок контакту його з нагрітим ґрунтом. Нагріті приземні шари повітря піднімаються вгору, поступово охолоджуючись. Коливання температури протягом доби залежать від: географічної широти, інтенсивності сонячної радіації, тривалості дня, близькості морів, водойм, прозорості атмосфери, висоти над рівнем моря, рослинного покриву.

Сонячні промені досягаючи землі перетворюються на теплову енергію і нагрівають повітря. Температура повітря зменшується приблизно на 0,5 °С через кожні 100 м підйому над землею. Людина пристосовується до різних температурних умов завдяки терморегулюючих механізмів.

Організм людини звільняється від зайвого тепла:

1. Шляхом проведення контакту з більш низькою температурою.
2. Конвенційним шляхом – рухом повітряних мас, розташованих біля тіла людини.
3. Шляхом випромінювання, який має місце при наявності якихось предметів та речей, що мають більш низьку температуру, ніж температура шкіри людини.
4. Випаровуванням поту з поверхні шкіри.

В стані спокою і теплового комфорту тепловіддача дорівнює:

- конвенція – 15,3 %
- випромінювання – 55,6 %
- випаровування поту – 29,1 %.

Температурні норми. Найбільш оптимальною кімнатною температурою є 18-20 °С (вологості повітря 30-60% у стані відносного спокою). Спортивний

зал – 15 Гімнастика – 16-20 Спортивні ігри – 14-16 Добре треновані – 14-15 Боротьба – 16-18 Новачки – 17.

В житлових і громадських приміщеннях оптимальна температура повітря в холодний та перехідний сезони повинна становити 20-22 °С, допускається 18-22 °С, в теплий сезон – 20-25 °С (згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»). Температура вище 24–25 °С або нижче 16-15 °С вважається несприятливою, здатною порушувати теплову рівновагу організму. Перепади температури по горизонталі та вертикалі не повинні перевищувати 2-3 °С, добовий перепад – 2 °С (при центральному опаленні) і до 5 °С (при місцевому опаленні).

Прилади для вимірювання температури повітря – термометри (побутовий, мінімальний, максимальний, максимально - мінімальний), термографи (призначені для запису коливань температури за певний проміжок часу (добу, тиждень, місяць, сезон)).

Вологість повітря. З поверхні водойм, ґрунту і рослин постійно випаровується водяна пара, яка обумовлює вологість повітря.

Вологість повітря – це величина, яка характеризує вміст водяної пари в атмосфері Землі. Вміст водяної пари в атмосфері залежить від: температури повітря, висоти над рівнем моря, географічної широти, близькості морів, водойм. Вологість повітря характеризується наступними величинами:

- абсолютна вологість – кількість водяної пари (у грамах) в 1 м<sup>3</sup> повітря при даній температурі;

- максимальна вологість – максимально можливе насичення повітря водяною парою при даній температурі;

- відносна вологість – відношення абсолютної вологості до максимальної, виражене у відсотках;

- дефіцит насичення – різниця між максимальною і абсолютною вологістю;

- фізіологічний дефіцит вологості – різниця між максимальною вологістю при 37 °С (температура тіла) і абсолютною вологістю в момент спостереження (цей показник вказує, скільки грамів води може витягнути з організму кожний кубічний метр повітря, яке поступає в легені);

- точка роси – температура, при якій водяні пари, які знаходяться в повітрі, насичують простір.

У гігієнічно-санітарній практиці зазвичай визначають відносну вологість.

Оптимальна відносна вологість в житлових приміщеннях в залежності від температури коливається від 30 до 60 % (30...45 % – у перехідний і холодний сезони, 30-60 % – в теплий сезон). При температурі повітря 16-20 °С для людей, які знаходяться в спокої, оптимальна вологість складає 40-60 %; при температурі вище 20 °С або нижче 15 °С, а також при фізичній роботі вона не повинна перевищувати 30-40%. Припустимою є відносна вологість до 65%, згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування».

Прилади для вимірювання вологості повітря - психрометри (Ассмана, Августа), гігрометри (волосяний, плівковий), гігрографи (запис коливань

вологості за певний проміжок часу (добу, тиждень, місяць, сезон).

Рух повітря. Повітря рухається безперервно: воно піднімається (висхідний рух), опускається (низхідний рух) та переміщується в горизонтальному напрямку (вітер). Загальна циркуляція повітряних течій залежить від: сонячної енергії (нерівномірне нагрівання земної поверхні), географічної широти, різниці атмосферного тиску.

Рух повітря характеризується швидкістю та напрямом. Швидкість вітру виражається в метрах за секунду або в балах; напрямок – визначається за назвою тієї частини горизонту, звідки дме вітер і позначається в румбах (головні румби: північ (Пн), південь (Пд), схід (С), захід (З)). Швидкість та напрямок вітру необхідно враховувати при виборі місця розташування населеного пункту, влаштуванні на його території лікарень, шкіл, спортивних споруд, житлових об'єктів, які слід розміщувати з навітряного боку по відношенню до промислових підприємств.

Норма швидкості руху повітря в приміщеннях в холодний і перехідний сезон повинна становити 0,1-0,15 м/с, в теплий сезон не більше 0,25 м/с. Допускається збільшення швидкості руху повітря в громадських та житлових приміщеннях до 0,3 м/с в холодний і перехідний періоди і до 0,5 м/с в теплий період року. У відкритих місцях швидкість руху повітря прийнято вважати нормальною в межах від 3,5 до 7,5 м/с, враховуючи, що людина, завдяки відповідному одягу, може легко регулювати процеси тепловитрат і тим самим захищати себе від шкідливого впливу вітру.

Теплові поверхневі повітряні течії йдуть від екватора до полюсів, а більш холодні низькі йдуть в зворотному напрямку (антипасати і пасати).

Повітряні маси, які утворюються у більш теплих місцевостях, рухаються переважно з заходу на схід і називаються циклонами, а повітряні маси, що виникли в більш холодних місцях і рухаються в зворотному напрямку – антициклонами.

Гігієнічне значення руху повітря полягає в його властивості збільшувати віддачу тепла способом конвенції.

Швидкість руху атмосферного повітря (а також руху повітря у вентиляційних отворах) визначають за допомогою анемометрів: чашкового (при швидкостях від 1 до 50 м/с) та крильчатого (0,5 – 10 м/с). Визначення дуже слабких течій повітря (до 1,5-2 м/с) у приміщеннях проводять за допомогою кататермометра.

У кожному місці земної кулі спостерігається відома повторюваність (частота) вітрів, що дмуть у певному напрямку. Графічне зображення повторюваності вітру в тому чи іншому місці по румбах (напрямок вітру за сторонами світу) називається «роза вітрів». Розу вітрів зазвичай складають на підставі спостережень не менш ніж за 2 роки; іноді її складають, виходячи з даних за сезон чи, навіть, місяць.

Напрямок руху повітря на відкритих місцях визначається флюгерами.

Гігієнічне значення температури, вологості, руху повітря. Температура, вологість, рух повітря впливають на теплообмін людини, а також на її обмін

речовин. Висока температура повітря (вище 25 °С) та висока вологість повітря (вище 65%) сприяють перегріванню організму, внаслідок утруднення віддачі тепла шляхом випаровування води з поверхні шкіри. Процес випаровування відбувається постійно (навіть при відсутності видимого потовиділення (при 15-20 °С) людина втрачає через шкіру близько 0,4-0,6 л води за добу.

При високій температурі зовнішнього середовища невеликий рух повітря є сприятливим чинником, так як посилює втрату тепла конвекцією та випаровуванням. При сильному русі повітря (протяг) різко збільшується втрата тепла випаровуванням, що може призвести до простудних захворювань.

Висока вологість у поєднанні з низькою температурою повітря сприяє охолодженню організму. Це пояснюється тим, що теплоємність водяної пари більша за теплоємність повітря, внаслідок чого на нагрівання холодного сирого повітря витрачається більше тепла. У результаті конденсації вологи з повітря, шкіра і тканини одягу зволожуються та стають більш теплопровідні (теплопровідність води в 25 разів більша теплопровідності повітря).

Висока вологість повітря підсилює несприятливий вплив як високих, так і низьких температур. При низькій температурі рух повітря є негативним чинником, тому що посилює втрату тепла конвекцією, внаслідок чого підсилює небезпеку відмороження та застуди.

При низькій вологості висока температура повітря переноситься легше завдяки інтенсивному процесу випаровування. Несприятлива дія сухого повітря проявляється при відносній вологості менше 30 %, знижується захисна функція миготливого епітелію слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, що проявляється їх сухістю. Сухе повітря сприяє збільшенню бактеріальної та хімічної забрудненості повітряного середовища (наприклад, за рахунок збільшення випаровування та летючості хімічних речовин).

Сонячна радіація. У склад оптичної області сонячного спектру входять видимі фіолетові, сині, зелені, жовті та червоні промені з довжиною хвилі від 400 до 700 нанометрів (1 нм дорівнює 0,001 мікрона). Ці промені сприймаються нами як біле світло.

Ультрафіолетові промені мають довжину хвилі від 280 до 400 нм.

Інфрачервоні хвилі довжиною від 760 до 2800 нм є носіями теплової енергії, а ультрафіолетові – хімічної енергії.

Радіоактивність повітря. Радіоактивність повітря обумовлена наявністю в повітрі радіоактивних речовин природного і штучного походження.

Природний фон: космічні промені, ґрунти, вода, повітря, радіоактивні гази (радон, актін, торон), продукти розпаду радіоактивних елементів (радія, актінія, торія).

Штучне походження – забруднення середовища внаслідок отруйних вибухів, аварій. Найбільш небезпечні – стронцій і цезій, період напіврозпаду яких становить 29-33 роки.

Хімічний склад повітря та його гігієнічна характеристика.

Сухе атмосферне повітря містить: кисню – 20,95 %; азоту – 78,09 %; вуглекислого газу – 0,03 %; аргону, гелію, неону, криптону, водню, ксенону,

радону – близько 1 %.

Окрім постійних складових частин в атмосфері містяться деякі домішки виробничої діяльності людини.

Кисень – його кількість в земній атмосфері 1,1810 т. Необхідний для дихання людини і тварин; для горіння і окислення. Кисень - поступає в атмосферу за рахунок процесів фотосинтезу рослин. Зниження парціального тиску кисню до 50-60 мм рт. ст. – не сумісно з життям.

Озон – динамічний ізомер кисню ( $O_3$ ). Поглинає короткохвильову ультрафіолетову радіацію; довгохвильову інфрачервону радіацію від землі, чим запобігає охолодженню її поверхні.

Азот – належить до інертних газів. Азот повітря під впливом електричних розрядів перетворюється в окиси азоту, і з атмосферними опадами виливаються, збагачуючи ґрунти солями азотної та азотистої кислот. Крім того азот засвоюється деякими видами бактерій землі.

Вуглекислий газ ( $CO_2$ ) – є критерієм ступеня чистоти повітряного середовища закритих приміщень.  $CO_2$  (1...2 %) не здатний завдати шкоди організмові, однак він є досить чутливим непрямим показником забруднення повітря, оскільки зі збільшенням його вмісту спостерігається збільшення у повітрі різних антропогенних (індол, скатол, меркаптан та ін.). Отже, за кількістю діоксиду вуглецю в повітрі можна зробити висновок про загальний санітарний стан повітряного середовища закритого приміщення. Кількість  $CO_2$ , допустима в повітрі житлових, спортивних залів, навчальних і службових приміщень дорівнює 0,7 мл на 1 л повітря, або 0,6%. Гранично допустимий вміст  $CO_2$  становить 1%.

Показники нормування забруднюючих речовин у повітрі.

Згідно з Законом України «Про охорону атмосферного повітря», для обмеження забруднення та можливості контролю стану повітряного середовища Міністерство охорони здоров'я (МОЗ) встановлюються ГДК забруднюючих атмосфери речовин. Нормативами забруднення повітря визначені граничні межі вмісту шкідливих речовин як у виробничій зоні (призначена для розташування промислових підприємств, дослідних виробництв, науково-дослідних інститутів), так і у селітебній зоні (призначена для розташування житлового фонду, громадських будівель і споруд) населених пунктів.

Найпоширенішою серед них є ГДК – це така маса шкідливих речовин в одиниці об'єму (в мг на  $1m^3$  повітря, 1л рідини чи 1кг твердої речовини) окремих компонентів біосфери, періодичний чи постійний, цілодобовий вплив якої на організм людини, тварин і рослин не викликає відхилень у нормальному їх функціонуванні протягом усього життя нинішнього та майбутніх поколінь.

Контроль за якістю біосфери здійснюється зіставленням фонові концентрації з гранично допустимою:  $S_f/GDK < 1$ .

Що шкідливіша речовина, то складніше здійснити захист атмосферного повітря і то нижчий його ГДК. Для кожної речовини встановлюються два нормативи концентрації: максимально разова і середньодобова.

Максимально разова концентрація - це найвище значення забруднюючої речовини у повітрі, отримане завдяки аналізу багаторазово відібраних проб. Поняття ГДК<sub>мр</sub> використовується при встановленні науково-технічних нормативів ГДВ забруднюючої речовини. Максимальна разова ГДК встановлюється для відвернення рефлекторних реакцій у людини через подразнення органів дихання за короткотривалого впливу (до 20 хв.) атмосферних забруднень. ГДК<sub>мр</sub> встановлюються для промислових підприємств.

Середньодобова концентрація – це середньоарифметичне значення разових концентрацій у пробах атмосферного повітря впродовж 24 годин безперервно або з рівними інтервалами між відборами. ГДК<sub>сд</sub> встановлюється для запобігання негативного впливу на людський організм протягом цілодобового використання повітря. ГДК<sub>сд</sub> встановлюються для зон житлової забудови.

Нормування викидів ЗР у НС виконується шляхом встановлення ГДВ цих речовин в атмосферу. ГДВ – кількість шкідливої речовини, яку не дозволяється перевищувати при викиді в атмосферу в одиницю часу.

Якщо значення ГДВ з об'єктивних причин не можуть бути досягнуті, то для таких підприємств встановлюють значення тимчасово погоджених викидів (ТПВ) шкідливих речовин і вводиться поетапне зниження показників викидів шкідливих речовин до значень, які забезпечували б дотримання ГДВ. Громадський екологічний моніторинг має право вирішувати питання оцінки відповідності діяльності підприємства стосовно встановлених значень ГДВ або ТПВ шляхом визначення концентрацій забруднюючої речовини у приземному шарі повітря (наприклад, на межі санітарно-захисної зони).

Фоновим вважається такий вміст забруднюючої речовини, котрий відповідає або близький до його природного складу.

### ***Питання для самоконтролю:***

- 1. Як можуть вплинути коливання атмосферного тиску на самопочуття людини?*
- 2. Завдяки яким механізмам людина пристосовується до різних температурних умов?*
- 3. Які існують температурні норми повітря?*
- 4. Що таке вологість повітря? Який вид вологості зазвичай визначають у гігієнічно-санітарній практиці?*
- 5. Чим характеризується рух повітря? В чому полягає гігієнічне значення руху повітря?*
- 6. Яке гігієнічне значення сонячної радіації?*
- 7. Хімічний склад повітря та його гігієнічна характеристика.*
- 8. Який вміст забруднюючої речовини вважається фоновим?*

### 1.3.7 Радіоактивність та її гігієнічне нормування

Серед різноманітних видів іонізуючих випромінювань надзвичайно важливими при вивченні питання безпеки для здоров'я і життя людини є випромінювання, що виникають в результаті розпаду ядер радіоактивних елементів, тобто радіоактивне випромінювання. Однією з основних характеристик джерела радіоактивного випромінювання є його активність, що виражається кількістю радіоактивних перетворень за одиницю часу.

Одиниця активності - кюрі (Ки),  $1 \text{ Ки} = 3,7 \dots 10^{10}$  ядерних перетворень за 1 секунду. В системі СІ одиниця активності – бекерель (Бк). 1 Бк дорівнює 1 ядерному перетворенню за 1 секунду або 0,027 нКи.

Небезпека, викликана дією радіоактивного випромінювання на організм людини, буде тим більшою, чим більше енергії передасть тканинам це випромінювання. Кількість такої енергії, переданої організму, або поглинутої ним, називається дозою. Розрізняють експозиційну, поглинуту та еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання.

Ступінь іонізації повітря оцінюється за експозиційною дозою рентгенівського або гамма-випромінювання.

Одиницею вимірювання експозиційної дози є кулон на 1 кг (Кл/кг). Позасистемна одиниця - рентген (Р);  $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ . Експозиційна доза характеризує потенційні можливості іонізуючого випромінювання.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань на організм людини, в першу чергу, залежить від поглинутої енергії випромінювання.

Поглинута доза випромінювання (Д) це фізична величина, яка дорівнює співвідношенню середньої енергії, переданої випромінюванням речовині в деякому елементарному об'ємі, до маси речовини в ньому:

$$D = \frac{dE}{dm}$$

де  $E$  – енергія (Дж);

$m$  – маса речовини (кг).

Одиниця вимірювання поглинутої зони – фей (Гр.);  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

Застосовується також позасистемна одиниця – рад.  $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ .

Велику роль в опроміненні всього живого в екосистемі відіграє не лише кількість іонізуючого випромінювання, поглиненого тілом, а й якість цього випромінювання. Якісна характеристика випромінювання визначається показником лінійної щільності іонізуючого потоку. Вважається, що щільність бета-, гамма- і рентгенівського випромінювання є однаковою, умовно вона приймається за одиницю. Тоді показник щільності повільних нейтронів дорівнює 5, звичайних нейтронів – 10, а  $\alpha$ -частинок та надшвидких нейтронів – 20. Перераховану в такий спосіб дозу опромінення називають еквівалентною дозою. Її у системі СІ вимірюють у зівертах (Зв). Відома й позасистемна одиниця еквівалентної дози – бер ( $1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв}$ ).

Водночас важливо врахувати й те, що не всі частини тіла людини (органи, тканини) чи інших організмів екосистем мають однакову чутливість. Наприклад, при однаковій еквівалентній дозі опромінення виникнення раку в легенях людини більш вірогідне, ніж у її щитовидній залозі. Саме тому дози опромінення для різних органів і тканин необхідно перераховувати за різними коефіцієнтами. Підсумувавши ці коефіцієнти по всіх тканинах людини, отримують ефективну еквівалентну дозу. Найменш чутливою до опромінення є шкіра і поверхня кісток людини, а найбільш – яєчники і сім'яники.

Усе це характеризує лише індивідуальні дози іонізуючого випромінювання. Підсумувавши індивідуальні ефективні еквівалентні дози, здобуті певною групою людей, ми виявляємо колективну ефективну еквівалентну дозу, вимірювану в людино-зівертах (люд-Зв). Більшість відомих радіонуклідів розпадаються надзвичайно повільно, відтак вони залишаються радіоактивними й у далекому майбутньому. Колективну ефективну еквівалентну дозу, яка припадає на кілька поколінь від певного джерела іонізуючого випромінювання за весь час його існування, називають повною (очікуваною) колективною ефективною еквівалентною дозою.

З метою прогнозування інтенсивності радіоактивного впливу на довкілля і людину введено поняття потужності дози. Відповідні потужності поглиненої, експозиційної чи еквівалентної доз дорівнюють кількості енергії, що отримана будь-якою речовиною за одиницю часу від джерела радіації. Наприклад, дозиметр показує потужність еквівалентної дози гранітних сходів – 0,8 мкЗв/год. За умов, якщо людина просидить на цих сходах 5 годин, вона отримає таку дозу радіаційного опромінення:  $0,8 \text{ мкЗв/год} \times 5 \text{ год} = 4 \text{ мкЗв}$  (400 мкбер), що в 25-50 разів вище дози отриманої нею від сонячної радіації за аналогічний період часу.

Розглянуті величини доз іонізуючого випромінювання використовують не лише для нормування дозових навантажень людини, але й для всієї екосистеми чи будь-якого її компонента.

Гігієнічне нормування радіоактивних речовин регламентують Державні гігієнічні нормативи "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)".

При роботі з радіоактивними речовинами найбільші дози, які не впливають на організм, називають гранично допустимими дозами (ГДД). Річний рівень опромінення має бути таким, щоб при рівномірному накопиченні протягом 50 років не виникало змін не лише у здоров'ї працівника, але й у здоров'ї його нащадків.

Згідно з НРБУ-97, визначені такі категорії осіб, які зазнають опромінення:

- категорія А – особи, що постійно або тимчасово працюють із джерелами іонізуючого опромінювання;
- категорія Б – обмежена частина населення, яка через розміщення робочих місць або проживання може зазнати радіаційного впливу; категорія В - все інше населення країни.

За ступенем чутливості до іонізуючого випромінювання встановлено три групи критичних органів, опромінення яких спричиняє найбільшу шкоду для

організму людини.

I - усе тіло, гонади, червоний кістковий мозок;

II - щитовидна залоза, м'язи, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт, легені, кристалик ока, та інші органи за винятком тих, що належать до I або III груп;

III - шкіра, кісткова тканина, кисті рук, передпліччя й стопи.

Залежно від групи критичних органів для осіб категорії А встановлено ГДД на рік, а для осіб категорії Б – граничні дози (ГД) на рік (табл. 1.15).

Таблиця 1.15 – Дози опромінювання для різних груп критичних органів осіб категорій А та Б мр/рік

| Група критичних органів | ГДД А | ГД Б |
|-------------------------|-------|------|
| I                       | 50    | 5    |
| II                      | 150   | 15   |
| III                     | 300   | 30   |

Для осіб категорії В доза опромінення не регламентується, оскільки передбачається, що їх опромінення відбувається в основному за рахунок природного радіоактивного фону та медичної діагностики, які не викликають в організмі людини незворотних змін.

Захист працюючих забезпечується системою технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів. Доза опромінювання буде меншою, якщо буде більшою відстань до джерела радіації, і меншим час її дії.

Профілактичні заходи захисту від опромінювання поділяються на 2 групи: заходи біологічного захисту від проникаючої радіації; заходи запобігання забруднення повітря виробничих приміщень, спецодягу та шкіряного покриву працюючих.

Для захисту від проникаючої радіації встановлюють важкі бетонні екрани, металеві конструкції, що мають високі захисні властивості, запаковують стики та ущільнюють будівельні матеріали і т. ін. Відстань до джерела радіації збільшують автоматизацією виробничих процесів та дистанційним управлінням.

При роботі з відкритими джерелами випромінювання малої ефективності, збільшують відстань до працюючих, обмежують час опромінення та встановлюють спеціальні екрани (свинцеві, вольфрамові, сталеві, чавунні, бетонні та інші). Санітарно-гігієнічні вимоги передбачають такі заходи:

- радіаційне планування та оздоблення приміщень. Стіни, стеля та підлога не повинні сорбувати радіоактивні речовини, мають легко піддаватися дезактивації та вологій очистці. Методи дезактивації вибирають залежно від характеру та рівня радіаційного забруднення;

- облаштування ефективної припливно-витяжної вентиляції для вловлювання радіаційного пилу і очищення повітря виробничих приміщень;

- обладнання санпропускників із системою дозиметричного контролю; надання дозиметричних наряд-дозволів для проведення робіт у складних радіаційних умовах;

- відповідне зберігання та транспортування радіоактивних речовин, відходів з великим періодом напіврозпаду, організація екологічної ізоляції;

забезпечення працюючих засобами ЗІЗ, до яких належить спецодяг повсякденного та короткочасного користування, ЗІЗ органів дихання, ізолюючі костюми, спецвзуття, засоби захисту рук, очей, обличчя, органів слуху;

- проведення попередніх та періодичних медичних оглядів згідно наказу МОЗ від 21.05.07 р. № 246.

До організаційних заходів належить своєчасне та якісне проведення інструктажів щодо радіаційної безпеки й перевірка персоналом отриманих знань. До робіт з джерелами випромінювання допускаються особи старші 18 років, не допускаються до цих робіт вагітні жінки та ті, що годують дитину.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. *Що є однією з основних характеристик джерела радіоактивного випромінювання?*

2. *Що називається дозою?*

3. *Які види доз іонізуючого випромінювання розрізняють?*

4. *Як оцінюється ступінь іонізації повітря?*

5. *Від чого, в першу чергу, залежить біологічна дія іонізуючих випромінювань на організм людини?*

6. *Поглинута доза випромінювання – це...*

7. *Які визначені категорії осіб, що зазнають опромінення?*

8. *Які групи критичних органів (опромінення яких спричиняє найбільшу шкоду для організму людини) за ступенем чутливості до іонізуючого випромінювання встановлено?*

9. *Системою яких заходів забезпечується захист працюючих?*

10. *На які групи поділяються профілактичні заходи захисту від опромінювання?*

11. *Які заходи передбачають санітарно-гігієнічні вимоги?*

### **1.3.8 Гігієна води та водопостачання**

Вода – є одним з найважливіших елементів зовнішнього середовища. Вона має велике значення для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних та господарських потреб людини. Вкрай необхідна вона рослинам і тваринам. Вода входить до складу тканин і органів людини, бере участь у всіх фізико-хімічних процесах в організмі, здійсненні різних фізіологічних функцій, видаленні з організму продуктів обміну, регулює віддачу тепла шляхом випаровування. Загальний вміст води в організмі людини близько 65 – 75 % маси тіла.

Резорбція споживаної води починається у шлунку, але основна її кількість всмоктується в кишечнику. Вода постійно виводиться з людського організму через нирки, легені, кишечник і шкіру. Із сечею та екскрементами з організму

виділяється близько 1,5 л води на добу, через легені – до 0,5 л, шкіру й потові залози, залежно від метеорологічних умов та виконуваної роботи, – від 0,5 до 10 л. Стільки ж води за добу людина і споживає. Людський організм погано переносить зневоднення. Втрата лише 1-1,5 л води вже викликає відчуття спраги. Якщо втрата води становить 10 %, то це спричиняє серйозні порушення діяльності організму і навіть становить небезпеку для життя. Втрата 20 – 25 % води може спричинити смерть.

Велика кількість води витрачається для миття тіла, прання білизни, приготування їжі, прибирання приміщень тощо. Вода — це важливий чинник загартування організму. Водний спорт у відкритих водоймах та плавальних басейнах є прекрасним оздоровчим заходом.

Отже, стає зрозумілим, чому в сучасних містах потреба у воді на душу населення має становити 500 л на добу і більше. Виконувати свою гігієнічну роль вода може лиш тоді, коли вона якісна щодо органолептичних, хімічних та бактеріологічних властивостей. В іншому разі неякісна або забруднена вода може спричинити ряд інфекційних хвороб: черевний тиф, холеру, дизентерію, гельмінтоз.

Показники нормування забруднюючих речовин водних об'єктів.

Основним показником нормування забруднюючих речовин водних об'єктів є ГДК у воді водойми господарсько–питного та культурно–побутового водокористування ГДК<sub>в</sub>, ГДК<sub>д</sub>.

ГДК<sub>в</sub> – це концентрація шкідливої речовини у воді, яка не повинна чинити прямої або непрямой дії на організм людини протягом всього її життя, а також: не впливати на здоров'я наступних поколінь і не повинна погіршувати гігієнічні умови водокористування.

ГДК забруднюючої речовини у водоймі (річці, озері, морі, підземних водах) відповідає рівню забруднення, яке виключає несприятливий вплив на організм людини та можливість обмеження або порушення нормальних умов господарсько–питного, культурно–побутового та інших видів водокористування.

ГДК<sub>д</sub> – ГДК домішок у воді водного об'єкта – це такий нормативний показник, який включає несприятливий вплив на організм людини і можливість обмеження чи порушення нормальних умов господарсько–питного, побутового та інших видів водокористування.

Загальні показники якості промислових вод, що скидаються у відкриті водойми господарсько–питного та культурно–побутового призначення:

- ◆ Розчинений кисень,
- ◆ БСК,
- ◆ Завислі речовини,
- ◆ Запахи, присмаки,
- ◆ Кольоровість,
- ◆ Водневий показник,
- ◆ Спливаючі речовини,
- ◆ Мінеральний склад,

- ◆ Збудники захворювань,
- ◆ Температура води
- ◆ Отруйні речовини

Нормування скидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище виконується шляхом встановлення ГДС забруднювальних хімічних речовин із стічними водами у водні об'єкти.

ГДС – це маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольованому пункті. ГДС встановлюється з урахуванням ГДК в місцях водоспоживання, асиміляційних властивостей водного об'єкта і оптимального розподілу маси речовин, що скидаються між водокористувачами, які скидають стічні води.

В зв'язку з поліфункціональним використанням водойм та різноманітністю форм впливу на організми (контактний, дія через внутрішні органи, дія на органи чуття) вводиться лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ) – відображає пріоритетність вимог до якості води. Для водойм встановлено окреме нормування якості води, який пов'язаний із категорією водокористування:

- для господарсько–питного водопостачання населення і підприємств харчової промисловості – встановлюються загально-санітарні та органолептичні ліміти;
- для культурно–побутового призначення (для купання, спорту, відпочинку населення) – встановлюються санітарно–токсикологічні ліміти;
- для рибогосподарського призначення – встановлюються токсикологічні та частково органолептичні ліміти.

Нормативи якості водойм рибогосподарського призначення.

Нормативи якості води встановлено для двох видів рибогосподарського водокористування: водойми, що використовуються для відтворення і збереження цінних сортів риб та водойми, що використовуються для всіх інших рибогосподарських потреб. Нормативи складу і властивостей води водойм, що використовуються для рибогосподарських потреб, можуть поширюватися на ділянку скидання стічних вод у разі швидкого змішування їх з водою об'єктів або на ділянку, розташовану нижче від місця скидання стічних вод. На ділянках масового нересту і нагулу риби скидання стічних вод забороняється.

У разі скидання стічних вод у рибогосподарські водойми стосовно них встановлюють жорсткіші вимоги, ніж до стоків у водойми, що використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб, а саме:

- Розчинений кисень. Взимку кількість розчиненого кисню (після змішування стічних вод з водою водойми) не повинна становити менше, ніж 6 і 4 мг-л для водойм першої та другої категорій водокористування відповідно; влітку - не менше, ніж 6 мг-л у пробі, відібраній до 12 години дня, для всіх водойм.
- Повне БСК за температури 20°C не повинно перевищувати 3мг/л у

водоймах обох видів рибогосподарського водокористування.

- Отруйні речовини не повинні міститися у концентраціях, що можуть чинити пряму або опосередковану шкідливу дію на риби чи водні рослини та організми, які споживають риби.

- Температура води внаслідок скидання стічних вод не повинна підвищуватися влітку більше, ніж на 3°C, а взимку – на 5°C.

ГДК ШР у воді водойм рибогосподарського призначення – це концентрація, за якої не повинно чинитися шкідливий вплив на популяції, у першу чергу промислові.

Види нормативів якості води.

Установлено два види нормативів: санітарно–гігієнічні нормативи якості води (для потреб населення) та рибогосподарські нормативи. У зазначених нормативах науково обґрунтована концентрація забруднюючих речовин та показники якості води (загально фізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), які не виливають прямо або опосередковано на життя та здоров'я населення.

В Україні технічні та гігієнічні вимоги до якості води господарсько–питного призначення встановлені ГОСТ. Згідно вимогам стандарту вода має бути безпечною в епідеміологічному відношенні, нешкідливою за хімічним складом і мати високі органолептичні властивості.

Встановлені нормативи якості води для водойм за двома категоріями водокористування:

До першої відносяться ділянки водойм, що використовуються як джерела централізованого чи нецентралізованого (децентралізованого) господарсько–питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До другої категорії належать ділянки водойм, що використовуються для купання, занять спортом та відпочинку населення, а також ті, що знаходяться в межах населених пунктів. Крім того, встановлені більш жорсткі нормативи якості стічних вод, що скидаються у водойми, які використовують з рибогосподарською метою.

Особливо великі вимоги ставлять до питної води. Згідно з державним стандартом питна вода має відповідати таким гігієнічним вимогам:

- бути безпечною в епідемічному відношенні – не містити патогенних збудників, яєць та личинок гельмінтів, а також збудників протозойних хвороб;

- мати нешкідливий хімічний склад – не містити токсичних, радіоактивних речовин та лишків солей, здатних негативно впливати на здоров'я людей;

- мати цілющі органолептичні властивості – мати температуру, що освіжує, бути прозорою, не мати кольору, запаху та стороннього присмаку.

Для оцінки якості води щодо епідеміологічних вимог в санітарній практиці широко використовують бактеріологічні показники забруднення води - ступінь загальної бактеріальної забрудненості води та наявність у ній кишкової палички.

Перший показник характеризує мікробне число, тобто кількість

мікробних колоній, що виростають при посіві 1 мл води, через добу на спеціальних середовищах (м'ясо-пептонний агар). За існуючими нормами у 1 мл питної води не повинно міститися більше ніж 100 мікробів, а у воді плавальних басейнів - 1000.

Другий показник – наявність у воді кишкової палички, яка є індикатором забруднення води фекаліями. Цей показник характеризують дві величини – колі-титр і колі-індекс.

Колі-титр – найменша кількість води, в якій виявляється одна кишкова паличка. Чим менше (нижче) колі-титр, тим більше фекальне забруднення води.

Колі-індекс – кількість кишкових паличок, що міститься у 1 л води. У чистій воді артезіанських свердловин колі-титр, як правило, вищий за 500 мл, а колі-індекс – менший 2. Для водогінної води колі-індекс має бути не більше 3, а колі-титр – 300 мл. У забруднених, погано обладнаних колодязях колі-титр може бути 100 мл, а колі-індекс – 10. Такі ж величини характеризують воду у штучних плавальних басейнах. Згідно з державним стандартом щодо хімічного складу питна вода має відповідати вимогам двох груп показників.

Одні показники характеризують її токсикологічний стан, другі – органічну якість. Наявність у воді токсичних речовин пов'язана в основному з промисловими та сільськогосподарськими забрудненнями водних джерел. Спеціальним списком Міністерства охорони здоров'я України передбачено гранично-припустимий вміст понад 800 хімічних сполук.

Органолептичні властивості води характеризуються:

- 1) запахом, смаком, забарвленістю, прозорістю, каламутністю;
- 2) вмістом хімічних речовин, що впливають на органолептичні якості води.

Прозорість води, тобто здатність пропускати світло, залежить від кількості в ній завислих часток мінерального та органічного походження. Воду вважають прозорою, якщо через 30-сантиметровий шар її можна читати шрифт певного розміру. Каламутність питної води не повинна перевищувати 1,5 мг·л<sup>-1</sup>.

Забарвленість води обумовлена наявністю у ній гумінових речовин, а для відкритих водойм – розмноженням водоростей (цвітіння води). Вона вимірюється у градусах інтенсивності забарвлення і не повинна бути більшою за 20. Смак та запах води залежить від наявності у ній органічних речовин рослинного походження та продуктів їх розпаду. Вони можуть надавати воді земляного, мулистого, трав'янистого та болотного смаку і запаху. При гноєнні органічних сполук вода має гнилісний запах. Присмак та глибоких підземних вод створюються розчиненими у них мінеральними солями та газами, наприклад, сірководнем.

Інтенсивність запаху та смаку води вимірюється у балах за п'ятибальною системою (дуже слабкий – 1 бал, слабкий – 2, помітний – 3, виражений – 4, дуже сильний – 5). Запах та смак питної води не повинні перебільшувати 2 балів. Питна вода з температурою 8 – 12 °С справляє найкращий ефект щодо задоволення спраги та стимулює функцію апарату травлення.

Органолептичні якості води значною мірою залежать від якісного та кількісного складу хімічних речовин, що зустрічаються у природних водах або

забруднюють їх внаслідок різних причин. Ці речовини також нормуються державним стандартом на питну воду. Так, водневий показник (рН) допускається від 6,0 до 9,0. Сухий залишок, що характеризує мінералізацію води, повинен бути не більше за  $1000 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ . Загальна твердість, яка зумовлена вмістом у воді кальцію і магнію, не повинна перебільшувати  $7,0 \text{ мг}\cdot\text{екв}\cdot\text{л}^{-1}$ . Вміст заліза у воді не повинен перебільшувати  $0,3 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ , марганцю – 0,1, міді – 1,0, поліфосфатів – 3,5, сульфатів – 500,0 хлоридів – 350, цинку –  $5,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ .

Основними джерелами водопостачання є підземні води та відкриті водойми. Після відповідної обробки можна також пити дощову, снігову та морську воду. Підземні води утворюються внаслідок фільтрування води через ґрунт і накопичення її у водопроникливих породах (пісок, гравій, вапняк), нижче яких розміщуються водотривкі породи (глина, граніт).

Підземні води, що знаходяться на першому водоносному горизонті від поверхні землі, називаються ґрунтовими, їх глибина коливається від 1 – 2 до декількох десятків метрів. Звичайно ґрунтові води, з глибини 5 – 6 м і більше не містять у собі патогенних мікроорганізмів. Але за деяких обставин виникає реальна загроза бактеріального забруднення ґрунтових вод. Якщо підземні води знаходяться між двома водотривкими шарами – їх називають міжшаровими. При бурінні свердловини у міжпластовому горизонті, що має ухил, вода може підніматися. Це так звані напірні, або артезіанські води. Міжпластові води можуть виходити на поверхню як джерело. Артезіанська вода – найкраща для пиття. Однак і вона потребує постійного санітарного нагляду, оскільки існує вірогідність її забруднення збудниками інфекцій (і, у першу чергу, кишкових), а також різними хімічними речовинами внаслідок випуску стічних вод промисловими підприємствами.

Таке забруднення може статися внаслідок притоку зараженої води з шарів, що лежать вище, з тріщин у водотривких породах, через занедбаність шахти, негерметичність обладнання гирла свердловини, при затопленні її паводковими водами. Після артезіанської та джерельної вод за якістю стоїть ґрунтова вода. Для її використання будують шахтні криниці та трубчасті колодязі.

Щоб запобігти забрудненню підземних вод при експлуатації водозаборів, слід дотримуватися таких гігієнічних вимог:

- місце обладнання шахтного або трубчастого колодязя має бути вище за рельєфом місцевості і якомога далі від об'єктів, що забруднюють ґрунт. Це місце не повинно заболочуватися;
- стінки колодязів або джерельний каптаж мають бути водонепроникними й мати цементний (або глиняний) запір, щоб поверхневі води не фільтрувалися поблизу водозабірних споруд;
- шахтні та трубчасті колодязі повинні надійно закриватися, щоб у них не потрапляло забруднення ззовні.

Місце для шахтного колодязя слід обирати на узвишші не ближче 30 м від джерел забруднення. Якщо ж останні розташовані вище колодязя за рельєфом місцевості, то відстань між ними має бути не менше як 50—100 м.

Щодо епідеміологічного стану, то відкриті водойми потенційно небезпечні, оскільки вони можуть забруднюватись ззовні, особливо близько населених пунктів та у місцях випуску стічних вод.

Швидкість самоочищення залежить від потужності водойми, ступеню її забрудненості та кількості у воді розчиненого кисню. Виходячи із останнього, широко користуються визначенням у воді біохімічної потреби кисню (БПК), що є цінним показником ступеню забруднення води органічними речовинами та мірилом інтенсивності процесів самоочищення. БПК – це кількість кисню, що необхідна для повного біохімічного окислення речовин, які містяться в 1 л води при температурі 20°C. У чистих водоймах БПК становить 3 – 6 мг·л<sup>-1</sup>.

Санітарне обстеження водопостачання має велике значення для водозабору, визначення місць для спортивно-оздоровчих таборів, масових купань, наплавних басейнів. Ним передбачено санітарно-топографічне обстеження (огляд на місці); взяття проби води для дослідження; вивчення рівня захворюваності серед населення та тварин у місцях знаходження джерела водопостачання.

При огляді джерела водопостачання основну увагу звертають на виявлення можливих причин забруднення води (стічних вод промислових підприємств, лазень, пралень, туалетів, помийних ям тощо). Якщо ж водойму передбачається використовувати для масового купання та плавання, обстежується ґрунт і рельєф берегів та дна з метою виявлення небезпечних місць (ям, обривів, виходу холодних джерел тощо).

Вивчення захворюваності населення і тварин у районі джерела водопостачання здійснюють шляхом аналізу звітних матеріалів санітарно - епідеміологічних станцій. Особливу увагу звертають на захворюваність на дизентерію, черевний тиф, паратифи, туляремію тощо. Величезна роль надається очищенню та знезаражуванню води.

Очищення води — це звільнення від завислих у ній часток, що дає змогу покращити її якість (усунення каламутності і забарвлення).

Очищення можна здійснити відстоюванням та фільтруванням, але це потребує багато часу і не дає бажаного ефекту. Тому для цього найчастіше використовують коагуляцію за допомогою сірчанокислого алюмінію (глинозем). Коагулянт зв'язується з солями кальцію і магнію, утворюючи гідрат оксиду алюмінію, який у вигляді пластівців осідає на дно. Після коагуляції воду фільтрують.

Знезараження води спрямоване на знищення у ній мікроорганізмів. Для цього воду переварюють, хлорують, озонують, обробляють ультрафіолетовим промінням тощо. При переварюванні води протягом 5 – 10 хв. гинуть майже всі мікроби, але цим способом не можна знезаражувати велику кількість води. Хлорування води – найбільш поширений спосіб її знезараження. Він ефективний, простий і економічний. На водопровідних станціях та у плавальних басейнах воду хлорують газоподібним хлором за допомогою спеціальних приладів – хлораторів, що здатні забезпечити необхідне дозування та безперервне подання хлору. При попаданні у воду хлор утворює

хлорнуватисту кислоту, що швидко розкладається на вільний хлор та кисень, які згубно діють на мікроби, причому хлор тут відіграє головну роль. При хлоруванні води на знищення мікробів йде незначна частка хлору, а решта зв'язується із завислими у воді частками, вступає у реакцію з органічними речовинами та йде на окислення неорганічних. Все це визначає хлоропоглинальність води. Вона тим вище, чим більше у воді домішок.

При введенні у воду хлору кількість, якого перевищує її хлоропоглинальність, утворюється залишковий хлор. Необхідну для знезараження води кількість хлору, називають хлоропотребою води. Згідно з державним стандартом на питну воду, оптимальною дозою хлору є така, яка при контакті з водою протягом 30 хв. забезпечує вміст у ній  $0,3 - 0,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$  залишкового хлору. Така концентрація залишкового хлору у воді свідчить про надійне знезараження її, нешкідлива для здоров'я і не погіршує органолептичних якостей. Озонування води здійснюється за допомогою озону, який пропускають через неї. При цьому озон розкладається до атомарного кисню ( $\text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}$ ), що згубно діє на мікроорганізми. Крім того, озон покращує фізичні якості води. З гігієнічної точки зору, озонування є одним з кращих методів знезараження води. При цьому зменшується забарвленість води, зникають зайві запахи та присмаки, вода набуває приємного блакитного відтінку і сприймається як джерельна. Доза озону, необхідна для знезараження води, становить  $0,5 - 6 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ , тривалість озонування – 3-5 хв. Знезараження води ультрафіолетовими променями здійснюють у спеціальних бактерицидних установках, де вода (тонким шаром) протікає між штучними джерелами ультрафіолетової радіації.

Найефективнішими виявилися промені з довжиною хвилі 250 – 260 нм, які здатні проникати через 25-сантиметровий шар прозорої води. Разом з тим каламутність і особливо забарвленість та вміст заліза зменшують проникність води для бактерицидних променів. Очищення та знезараження води у польових умовах має певні особливості. Для цього використовують коагулянти (сірчаноокислий алюміній) та прості фільтри. Найчастіше воду переварюють або хлорують хлорним вапном, якість якого залежить від вмісту в ньому активного хлору, тобто хлору, що справляє знезаражуючу дію. Вміст активного хлору має бути не менший за 15 %. Для цього вапно зберігають у закритій ємкості, у сухому прохолодному й темному місці. Хлорування води у польових умовах може здійснюватись нормальними дозами (якщо раніше вода була очищеною) та підвищеними дозами, тобто перехлоруванням (якщо є підозра на значне її забруднення). Для хлорування нормальними дозами потрібна така кількість вапна, щоб залишковий хлор становив  $0,3 - 0,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$  за 30 хв. контакту води з хлором улітку і за 1 – 2 год. узимку. При перехлоруванні доза хлору береться великою – 8 – 20 мг активного хлору на 1 л води. Для усунення залишкового хлору додають гіпосульфит і воду фільтрують. Для знезараження води у колодязях та криницях хлорування здійснюють за допомогою дозуючого патрону, виготовленого з пористої кераміки. Усередину патрону насипають 150 – 600 г хлорного вапна, наливають 100 – 300 мл води і перемішують до

утворення однорідної суміші. Після цього патрон закорковують і опускають у колодязь на 20 – 50 см від дна. Розчин хлорного вапна через пори патрона надходить у воду і для захисту джерел водопостачання навколо них створюють санітарко-захисні смуги (зони). Перша смуга, або зона суворого режиму – це ділянка джерела водозабору, та територія, де розташовані основні споруди водопроводу; насосні станції, водоочисні споруди, резервуари чистої води. Цю територію огорожують та охороняють. Проживання там неприпустиме. У службових приміщеннях слід дотримуватися чистоти, персонал повинен регулярно обстежуватись на бацилоносійство та дотримуватись правил особистої гігієни.

Режим першої смуги спрямований на те, щоб не допустити випадкового або зловмисного забруднення води у найбільш важливих ділянках водопроводу. Друга смуга, або зона обмеження, це територія вища за течією від місця забору води (на великих річках – до 20 – 30 км, на середніх – до 30 – 60 км). На малих річках зона обмеження включає увесь басейн річки. У другій смузі санітарної охорони забороняється або різко обмежується випуск побутових та промислових стічних вод, купання, напування худоби, прання білизни.

Територію, суміжну з зоною обмеження, називають третьою смугою або зоною спостереження, у ній ведуть спостереження за рівнем захворюваності населення.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Скільки води за добу споживає людина?
2. Яка потреба у воді на душу населення становить в сучасних містах?
3. Яким гігієнічним вимогам згідно з державним стандартом має відповідати питна вода?
4. Чим характеризуються органоліптичні властивості води?
5. Які основні джерела водопостачання?
6. Яких гігієнічних вимог слід дотримуватися, щоб запобігти забрудненню підземних вод при експлуатації водозаборів?
7. Від чого залежить швидкість самоочищення водних об'єктів?
8. На що спрямоване очищення та знезараження води?

### **1.3.9 Гігієнічна оцінка санітарного стану ґрунту. Хімічне забруднення довкілля пестицидами**

Одним із важливих чинників зовнішнього середовища є ґрунт – поверхневий родючий шар земної кори. Це – складний комплекс мінеральних та органічних часток, що містить величезну кількість мікроорганізмів. Останні відіграють важливу роль у процесах утворення ґрунту та його самоочищення. Склад ґрунту, його властивості та інтенсивність біохімічних процесів, що відбуваються у ньому, значною мірою визначають умови життя людини. Від типу ґрунту та його хімічного складу залежить характер рослинності

місцевості, хімічний склад харчових продуктів. Нестача або надлишок певних хімічних елементів у ґрунті призводить до нестатку, або надлишку їх у харчових продуктах. Так, нестача йоду у ґрунті деяких місцевостей спричиняє виникнення у місцевих жителів ендемічної зобної хвороби, а при високому вмісті фтору – ендемії флюорозу.

Важливими заходами щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Розроблено методичні рекомендації щодо встановлення гранично допустимої кількості (ГДК) хімічних речовин у ґрунтах.

ГДК<sub>ґр</sub> – це концентрація шкідливих речовин (ШР) у верхньому орному шарі ґрунту, яка не повинна чинити прямого або опосередкованого негативного впливу на контактуючі з ґрунтом середовища (атмосфера та гідросфера) і на здоров'я людини. Крім ГДК<sub>ґр</sub> застосовується показник орієнтовно–допустимої кількості забруднюючої ґрунту хімічної речовини (ОДК), який визначається розрахунковим методом.

Нормування здійснюється за 3 напрямками:

- ◆ вміст ядохімікатів в кореновому шарі ґрунту на сільськогосподарських угіддях;
- ◆ накопичення токсичних речовин на території підприємства;
- ◆ забруднення ґрунту в жилих районах.

Для коренового шару встановлюються наступні види показників допустимої концентрації:

- допустима концентрація речовин в ґрунті, при якій їх вміст в продуктах для харчових та кормових цілей не перевищує допустимі залишкові кількості (ДЗК) або ГДК в продуктах харчування – ГДК<sub>пр</sub>;
- допустима (для летючих речовин) концентрація, при якій надходження речовини в повітрі не перевищує встановлену ГДК для атмосферного повітря – ГДК<sub>ап</sub>;
- допустима концентрація, при якій надходження речовин в ґрунтові води не перевищує ГДК<sub>в</sub> для водних об'єктів;
- допустима концентрація, яка не впливає на мікроорганізми та процеси самоочищення ґрунту.

Санітарний стан ґрунту оцінюється також за наступними показниками:

- > санітарно–хімічні оцінки (санітарне число, кислотність, БСК, окислюваність, вміст сульфатів, хлоридів);
- > санітарно–ентомологічні оцінки (чисельність комах, пов'язаних з помешканням, в першу чергу мух);
- > санітарно–гельмінтологічні оцінки (чисельність гельмінтів);
- > санітарно–бактеріологічні оцінки (бактерії кишкової групи та ін. мікроорганізми, які викликають захворювання людини та домашніх тварин).

Ґрунт є також одним із кліматоутворюючих чинників. Заболоченість ґрунту та високе стояння ґрунтових вод може спричинити вологість у приміщеннях, а при наявності анофілогенних ділянок – сприяти розповсюдженню малярії. Все це враховують при забудові населених пунктів та

прокладанні водопровідної та каналізаційної мереж. Вивізна система очищення нечистот складається з трьох ланок: збирання та тимчасового зберігання; транспортування; знешкодження та утилізації.

У населених пунктах житлові, виробничі та громадські приміщення забезпечуються убиральнями – промивними або люфтклозетами. Більш гігієнічними вважають промивні убиральні, що можуть бути обладнані лише при наявності водопроводу та каналізації. Якщо ж останні відсутні обладнують люфтклозети, тобто убиральні з вигребом що вентилується. Ці вигреби мають бути водонепроникними, їх вичищають у разі заповнення. У сільській місцевості та на садово-городніх ділянках при обладнанні надвірних туалетів з вигрібною ямою розміщувати їх треба не ближче ніж на 20 м від житлових будинків. Вигрібна яма повинна бути водонепроникною і мати витяжну трубу для газів. Будівля туалету повинна щільно закриватися, щоб не дати доступу мухам. Нечистоти щоденно слід засипати сухим хлорним вапном (1 – 2 кг на 1 м<sup>2</sup> поверхні), а вміст вигрібної ями — систематично вивозити або вибирати і компостувати. Іноді обладнують убиральні з засипанням. Під стільчаком встановлюють виносний металевий прийомник для нечистот. На його дно насипають дрібний торф або попіл. Для дезодорації та захисту від мух фекалії щоразу засипають цими ж матеріалами. Прийомник щоденно вичищають. При обладнанні помийниць їх також слід забезпечувати водонепроникними вигрібами. Під час очищення вигребів та вивозу нечистот слід звести до мінімуму неприємні запахи та не допускати забруднення ґрунту на шляху їх перевезення. Для цього використовуються пневматичні автоцистерни.

Для знешкодження та утилізації нечистот використовують такі ґрунтові методи, як поля асенізації і поля розорювання. Ділянки під ці поля відводяться за межами населеного пункту з навітряного боку на відстані 1 – 2 км від житла та водойм. Тверді викиди можуть видалятися за допомогою сміттєпроводів, а також планово-подвірного та планово-поквартирного вивезення. Для знешкодження та утилізації твердих покидьків існує багато способів: біотермічні методи, вдосконалені звалища, сміттєспалювання тощо.

Варіантами біотермічних методів є компостування та біотермічні камери. Для компосту готується майданчик необхідних розмірів з утрамбованої глини. На нього наносять шар компостуючого матеріалу (торф, земля, зрілий компост) завтовшки 10 – 15 см, потім такий самий шар покидьків з можливим додаванням рідких нечистот. Покидьки, внесені у компостну купу, засипають 15-сантиметровим шаром компостуючого матеріалу. У такий спосіб компостну купу можна зробити заввишки 1,5 м. Для захисту від розмивання дощем її накривають підручними матеріалами. Періодично компост зволожують та засипають попелом, що прискорює мінералізацію. У кліматичних умовах України компост визріває протягом 4 – 7 місяців. У біотермічних камерах процес мінералізації закінчується протягом 20 – 60 днів. При дотриманні санітарних правил знешкоджувати тверді покидьки можна на спеціально обладнаних звалищах, де вони компостуються.

За ступенем шкідливості хімічні речовини за умови їх систематичного

проникнення у ґрунт розташовуються в такій послідовності: пестициди та їх метаболіти, важкі метали, мікроелементи, нафтопродукти, сірчисті сполуки, речовини органічного синтезу. В ґрунтах нормується в основному вміст пестицидів, тобто отрутохімікатів, які використовуються для боротьби із шкідниками, хворобами, бур'янами, паразитами, гризунами – інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів, акарицидів.

Пестициди – це хімічні сполуки (речовини), які використовуються як засоби захисту рослин і тварин від шкідливих організмів. Залежно від ступеня небезпечності для людей і тварин пестициди поділяють на:

- >високотоксичні –  $50\text{--}200\text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;
- >середньо токсичні –  $200\text{--}1000\text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;
- >малотоксичні – понад  $1000\text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ .

Цілком придатну оцінку екологічного стану земель можна отримати за допомогою даних, що характеризують рівень пестицидного навантаження, однак для більшої об'єктивності необхідно мати інформацію про залишкову кількість пестицидів у ґрунтах і рослинах. Рівень забрудненості ґрунтів та рослинної маси залишками пестицидів визначають шляхом порівняння фактичного вмісту пестицидів у ґрунті або у сільськогосподарській продукції з ГДК. Перевищення фактичного вмісту залишкової кількості пестицидів відносно ГДК є показником небезпечності екологічної ситуації.

Тема «Хімічне забруднення довкілля пестицидами» докладно розглянута у практичній роботі 2.4.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Яку гігієнічну роль відіграють ґрунти?
2. За якими напрямками здійснюється гігієнічне нормування якості ґрунтів?
3. Які види показників допустимої концентрації встановлюються для кореневого шару ґрунту?
4. За якими показниками оцінюється санітарний стан ґрунту?
5. В якій послідовності розташовуються, за ступенем шкідливості, хімічні речовини за умови їх систематичного проникнення у ґрунт?
6. Пестициди – це хімічні сполуки...
7. Як поділяють пестициди залежно від ступеня небезпечності для людей і тварин?
8. Які ґрунтові методи використовують для знешкодження та утилізації нечистот?

## РОЗДІЛ 2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Практична робота 2.1. **Класифікація умов і характеру праці за ступенем шкідливості й небезпечності, тяжкості та напруженості. Гігієна праці та мікроклімат виробничого приміщення. МОП (міжнародна організація праці).**

**Мета:** Ознайомитися із класифікацією умов і характеру праці за ступенем шкідливості й небезпечності, тяжкості та напруженості. Ознайомитися з гігієнічними аспектами праці та впливом мікроклімату виробничого приміщення на організм. Набути знання про МОП (міжнародну організацію праці).

### 2.1.1 Короткі теоретичні відомості

Умови праці – сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професійної діяльності.

Оптимальні умови і характер праці – умови і характер праці, при яких виключено несприятливий вплив на здоров'я працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів (відсутність або відповідність рівням, які прийняті як безпечні для населення); створюються передумови для збереження високого рівня працездатності.

Допустимі умови і характер праці – умови і характер праці, при яких рівень небезпечних і шкідливих виробничих факторів не перевищує встановлених гігієнічних нормативів на робочих місцях, а можливі функціональні зміни, спричинені трудовим процесом, зникають за час регламентованого відпочинку протягом робочого дня або домашнього відпочинку до початку наступної зміни й не справляють несприятливого впливу в близькому і віддаленому періоді на стан здоров'я працівників та їх нащадків.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, дія якого на працівника, за певних умов, призводить до травм або раптового різкого погіршення здоров'я.

Шкідливий виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника, за певних умов, призводить до захворювання або зниження працездатності. Залежно від рівня та тривалості дії шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним.

Небезпечними і шкідливими чинниками праці можуть бути фізичні, хімічні, біологічні чинники виробничого середовища, психофізіологічні чинники в організації праці, облаштування робочого місця та устаткування.

Важкість праці — характеристика трудового процесу, що відбиває переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи (серцево-судину дихальну та інші).

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відбиває переважне навантаження на центральну нервову систему.

Умови і характер праці мають наступні характеристики:

I клас – оптимальні умови і характер праці, за яких виключений несприятливий вплив на здоров'я працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників, створюються передумови для збереження високого рівня працездатності (відсутність або відповідність рівням, прийнятим як безпечні для населення).

II клас – допустимі умови і характер праці, за яких рівень небезпечних і шкідливих виробничих чинників не перевищує встановлених гігієнічних нормативів на робочих місцях, а можливі функціональні зміни, зумовлені трудовим процесом, відновлюються під час регламентованого відпочинку протягом робочого дня або домашнього відпочинку до початку такої зміни і не чинять несприятливого впливу в найближчому і віддаленому періоді на стан здоров'я працюючих і їхніх нащадків.

III клас – шкідливі й небезпечні умови і характер праці, за яких, унаслідок порушення санітарних норм і правил, можливий вплив небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища в значеннях, що перевищують гігієнічні нормативи, і психофізіологічних чинників трудової діяльності, що спричиняють функціональні зміни організму.

Виділяють три ступені шкідливих і небезпечних умов і характеру праці:

1 ступінь – умови і характер праці, що викликають функціональні порушення, які при ранньому виявленні й після припинення впливу мають зворотний характер;

2 ступінь — умови і характер праці, які викликають функціональні порушення, що сприяють зростанню показників захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а в окремих випадках — появі ознак або легких форм професійних захворювань;

3 ступінь – умови і характер праці з підвищеною небезпекою розвитку професійних захворювань, підвищеною захворюваністю з тимчасовою втратою працездатності.

За наявності двох або більше шкідливих і небезпечних виробничих чинників і чинників трудової діяльності умови праці оцінюються за найбільш високим класом і ступенем.

Класифікація не включає роботи, виконувані в екстремальних умовах, за яких сукупність умов і характер праці створюють високий ризик виникнення важких форм гострих професійних отруєнь, каліцтв, загрози для життя. Ступінь ризику при екстремальних умовах праці не може бути схарактеризований кількісними показниками шкідливості, небезпеки, важкості та напруженості праці.

Гігієна праці – галузь гігієни, що вивчає вплив на організм людини трудових процесів і навколишнього виробничого середовища. Розробляє гігієнічні нормативи і заходи для забезпечення нормальних умов праці та запобігання професійним хворобам. Вивчення виробничого середовища і

процесів, в ній відбуваються, відноситься до одного з розділів гігієни праці. Також сюди можна віднести заходи, що розробляються для поліпшення виробничих процесів.

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює мікроклімат (метеорологічні умови) виробничого приміщення, під яким розуміють клімат внутрішнього середовища цього приміщення, який визначається температурою, відносною вологістю, рухом повітря та тепловим випромінюванням нагрітих поверхонь, що в сукупності впливають на тепловий стан організму людини.

В процесі трудової діяльності людина перебуває у постійній тепловій взаємодії з виробничим середовищем. За нормальних мікрокліматичних умов в організмі працівника, завдяки терморегуляції, підтримується постійна температура тіла (36,6 °C).

Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов виробничого приміщення. Віддача тепла організмом людини здійснюється, в основному, за рахунок випромінювання і випаровування вологи з поверхні шкіри.

Чим нижча температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого збезводнюється, порушується обмін речовин. Тому працівники “гарячих” цехів забезпечуються газованою підсоленою водою.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування утруднюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35 °C рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання.

Рухоме повітря при низькій температурі викликає переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протягом), значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання.

Можливості організму пристосовуватись до метеорологічних умов значні, однак безмежні. Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою, прийнято вважати 30–31 °C при відносній вологості 85 % чи 40 °C при відносній вологості 30 %. При виконанні фізичної роботи ця межа значно нижча. Так, при виконанні важкої роботи теплова рівновага зберігається при температурі повітря 12–14 °C.

Таким чином, для нормального теплового самопочуття людини важливе певне співвідношення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря. На сьогодні основним нормативним документом, що визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень є санітарні норми ДСН 3.3.6.042-99. Період року визначається за середньодобовою температурою зовнішнього середовища  $t_{CD}$ . При  $t_{CD} < +10^{\circ}\text{C}$  – холодний період року, а якщо  $t_{CD} \geq +10^{\circ}\text{C}$  – теплий.

Під оптимальними мікрокліматичними умовами розуміють комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину створюють комфортні теплові відчуття та збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції.

Допустимі мікрокліматичні умови – комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину можуть викликати дискомфортні відчуття та зміни теплового стану організму, однак вони швидко минають і нормалізуються за рахунок напруження механізмів терморегуляції в межах фізіологічних пристосувальних можливостей.

Міжнародна організація праці (*International Labour Organization*) – це спеціалізована установа Ліги Націй, а після Другої світової війни – Організації Об'єднаних націй (ООН), що була заснована урядами різних країн для підтримки міжнародного співробітництва у справі забезпечення миру в усьому світі й зменшення соціальної несправедливості за рахунок покращення умов праці. Створена в 1919 р. на Паризькій мирній конференції. Метою МОП є заохочення соціальної справедливості та сприяння соціально-економічному прогресу, поліпшення умов праці і життєвого рівня трудящих, захист прав людини, підвищення продуктивності. Нині членами МОП є 170 країн. Міжнародна організація праці відіграє важливу роль у сприянні руху за продуктивність у світі, особливо у зміцненні його організаційного механізму і розвитку локальної спроможності підвищення продуктивності в межах підприємства та сфери громадських послуг, а також в обміні досвідом між різними національними і галузевими організаціями продуктивності.

Отже, основними завданнями МОП є:

- розробка узгодженої політики і програм, спрямованих на вирішення соціально-трудова проблем;
- розробка й ухвалення міжнародних трудових норм у вигляді конвенцій і рекомендацій та контроль за їхнім виконанням;
- допомога країнам-учасникам у вирішенні проблем зайнятості, зменшення безробіття і регулювання міграції;
- захист прав людини (права на працю, на об'єднання, колективні переговори, захист від примусової праці, дискримінації тощо);
- боротьба з бідністю, за підвищення життєвого рівня працівників, розвиток соціального забезпечення;
- сприяння професійній підготовці й перепідготовці працюючих і безробітних;
- розробка і здійснення програм у сфері покращення умов праці й

виробничого середовища, техніки безпеки і гігієни праці, охорони і відновлення довкілля;

— сприяння організаціям працівників і підприємців у їхній спільній з урядами роботі щодо регулювання соціально-трудова відносин;

— розробка і здійснення заходів щодо захисту вразливих груп населення (жінок, молоді, пенсіонерів, працівників-мігрантів).

Основні цілі діяльності МОП сформульовані в преамбулі її Статуту, а згодом деталізовані, з урахуванням нових тенденцій у регулюванні трудових відносин, у Філадельфійській декларації про цілі та завдання Міжнародної організації праці від 10 травня 1944 р. і Декларації про засадничі принципи та права у сфері праці від 18 червня 1998 р. Відповідно до Філадельфійської декларації основною метою діяльності МОП є встановлення загального та міцного миру на основі соціальної справедливості й забезпечення економічної та соціальної стабільності у світі.

Головними цілями МОП є:

— забезпечення високої зайнятості й підвищення рівня життя;

— розширення соціального забезпечення для гарантування базового доходу всім, хто потребує такого захисту, і всебічного медичного обслуговування;

— забезпечення належного харчування, житла, умов для відпочинку і культурного розвитку;

— забезпечення рівних можливостей для отримання освіти і професії;

— захист дітей і материнства.

МОП здійснює технічну допомогу переважно у таких сферах:

— професійна підготовка та перепідготовка;

— політика зайнятості;

— управління працею;

— трудове право та відносини у сфері виробництва;

— умови праці;

— розвиток менеджменту;

— кооперація;

— соціальна безпека;

— трудова статистика, професійна безпека та здоров'я працівників.

Міжнародна організація праці побудована на статутному принципі. МОП поклала початок таким досягненням індустріального співтовариства, як 8-годинний робочий день, політика зайнятості, охорона материнства, закони про дитячу працю та інші норми, що сприяють охороні праці й мирним трудовим відносинам. Жодна країна або галузь не змогли б здійснити їх без одночасних дій у цьому напрямі з боку інших.

МОП – це міжнародний організаційний центр для аналізу таких проблем і вироблення рішень, що ведуть до поліпшення умов праці.

Вищим органом управління МОП є Міжнародна конференція праці (МКП). Її робота визначається спеціальним регламентом. МКП збирається щорічно, зазвичай на початку червня, в Женеві. Засоби цієї організації

формуються переважно за рахунок внесків держав-членів. Велика увага приділяється питанням соціально-трудових відносин, організації тристороннього співробітництва для забезпечення пошуку найбільш прийнятних рішень соціально-економічних проблем. До основних завдань МКП належать:

- визначення напрямів роботи МОП загалом;
- обговорення світових проблем соціального стану праці
- розробка і затвердження міжнародних норм праці у вигляді конвенцій і рекомендацій;
- ухвалення резолюцій з окремих питань діяльності організації.

Тристороння структура МОП, у якій задіяні організації, що об'єднують роботодавців і трудящих, а також уряди, є унікальною в системі Організації Об'єднаних Націй. Міжнародна конференція праці проводиться щорічно. Вона є міжнародним форумом, на якому обговорюються соціально-трудові проблеми, виробляються мінімальні міжнародні трудові норми і загальна політика МОП. Кожні два роки Конференція приймає дворічну програму діяльності МОП та її бюджет, що фінансується державами-членами. Кожна держава-член має право послати на Конференцію чотирьох делегатів: двох – від уряду і по одному – від трудящих і від роботодавців, кожний з яких може виступати і голосувати самостійно.

МОП посідає унікальне місце серед інших міжнародних організацій, оскільки представники і роботодавців, і трудящих – "соціальні партнери" з економічної діяльності – мають рівний голос із представниками урядів у визначенні їх політики і програм. МОП заохочує трипартизм і всередині держав-членів, сприяючи "соціальному діалогу" між профспілками і роботодавцями у виробленні й – там, де це необхідно – проведенні національної політики в соціально-економічній і багатьох інших галузях. У період між конференціями роботою МОП керує Адміністративна рада, до якої входять 28 представників урядів, 14 представників трудящих і 14 представників роботодавців. Міжнародне бюро праці в Женеві є секретаріатом МОП, її оперативною штаб-квартирою, дослідницьким і видавничим центром. Адміністрація і керівництво децентралізовані по регіональних і місцевих представництвах у понад 40 країнах.

Адміністративній раді і Міжнародному бюро допомагають в їх діяльності тристоронні комітети, що охоплюють основні галузі промисловості, і комітети експертів з таких питань, як фахове навчання, удосконалення методів управління, гігієна й охорона праці, трудові відносини тощо.

Для обговорення питань, що мають особливий інтерес для різних регіонів світу, регулярно проводяться регіональні конференції держав – членів МОП.

Одна з найважливіших функцій МОП – прийняття тристоронньою Міжнародною конференцією праці (за участю представників урядів, роботодавців і трудящих) конвенцій і рекомендацій, що встановлюють міжнародні трудові норми. Ратифікуючи конвенції, держави-члени беруть на себе зобов'язання послідовно проводити в життя їх положення. Рекомендації

служать керівництвом у галузі політики, законодавства та практики.

Держави-члени повинні подавати всі конвенції і рекомендації, прийняті Конференцією, компетентним національним органам, що вирішують, які відповідні заходи мають бути вжиті. Число ратифікацій конвенцій продовжує збільшуватися. Щоб забезпечити їх застосування в законодавстві і на практиці, МОП встановила процедуру контролю. Вона заснована на об'єктивній оцінці незалежними експертами того, як виконуються зобов'язання, і на розгляді окремих випадків тристоронніми органами МОП.

МОП в Україні. Міжнародна організація праці активно працює в Україні з початку 90-х років ХХ ст. Вона вже здійснила проекти, пов'язані з аналізом стану соціальної політики (спільно з ПРООН і Світовим банком), кризового стану ринку праці в Україні (1995 р.), розвитком соціального партнерства. Протягом усього часу МОП надавала і продовжує надавати допомогу урядові в експертній оцінці законопроектів, ознайомленні урядовців, представників профспілок і роботодавців з міжнародними стандартами статистики праці та її національною систематизацією.

Участь України у діяльності МОП і використання наявного досвіду є вкрай необхідним та корисним перш за все у період економічних реформ. .

У "Декларації про Державний суверенітет України" проголошено пріоритет загальнодержавних норм міжнародного права перед нормами внутрішньодержавного права. Це положення закріплено Законом України "Про дію міжнародних договорів на території України", де зазначено, що прийняті й належним чином ратифіковані Україною міжнародні угоди є невід'ємною частиною національного законодавства України і використовуються у порядку, передбаченому для норм національного законодавства.

Україна ратифікувала понад 90 конвенцій та рекомендацій у сфері праці та її регулювання. Головними з них є:

- Рекомендації № 57 (1937 р.) щодо професійного навчання;
- Конвенція № 142 (1975 р.) і Рекомендації № 150 про розвиток людських ресурсів;
- Конвенція № 26 і Рекомендації № 30 (1928 р.) про створення та застосування процедури встановлення мінімальної заробітної плати;
- Конвенція № 87 (1948 р.) про свободу асоціацій та захист права на організацію;
- Конвенція № 98 (1949 р.) про застосування принципів права на організацію та на проведення колективних переговорів;
- Конвенція № 100 (1951 р.) про однакову винагороду, що стверджує принцип рівної винагороди чоловікам і жінкам за працю;
- Конвенція № 105 (1957 р.) про скасування примусової праці;
- Конвенція № 111 (1958 р.) про дискримінацію в галузі праці та зайнятості за ознаками раси, статі, кольору шкіри, релігії, політичних переконань, національного або соціального походження та ін.

Прагнучи до всебічного розвитку співробітництва у сфері трудової діяльності та соціального захисту громадян України, інших держав, які

працюють за межами своєї країни, наша держава укладає різноманітні міжнародні угоди. Наприклад, відповідно до схваленої 24 жовтня 1994 р. канадської програми співробітництва в сфері праці 30 липня 1998 р. було прийнято Меморандум про співробітництво між Міністерством праці та соціальної політики України та Міністерством розвитку людських ресурсів Канади у сфері праці та соціального захисту. У ньому визначено, зокрема, галузі та форми співробітництва щодо зайнятості громадян договірних держав.

Україна уклала угоди про працевлаштування і соціальний захист громадян із Молдовою (1993 р.), Російською Федерацією (1993 р.), Білоруссю (1995 р.), Вірменією (1995 р.), Латвією (1997 р.), про взаємне працевлаштування працівників з Польщею (1994 р.), протокол із Чехією (1997 р.), угоду з Литвою (1997 р.). Ці документи поширюються на осіб (працівників) та членів їхніх сімей, які є громадянами або постійно проживають на території однієї з договірних держав та здійснюють свою трудову діяльність на умовах наймання на підприємствах, в організаціях, установах усіх форм власності (працедавці) іншої держави.

В засадничих документах МОП чітко сформульоване її намагання співпрацювати з урядами країн, а також відповідними міжнародними органами, на які покладено відповідальність за сприяння охороні здоров'я, освіті, добробуту всіх народів. Головний зміст своєї діяльності, таким чином, МОП вбачає в тому, щоб сприяти прийняттю державами світу таких програм, які спрямовані на вирішення найактуальніших для людей праці проблем.

## 2.1.2 Порядок виконання практичної роботи

### Завдання 1.

#### 1.1 Заповнити табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Класифікація умов і характеру праці за ступенем шкідливості й небезпечності, тяжкості та напруженості

| № з/п | Фактори                    | Класи умови й характеру праці |                |                             |             |                |
|-------|----------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|----------------|
|       |                            | I (оптимальні)                | II (допустимі) | III (шкідливі й небезпечні) |             |                |
|       |                            |                               |                | 1 ступень                   | 2 ступень   | 3 ступень      |
| 1     | 2                          | 3                             | 4              | 5                           | 6           | 7              |
| 1     | Шкідливі хімічні речовини: |                               |                | Перевищення ГДК             |             |                |
|       | 1 клас безпеки             | –                             | ГДК            | до 2 разів                  | 2,1-4 рази  | більше 4 разів |
|       | 2 клас безпеки             | –                             | ГДК            | до 3 разів                  | 3,1-5 разів | більше 5 разів |
|       | 3-4 класи безпеки          | –                             | ГДК            | до 4 разів                  | 4,1-6 разів | більше 6 разів |
| 2     | Пил фіброгенної дії        | –                             | ГДК            | до 2 разів                  | 2,1-5 разів | більше 5 разів |

|                      |   |                                   |                    |   |                             |                       |
|----------------------|---|-----------------------------------|--------------------|---|-----------------------------|-----------------------|
| 3                    | Вібрація  | –                                 | ГДР                | Перевищення ГДР   |                             |                       |
|                      |   |                                   |                    | до 3 дБ   | 3,1-6 дБ                    | більше 6 дБ           |
| 4                    | Шум   | –                                 | ГДР                | до 10 дБА   | 11-15 дБА                   | більше 15 дБА         |
| 5                    | Інфразвук   | –                                 | ГДР                | вище ГДР  | –                           | –                     |
| 6                    | Ультразвук  | –                                 | ГДР                | вище ГДР  | –                           | –                     |
| 7                    | Неіонізуючі випромінювання                                    | –                                 | ГДР                | вище ГДР  | –                           | –                     |
| 8                    | Мікроклімат:  | Оптимальні за санітарними нормами | Допустимі          | Вище максимальних у теплий період або нижче мінімальних допустимих величин у холодний період року |                             |                       |
|                      | - температура повітря, °С                                     | – " –                             | – " –              | до 4  | 4,1-8                       | вище 8                |
|                      | - швидкість руху повітря, м/с                                 | – " –                             | – " –              | до 3 разів  | більше 3 разів              | –                     |
|                      | - відносна вологість повітря, %                               | – " –                             | – " –              | до 25 %   | більше 25 %                 | –                     |
|                      | - інфрачервоне випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>              | – " –                             | – " –              | 141-350   | 351-2800                    | вище 2800             |
|                      | - температура зовнішнього повітря, °С<br>- улітку<br>- узимку | – " –<br>– " –                    | – " –<br>– " –     | до 32<br>мінус<br>(10-14)   | 32,1-40<br>мінус<br>(15-20) | вище +40<br>нижче –20 |
| 9                    | Атмосферний тиск<br>- підвищений, атм.<br>- понижений, атм.   | Природний фон                     | до 1,2<br>600-1000 | 1,3-1,8<br>1100-2000  | 1,9-3,0<br>2100-4000        | вище 3,0<br>вище 4000 |
| 10                   | Біологічні фактори мікроорганізми:                            |                                   |                    | Перевищення ГДК   |                             |                       |
|                      | - 1 клас небезпеки  | –                                 | ГДК                | до 2 разів  | 2,1-4 рази                  | більше 4 разів        |
|                      | - 2 клас небезпеки  | –                                 | ГДК                | до 3 разів  | 3,1-6 разів                 | більше 6 разів        |
|                      | - 3-4 клас небезпеки  | –                                 | ГДК                | до 5 разів  | 5,1-10 разів                | більше 10 разів       |
|                      | білкові препарати:  |                                   |                    |   |                             |                       |
|                      | - 1 клас небезпеки  | –                                 | ГДК                | до 3 разів  | 3,1-5 разів                 | більше 5 разів        |
| - 2 клас небезпеки   | –   | ГДК                               | до 5 разів         | 5,1-10 разів  | більше 10 разів             |                       |
| - 3-4 клас небезпеки | –   | ГДК                               | до 10 разів        | 10,1-20 разів   | більше 20 разів             |                       |
|                      | природні компоненти і організму (амінокислоти, вітаміни тощо) |                                   |                    |   |                             |                       |

|    |  |                                     |   |   |   |                 |
|----|--|-------------------------------------|---|---|---|-----------------|
|    | - 1 клас небезпеки   | –                                   | ГДК   | до 5 разів  | 5,1-10 разів  | більше 10 разів |
|    | - 2 клас небезпеки   | –                                   | ГДК   | до 7 разів  | 7,1-15 разів  | більше 15 разів |
|    | - 3-4 клас небезпеки   | –                                   | ГДК   | до 10 разів   | 10,1-20 разів   | більше 20 разів |
| 11 | Тяжкість праці:<br><i>динамічна робота:</i><br>- потужність зовнішньої роботи, Вт (при роботі за участю м'язів нижніх кінцівок і тулуба)                 | до 40 чол.<br>до 36 жін.            | 41-90<br>37-63  | більше 90<br>більше 63  | –<br>–  | –<br>–          |
|    | - те саме при роботі за переважною участю м'язів плечового пояса   | до 22 чол.<br>до 17,5 жін.          | 23-45<br>18-30,5  | більше 45<br>більше 30,5  | –<br>–  | –<br>–          |
|    | - маса піднімання і переміщення вантажу, кг  | чол.<br>жін.                        | до 30<br>до 10  | 31-35<br>11-15  | більше 35<br>більше 15  | –<br>–          |
|    | - дрібні стереотипні рухи кистей і пальців рук (кількість за зміну)  | до 20 000                           | 20 001 –<br>40 000  | 40 001 –<br>60 000  | 60 001 –<br>80 000  | більше 80 000   |
|    | <i>статичне навантаження:</i><br>- величина навантаження за зміну, кг/с (при утриманні вантажу однією рукою, двома руками, за участю м'язів тулуба, ніг) | до 18 000<br>до 43 000<br>до 61 000 | 18 001 –<br>43 000<br>43 001 –<br>97 000<br>61 001 –<br>130 000 | 43 001 –<br>97 000<br>97 001 –<br>208 000<br>130 001 –<br>260 000   | вище 97 000<br>вище 208 000<br>вище 260 000   | –<br>–<br>–     |
|    | - робоча поза  | вільна                              | перебування у нахиленому положенні і до 30° 25 % часу зміни     | перебування у нахиленому положенні до 30° 26...50 % часу зміни; у вимушеній позі (на колінах, навпочіпки тощо) до 25 % часу зміни | перебування у нахиленому положенні понад 30° більше 50 % часу зміни; у вимушеній позі (на колінах, навпочіпки тощо) понад 25 % часу зміни | –               |

|    |   |  |   |  |  |                     |
|----|---|--|---|--|--|---------------------|
|    | - нахили тулуба   | відсутні                                       | вимушені нахили понад 50-100 разів за зміну   | вимушені нахили понад 101-300 разів за зміну   | вимушені нахили понад 300 разів за зміну                           |                     |
|    | - переміщення в просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом), км за зміну   | до 4   | 4,1-10  | 10,1-17  | більше 17  |                     |
| 12 | Напруженість праці:<br>- тривалість<br>- зосередженість, % до тривалості зміни  | до 50  | 51-75   | понад 75   | –  | –                   |
|    | - щільність сигналів, у середньому за годину  | до 175   | 176-300                                       | понад 300  | –  | –                   |
|    | Напруженість аналізаторних функцій:<br><br>- зору (категорія зорових робіт за ДБН В.2.5-28-2006)  | Груба і малоточна                              | Точна   | Високоточна  | Особливо точна із застосуванням оптичних приладів                  | –                   |
|    | - слуху (при виробничій потребі сприйняття мови або диференціювання сигналів)   | Розбірливість слів та сигналів від 100 до 90 % | Розбірливість слів та сигналів від 90 до 75 % | Розбірливість слів та сигналів менше 75 %  | –  | –                   |
|    | Емоційна й інтелектуальна напруженість  | Робота за індивідуальним планом                | Робота за встановленим графіком               | Вирішення важких завдань в умовах дефіциту часу, інформації, з підвищеною відповідальністю | Особливий ризик, небезпека, відповідальність за безпеку інших осіб | –                   |
|    | Одноманітність: кількість елементів у багаторазово повторюваних операціях; тривалість виконання повторюваних операцій (с); час спостереження за ходом виробничого процесу без | більше 10<br><br>більше 100<br><br>до 80       | 10-4<br><br>100-20<br><br>81-95               | 3-2<br><br>19-2<br><br>96 і більше   | –<br><br>–<br><br>–  | –<br><br>–<br><br>– |

|  |                                      |                              |                                       |   |   |   |
|--|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|
|  | активних дій (% до тривалості зміни) |                              |                                       |   |   |   |
|  | Змінність                            | однорічна (без нічної зміни) | три, двозмінна робота з нічною зміною | нерегулярна змінність з роботою в нічну зміну | – | – |

1.2 Використовуючи теоретичний матеріал, дати відповіді на контрольні запитання:

1. Що таке «умови праці», «оптимальні умови і характер праці» та «допустимі умови і характер праці»?

2. Надайте визначення термінів «небезпечний виробничий фактор» та «шкідливий виробничий фактор».

3. Надайте визначення термінів «важкість праці» та «напруженість праці».

Завдання 2.

2.1 Заповнити табл. 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Оптимальні та допустимі норми мікроклімату у робочій зоні виробничих приміщень

| Період року | Характеристика робіт | Категорія робіт | Енерговитрати, Вт | Температура, °С |             |            |            | Вологість, %   |                           | Швидкість руху, м/с                                 |       |         |
|-------------|----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------|------------|------------|--|---------------------------|---|-------|---------|
|             |                      |                 |                   | Оптимальна      | допустима   |            | Оптимальна | допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше ніж | Оптимальна, не більше ніж | допустима на робочих місцях постійних і непостійних |       |         |
|             |                      |                 |                   |                 | верхня межа | нижня межа |            |  |                           |   |       |         |
|             |                      |                 |                   |                 | п           | н          |            |  |                           |   | п     | н       |
| Холодний    | Легка                | Ia              | 105-140           | 22-24           | 25          | 26         | 21         | 18   | 60-40                     | 75  | 0,1   | ≤ 0,1   |
|             |                      | Iб              | 141-175           | 21-23           | 24          | 25         | 20         | 17   | 60-40                     | 75  | 0,1   | ≤ 0,2   |
|             | Середня              | IIa             | 176-232           | 19-21           | 23          | 24         | 17         | 15   | 60-40                     | 75  | 0,2   | ≤ 0,3   |
|             |                      | IIб             | 233-290           | 17-19           | 21          | 23         | 15         | 13   | 60-40                     | 75  | 0,2   | ≤ 0,4   |
| Важка       | III                  | 291-349         | 16-18             | 19              | 20          | 13         | 12         | 60-40  | 75                        | 0,3   | ≤ 0,5 |         |
| Теплий      | Легка                | Ia              | 105-140           | 23-25           | 28          | 30         | 22         | 20   | 60-40                     | 55 при 28 °С  | 0,1   | 0,1-0,2 |
|             |                      | Iб              | 141-175           | 22-24           | 28          | 30         | 21         | 19   | 60-40                     | 60 при 27 °С  | 0,2   | 0,1-0,3 |
|             | Середня              | IIa             | 176-232           | 21-23           | 27          | 29         | 18         | 17   | 60-40                     | 65 при 26 °С  | 0,3   | 0,2-0,4 |
|             |                      | IIб             | 233-290           | 20-22           | 27          | 29         | 15         | 15   | 60-40                     | 70 при 25 °С  | 0,3   | 0,2-0,5 |
|             | Важка                | III             | 291-349           | 18-20           | 26          | 28         | 15         | 13   | 60-40                     | 75 при 24 °С і нижче                                | 0,4   | 0,5-0,6 |

Примітки:

- 1) п – постійні робочі місця;
- 2) н – непостійні робочі місця.

Таблиця 2.3 – Категорії робіт за енерговитратами організму

| Категорія робіт | Енерговитрати, Вт | Характеристика роботи  |
|-----------------|-------------------|--|
| Легка Іа        | 105-140           | Роботи, які виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження  |
| Легка Іб        | 141-175           | Роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням   |
| Середня Іа      | 176-232           | Роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження |
| Середня Іб      | 233-290           | Роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням           |
| Важка ІІІ       | 291-349           | Роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль                            |

2.2 Використовуючи теоретичний матеріал, дати відповіді на контрольні запитання:

1. Що таке «гігієна праці»?
2. Надайте визначення термінів «мікроклімат».
3. Що розуміють під оптимальними мікрокліматичними умовами?
4. Що розуміють під допустимими мікрокліматичними умовами?

Завдання 3.

- 3.1 Зарисувати рис. 2.1 та 2.2.

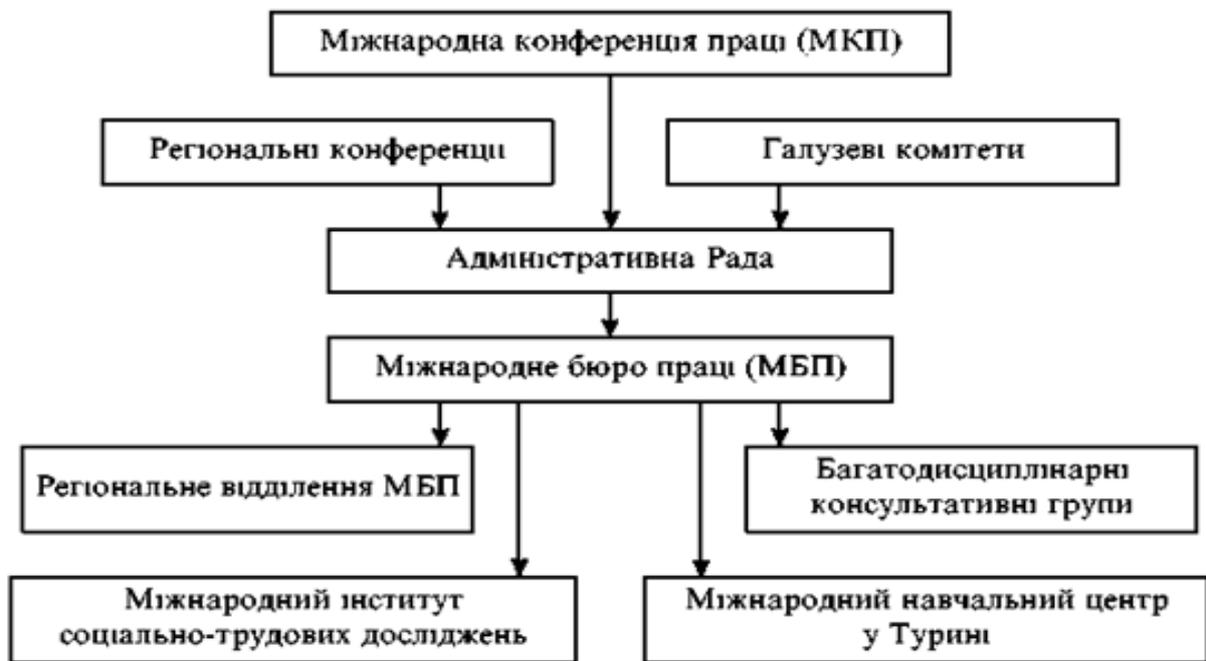


Рисунок 2.1 – Склад МКП

## Пакти Міжнародної Організації Праці (МОП)

- Конвенція МОП №87 про свободу асоціації і захист права на організацію, 1948 р. (ратифіковано 11.08.56)
- Конвенція МОП №98 про застосування принципів права на організацію і ведення колективних переговорів 1949 р. (ратифіковано 11.08.56)
- Конвенція МОП №135 про захист прав представників працівників 1971 р. (ратифікована в 2003 р.)
- Конвенція МОП №144 про тристоронні консультації для сприяння застосуванню міжнародних трудових норм, 1976 р. (ратифіковано 17.12.93)
- Конвенція МОП №154 про сприяння колективним переговорам, 1981 р. (ратифіковано 04.02.94)

Рисунок 2.2 – Пакти МОП

3.2 Заповнити на рис. 2.3, 2.4 та 2.5 незаповнені текстом графі.



Рисунок 2.3 – Перелік основних завдань МОП

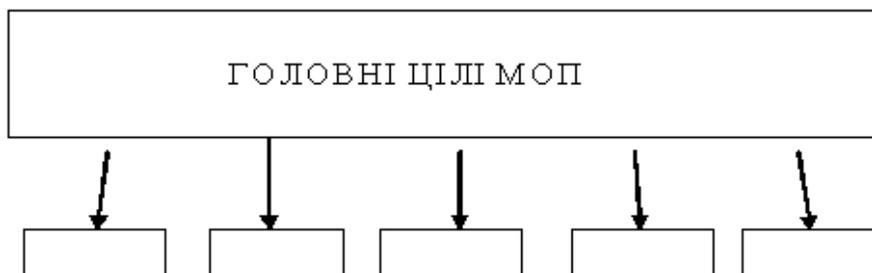


Рисунок 2.4 – Перелік головних цілей МОП

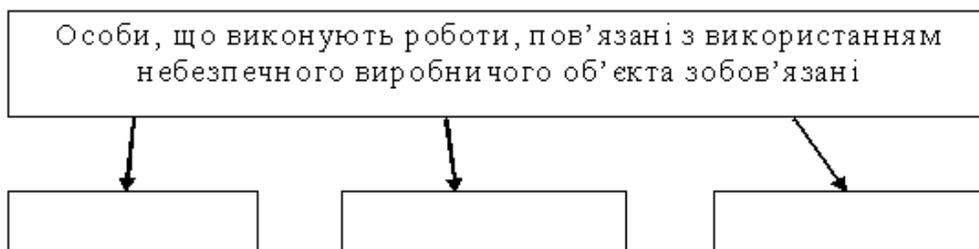


Рисунок 2.5 – Перелік обов'язків осіб, що виконують роботи, пов'язані з використанням небезпечного виробничого об'єкта

3.3 Використовуючи теоретичний матеріал, дати відповіді на контрольні запитання:

1. Яка одна з найважливіших функцій МОП?
2. В чому МОП надавала і продовжує надавати допомогу урядові України?

**Практична робота 2.2 Загальна оцінка комфортності навколишнього середовища з урахуванням різних факторів впливу. Експозиція факторів навколишнього середовища. Біомаркери**

**Мета:** Навчитись застосовувати на практиці метод оцінювання комфортності навколишнього середовища. Ознайомитися з поняттями «експозиція факторів навколишнього середовища» та «біомаркери».

## 2.2.1 Короткі теоретичні відомості

Навколишнім середовищем називають - частину земної природи, з якою людське суспільство безпосередньо взаємодіє у своєму житті, і виробничій діяльності. Воно утворилося у результаті тривалої еволюції планети Земля під впливом людської діяльності, створення так званої “вторинної природи”, тобто міст, заводів, каналів, транспортних магістралей тощо.

У будь-якому випадку, поняття “середовище”, в усьому різноманітті його форм і видів, є провідним при розгляді проблем взаємодії живої природи та її оточення. Ось чому, в широкому спектрі сучасних екологічних досліджень, вчені-екологи змушені застосовувати багато різновидів поняття “середовище” в залежності від специфіки та напрямків своєї наукової діяльності. Зокрема, в соціальній екології при розгляді проблем “суспільно-природної взаємодії”, часто використовують згадки про наступні види (типи) середовища: зовнішнє, навколишнє, природне, антропогенне, географічне та інші. В зв'язку з цим виникає необхідність типології або класифікації (структуризації) поняття “середовища” з метою правильного вживання назв його різноманітних форм (рис. 2.6).

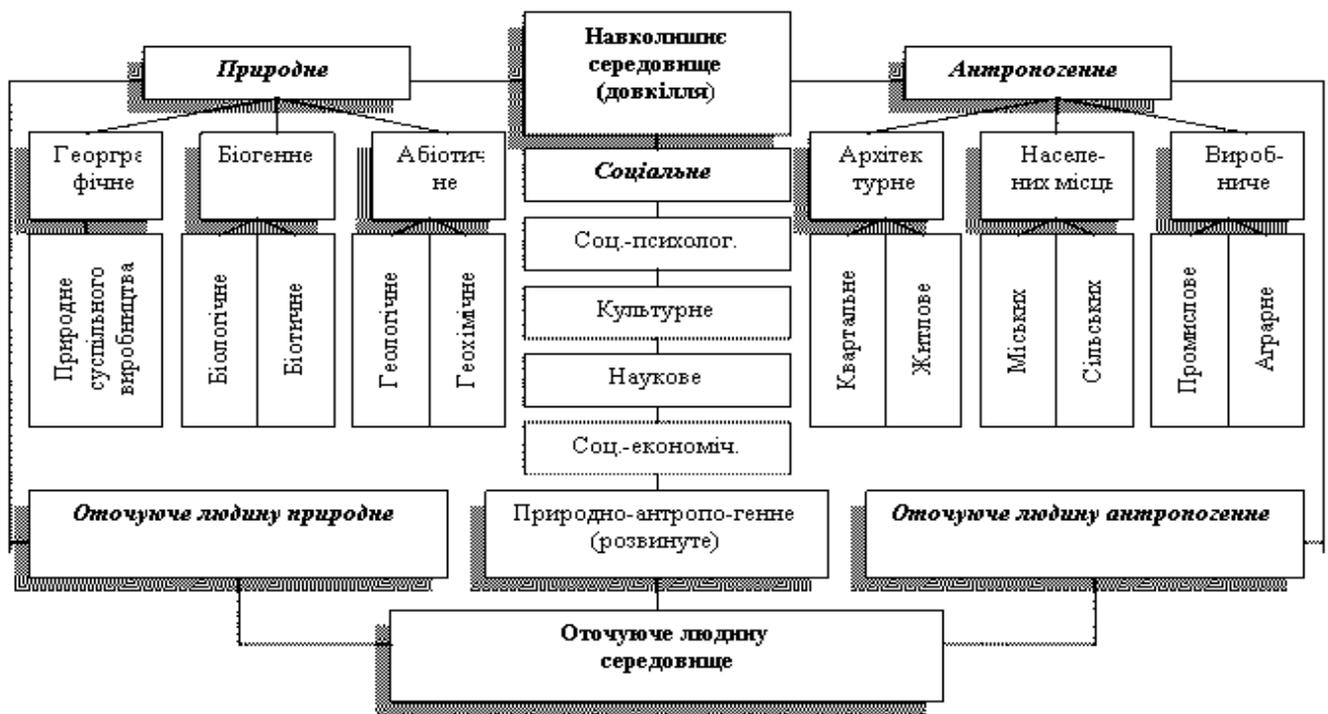


Рисунок 2.6 – Типологія поняття «навколишнє середовище»

В структурі природного середовища, яке включає в себе уся сукупність навколишніх для людини (або іншої живої істоти) об'єктів живої та неживої природи ми пропонуємо розглядати наступні підтипи: абіотичне, біогенне та географічне. Усі їх складові, як ті, що не зазнали впливу людської діяльності,

так і ті, що підпали під вплив антропогенних перетворень, але змогли зберегти здатність до саморозвитку (наприклад, лісові вирубки, перелогові землі, лише частково знищені популяції диких тварин тощо), слід охороняти від техногенного впливу, тому що саме вони виконують важливу екостабілізуючу функцію у довкіллі. Деякі елементи штучно перетвореного антропогенного середовища – докорінно перетвореної людиною в результаті процесу техногенезу природи – з часом також можуть стати частиною природного середовища, якщо їх подальший розвиток буде відбуватись без втручання людини (наприклад, парки, закинуті меліоративні канали, гірничо-промислові розробки тощо).

Антропогенне середовище за своєю структурою є найбільш складним в порівнянні з іншими типами довкілля. Це пов'язано з величезним різноманіттям форм діяльності людини в навколишньому середовищі. Але в найбільш загальному вигляді ми виділяємо в його складі лише широко вживані підтипи: архітектурне (внутрішньоквартальне і житлове), населених місць (міських і сільських), а також виробниче (промислове і аграрне). Усі вони разом складають навколишнє для людини антропогенне середовище, яке деколи називають також техногенним середовищем.

Основні фактори, що впливають на здоров'я людини:

- соціально-економічний фактор (в залежності від ступеня соціально-економічного розвитку країн виділяють відмінності на рівні громадського здоров'я);
- фактор природного середовища (кліматичні умови, природні ресурси, екологія);
- біологічні та психологічні фактори (спадковість, стресостійкість, поведінка, адаптаційні якості, темперамент, конституціональні ознаки).

Клімат має на людину прямий та непрямий вплив. Прямий вплив проявляється досить різноманітно й обумовлений безпосередньою дією кліматичних факторів на організм людини і насамперед на умови теплообміну його із середовищем: на кровопостачання шкірних покривів, дихальну, серцево-судинну та потовідділення системи.

На організм людини, як правило, впливає не один який-небудь ізольований фактор, а їх сукупність, причому основну дію чинять не звичайні коливання кліматичних умов, а головним чином їх раптові зміни. Для будь-якого живого організму встановилися певні ритми життєдіяльності різноманітної частоти. Для деяких функцій організму людини характерна зміна їх по сезонах року. Це стосується температури тіла, інтенсивності обміну речовин, системи кровообігу, складу кліток крові і тканин. Так, у літній період відбувається перерозподіл крові від внутрішніх органів до шкірних покривів, тому артеріальний тиск улітку нижче, ніж узимку. Серед кліматичних факторів велике біологічне значення має короткохвильова частина сонячного спектра – ультрафіолетове випромінювання (УФІ) (довжина хвиль 295-400 нм).

Ультрафіолетове опромінення – обов'язкова умова нормальної життєдіяльності людини. Воно знищує мікроорганізми на шкірі, попереджає

рахіт, нормалізує обмін мінеральних речовин, підвищує стійкість організму до інфекційних захворювань і інших хвороб. Спеціальні спостереження встановили, що діти, які одержували достатню кількість ультрафіолету, в десять разів менше схильні до простудних захворювань, ніж діти, які не отримували достатньої кількості ультрафіолетового опромінення. При недоліку ультрафіолетового опромінення порушується фосфорно-кальцієвий обмін, збільшується чутливість організму до інфекційних захворювань і до застуди, виникають функціональні розлади центральної нервової системи, загострюються деякі хронічні захворювання, знижується загальна фізіологічна активність, а отже, і працездатність людини. Особливо чутливі до «світлового голоду» діти, у яких він приводить до розвитку авітамінозу Д (до рахіту).

Температура – один з важливих абіотичних чинників, що впливають на всі фізіологічні функції всіх живих організмів. Температура на земній поверхні залежить від географічної широти і висоти над рівнем моря, а також пори року. Для людини в легкому одязі комфортно буде температура повітря + 19...20°C, без одягу – + 28 ... 31 °С. Коли температурні параметри змінюються, людським організмом виробляється специфічні реакції пристосування щодо кожного чинника, тобто адаптується.

За захворювання водного походження. Не буде перебільшенням стверджувати, що практично всі елементи і речовини, які використовує чи виготовляє людина, так чи інакше опиняються у гідросфері. За масою переважають хімічні: кислоти, мінеральні солі різного складу, луги, метали і т.п. Постійно зростає кількість у воді органічних сполук, продуктів “великої хімії”: нафти, проміжних і кінцевих речовин її переробки, пестицидів, миючих засобів та інших поверхнево–активних сполук.

Серед хімічних забруднень на особливу увагу заслуговують екотоксиканти — діоксини, які можуть бути присутніми у воді. Діоксини - це узагальнена назва великої групи дибензо–п–діоксинів, дибензофуранів і біфенілів. До родини діоксинів входять сотні хлорорганічних, борморганічних і змішаних хлорброморганічних ефірів. Одним з джерел їх утворення є хлорування питної води, біологічна очистка багатьох вод. Вони утворюються у целюлозо–паперовій, деревообробній і металургійній промисловості. По токсичності ці речовини значно переважають сполуки важких металів і пестициди. Діоксини володіють яскраво вираженою гострою і хронічною токсичністю, яка проявляється у вигляді переродження шкіри і слизових оболонок кишково–шлункового тракту, сечових шляхів, жовчного протоку, атрофії кісткового мозку, синдрому виснаження. Ці речовини є причиною генетичних ушкоджень і порушень плоду у вагітних жінок, викликаючи спонтанні аборти і внутрішньоутробну загибель плоду. Вони викликають такі шкірні хвороби як ороговіння шкіри, порушення пігментації.

Вплив на людину хімічного складу води. У природній воді є мінеральні солі. Вода вважається доброю, якщо мінералізація не перевищує 1000 мг/л. Води з великим вмістом солей належать до солоних і непридатні для пиття. Дуже мала мінералізація води погіршує її смак, а позбавлену солей

(дистильовану) воду взагалі вважають шкідливою – вона порушує травлення і діяльність залоз внутрішньої секреції. Гранічно допустимий вміст заліза у воді – до 0,3 мг/л, міді – 1 мг/л, цинку – 5 мг/л. Іноді у питній воді зустрічається багато солей хлористоводневої та сірчаної кислот (хлориди і сульфати), які надають воді солоного та гірко-солоного смаку. Вживання такої води призводить до порушення діяльності травної системи. Воду, яка містить більше ніж 500 мг/л сульфатів і 350 мг/л хлоридів, вважають шкідливою для здоров'я. Із вмістом у воді солей кальцію та магнію тісно пов'язана інша її властивість – жорсткість. Припустимий рівень загальної жорсткості дорівнює 7 мг. Екв<sup>-1</sup>/л<sup>-1</sup>, при таких рівнях жорсткості вода не впливає на ліпідний обмін в умовах тривалого введення холестерину, і не може спричинювати розвиток атеросклеротичних змін артерій. Зміни у концентрацій розчинених у воді солей призводять до виникнення багатьох ендемічних хвороб, наприклад, ендемічного зобу і флюорозу.

Гострі та хронічні отруєння нітратами. Високі концентрації нітратів у питній воді чи продуктах харчування можуть спричинити до гострих отруєнь людей. Відомо, що нітрати з тонкої кишки швидко потрапляють у кров і відновляються в нітрити. Отруєння виникає як наслідок впливу комбінацій нітратів і нітритів. Чим більше утворюється нітритів, тим сильнішою є токсична дія. Нітрити взаємодіють з оксигемоглобіном, утворюється метгемоглобін, який не має змоги зв'язувати та приносити до тканин кисень. Смерть може настати вже після прийняття всередину 3,5 г нітрату натрію.

Токсичні тумани ще називають фотохімічними туманами – це багатокомпонентна суміш газів та аерозольних частинок первинного (у вигляді сухих опадів) та вторинного (кислотні дощі) походження. Ці тумани виникають внаслідок порушення циркуляції повітря, тобто звично тепле повітря піднімається у вище лежачі холодні області і забирає із собою значну частину забруднюючих повітря продуктів життєдіяльності людини. Інколи пласт теплого повітря утворюється поблизу від землі над холодним пластом, у результаті токсичні виділення накопичуються безпосередньо над землею. Основною причиною утворення фотохімічного туману є сильне забруднення міського повітря газовими викидами підприємств хімічної промисловості і транспорту і головним чином вихлопними газами автомобілів. Лос-анджелеського людей фотохімічний смог викликає подразнення очей, слизових оболонок носа і горла, симптоми задухи, загострення легеневих і різних хронічних захворювань. Така дія фотохімічного туману обумовлена тим, що основним його діючим компонентом є сірчаний газ, який утворюється при спаленні великої кількості палива. Вплив сірчаного газу та його похідних на людину проявляється перш за все у пошкодженні верхніх дихальних шляхів, що і обумовлює виникнення перелічених вище симптомів.

Атмосферні кислотні мікроелементи не щадять людини. Однак, тут мова йде не тільки про кислотні дощі, але і про ту шкоду, що приносять кислотні речовини (двоокис сірки, двоокис азоту, кислотні аерозольні частки) при диханні. Вже давно встановлено, що існує тісна залежність між рівнем

смертності і ступенем забруднення району. При концентрації  $\text{SO}_2$  близько  $1 \text{ мг/м}^3$ , що буває узимку в Будапешті, зростає число смертельних випадків, у першу чергу серед людей старшого покоління й тих, що страждають захворюваннями дихальних шляхів. Статистичні дані показали, що таке серйозне захворювання, як помилковий круп, що вимагає моментального втручання лікаря і розповсюджене серед дітей, виникає з тієї ж причини.

Фізіологічні дослідження показали, що ступінь шкідливого впливу прямо пропорційний концентрації забруднюючих речовин. Однак, існує граничне значення, нижче якого навіть у самих чутливих людей не виявляються які-небудь відхилення від норми. Наприклад, для двоокису сірки середньодобова гранична концентрація для здорових людей складає приблизно  $400 \text{ мкг/м}^3$ . Крім первинного прямого впливу, на людину побічно впливає і кислотність навколишнього середовища.

Людина завжди жила у світі звуків та шуму, і абсолютна тиша її лякає, пригнічує. Рівень шуму вимірюється в одиницях, що виражають ступінь звукового тиску, – децибелах. Цей тиск сприймається не безмежно. Звуком називають такі механічні коливання зовнішнього середовища, що сприймаються слуховим апаратом людини (від 16 до 20 000 коливань за секунду). Коливання більшої частоти називають ультразвуком, меншої – інфразвуком. Для всіх живих організмів, у тому числі і людини, звук є одним із шкідливіших впливів навколишнього середовища. Звуки і шуми великої потужності вражають слуховий апарат, нервові центри, можуть викликати болючі відчуття і шок. Так діє шумове забруднення.

Тихий шелест листя, пташині голоси, легкий плескіт води і шум прибою завжди приємні людині. Вони заспокоюють її, знімають стреси. Але природні звучання голосів стають усе більш рідкими, зникають зовсім чи заглушаються промисловими, транспортними й іншими шумами. Тривалий шум несприятливо впливає на орган слуху, знижуючи чутливість до звуку. Він призводить до розладу діяльності серця, печінки, до виснаження і перенапруги нервових клітин. Ослаблені клітини нервової системи не можуть досить чітко координувати роботу різних систем організму. Звідси виникають порушення їхньої діяльності.

Рівень шуму в 20-30 децибелів (дБ) практично нешкідливий для людини, це природний шумовий фон. Що ж стосується звуків голосу, то тут припустима межа складає приблизно 80 децибелів. Звуку 130 децибелів вже викликає в людини болюче відчуття, а 150 стає для нього нестерпним. Кожна людина сприймає шум по-своєму. Багато чого залежить від віку, темпераменту, стану здоров'я, умов, що його оточують.

Залежно від характеру дії на організм людини хімічні речовини поділяються на: токсичні, подразнюючі, мутагенні, канцерогенні, наркотичні, задушливі та ті, що впливають на репродуктивну функцію

Токсичні речовини – це речовини, які викликають отруєння усього організму людини або впливають на окремі системи людського організму (кровотворну, центральну нервову). Ці речовини викликають патологічні зміни певних органів, наприклад, нирок, печінки. До таких речовин належать такі

сполуки, як чадний газ, селітра, розчини кислот чи лугів

Подразнюючі речовини викликають подразнення слизових оболонок, дихальних, шляхів, очей, легень, шкіри (пари кислот, лугів, аміак).

Мутагенні речовини призводять до порушення генетичного коду, зміни спадкової інформації (свинець, радіоактивні речовини тощо).

Канцерогенні речовини викликають, як правило, злоякісні новоутворення – пухлини (ароматичні вуглеводні, циклічні аміни, азбест, нікель, хром).

Наркотичні речовини впливають на центральну нервову систему (спирти, ароматичні вуглеводні).

Задушливі речовини призводять до токсичного набряку легень (оксид вуглецю, оксиди азоту).

Прикладом речовин, що впливають на репродуктивну функцію, можуть бути: радіоактивні ізотопи, ртуть, свинець.

Сенсибілізатори – це речовини, що діють як алергени (розчинники, формалін, лаки на основі нітро- та нітрозосполук тощо).

Негативні наслідки має вплив саме отруйних речовин на живі організми, повітря, ґрунт, воду. Своєю дією ці речовини призводять до критичного стану навколишнього середовища, впливають на здоров'я та працездатність людей .

Радіація згубно впливає на здоров'я людини. Коли радіоактивне випромінювання проходить через тіло людини або ж коли в організм потрапляють "заражені" речовини, то енергія хвиль і частинок передається нашим тканинам, а від них клітинам. В результаті атоми і молекули, що складають організм, приходять у збудження, що веде до порушення їх діяльності і навіть загибелі. Все залежить від отриманої дози радіації, стану здоров'я людини і тривалості впливу. Для іонізуючого випромінювання немає бар'єрів в організмі, тому будь-яка молекула може піддатися радіоактивного впливу, наслідки якого можуть бути найрізноманітнішими. Порушення окремих атомів може призвести до переродження одних речовин в інші, викликати біохімічні зрушення, генетичні порушення і т.п. Ураженими можуть виявитися білки або жири, життєво необхідні для нормальної клітинної діяльності. Таким чином, радіація впливає на організм на мікрорівні, викликаючи пошкодження, які помітні не відразу, а виявляють себе через довгі роки. Ураження окремих груп білків, що знаходяться в клітині, може викликати рак, а також генетичні мутації, що передаються через кілька поколінь. Вплив малих доз опромінення виявити дуже складно, адже ефект від цього проявляється через десятки років. Доведено, що у щоденних викидах з АЕС міститься радіонуклід «Цезій-137», який при потраплянні в організм людини викликає саркому (різновид раку), «Стронцій-90» заміщає кальцій в кістках і грудному молоці, що призводить до лейкемії (раку крові) , раку кістки і грудей. Найбільшому впливу радіації піддаються люди, які проживають у великих містах, адже крім природного радіаційного фону на них ще впливають будматеріали, продукти харчування, повітря, заражені предмети. Постійне перевищення над природним радіаційним фоном призводить до раннього старіння, ослаблення зору й імунної системи, надмірної психологічної

збудливості, гіпертонії та розвитку аномалій у дітей.

Експозиція (вплив) – контакт організму людини з хімічним, фізичним або біологічним агентом. Під оцінкою експозиції розуміють визначення вираженості, частоти, тривалості та шляхів впливу факторів навколишнього середовища, що вивчаються. При оцінці експозиції аналізується також природа фактора, що діє, розміри та характер експонованих популяцій.

На першому етапі експозиції визначають характеристику навколишнього стану (клімат, гідрогеологічні умови, рослинність, тип ґрунту та ін.) та характеристику популяцій, що потенційно підлягають впливу (місця проживання, види діяльності, демографічний склад, зонування території та ін.).

Другий етап – ідентифікація маршрутів впливу та потенційних шляхів поширення досліджуваного фактора у навколишньому середовищі. Маршрут дії – це шлях хімічної речовини (або іншого фактора) від джерела його утворення та виділення в навколишнє середовище до експонованого організму. Маршрут описує унікальний механізм, за яким людина або популяція підпадає під досліджуваний вплив. Повний маршрут включає в себе джерело, яке сприймає середовище, тобто середовище, до якого спочатку потрапляє хімічна речовина, транспортуючі та акумулюючі середовища (середовища, за допомогою яких речовина переноситься до інших об'єктів, трансформується у інші сполуки, накопичується чи руйнується), місце дії (тобто те місце, де відбувається контакт людини з фактором, що досліджується), середовища, що впливають (наприклад, питна вода, повітря зовні та середині приміщення, продукти харчування і т.д.), шляхи потрапляння та впливу (інгаляційний, пероральний та ін.).

Оцінка експозиції може базуватися на прямих та непрямих методах дослідження. Непрямі (опосередковані) методи оцінки експозиції ґрунтуються на використанні даних моніторингу якості навколишнього середовища та його окремих об'єктів. Моніторинг якості навколишнього середовища – це періодичний або систематичний (постійний) відбір та аналіз проб різних об'єктів середовища (вода, атмосферне повітря, продукти харчування, ґрунт). При оцінці експозиції за допомогою непрямих методів поряд з результатами фактичних вимірювань можуть використовуватися дані, отримані шляхом математичного моделювання поширення забруднення від джерела його утворення до місця впливу. До прямих методів належать індивідуальний моніторинг експозицій, що передбачає безпосереднє вимірювання рівнів впливу досліджуваного фактора на конкретну людину, та застосування біологічних маркерів.

Біомаркери – це система показників (маркерів), що характеризують взаємодію організму з потенційно небезпечними агентами різної природи (фізичної, хімічної, біологічної тощо). Біомаркер - термін, що позначає вимірювану подію, яка відбувається в біологічній системі, якою є людський організм. Явище потім інтерпретується як відображення або маркер більш загального стану організму або тривалості життя. Біомаркери дозволяють перевіряти передбачуваний механізм або токсикологічну модель. Вони виявляють осіб з підвищеним ризиком, тобто з підвищеним вмістом в організмі тих чи інших небезпечних речовин, забезпечують більшу точність при оцінці експозиції їх дії та

дають можливість оцінити правильність фармакокінетичних моделей.

Біомаркери поділяються на біомаркери експозиції, біомаркери ефекту та біомаркери сприйнятливості. Як біомаркер експозиції найчастіше використовують вміст екзогенної хімічної речовини, її метаболіту або продукту взаємодії між хімічною речовиною та якою-небудь молекулою чи клітиною, що свідчить про те, що відбувся вплив, та про його рівень. Останніми роками для оцінки експозиції як біомаркери стали використовувати такі чутливі та специфічні тести, як вміст сполук деяких хімічних речовин з ДНК, сироватковим білком, еритроцитами, наприклад, сполука бенз(а)пірену (при вивченні викидів коксових печей, оцінці ризику при вживанні смаженого м'яса та ін.). Біомаркер ефекту – показник, що кількісно характеризує біохімічні, фізіологічні зміни в організмі, в поведінці людини, ступінь якого визначає фактичне чи потенційне порушення здоров'я, чи ризик розвитку хвороби.

Біомаркер сприйнятливості – показник вродженої чи набутої здатності організму реагувати на вплив певного фактора навколишнього середовища. Цей різновид біомаркерів використовується при виявленні потенційно надчутливих людей та підгруп, що потребують підвищеної уваги при оцінці ризику несприятливих змін у стані здоров'я населення. Використання біомаркерів корисно при оцінці впливу специфічних речовин або фізичних факторів, але їх важко використовувати при впливі багатокomпонентної суміші. Біомаркером також називають систему показників старіння організму, його органів і функцій.

Біомаркери використовуються в дослідженнях *in vitro* та *in vivo*, які можуть включати дослідження на людині. Приклади маркерів експозиції наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Приклади маркерів експозиції

| Речовина                | Біологічний маркер  |
|-------------------------|---|
| Моноксид вуглецю        | Вміст НbСО у крові  |
| Свинець                 | Вміст свинцю у крові  |
| Алкогольні напої        | Вміст етанолу у видихуваному повітрі                              |
| Леткі органічні сполуки | Вміст легких органічних сполук у видихуваному повітрі             |
| Лікарські речовини      | Концентрація лікарських речовин у крові або їх метаболітів у сечі |
| Цигарковий дим          | Вміст котиніну у сечі   |
| Пентахлорфенол          | Вміст пентахлорфенолу у сечі                                      |

Будучи досить достовірними, біомаркери можуть бути використані в декількох цілях. На рівні індивідуума з допомогою біомаркера можна підтвердити або спростувати діагноз конкретного виду отруєння або іншого негативного ефекту, спричиненого хімічними речовинами. У здорової людини за допомогою біомаркера можна визначити індивідуальну гіперчутливість до конкретних хімічних впливів і, таким чином, прогнозувати ризик і надати

необхідну консультацію. Стосовно до груп працівників, які зазнали впливу, біомаркери можуть бути використані для оцінки дотримання вимог охорони навколишнього середовища або ефективності профілактичних заходів в цілому. Складні види аналізу дають змогу визначити зміни в структурі ДНК або інших макромолекул, що викликаються зв'язуванням з хімічно активними речовинами. Ці сучасні методи, безсумнівно, набувають винятково важливе значення в дослідженні біомаркерів, при цьому більш низькі пороги визначення і підвищена достовірність аналізів роблять їх використання більш ефективним. Особливо багатообіцяючі результати досягнуті в області біомаркерів впливу мутагенних хімічних речовин.

Інша група параметрів ефекту відноситься до генотоксичною ефектів (зміни в структурі хромосом). Такі ефекти можуть бути виявлені за допомогою мікроскопа в білих кров'яних тільцях, в яких проходить поділ клітини. Серйозне ураження хромосом - хромосомна аберація або утворення мікроядер - може бути виявлено з допомогою мікроскопа. Одним з прикладів того, що вивчення біомаркерів має величезну важливість є наступне відкриття. Шведські та іранські учені дослідили зразки крові 32 дітей, що страждають розладами аутистичного спектру, а в якості контрольної групи взяли зразки крові 31 здорової дитини. В ході спільної роботи відкрили білки-біомаркери аутизму. Мікроскопічні дослідження плазми крові дозволили виявити різницю в зразках хворих та здорових дітей.

Крім того успіхи біології і технології привели до значного зростання числа досліджень і розробок в області маркерів злоякісних пухлин. Дослідження в даній області є ключовими для населення нашої планети через поширеність онкологічних захворювань.

Біомаркери радіаційного впливу призначені для вирішення 4-х типів клінічних задач – дозиметрії, індивідуальної реакції на опромінення, діагностики і прогнозу перебігу променевої патології.

## **2.2.2 Порядок виконання практичної роботи**

### **Завдання для ознайомлення з методом оцінювання комфортності навколишнього середовища**

Завдання для ознайомлення з методом оцінювання комфортності навколишнього середовища

- ознайомитися з теоретичним матеріалом та вставити у звіт схему структуризації поняття «навколишнє середовища» (рис. 2.6);

- використовуючи вихідні дані, надані викладачем та викладені у теоретичному матеріалі, оцінити вплив навколишнього середовища на комфортність життя населення за 10-бальною шкалою оцінювання, наведеною в табл. 2.5.

Для отримання зведеної оцінки, з отриманих результатів визначити середнє арифметичне значення, яке і буде зведеною оцінкою комфортності

умов навколишнього середовища. Результати занести в табл. 2.6.

Таблиця 2.5 – Бальна шкала оцінювання умов навколишнього середовища на комфортність життя населення

| Бал | Характеристика впливу сукупності умов навколишнього середовища на життя населення   |
|-----|---|
| 0   | Усі компоненти природного середовища є такими, за яких життя населення на певній території протягом тривалого часу неможливе  |
| 1   | Усі природні компоненти для життя населення вкрай несприятливі; постійне проживання в таких умовах негативно відображається на здоров'ї людини  |
| 2   | Більша частина основних природних компонентів несприятлива для постійного проживання населення в певній місцевості  |
| 3   | Певні природні компоненти несприятливі для життя населення протягом значної частини року  |
| 4   | Певні природні компоненти несприятливі для життя населення у ряді місцевостей певного регіону   |
| 5   | Окремі малосуттєві природні компоненти несприятливі для життя та праці населення на відкритому повітрі в певні (зазвичай короткочасні) періоди  |
| 6   | Більшість природних компонентів сприятливі для життя та праці населення на відкритому повітрі, але в деяких місцевостях окремі елементи природного середовища (несуттєві) несприятливо впливають на людський організм |
| 7   | Природні компоненти, у своїй більшості, сприятливі для праці населення на відкритому повітрі, але умови для загального оздоровлення та відпочинку відсутні  |
| 8   | Природні компоненти цілком сприятливі для праці на відкритому повітрі та для загального оздоровлення і відпочинку населення   |
| 9   | Природні компоненти цілком сприятливі для праці на відкритому повітрі, а також для відпочинку місцевого та немісцевого населення  |
| 10  | Усі компоненти виключно сприятливі для оздоровлення людей   |

Таблиця 2.6 – Зведена оцінка умов навколишнього середовища на комфортність життя населення

| Середнє арифметичне значення | Характеристика сукупності впливу умов навколишнього середовища на життя людей | Зведена оцінка комфортності умов навколишнього середовища |
|------------------------------|---|---|
|                              |   |   |
|                              |   |   |
|                              |   |   |

## **Завдання для ознайомлення з поняттями «експозиція факторів навколишнього середовища»**

Завдання для ознайомлення з поняттями «експозиція факторів навколишнього середовища»:

- ознайомитися з теоретичним матеріалом;
- письмово надати відповіді на наступні запитання:
  - а) що розуміють під поняттям «експозиція» та «оцінка експозиції»?
  - б) що визначають на першому етапі експозиції?
  - в) що визначають на другому етапі експозиції?
  - г) на яких методах дослідження може базуватися оцінка експозиції?
  - д) на чому ґрунтуються непрямі (опосередковані) методи оцінки експозиції?
  - е) які методи оцінки експозиції належать до прямих методів?

## **Завдання для вивчення поняття «біомаркери»**

- ознайомитися з теоретичним матеріалом та внести до звіту приклади маркерів експозиції (табл. 2.4);
- письмово надати відповіді на наступні запитання:
  - а) як поділяються біомаркери?
  - б) для чого найчастіше використовують біомаркер експозиції?
  - в) для чого використовують біомаркер ефекту?
  - г) для чого використовують біомаркер сприйнятливості?
  - д) що можна визначити у здорової людини за допомогою біомаркера?
  - е) що можна підтвердити або спростувати на рівні індивідуума з допомогою біомаркера?
  - є) для оцінки чого можуть бути використані біомаркери стосовно до груп працівників, які зазнали впливу?
  - ж) для чого призначені біомаркери радіаційного впливу?

## **Зміст звіту**

1. Назва й мета практичної роботи.
2. Виконані завдання практичної роботи.
3. Письмові висновки за результатами виконання практичної роботи.

## **Контрольні питання**

1. В широкому спектрі сучасних екологічних досліджень «навколишнім середовищем» називають...
2. Як визначають «антропогенне середовище»?
3. Які основні фактори навколишнього середовища впливають на здоров'я людини?
4. Які види впливу оказує клімат на людину?
5. Як впливає недолік ультрафіолетового опромінення на людину?

6. Як проявляється токсичність діоксину?
7. Який вплив на людину хімічного складу води?
8. Як проявляються гострі та хронічні отруєння нітратами?
9. Що є основною причиною утворення фотохімічного туману?
10. Як поділяються хімічні речовини залежно від характеру дії на організм людини?
11. Як діє шумове забруднення на людину?
12. Як поділяються токсичні речовини?
13. Що викликають подразнюючі речовини?
14. До чого призводять мутагенні речовини?
15. Що викликають канцерогенні речовини?
16. Як впливають наркотичні речовини на організм людини?
17. До чого призводять задушливі речовини?
18. Сенсibilізатори - це речовини...
19. Як впливає на здоров'я людини радіація?

## Практична робота 2.3 **Нообіогеоценоз. Мутагенез. Комутагени. Генетичний тягар людини. Природні та штучні антимутагени**

**Мета:** Ознайомитися з поняттям «нообіогеоценоз». Ознайомитися з поняттям мутагенез, комутагени та природні і штучні антимутагени.

### **2.3.1 Короткі теоретичні відомості**

Нообіогеоценоз (НБГЦ) - штучна екологічна система, створена людиною. НБГЦ можна представити як елементарну частину або структурну одиницю біотехносфери. Будь який нообіогеоценоз складається з трьох складових компонентів: нооекотоп, нооекосистеми і нооценоз, які, відповідно, включають в собі наступні компоненти (рис. 2.7):

- ▶ нооекотоп: ґрунт - надра - гідросфера - атмосфера;
- ▶ нооекосистема: ґрунту - фітоценоз - зооценоз – мікробоценоз;
- ▶ нооценоз: суспільство - засоби праці - продукти праці.

Нообіогеоценоз можна розглядати як природно - промислову екологічну систему (ППЕ). Вона є елементарною одиницею територіально - виробничого комплексу, який має ієрархічно підпорядковану просторову структуру. Іншими словами, НБГЦ об'єднуються в природно - промисловий комплекс. Природно - промислові комплекси в свою чергу об'єднуються в територіально - виробничі комплекси.

Прикладами нообіогеоценозов є: агробіогеоценози, технобіогеоценози і урбабіогеоценози (урбанізовані біогеоценози). У цих трьох типах нообіогеоценозів можна спостерігати різні процентні співвідношення взаємодіючих компонентів біоценозу і зооценозу.

Агробіогеоценоз являє собою своєрідний нообіогеоценоз, агроекологічну систему, до складу просторової структури якої входять - сільськогосподарські

селища з усіма матеріальними і людськими ресурсами, домашніми і сільськогосподарськими тваринами і агроекосистемами: ріллями, полями, пасовищами, садами,городами і т.д.

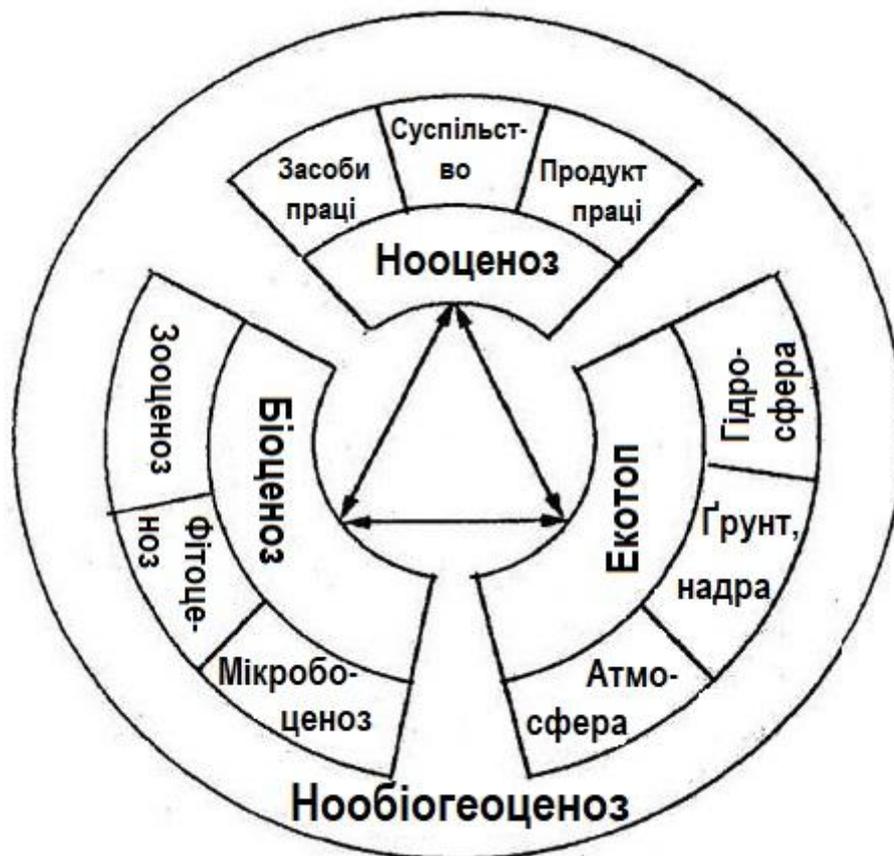


Рисунок 2.7 – Схема нообіогеоценозу

Технобіогеоценози виникають внаслідок дії промислових підприємств гірничодобувної промисловості. В результаті створюється специфічна природно - промислова система (виникнення відвалів пустих порід, захоронення шкідливих речовин, розсіювання їх у атмосфері тощо). Просторова структура елементарного технобіогеоценоза може включати селище або місто, шахту або кар'єр, відвали пустих порід, хвостосховища, тощо.

Урбабіогеоценози являють собою великі селища і міста, великі мегаполіси. Урбаекосистеми в корені відрізняється від природних екосистем та агроекосистем. Місто або велике селище міського типу являє собою залежну гетеротрофную екосистему, яка отримує енергію та ресурси від інших промислових технобіогеоценозів (електростанції, гірничодобувні підприємства, металургійні комбінати тощо), харчування й сировину - від агроекосистем, лісових екосистем, воду - від водних екосистем. В структуру урбабіогеоценоза входить: урбаноценоз - житлові та промислові будівлі, транспорт, інформаційна система, енергетична система, система водопостачання, система каналізації і очисних споруд, комунально - побутові стоки і т.п.

Поняття про «ноосферу» сьогодні широко використовується у

загальнонауковій термінології. В. І. Вернадський пропонував її розглядати як етап розумного регулювання стосунків людини і природи, саме на цьому етапі існує сучасна людина. Важливим елементом нообіосфери є нообіогеоценоз, у якому здійснюється взаємодоповнюючий синтез процесів, що належать неживому, живому та духовному світам. Характерною основною рисою ноосферної особистості є її здатність включатися в процеси, що відбуваються у середині нообіогеоценозу. Як нообіогеоценоз може існувати тільки завдяки зусиллям ноосферної особистості, точно так і ноосферна особистість повною мірою може існувати тільки в умовах нообіогеоценозу. Регулювальні процеси в межах ноосфери здійснюються при активній її участі на підставі наук ноосферного класу. Ця діяльність дозволяє сформувати нообіогеосферу як сукупність взаємозалежних нообіогеоценозів, об'єднаних оптимальними потоками речовини, енергії, інформації таким чином, що керування і їх власна самоорганізація доповнюють один одного. Усі процеси, що протікають в ноосфері, повинні прагнути до мінімізації енергетичних та інформаційних витрат, а також зберігати різноманіття у світі неживого, живого й духовного. Іншими словами, людина розумна, яка існує в певних умовах життєдіяльності прагне покращити умови за рахунок налагодження різноманітних галузей виробництва, певним чином змінює стан природного середовища, порушує його.

Мутаген - з'єднання хімічної, біологічної або фізичної природи, здатне прямо або побічно пошкоджувати спадкові структури клітини. За походженням мутагени можна розділити на екзогенні (багато чинників зовнішнього середовища) і ендогенні (утворюються в процесі життєдіяльності організму). За природою виникнення розрізняють: фізичні, хімічні та біологічні мутагени. До фізичних мутагенів відносяться:

- іонізуючі випромінювання;
- радіоактивні елементи (наприклад, радій, радон, ізотопи вуглецю та ін.);
- ультрафіолетове випромінювання;
- надмірно висока або низька температура.

До хімічних мутагенів відносяться:

- сильні окиснювачі або відновники (наприклад, нітрати, нітрити, активні форми кисню);
- пестициди (гербіциди, фунгіциди);
- деякі харчові добавки (наприклад, ароматичні вуглеводні, цикламат);
- продукти переробки нафти;
- органічні розчинники;
- лікарські препарати (наприклад, цитостатики, імунодепресанти) та інші хімічні сполуки.

До біологічних мутагенів відносяться:

- деякі віруси (наприклад, кору, краснухи, грипу);
- продукти обміну речовин (наприклад, продукти ліпопероксидації);
- антигени деяких мікробів і паразитів.

До самих широко поширених мутагенів, з якими людина безпосередньо

контактує у своєму повсякденному житті відносяться: пестициди, що володіють виключно високою стійкістю до хімічного і біологічного розкладання, мінеральні та органічні добрива, які є основними постачальниками в навколишнє середовище нітросполук - мутагенних і канцерогенних окислів азоту, нітратів, нітритів та ін.

Істотним джерелом мутагенів у навколишньому середовищі є промислові відходи і всілякі відкриті технологічні процеси. Для цього класу сполук характерна висока реакційна здатність, а механізм дії полягає у введенні в азотисті основи молекул ДНК метилових, етилових та інших радикалів. Саме в цьому класі сполук виявлено речовини, що володіють величезною мутагенною силою і названі І.А. Рапопортом «супермутагенами». Для створення різних типів аерозолів, виготовлення пластмасових упаковок, ізоляційного матеріалу широко використовується вінілхлорид, що володіє мутагенними і канцерогенними властивостями.

Джерелом мутагенних сполук є і деякі харчові продукти. Так, при консервуванні використовуються такі мутагени, як формалін, гексаметілентетралін, ванілін, нітрат калію, нітрат натрію та ін.. І хоча сильних мутагенів у харчових продуктах не виявлено, проблема полягає в оцінці сумарного ефекту від сполук, що володіють слабкою та середнього мутагенною активністю. Визначити малу мутагенну активність важко, до того ж цілий ряд речовин, що володіють мутагенною активністю здавна присутній в середовищі (наприклад, кофеїн, танін) і заборонити їх використання неможливо.

Події, що призводять до виникнення мутацій, називають мутаційним процесом (мутагенезом). Розрізняють спонтанний та індукований мутагенез. Поділ мутаційного процесу на спонтанний та індукований певною мірою умовний. На рис. 2.8 надані зовнішні прояви генетичних мутацій людини.



Рисунок 2.8 – Зовнішні прояви генетичних мутацій людини

Індуковані мутації - це мутації, викликані спрямованим впливом факторів зовнішнього або внутрішнього середовища. Індукований мутаційний процес може бути контрольованим (наприклад, в експерименті з метою вивчення механізмів дії або їх наслідків) і неконтрольованим (наприклад, в результаті опромінення при викиді радіоактивних елементів в середовище проживання).

Спонтанні мутації виникають мимовільно, в ході природного метаболізму клітин і організму без видимого додаткового впливу на організм зовнішніх

факторів. Спонтанні мутації можуть виникати, наприклад, в результаті дії хімічних сполук, що утворюються в процесі метаболізму; впливу природного фону радіації або УФ-випромінювання і т.п.

Існують токсичні речовини, які самі не спричинюють мутації, але суттєво змінюють вплив мутагенних чинників фізичної, хімічної та біологічної природи - це комутагени. Вони виступають синергістами мутагенних чинників. Такий ефект мають сполуки природного і штучного походження, неорганічної і органічної природи. Так, аскорбінова кислота (вітамін С) підсилює цитогенетичні ефекти мутагенів, зокрема циклофосфаміду, в культурі лімфоцитів людини: збільшує пошкодження ДНК і т.п. Іншим комутагеном вважається кофеїн, деякі фармакологічні засоби (верапаміл, фендилін, нестероїдні протизапальні препарати та ін.), які впливають на спонтанний та індукований мутагенез.

Комутагени є чинниками, що призводять до модифікаційної мінливості та змінюють норму реакції. Разом з мутагенами вони сприяють збільшенню генетичного тягара людини.

Генетичний тягар - це частина спадкової мінливості популяції, яка визначає появу організмів зі зниженими пристосувальними ознаками. З плином часу в популяції накопичуються шкідливі рецесивні мутації, носіями яких є гетерозиготи. На сьогодні генетичний тягар людства загрозово високий. Кожна людина планети Земля - носій 10-15 потенційно порушених генів.

Збільшення генетичного тягара є небезпечним явищем, бо природний добір людини може втратити значення спрямовального чинника еволюції. Природний добір обмежує народження дітей з несумісним для життя вадами. Мінливість у більшості людей майже не проходить природного добору. Унаслідок цього генетична адаптація популяцій людини до забруднення середовища мутагенами не відбувається. Збільшення в людських популяціях кількості випадків спадкових аномалій, психічних відхилень, онкологічних захворювань, алкоголізму та наркоманії зумовлює обґрунтоване хвилювання, бо згідно з концепцією генетичного тягара Г. Мелера існує можливість небезпеки виродження людини як виду. Пошуки захисту від впливу мутагенних чинників привели до відкриття антимутагенів.

Антимутагени - біологічно активні речовини, введення яких у клітину перешкоджає дії мутагену. Різні антимутагени призначають для профілактики дестабілізації генетичної структури (до впливу мутагену); для впливу на репаративні процеси (після впливу мутагену).

Універсальними називають антимутагени, які однаково ефективні проти дії радіації та хімічних мутагенів. До універсальних антимутагенів належать похідні тіолового ряду: цистеїн, цистамін, глютатіон тощо; серотонін, спермін та інші поліаміни; попередники нуклеїнових кислот, деякі вітаміни.

Доведено, що деякі вітаміни беруть активну участь у природних антимутагенних системах. Дослідження цитогенетичної активності токоферолу, каротину, аскорбінової кислоти свідчать про антимутагенну активність, яка може бути пов'язана антиоксидантними властивостями зазначених речовин.

Під час дослідження інтерферону (білка, що утворюється під час вірусних інфекцій та є неспецифічним чинником протівірусного імунітету) визначено його різнобічну біологічну дію. Встановлена радіозахисна та протекторна дія інтерферону під впливом мутагенів фізичної та хімічної природи.

### **2.3.2 Порядок виконання практичної роботи**

#### ***Завдання для ознайомлення з поняттями «нообіогеоценоз»***

Завдання для ознайомлення з поняттями «нообіогеоценоз»:

- ознайомитися з теоретичним матеріалом та вставити у звіт схему нообіогеоценозу (рис. 2.7);

- користуючись теоретичним матеріалом надати письмові відповіді на наступні питання:

а) нообіогеоценоз (НБГЦ) - це?

б) з яких компонентів складається нообіогеоценоз?

в) природно - промисловий комплекс – це?

г) природно - промислові комплекси об'єднуються в?

д) наведіть приклади нообіогеоценозів;

е) що являє собою агробіогеоценоз?

є) внаслідок дії чого виникають технобіогеоценози?

ж) що являють собою урбабіогеоценози?

з) ким введено поняття про «ноосферу»?

и) що є характерною основною рисою ноосферної особистості?

#### ***Завдання для ознайомлення з поняттями «мутагени»***

Завдання для ознайомлення з поняттями «мутагени»:

- ознайомитися з теоретичним матеріалом;

- користуючись теоретичним матеріалом заповнити текстом незаповнені графи на схемах 2.9 та 2.10;

- розв'язати наступні типові задачі на визначення виду мутацій:

**Задача 1.** Обстеження клітин хворих із синдромом Дауна виявило, що їх хромосомний набір складається із 47 хромосом, тоді як у клітинах здорових людей було виявлено 46 хромосом. До якого виду мутацій можна віднести порушення, яке спричиняє розвиток синдрому Дауна?

**Задача 2.** Батько й мати однієї жінки мали резус-позитивну групу крові. Крім того, її батько був дальтоніком. Сама жінка мала резус-негативну групу крові й нормальний зір. Обидва її сини були дальтоніками. Один з них мав резус-негативну групу крові, а другий – резус-позитивну. До яких видів мутацій можна віднести порушення, які призвели до появи резус-негативної групи крові й дальтонізму?

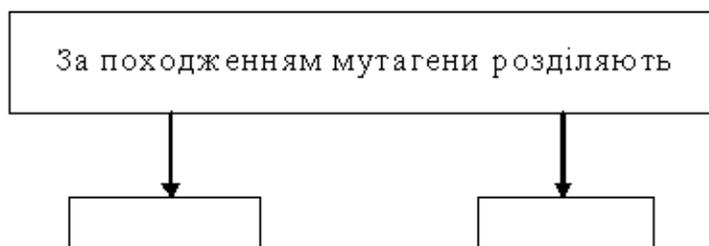


Рисунок 2.9 – Схема поділу мутагенів за походженням

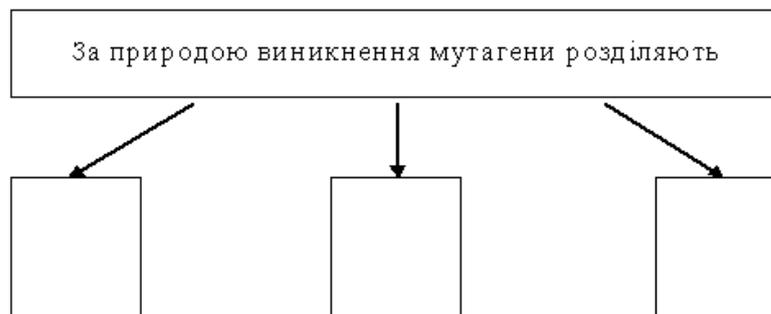


Рисунок 2.10 – Схема поділу мутагенів за природою виникнення

**Завдання для вивчення поняття «комутагени» та «антимутагени»**

Завдання для вивчення поняття «комутагени» та «антимутагени»:

- користуючись теоретичним матеріалом надати письмові відповіді на наступні запитання:

- а) комутагени це?
- б) до яких наслідків призводять комутагени?
- в) антимутагени це?
- г) які антимутагени називають універсальними?

- виконати наступні тестові завдання:

**Тест 4.1.** Чим обумовлений генетичний поліморфізм людства?

- а) прискореним розмноженням
- б) інфекційними хворобами
- в) віковими змінами населення
- г) мутаційними змінами

**Тест 4.2.** Як впливають комутагени на виникнення мутацій?

- а) знижують дію мутацій
- б) модифікують прояву мутацій
- в) посилюють дію мутагену
- г) не впливають на дію мутагену

**Тест 4.3.** Різні антимутагени призначають для?

- а) впливу на репаративні процеси
- б) профілактики дестабілізації генетичної структури
- в) посилення дії мутагену
- г) модифікації проявів мутацій

### Зміст звіту

1. Назва й мета практичної роботи.
2. Виконані завдання практичної роботи.
3. Письмові висновки за результатами виконання практичної роботи.

### Контрольні питання

1. Що таке мутація?
2. Чи завжди мутації призводять до негативних наслідків?
3. Яке значення має мутаційна мінливість для живих організмів?
4. Які приклади мутацій можна навести в людини?
5. Які види мутацій вам відомі?
6. Які ви можете навести приклади генних, хромосомних і геномних мутацій?
7. Чим відрізняються індуковані та спонтанні мутації?
8. Які ви можете навести приклади фізичних, хімічних і біологічних мутагенів?
9. Мутаційний процес (мутагенез) – це?
10. Що таке генетичний тягар людини?
11. Скільки потенційно порушених генів носить кожна людина планети Земля?

## Практична робота 2.4 Екологічно залежні захворювання. Бериліоз, меркуріоз і кадміоз, сатурнізм. Наслідки застосування пестицидів

**Мета:** Набути знання про екологічно залежні захворювання (бериліоз, меркуріоз і кадміоз, сатурнізм). Ознайомитися з наслідками застосування пестицидів.

### 2.4.1 Короткі теоретичні відомості

#### Екологічно залежні захворювання

Серед показників нездоров'я населення виділяються такі, поширення яких певним чином залежить від стану навколишнього середовища. Вони називаються екологозалежними і за своїм характером вияву можуть бути випадковими та не випадковими. За ступенем залежності від якості навколишнього середовища не випадкові екологозалежні захворювання

поділяють на такі види:

- індикаторна патологія, яка характеризує високий ступінь залежності здоров'я від якості навколишнього середовища (профзахворювання, онкологічні захворювання, вроджена патологія, генетичні дефекти, алергії, токсикози, ендемічні захворювання тощо);

- екологічно залежна патологія, що характеризує середню залежність від якості навколишнього середовища (загальна та дитяча смертність, хронічний бронхіт і пневмонія у дітей, загострення основних захворювань серцево-судинної і дихальної систем та ін.);

- помірний ступінь залежності від якості навколишнього середовища (патологія вагітності, захворювання з тимчасовою втратою працездатності, хронічний бронхіт і пневмонія у дорослих, основні захворювання серцево-судинної системи тощо).

Всі екологічно зумовлені захворювання можна розділити на дві групи:

- Екологічно зумовлені захворювання, пов'язані з дією природно-зумовлених причин (або так званих ендемічних захворювань), - надлишок або недолік окремих елементів в питній воді, місцевих продуктах харчування, дія екстремальних кліматичних умов і т. п. До них відносяться ендемічні захворювання; природно-осередкові інфекції; захворювання, обумовлені радіаційним впливом (лейкоз, злоякісні новоутворення); гострі та хронічні отруєння хімічними викидами в навколишнє середовище; злоякісні новоутворення, зумовлені забрудненням навколишнього середовища канцерогенами; захворювання, обумовлені впливом біологічних факторів, в тому числі лейкози вірусного походження.

- Екологічно зумовлені захворювання, пов'язані з діяльністю людини (або техногенні).

Дані захворювання у свою чергу також можна розділити на дві групи:

- викликані тривалою (постійною) дією того або іншого шкідливого чинника або їх поєднань на організм людини. При цьому вони виявляються підвищеними в порівнянні з фоновим рівнем і/або в порівнянні з іншими територіями рівнем захворюваності відомими хворобами;

- викликані різким раптовим значним збільшенням того або іншого шкідливого чинника хімічної або фізичної природи в зовнішньому середовищі (як правило, в результаті аварій). При цьому на даній території спостерігається різке збільшення (спалах) «нових» або вже відомих захворювань.

Згідно даним ВООЗ 75 % всіх щорічних смертей в світі обумовлено дією навколишнього середовища і неправильним способом життя, 90 % всіх злоякісних новоутворень викликається чинниками навколишнього середовища і лише 10 % іншими чинниками.

При цьому екологічні причини виступають в якості пускових для розвитку патогенетичних механізмів. Важливо знати і розуміти взаємозв'язок між антропогенною дією на навколишнє середовище і захворюваністю людини. Знання цих механізмів дозволить намітити і реалізувати комплекс заходів щодо профілактики екологічно залежної захворюваності.

Пил і пари берилію дуже небезпечні ураженням легень і розвитком системних ускладнень. Завдяки його стійкості у відношенні руйнування і “зношування”, цей метал одержав широке застосування у сплавах, виготовленні інструментарію і в літакобудуванні. Берилій використовувався в люмінесцентних лампах, а раптовий розрив цих трубок спроможний завдати епізодичної, але суттєвої шкоди. Використання берилію в люмінесцентній промисловості було припинено насамперед саме через бериліоз.

У даний час найбільшому ризику піддаються робочі у сфері видобутку цього металу, виготовлення сплавів та інструментарію. Бериліоз розвивається також у людей, які живуть поблизу об’єктів, що виділяють пил, пару або дим, який містить цей метал. З невияснених причин (приблизно в 2 % людей) існує індивідуальна схильність до бериліозу.

Проникнення берилію або у вигляді дрібних частинок, або у вигляді оксидів чи солей в однаковому ступені супроводжується розвитком бериліозу. Залежно від розчинності і концентрації берилію у повітрі розвиваються два типи бериліозу: гострий і хронічний бериліоз, останній найчастіший.

Гострий бериліоз здебільшого виникає при попаданні в організм розчинних кислих солей берилію. Розвивається гостра бронхопневмопатія (рис. 2.11).

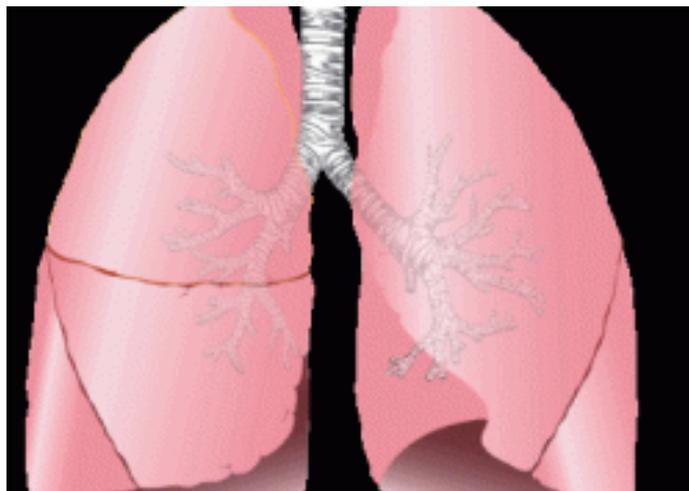


Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд ураження легень під дією хвороби бериліоз

Клінічно вона проявляється сухим кашлем, утрудненим диханням, лихоманкою та астеною. В результаті мікроскопічно така пневмонія носить характер “гострої хімічної пневмонії”.

Ртуть або кадмій викликають характерні екологічно зумовлені захворювання: меркуріоз, що характеризується порушеннями слуху, зору, дотику, неврологічними розладами; і кадміоз, при якому відзначаються сильні болі, деформація скелета, ураження нирок, переломи скелета.

Ртуть застосовується в деяких інсектицидах і фунгіцидах, що становить небезпеку для житлових помешкань. В наші дні отруєння ртуттю рідкісні,

проте ця проблема заслуговує на увагу. Декілька років тому в м. Мінімата (Японія) була зареєстрована епідемія отруєння ртуттю. Ртуть була виявлена в консервованому тунці, який у якості їжі вживали жертви цього отруєння. З'ясувалося, що один із заводів скидав у Японське море відходи ртуті саме в тому районі, відкіля з'явилися отруєні люди.

Отруєння свинцем (сатурнізм) – являє собою приклад найчастішого захворювання, зумовленого впливом навколишнього середовища. В більшості випадків мова йде про поглинання малих доз і накопичення їх в організмі, поки його концентрація не досягне критичного рівня, необхідного для токсичного прояву.

Існує гостра та хронічна форма хвороби. Гостра форма виникає при попаданні значних його доз через шлунково-кишковий тракт або при вдиханні парів свинцю, або при розпиленні свинцевих фарб. Хронічне отруєння найчастіше виникає у дітей, які лижуть поверхню предметів, пофарбованих свинцевою фарбою.

Діти на відміну від дорослих набагато легше абсорбують свинець. Хронічне отруєння може розвиватися при використанні погано обробленого керамічного посуду, покритого емаллю, яка містить свинець, при споживанні зараженої води, особливо в старих будинках, де каналізаційні труби містять свинець, при зловживанні алкоголем, виготовленим у перегінному апараті, який містить свинець.

Органами-мішенями при отруєнні свинцем є кровотворна і нервова системи, нирки. Менш значних збитків сатурнізм завдає шлунково-кишковому трактові (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Зовнішній прояв сатурнізму

Проблема хронічної інтоксикації пов'язана також із наявністю парів свинцю при застосуванні тетраетилсвинцю при опіках у якості антишокового препарату. Викиди газу отруюють не тільки атмосферу, але й ґрунти, воду, продукти харчування. Отруєння атмосфери повсюдне, і в середньому доросла людина одержує приблизно від 150 до 400 мг свинцю, а його концентрація у крові і тканинах складає до 25 мг/100 мл. Для виникнення клінічних ознак хвороби необхідно біля 80 мг/100 мл.

Сьогодні ми маємо справу з екологічно зумовленими і раніше невідомими захворюваннями. Це такі хвороби, як: хімічна астма, Кіршський синдром (астма

у дітей, сенсibilізована викидами заводів, що виробляють напівсинтетичні корма для тварин); синдром загальної стомлюваності або напруженої адаптації; діоксидний синдром (пігментація шкіри, імунодефінація): «дивна» хвороба Мінамата (спазматичні паралічі, розумова відсталість, враження ЦНС метил ртуттю, що накопичується у морських продуктах харчування); хвороба Юшо (ураження шкіри полі хлорованими біофенілами, що поступають із забрудненими харчовими оліями); синдром токсичної іспанської олії (ураження сполучних тканин і м'язів гідантоїдами сурогатної рослинної олії); загальна депресія – «хімічний СНІД» (його викликають діоксини, важкі метали, токсичні радикали, гідрозини та інші); хвороба інтактності (міопатії, викликані кадмієм); синдром чорних ніг (дистрофічні зміни шкіри ніг під впливом арсену (миш'яку)); акромідія, або хвороба Феєра (нейроалергічні реакції на ртуть); респіраторний дистрес – синдром «дорослого» типу (дія на легені токсичних радикалів кисню, сульфат-аніону); синдром «нездорових будинків» (стан хронічної стомлюваності під впливом родону, формальдегіду, тощо).

### Пестициди

Пестициди – це токсичні речовини, їх сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для боротьби з організмами, які шкодять оброблюваним сільськогосподарським культурам і (або) запасам сільськогосподарських продуктів, для зниження небажаної рослинності, збудників хвороб і переносників захворювань тварин і рослин, а також для регулювання розвитку організмів. На сьогоднішній день, особливої актуальності набула проблема застосування пестицидів у сільському господарстві та дослідження наслідків впливу пестицидів на природні екосистеми та здоров'я людей.

Людина, як частина трофічного ланцюга, складова частина екосистеми і гетеротроф, уже давно не задовольняється існуючими трофічними зв'язками, їх масштабами і створює штучні біоценози, більш продуктивні, ніж природні. Так, при розорюванні земель фітоценози (природні рослинні угруповання) змінюються штучними – агрофітоценозами. В них складаються якісно інші трофічні зв'язки. Природний процес зміни рослинності змінюється штучним і йде не від природи, а від людини – у зворотному напрямі. При цьому нагромаджується багато відходів, що не характерне для природної трофіки.

В таких випадках людина стає ніби чужою складовою частиною природи, виходячи із загального біогенного кругообігу. В результаті її діяльності створюється інший екологічний комплекс, який істотно порушує природні біоценози й екосистему. Це, зокрема, можна спостерігати в сівозмінах, де застосовують технології вирощування культур, що передбачають внесення в ґрунт і на посівах великої кількості різних хімікатів, які в подальшому циркулюють у біосфері, що можна проілюструвати на прикладі пестицидів (рис. 2.13).

Окрім безпосереднього цільового призначення, пестициди чинять

багатосторонній негативний вплив на біосферу, масштаб якого порівнюють з глобальними екологічними чинниками. Головна небезпека пестицидів полягає у входженні їх у біологічний колообіг, у процесі якого вони надходять в організми людини і тварин.



Рисунок 2.13 – Циркуляція пестицидів у біосфері

Токсичність пестицидів визначена для всіх живих організмів, що пояснюють подібністю їхніх головних біохімічних процесів і молекулярно-біологічною організацією живого. Найвираженішу токсичну дію на людину і теплокровних тварин мають пестициди хлорорганічної і фосфорорганічної груп. Особливий екологічний інтерес до пестицидів виник у зв'язку з хронічною токсичністю і високою персистентністю галогенпохідних фенолів – ДДТ, ДДЕ і ТДЕ, які надзвичайно широко застосовували у 40-50-х роках ХХ ст. ДДТ, маючи широкий спектр дії і значну стійкість до розкладу, нагромаджувався в окремих ланках трофічних ланцюгів у значних кількостях, що призводило до загальновідомих згубних наслідків. З урахуванням значної екологічної небезпеки препарату ДДТ з початку 70-х років його застосування заборонено.

Серед основних негативних екологічних наслідків застосування пестицидів слід виділити наступні:

- здатність їх накопичуватися у ґрунті та переноситися живими організмами по трофічному ланцюгу;
- зменшують біологічну продуктивність і нормальне функціонування ґрунтових мікробіоценозів;
- знижують інтенсивність процесів самоочищення ґрунту;
- здатність накопичуватися у річках, морях та ґрунтових водах;
- здатність пригнічувати біохімічні процеси і перешкоджати природному відновленню родючості;
- викликають втрату харчової цінності та смакових якостей

сільськогосподарської продукції;

- викликають порушення діяльності центральної нервової, серцево-судинної та інших систем організму, аномалії новонароджених та зниження опірності імунної системи.

На рис. 2.14 наведена класифікація пестицидів за ступенем впливу на організм людини.

Усі без винятку пестициди при ретельному вивченні виявляли або мутагенну, або інші негативні дії на людину. Близько 90 % усіх фунгіцидів, 60 % гербіцидів і 30 % інсектицидів є канцерогенними.

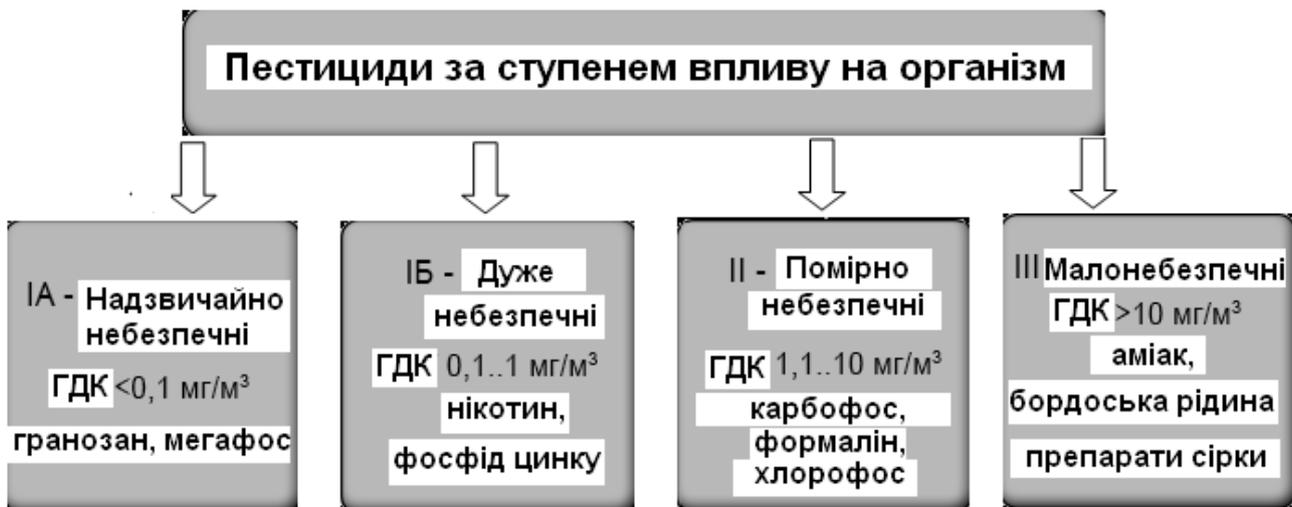


Рисунок 2.14 – Класифікація пестицидів за ступенем впливу на організм людини

## 2.4.2 Порядок виконання практичної роботи

**Завдання для ознайомлення з поняттями «екологічно залежні захворювання (бериліоз, меркуріоз і кадміоз, сатурнізм)»**

Завдання для ознайомлення з поняттями «екологічно залежні захворювання (бериліоз, меркуріоз і кадміоз, сатурнізм)»:

- ознайомитися з теоретичним матеріалом та використовуючи його заповнити табл. 2.7. Зробити висновки;

- письмово надати відповіді на наступні питання:

а) що таке екологічно залежні захворювання?

б) на які групи можна розділити екологічно зумовлені захворювання, пов'язані з діяльністю людини (або техногенні)?

в) які типи бериліозу розвиваються залежно від розчинності і концентрації берилію у повітрі?

г) які характерні екологічно зумовлені захворювання викликають ртуть або кадмій?

д) які існують форми хвороби сатурнізм?

е) коли виникає гостра форма хвороби сатурнізм?

Таблиця 2.7 – Види невідповідних екологічних захворювань за ступенем залежності від якості навколишнього середовища

| Вид невідповідних екологічних захворювань | Ступень залежності від якості навколишнього середовища |
|---|--|
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |

### *Наслідки застосування пестицидів*

Наслідки застосування пестицидів:

- ознайомитися з теоретичним матеріалом та вставити у звіт схему класифікації пестицидів за ступенем впливу на організм людини (рис. 2.14);
- користуючись теоретичним матеріалом заповнити текстом незаповнені графі на схемі 2.15;
- письмово надати відповіді на наступні питання:
  - а) що таке пестициди?
  - б) пестициди яких груп оказують найвираженішу токсичну дію на людину і теплокровних тварин?
  - в) який багатосторонній вплив чинять пестициди на біосферу?
  - г) яку дію на людину виявляють усі без винятку пестициди?



Рисунок 2.15 – Основні негативні екологічні наслідки застосування пестицидів

### **Зміст звіту**

1. Назва й мета практичної роботи.
2. Виконані завдання практичної роботи.
3. Письмові висновки за результатами виконання практичної роботи.

## Контрольні питання

1. На які групи можна розділити екологічно зумовлені захворювання?
2. Який ступінь залежності здоров'я від якості навколишнього середовища характеризує індикаторна патологія?
3. Яку залежність від якості навколишнього середовища характеризує екологічно залежна патологія?
4. Чим обумовлено згідно з даним ВООЗ 75 % всіх щорічних смертей в світі?
5. Які явища в довкіллі супроводжуються розвитком бериліозу?
6. Коли здебільшого виникає гострий бериліоз?
7. Якими порушеннями характеризується меркуріоз?
8. Наведіть приклад найчастішого захворювання, зумовленого впливом навколишнього середовища, внаслідок отруєння свинцем.
9. Коли найчастіше виникає хронічне отруєння свинцем?
10. Які Ви знаєте екологічно зумовлені і раніше невідомі захворювання?
11. Які основні негативні екологічні наслідки застосування пестицидів?
12. Надати класифікацію пестицидів за ступенем впливу на організм людини.

### Практична робота 2.5 Психоактивні речовини. Негативні наслідки токсикоманії та наркоманії. Методи виведення шкідливих речовин з організму людини

**Мета:** Ознайомитися з поняттям «психоактивні речовини» та негативними наслідками токсикоманії та наркоманії. Ознайомитися з методами виведення шкідливих речовин з організму людини.

#### 2.5.1 Короткі теоретичні відомості

Психоактивні речовини – хімічні сполуки, які здатні викликати при одноразовому прийомі ейфорію або інші, бажані з точки зору споживача, психотропні ефекти, а при систематичному вживанні – психічну і фізичну залежність.

Нарко(токсико)манія – хвороба, яка викликається систематичним вживанням наркотичних (токсикоманічних) речовин і проявляється синдромом зміненої реактивності, психічною та фізичною залежністю і призводить до специфічних змін психіки і соматоневрологічного статусу, а в кінцевому стані до летального закінчення.

Синдром зміненої реактивності:

- зникнення захисних механізмів;
- зміна форми вживання ПАР
- зміна толерантності.

Толерантність – це біологічна чи поведінкова захисна реакція на повторне

введення однієї і тієї ж кількості наркотику.

У результаті нетривалого регулярного (а деколи навіть одноразового) вживання наркотичних речовин, деяких лікарських препаратів розвиваються наркоманія і токсикоманія. Їх наслідки неймовірно пагубні і носять важкий характер. Перш за все, страждає головний мозок. Внутрішні органи, нервова система стають вразливими до різних захворювань, здатним навіть понести життя наркомана. Незабаром починається і руйнування особистості з духовної точки зору. Психіка сильно змінюється, і це тягне за собою розвиток егоїзму і черствості, втрачається здатність адекватно оцінювати свої вчинки. Людина стає асоціальною, він не прагне до повноцінного життя, а все більше деградує.

Виділяють основні ознаки наркоманії та токсикоманії, які спостерігаються у всіх людей з таким діагнозом. По-перше, це – психічна залежність. Система цінностей руйнується, життєві цілі спочатку йдуть на другий план, а потім і зовсім стають непотрібними. Кожен день наркоман прокидається з думкою про те, де взяти нову порцію наркотиків – для цього він і живе. По-друге – фізична залежність. Абстинентний синдром – це явище, коли наркотичні речовини руйнують в організмі ферменти і гормони, що відповідають за природне знеболювання. Ломка – болісні відчуття, і для того, щоб позбутися від них, наркомани йдуть на найвідчайдушніші і страшні вчинки. По-третє – змінюється відчуття від прийому наркотику. Він уже не викликає колишньої ейфорії і радості. Наркотик лише допомагає заглушити біль від ломки. При цьому самостійно відмовитися від вживання наркотичних речовин людина вже не в змозі – фізичні страждання дуже сильні. Лише одиниці змогли сказати «ні» і пережити кілька днів без наркотику.

Психічна залежність – це усвідомлена або неусвідомлена потреба у вживанні психоактивної речовини для зняття психічного напруження і досягнення психічного комфорту.

Фізична залежність – стан при якому у відповідь на відміну ПАР розвивається абстинентний синдром.

Абстинентний синдром (синдром відміни) – фізичні, психічні, вегетативні порушення, які розвиваються після різкого припинення вживання наркотику або фармакологічного блокування його дії.

Класифікація наркотичних речовин:

Седативні (опіати, барбітурати, транквілізатори, кодеїн).

Стимулюючі препарати (ефедрин, амфетаміни (фенамін), кокаїн).

Психоделічні, тобто ті, які змінюють свідомість (ЛСД, препарати коноплі, фенциклідин), псилоцибіни – гриби.

ЛНДР – летючі наркотичнодіючі речовини (розчинники – бензин, ацетон, фарби і т. ін.).

Усі вони спричиняють психічну та фізичну залежність і низку психічних, неврологічних та соматичних розладів. Медичне використання наркотиків суворо контролюється на підставі спільних постанов МОЗ та МВС. Незаконні операції з ними (виготовлення, зберігання, транспортування, продаж) підпадають під дію 229-ї та 230-ї статей Кримінального кодексу України.

За даними МОЗ України, нараховувалося майже 70 тис. наркоманів та токсикоманів. І щороку кількість зростає на 10—12 %. На думку деяких дослідників, враховуючи вищу латентність наркоманії, ніж алкоголізму, ці показники слід помножити на 10.

Вплив на організм різних видів наркотиків представлений на рис. 2.16.

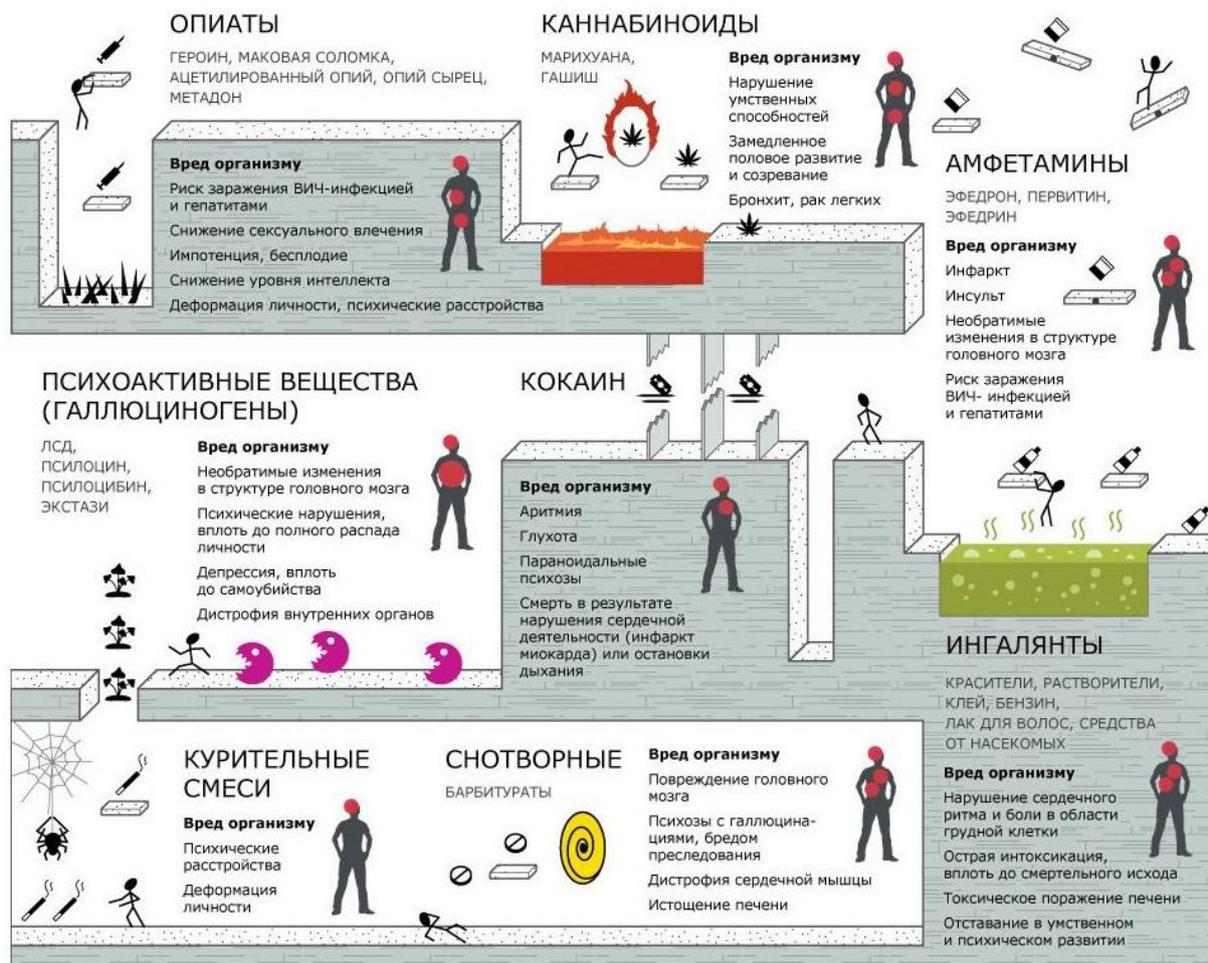


Рисунок 2.16 – Вплив на організм різних видів наркотиків

Вищу латентність мають канабіолова наркоманія та токсикоманія, ніж так звана тяжка наркоманія (опіатна та стимуляторна). За даними опитування шкільної молоді України, майже 15 – 18 % опитуваних вживали канабіоїди. Кількість споживачів "тяжких наркотиків" та токсичних речовин коливалася в межах 0,5 – 1,5 %.

Усі шкідливі речовини потрапляють через шкіру, шлунково-кишковий тракт, легені та слизову оболонку. Людський організм всіляко бореться з токсичною агресією навколишнього середовища. Найцікавіше, що далеко чимала частина чужорідних і отруйних речовин виводяться завдяки самоочищенню організму. А також за рахунок сильного біологічного щита, яким нас нагородила природа. Хоча сьогодні токсини настільки сильні, що часом біологічний захист просто не в змозі впоратися самотійно.

Таким чином, більша частина бруду постійно відкладається в лімфі, в

органах і тканинах у вигляді шлаків. І, зрештою, може наступити той момент, коли кількість шлаків в організмі перевершить норму і тим самим вони негативно впливають практично на всі органи.

Шлаки і токсини з'являються в організмі людини двома шляхами: екзогенними і ендогенними. Тобто вони можуть потрапляти в органи і тканини ззовні разом з іншими корисними речовинами на кшталт кисню, води і їжі, а можуть вироблятися самим організмом (наприклад, як відповідь на алергічне вплив), який не завжди може вчасно від них позбутися. Шлаки і токсини накопичуються в клітинах, в міжклітинному просторі, що порушує роботу внутрішніх органів (у тому числі життєво важливих кшталт серця, печінки, нирок, легень, кишковика).

Джерела надходження шкідливих речовин в організм людини представлені на рис. 2.17.

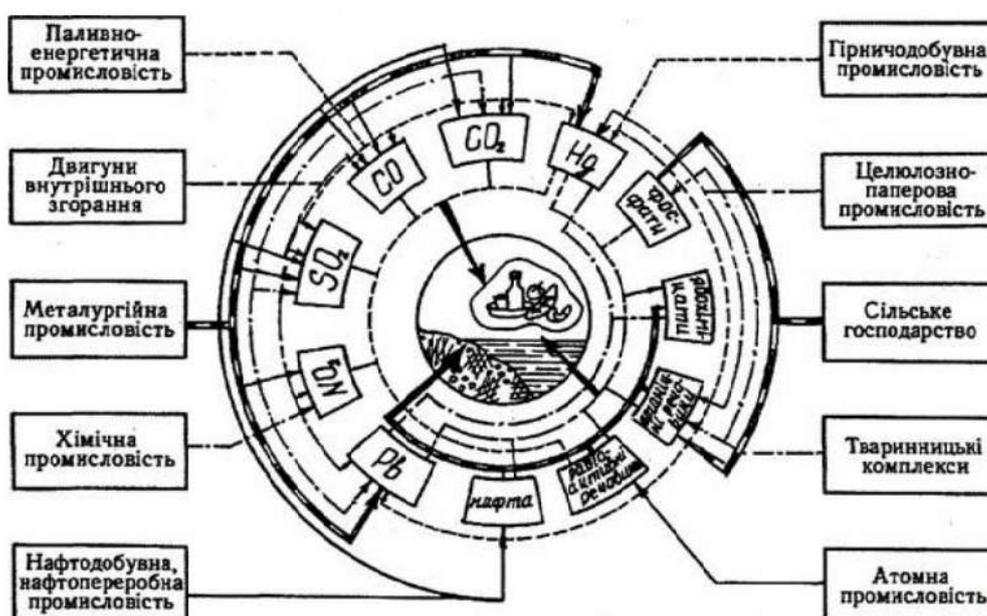


Рисунок 2.17 – Джерела надходження шкідливих речовин в організм людини

Очищення організму від шлаків (система, метод очищення) допоможе максимально збільшити тривалість життя, а в майбутньому і зовсім не вмирати від старіння. Ще вчений І.Мечников говорив про негативну роль самоотруєння організму. Тоді, близько 100 років тому, подібні ідеї були вельми популярні. Потім вони чомусь були забуті. Однак тепер, на новому витку історичної спіралі, вченим вдалося експериментальним шляхом довести наявність великого впливу аутоінтоксикації (самоотруєння) на розвиток процесу старіння. Чим сильніша система знешкодження, тим довше живе організм!

Японський цілитель Дж. Осава виділяє наступні етапи зашлакованості організму:

1. Низька працездатність, швидка стомлюваність — «синдром хронічної втоми».

2. Головні болі, ломота в кістках, безсоння.
3. Алергічні прояви на шкірі.
4. Накопичення піску та каміння у жовчному міхурі та нирках.
5. Деформація внутрішніх органів, уражених шлаками.
6. Дегенерація печінкової тканини, мозку, розвиток злоякісних новоутворень.

Методів очищення організму сьогодні існує безліч, починаючи від біологічних добавок (БАДів), закінчуючи йогою і очисними клізмами.

Нормальним є очищення організму природним шляхом, відновлюючи і підтримуючи правильний обмін речовин. З цією метою необхідно дотримуватися деяких простих, але обов'язкових правил:

- здорове харчування: свіжі фрукти та овочі, злаки, причому краще вирощені на власній дачній ділянці, а не куплені у бабусь, які мають городи біля автомагістралей; краще обмежити вживання консервованих продуктів, здоби, солодощі корисніше в натуральному вигляді (мед, наприклад), м'ясо більш корисно нежирне, а риба обов'язкова в раціоні не рідше одного разу на тиждень;

- ще одна важлива умова – не переїдати, приймати їжу тоді, коли організм сигналізує вам почуттям голоду. Кількість і калорійність їжі повинні чітко відповідати вашому способу життя: чим більше фізична активність, тим більше калорійної повинна бути їжа.

- приймати чисту негазовану воду не менш 2 л на добу. Склянка води, випита за півгодини до їжі, сприяє виведенню токсинів і шлаків з організму;

- менше користуватися синтетичними миючими засобами, елементи яких часто залишаються навіть на добре виполосканому посуді.

З метою виведення шкідливих речовин з організму людини продукти харчування повинні містити достатню кількість клітковини, амінокислот, пектину, альгінату натрію. Всі вони належать до харчових волокон і містяться в значних кількостях у висівках насіння, шкірках овочів і фруктів.

Харчові волокна сприяють засвоєнню організмом людини поживних речовин та дезінтоксикації. Вони також створюють сприятливі умови для розвитку в кишках бактерій, які синтезують вітаміни групи В, виробляють ферменти, необхідні для травлення та виведення токсинів і радіонуклідів, запобігають розмноженню небажаних мікроорганізмів, що можуть утворювати токсичні та канцерогенні речовини. Добове споживання харчових волокон має становити не менш як 10 г.

Головними постачальниками волокон є вівсяна, рисова та ячмінна крупи, кукурудза, яблука, капуста й гарбузи. В основному це природні традиційні продукти харчування: зернові, бобові, гречка, овочі, фрукти та горіхи. В цільному зерні багато білків, заліза, цинку, кальцію, вітамінів групи В, фітонцидів, харчових волокон та мікроелементів. Вони захищають наш організм від шкідливої дії радіонуклідів.

Деякі вдаються до медичних методів очищення організму шляхом крапельниць, озонотерапії, очищення через фільтри крові, гідроколонотерапії і

багато іншого, але:

- по-перше, ці методи мають протипоказання,
- по-друге, побічні дії,
- по-третє, далеко не завжди можна виділити багато часу і грошей.

Метод очищення організму клізмами дуже часто використовується в домашніх умовах, але знову ж, його пропагують не фахівці, а, як і в попередньому варіанті, не повністю компетентні люди. Саме по собі разове застосування (або періодичне раз на місяць, сезон) клізми є досить корисним, особливо, перед переходом на правильне харчування або на рубежі сезонів, коли після зимової сплячки організм переходить на велику кількість овочів, фруктів, якими так повна наша країна влітку.

З приводу ж рад багаторазових клізм, медицина каже: «НІ В ЯКОМУ РАЗІ». При систематичних клізмах вимиваються з організму вітаміни, мінерали та інші корисні речовини, крім того, при частих клізмах шлунок перестає добре і правильно функціонувати, викликаючи зниження імунітету і авітаміноз, хвороби шлунка і загострення хронічних захворювань.

Перед тим як вибрати метод очищення організму необхідно прислухатися до себе, проаналізувати наявні захворювання і активність свого життєвого циклу.

## 2.5.2 Порядок виконання практичної роботи

### *Завдання для ознайомлення з поняттями «психоактивні речовини»:*

- ознайомитися з теоретичним матеріалом та використовуючи його і (рис. 2.16), заповнити табл. 2.8. Зробити висновки;
- письмово надати відповіді на наступні питання:
  - а) які речовини являються психоактивними?
  - б) що таке наркоманія та токсикоманія?
  - в) в чому виражається синдром зміненої реактивності?
  - г) що таке толерантність до психоактивних речовин?
  - д) які основні ознаки наркоманії та токсикоманії?
  - е) наведіть класифікацію наркотичних речовин.

Таблиця 2.8 – Наслідки наркоманії та токсикоманії для людини

| Вид залежності | Наслідки для людини |          |           |
|----------------|---------------------|----------|-----------|
|                | фізичні             | психічні | соціальні |
| Наркоманія     |                     |          |           |
| Токсикоманія   |                     |          |           |

### *Завдання для вивчення методів виведення шкідливих речовин з організму людини:*

- ознайомитися з теоретичним матеріалом та використовуючи його і рис. 2.17, заповнити табл. 2.9. Зробити висновки;
- письмово надати відповіді на наступні питання:

- а) які шляхи потрапляння шкідливих речовини в організм людини?
- б) як впливає зашлакованість організму практично на всі органи?
- в) які джерела надходження шкідливих речовин в організм людини?
- г) які етапи зашлакованості організму виділяє японський цілитель Дж. Осава?
- д) які існують методи очищення організму?

Таблиця 2.9 – Методи очищення організму

| Шляхи очищення | Методи очищення організму |
|----------------|---------------------------|
| Природний шлях |                           |
| Медичний шлях  |                           |

### Зміст звіту

1. Назва й мета практичної роботи.
2. Виконані завдання практичної роботи.
3. Письмові висновки за результатами виконання практичної роботи.

### Контрольні питання

1. У чому виражається психічна залежність від психоактивних речовин?
2. У чому виражається фізична залежність від психоактивних речовин?
3. У чому виражається абстинентний синдром?
4. Скільки наркоманів та токсикоманів нараховувалося в нашій державі за даними МОЗ України?
5. Якими шляхами шлаки і токсини з'являються в організмі людини?
6. В чому суть екзогенного шляху?
7. В чому суть ендогенного шляху?

## Практична робота 2.6 Гігієнічна оцінка освітлення виробничих приміщень

**Мета:** Закріпити теоретичні знання про освітлення та оволодіти навичками його гігієнічної оцінки.

### 2.6.1 Короткі теоретичні відомості

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Приблизно 90 % інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але є й біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм – бадьорість та сон. Отже,

недостатня освітленість, або її надмірна кількість, знижує рівень збудженості центральної нервової системи і активність усіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту та порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві стається через погане освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а, головне, людина може загинути або стати інвалідом. Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам: бути достатнім (згідно з нормами ДБН В.2.5.28-2006); рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм.

За своєю природою світло – це видиме випромінювання електромагнітних хвиль довжиною від 380 до 780 нанометрів (нм) (1 нм дорівнює  $10^{-9}$  м). Видиме світло (біле) є складовою цілого ряду кольорів, які залежать від довжини електромагнітних хвиль: фіолетовий 380...450 нм; синій 450...510 нм; зелений 510...575 нм; жовтий 575...620 нм; червоний 620...750 нм. Випромінювання вище 780 нм називають інфрачервоним, нижче 380 нм – ультрафіолетовим.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів:

Природне – це пряме або відбите світло сонця (небосхила), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх відгороджуваних конструкціях.

Штучне – здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби, або таких приміщень, які не мають природного освітлення.

Сполучене (комбіноване, суміщене) – одночасне поєднання природного і штучного освітлення.

Гігієнічними вимогами передбачено комбіноване (природне та штучне) освітлення.

Освітлення, або світло, характеризується кількісними та якісними показниками, при цьому застосовують стандартні одиниці та терміни.

Кількісні показники освітлення визначають світловий потік, силу світла, освітленість та яскравість.

*Світловий потік ( $F$ )* – потік променевої енергії, що сприймається органами зору як світло, тобто характеризує потужність променевої енергії. Одиниця світлового потоку – люмен (лм) – дорівнює потоку, який випромінюється до одиничного тілесного кута  $\omega$  рівному 1 стерадіан точковим джерелом світла в 1 канделу. Стерадіан – одиничний тілесний кут  $\omega$ , який утворює на сферичній поверхні радіусом 1 м поверхню, площа якої дорівнює  $1\text{ м}^2$ . Значення  $\omega = S/R^2$  (рис. 2.18.)

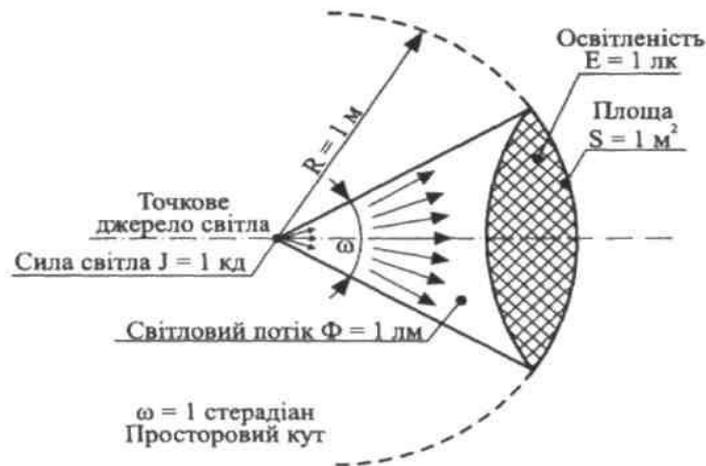


Рисунок 2.18 – Схема кількісних показників освітлення

Джерела світла випромінюють світловий потік у різних напрямках неоднаково. Тому, щоб дати характеристику інтенсивності випромінювання, застосовуємо поняття «просторова або кутова щільність світлового потоку», яку називають силою світла ( $I$ ), тобто світловий потік, віднесений до тілесного кута, в якому він випромінюється:

$$I = F/\omega, \text{ кд.} \quad (2.1)$$

За одиницю сили світла приймають канделу (кд), яка дорівнює 1 лм/стер.

Величину світлового потоку, який припадає на одиницю освітлювальної поверхні, називають *освітленістю* ( $E$ ):

$$E = F/S, \text{ лк.} \quad (2.2)$$

Одиниця освітленості – люкс (лк) – освітленість поверхні  $S=1 \text{ м}^2$  при світловому потоці  $F=1 \text{ лм}$ , який падає на неї.

Видимість предмета оком залежить від частини світлового потоку, відбитого освітлювальним предметом і характеризується *яскравістю* ( $L$ ). Яскравість залежить від сили світла, кута падіння світлового потоку та ряду інших факторів. За величину яскравості прийнято ніт – це яскравість  $1 \text{ м}^2$  плоскої поверхні, яка відбиває у перпендикулярному напрямі силу світла в 1 канделу:

$$L=I(S \cdot \cos\alpha), \text{ кд/м}^2. \quad (2.3)$$

До якісних показників належать фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник осліпленості, коефіцієнти відбиття і т.д.

*Коефіцієнт відбиття* ( $\rho$ ) характеризує здатність поверхні відбивати падаючий на неї світловий потік:

$$\rho = F_{\text{від}}/F_{\text{пад}}. \quad (2.4)$$

*Фон* – це поверхня, яка прилягає до об'єкта розрізнення, на який він розглядається. Фон вважається світлим при  $\rho > 0,4$ , середнім при  $\rho = 0,2 \dots 0,4$  і темним при  $\rho < 0,2$ .

*Контраст об'єкта з фоном* ( $K$ ) характеризується співвідношенням яскравостей розрізняльного об'єкта та фону:

$$K = (L_{\text{фон.}} - L_{\text{об.}}) / L_{\text{фон.}} \quad (2.5)$$

Контраст вважається великим при  $K > 0,5$ , середнім при  $K = 0,2 \dots 0,5$  і малим при  $K < 0,2$ .

*Видимість* ( $V$ ) характеризує здатність ока сприймати об'єкт при освітленості від 0,1 до 100000 лк, залежить від освітленості, розміру даного об'єкту, його яскравості, контрасту об'єкту з фоном, та визначається числом порогових контрастів (тобто, найменшим розрізняльним контрастом):

$$V = K / K_{\text{пор.}}, \quad (2.6)$$

де  $K$  – контраст об'єкту з фоном;

$K_{\text{пор}}$  – пороговий контраст, тобто найменший помітний оком контраст, при невеликому зменшенні якого об'єкт стає невиразним.

*Показник осліпленості* ( $P$ ) є критерієм оцінки сліпучої дії освітлювальної установки:

$$P = (S - 1) \cdot 1000, \quad (2.7)$$

де коефіцієнт осліпленості  $S = V_1 / V_2$ , причому,  $V_1$  – при екрануванні блискучих джерел;  $V_2$  – коли вони у полі зору.

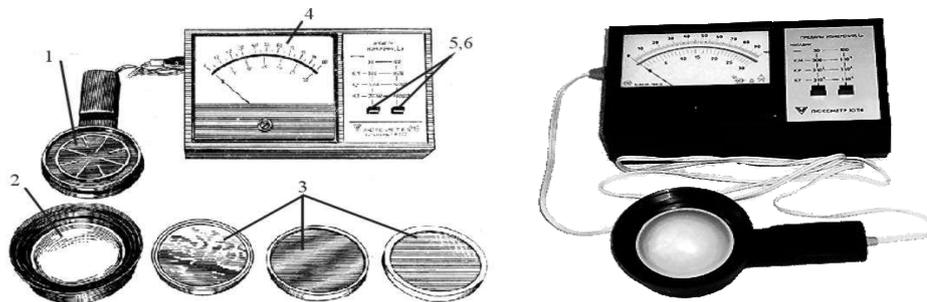
*Коефіцієнт пульсації освітленості* ( $K_n$ ) – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку.

*Об'єкт розрізнювання* – це мінімальні окремі частини об'єкту, які необхідно розрізнити в процесі роботи.

Для вимірювання освітленості та світлотехнічних величин застосовують прилади – люксметри модифікації Ю-16, Ю-17, Ю-116 (рис. 2.19), Ю-117 та портативний цифровий люксметр-яскравомір ТЭС 0693. Всі вони працюють із застосуванням ефекту фотоелектричного явища. Світловий потік, потрапляючи на селеновий фотоелемент, перетворюється на електричну енергію, сила струму якої вимірюється міліамперметром, який проградуєований у люксах. Застосовують також вимірювачі видимості – фотометри та інші комплексні вимірювачі світлотехнічних величин.

Для вимірювання освітленості фотоелемент встановлюють в площині вимірювання, підбирають найближчу шкалу міліамперметра, починаючи з «грубішої», і прочитують показання приладу. При необхідності розширити межі вимірювання застосовують поглинаючі насадки. Для вимірювання об'ємної освітленості або яскравості застосовуються спеціальні насадки на

фотоелемент люксметра. Прилад має дві шкали – від 0 до 30, та від 0 до 100 (рис. 2.19, поз. 4) та набір поглинаючих насадок (рис. 2.19, поз. 3), які дозволяють розширити діапазон вимірів у 10, 100, або 1000 разів.



1 – фотоелемент; 2 – поглинаюча насадка; 3 – поглинач; 4 – індикатор; 5, 6 – перемикачі межі вимірювань

Рисунок 2.19 - Люксметр Ю-116

При потраплянні світлових променів на фотоелемент у ланцюгу виникає електрична напруга, яка відхиляє рамки вимірювального механізму та стрілку приладу. На верхній частині приладу міститься ручка перемикача (д) для визначення освітленості у різних діапазонах та затискачі для приєднання фотоелемента; на корпусі вимірювача є коректор, який необхідний для установки нульової позначки шкали. Шкала люксметра має поділки у люксах: верхня шкала – 2-25 лк, середня – 0-100 лк, нижня – 0-500 лк. Для вимірювання високої інтенсивності освітленості використовується спеціальний поглинач (г), який закриває сприйнятливую частину фотоелементу. При використанні поглинача покази приладу необхідно збільшувати у 100 разів. Завдяки такому люксметру можна визначати освітленість у трьох діапазонах: 0-2500 лк, 0-10000 лк, 0-50000 лк. Вимірювання освітленості за допомогою люксметра проводиться наступним – фотоелемент від'єднують від приладу та перевіряють положення стрілки (вона повинна бути на нульовій позначці); під'єднують фотоелемент;– поміщають фотоелемент у досліджуване місце та проводять обчислення за шкалою. Отримані дані порівнюють із відповідними гігієнічними нормами.

Природне освітлення виробничих приміщень може здійснюватися світлом неба або прямим сонячним світлом через світлові прорізи (вікна) в зовнішніх стінах або через ліхтарі (аераційні, зенітні), що встановлені на покрівлях виробничих будівель.

При гігієнічній оцінці природнього освітлення відзначають: орієнтацію вікон, їх розташування, кількість, форму; ступінь чистоти скла; наявність предметів, які можуть перешкоджати проникненню денного світла. Поряд з цим необхідно визначати світловий коефіцієнт, кут падіння та кут отвору, а також коефіцієнт природньої освітленості. Спортивні зали повинні мати пряме природне освітлення. Вікна мають бути розташовані не нижче 2 м від підлоги.

Чим ближче до стелі знаходиться верхній край вікна, тим краща освітленість приміщення. Конструкції вікон та матеріали для них мають бути стійкими до ударів м'яча. Якщо вони цьому не відповідають, тоді вікна потрібно закрити захисними сітками, які допускають можливість провітрювання приміщень та чищення скла. Найкраща форма вікна – прямокутна. Бічне освітлення передбачається лише на одній із стін. Не можна розташовувати вікна на захід та південний захід. У випадках вимушеного розташування вікон на захід чи південний захід, необхідно передбачати захисні пристрої від сонця та теплової дії сонця (жалюзі, світлорозсіювальні екрани).

Залежно від призначення промислові будівлі можуть бути одноповерхові, багатоповерхові та різних розмірів і конструкцій, тому зважаючи також на вимоги технологічного процесу можуть бути застосовані такі види природного освітлення:

1. Бокове одностороннє або двостороннє, коли світлові отвори (вікна) знаходяться в одній або в двох зовнішніх стінах.

2. Верхнє, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться в покритті або в стінах під ними.

3. Комбіноване, коли застосовується одночасно бічне і верхнє освітлення.

Згідно з вимогами ДБН В.2.5.28-2006 «Природне та штучне освітлення», в приміщеннях із постійним перебуванням людей в них повинно бути передбачене природне освітлення. Основною нормованою величиною природного освітлення є КПО, або ( $e$ ) – коефіцієнт природної освітленості. Фактичний КПО визначають відношенням заміряної освітленості на робочому місці у виробничому приміщенні  $E_{вн.}$  до одночасної освітленості зовні приміщення  $E_{зовн.}$  у горизонтальній площині при відкритому небосхилі (щоб ніщо не затінювало фотоелемент люксметра) і дифузному світлі (сонце закрите хмарою). Оскільки ця величина відносна, то виражається у відсотках:

$$КПО = e_{факт} = (E_{вн.}/E_{зовн.}) \cdot 100\%. \quad (2.8)$$

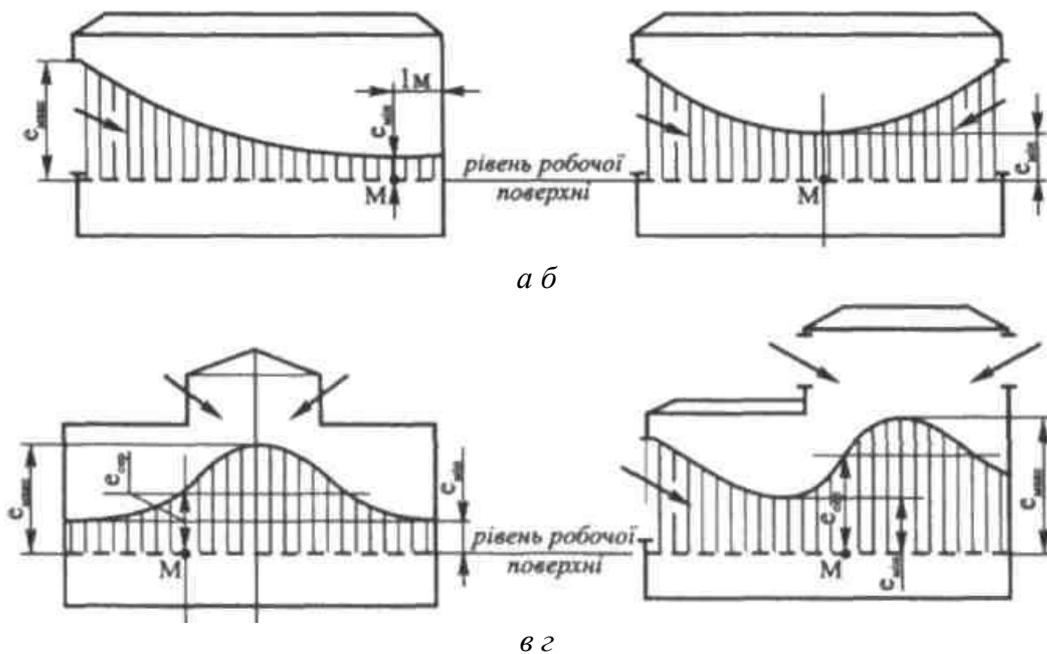
Нормування КПО залежить від виду природного освітлення та ряду супутніх факторів.

$$e_N = e_n \cdot m \%, \quad (2.9)$$

де  $e_n$  – нормоване значення КПО (табл. Б.1), яке залежить від характеру зорової роботи (розряду);

$m$  – коефіцієнт світлового клімату (табл. Б.2).

При боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО –  $e_{мін.}$  У випадку однобічного – в точці на відстані 1 м від стіни, що найбільш віддалена від світлових отворів, але не більш ніж 12 м від них (рис. 2.20).



а) бокове одностороннє освітлення; б) бокове двостороннє освітлення;  
в) верхнє освітлення; г) комбіноване освітлення.

1 – рівень робочої поверхні; 2 – крива зміни КПО за розрізом приміщення; 3 – рівень середнього значення КПО –  $e_\phi$  ;

M – позиція, в якій нормується мінімальне значення КПО –  $e_{\min}$

Рисунок 2.20 – Схеми видів природного освітлення та нормування КПО за розрізами приміщень:

При верхньому та комбінованому освітленні нормується середнє значення КПО.

Попередній розрахунок площі світлових прорізів проводиться:

а) при боковому освітленні приміщень за формулою:

$$100 \frac{S_g}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot \eta_g}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{\text{буд}} \quad (2.10)$$

б) при верхньому освітленні за формулою:

$$100 \frac{S_d}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot \eta_d}{\tau_0 \cdot r_2 \cdot K_l} \quad (2.11)$$

де  $S_g$  – площа світлових прорізів (в світлі) при боковому освітленні;  
 $S_n$  – площа підлоги приміщення;  
 $e_n$  – нормоване значення КПО;  
 $K_3$  – коефіцієнт запасу;  
 $\eta_g$  – світлова характеристика вікон;  
 $\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопроникнення, який визначається за

формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 \quad (2.12)$$

де  $\tau_1$  – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається;  
 $\tau_2$  – коефіцієнт, який враховує втрати світла в рамах світлопрорізу;  
 $\tau_3$  – коефіцієнт, який враховує втрати в несучих конструкціях (при боковому освітленні  $\tau_3 - 1$ );

$\tau_4$  – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$\tau_5$  – коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями, який приймається рівним 0,9;

$r_1$  – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та підстилаючого шару, прилеглого до будинку;

$K_{\text{буд}}$  – коефіцієнт, який враховує затінювання вікон протилежними будинками;

$S_\phi$  – площа світлових прорізів (в світлі) при верхньому освітленні;

$\eta_\phi$  – світлова характеристика ліхтаря або світлового прорізу в площині покриття;

$r_2$  – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при верхньому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення;

$K_l$  – коефіцієнт, який враховує тип ліхтаря.

Норми природної освітленості (КПО) ( $e_N$ ) для будівель, що розташовані у різних районах України наведені в будівельних нормах ДБН В.2.5-28-2006.

Для оцінки рівня природного освітлення необхідно порівняти фактичні та нормативне значення КПО та зробити висновок про його достатність.

Також можливе використання розрахункового методу оцінки достатності природного освітлення, за яким визначається нормований рівень природної освітленості. Він визначається площею світлових отворів у зовнішніх огороженнях на основі розрахунків при проектуванні приміщення.

Штучне освітлення. Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, охоронне та чергове. Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки та евакуаційне.

Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби.

Робоче освітлення слід передбачати для всіх приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей та руху транспорту. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинно передбачатись окреме керування освітленням таких зон.

За необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може бути використана для чергового освітлення.

Нормовані характеристики освітлення в приміщеннях і зовні будинків

може забезпечуватись як світильниками робочого освітлення, так і спільним з ним освітленням світильниками безпеки і (або) евакуаційного освітлення.

Для освітлення приміщень слід використовувати, як правило, найбільш економічні розрядні лампи. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості або техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп.

Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальне, місцеве та комбіноване.

Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюють у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності по усій площі приміщення при великій щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюють на поточних лініях, при виконанні робіт різноманітних за характером на певних робочих місцях, при наявності стаціонарного затемнюючого обладнання, та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним (наприклад, для контролю за якістю продукції на поточних лініях) та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць, або зміни напрямку світлового потоку при огляді, контролі параметрів, ремонті).

Світильники місцевого освітлення повинні бути зручними у користуванні, а, головне, безпечними при експлуатації.

Категорично забороняється застосовувати лише місцеве освітлення, оскільки воно створює значну нерівномірність освітленості, яка підвищує втомленість зору та призводить до розладу нервової системи. Таке освітлення на виробництві є допоміжним до загального.

Комбіноване освітлення складається з загального та місцевого. Його передбачають для робіт I-III, IVа, IVб IVв, Va розрядів точності зорових робіт.

При оцінці штучного освітлення враховують якісні та кількісні характеристики. До якісних належать: вид джерела світла (лампи розжарювання, лампи денного освітлення), система освітлення (загальна, місцева, комбінована), тип освітлюваних приладів (світильники прямого світла, розсіяного), висота розташування та розміщення світильників, потужність ламп, особливості захисної арматури.

Нормами встановлюються мінімально допустимі величини освітленості виробничих та допоміжних приміщень, житлових та громадських будівель, територій виробничих підприємств, відкритих просторів та залізничних шляхів. Мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи з найменшим розміром об'єкту розрізнення, контрастом об'єкта з фоном і характеристикою фону. Враховується система робочого освітлення (загальне

або комбіноване) та джерела світла (лампи розжарювання або газорозрядні).

Згідно з нормами, всі роботи за зоровими параметрами розподіляються на 8 розрядів та 4 підрозряди (а, б, в, г) в залежності від розміру об'єкта та умов (фон, контраст).

На промислових підприємствах робоче освітлення більшості виробничих приміщень характеризуються III...VIII розрядами зорових робіт. Приміщення, в основному, обладнуються загальним освітленням. На поточних лініях воно локалізоване.

В розрахунку штучного освітлення для конкретних умов виробництва виникає потреба, коли необхідно дослідити існуючу освітлювальну установку, або спроектувати нову для даного виду робіт. У першому випадку розраховують освітленість, яку повинна створити освітлювальна установка, вимірюють дійсну освітленість та порівнюють її з нормованою.

У другому випадку обирають систему освітлення, тип джерела світла, визначають нормовану освітленість і розраховують кількість світильників або ламп, які забезпечують нормовану освітленість.

Для цього застосовують методи: питомої потужності і коефіцієнта використання світлового потоку.

1. Метод питомої потужності – найбільш простий, але є приблизним (орієнтовним) методом розрахунку. Він базується на визначенні за світлотехнічними довідниками питомої потужності освітлювальної установки, яка залежить від коефіцієнтів відбиття стелі, стін та підлоги приміщення і коефіцієнтів запасу для світильників з різними джерелами світла. Таблиці для визначення питомої потужності складені для різних показників освітленості та коефіцієнтів, тому для розрахунку необхідно їх мати.

Знайдену в таблиці питому потужність перемножують на площу і отримують загальну необхідну потужність. Поділивши загальну потужність на кількість ламп, одержують потужність однієї лампи і, навпаки, поділивши на потужність однієї лампи – одержують їх кількість:

$$P_{л} = \frac{P_{num} \cdot S}{N} \quad (2.13)$$

де  $P_{л}$  – потужність однієї лампи, Вт;

$P_{num}$  – питома потужність, Вт/м<sup>2</sup>;

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$N$  – кількість світильників (ламп).

2. Метод коефіцієнта використання світлового потоку пропонує розраховувати необхідну кількість світильників або освітленість за формулою:

$$F_{л. розр.} = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \text{ , лм,} \quad (2.14)$$

тоді:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{F_{л.станд.} \cdot n \cdot \eta}, \text{ шт.}, \quad (2.15)$$

$$E_{розр.} = \frac{F_{л.станд.} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot K_3 \cdot Z}, \text{ лк}, \quad (2.16)$$

де  $E_n$   $E_{розр.}$  – нормована та розрахована освітленість, лк;

$S$  – площа освітлюваної поверхні, м<sup>2</sup>;

$N, n$  – кількість світильників та ламп у кожному з них, шт.;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує старіння ламп і запиленість приміщення (табл. Б.3);

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення, залежить від типу ламп, що використовуються у світильниках (для ламп розжарювання та ДРЛ  $Z = 1,1$ , для люмінесцентних ламп  $Z = 1,15$ );

$F_{л. розр.}$ ,  $F_{л. стандарт.}$  – світловий потік однієї лампи, що необхідне за розрахунками для створення нормованого значення освітленості та стандартний світловий потік ламп, які випускаються промисловістю (вибирається значення найближче до розрахункового за табл. Б.4) лм;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається по світлотехнічних таблицях, залежить від коефіцієнтів відбиття стелі та стін та індексу приміщення. Індекс приміщення враховує висоту встановлення світильника над робочим місцем  $h$ , довжину та ширину приміщення  $A$  і  $B$ :

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (2.17)$$

Коефіцієнт  $\eta$  вказує, яка частина світлового потоку (корисна) падає на робочу поверхню. Для світильників з лампами розжарювання

Для розрахунку локалізованого та комбінованого освітлення можна застосувати *точковий метод*. В основі цього методу лежить рівняння:

$$E_{розр.} = \frac{I \cdot \cos\alpha}{K_3 \cdot h^2} \quad (2.18)$$

де  $E$  – освітленість, лк;

$I$  – сила світла у напрямку від джерела на дану точку робочої поверхні, кд;

$\alpha$  – кут падіння світлового потоку між променем і перпендикуляром до робочої поверхні (рис. 2.21);

$h$  – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

$K_3$  – коефіцієнт запасу.

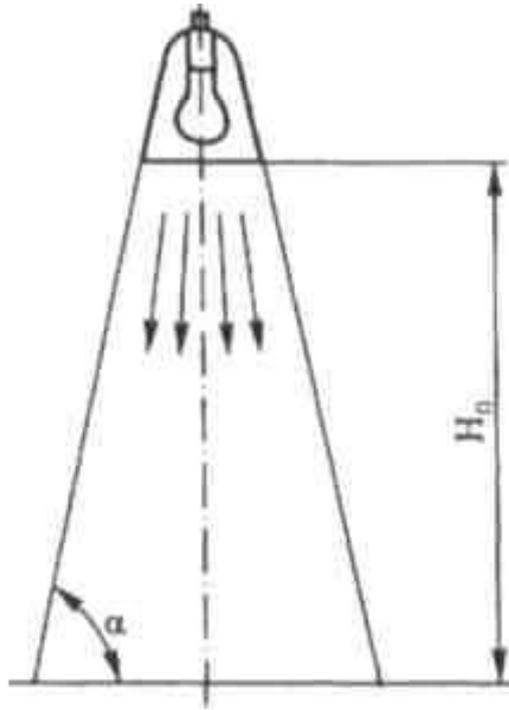


Рисунок 2.21 – Схема для розрахунку освітлення

### **Контроль та догляд за освітлювальними установками**

Освітлення потребує систематичного догляду, правильної експлуатації освітлювальної установки та контролю освітленості на робочих місцях не менше одного разу на рік.

Залежно від специфіки цехів складаються графіки перевірки стану віконного скла, світильників, електроарматури, їх очищення та миття. Внаслідок тривалої експлуатації ламп, їх світловий потік знижується до 25 %. Такі лампи треба своєчасно замінювати. Забороняється встановлення світильників, до комплекту яких входять неоднотипні газорозрядні лампи, а також такі, що мають різний спектр та величину світлового потоку.

Очищення світильників належить проводити не менше одного разу на три місяці. Очищення шибок світлових отворів проводиться не рідше двох разів на рік для приміщень із незначним виділенням пилу, і не менше чотирьох разів із значним виділенням пилу.

Основним приладом для контролю та вимірювання освітленості на робочих місцях є люксметри типу Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю-117. Вони відрізняються границями вимірювання та оформленням. Принцип дії всіх однаковий і базується на явищі фотоелектричного ефекту.

Для автоматичного контролю освітленості на робочих місцях встановлюються фотодіоди ФД, які вказують на недостатню освітленість.

### **2.6.2 Порядок виконання практичної роботи**

#### ***Вимірювання та оцінки природного освітлення у приміщенні***

1. Виділити 5 умовних робочих місць в площині характерного розрізу приміщення лабораторії на рівні умовної робочої поверхні, наприклад, на відстані 1, 2, 3, 4 та 5 метрів від віконного отвору на висоті 0,8 м від підлоги.

2. Люксометром Ю-116 зміряти освітленість виділених робочих місць ( $E_{вн.1}$ ,  $E_{вн.2}$ , і т.д.), а також горизонтальну зовнішню освітленість ( $E_{зовн.}$ ). Дані занести в таблицю протоколу.

3. Розрахувати коефіцієнт природної освітленості КПО ( $e_{ф.1}$ ,  $e_{ф.2}$ , і т.д.) для кожного з п'яти робочих місць (за формулою 2.8).

4. Знайти нормоване значення КПО ( $e_N$ , %) для заданого по варіанту розряду зорових робіт та поясу світлового клімату з урахуванням даних табл. Б.1, Б.2 (за формулою 2.9).

5. Результати вимірювань і розрахунків занести в протокол.

6. Побудувати графік залежності КПО від розташування робочого місця щодо віконного отвору аудиторії (додаток Б).

7. Визначити за допомогою графіка умовні робочі місця, на яких рівень КПО відповідає нормованому значенню для заданого розряду зорової роботи. Зробити висновок про достатність природного освітлення в приміщенні.

### ***Оцінки штучного освітлення***

Завданням оцінки є визначення відповідності освітлювальної установки для виконання нормативних вимог по освітленості у виробничому приміщенні. Для контролю та при проектуванні систем штучного освітлення застосовуються наступні методи:

– точковий, використовуваний для оцінки та розрахунку місцевого і комбінованого освітлення;

– світлового потоку(коефіцієнта використання), вживаний для оцінки та розрахунку загального рівномірного освітлення;

– питомій потужності, вживаний при орієнтовних розрахунках.

У роботі необхідно провести оцінку рівня освітленості при штучному освітленні за одним з зазначених методів.

#### *Оцінка штучного освітлення за точковим методом*

1. Розрахувати освітленість ( $E_{розр.}$ , лк) приміщення по наступній формулі:

$$E_{розр.} = \frac{F_l \cdot I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha \cdot n}{h^2 \cdot K_3 \cdot 1000}, \quad (2.19)$$

де  $F_l$  – світловий потік заданого типу ламп (лм);

$\alpha$  – кут падіння світлового потоку, який визначається через тангенс кута, далі по табл. Б.7:

$$tg \alpha = L/2h, \quad (2.20)$$

де  $L$  – відстань між лампами або рядами ламп (м), задано по варіанту;  
 $h$  – висота підвісу ламп над робочою поверхнею, (м) задана по варіанту;  
 $\cos^3 \alpha$  – залежно від знайденого кута падіння світлового потоку;  
 $I_\alpha$  – сила світла під кутом  $\alpha$  для заданого типу світильника і типу кривої сили світла КСС (кд) (табл. Б.6, дод. Б);  
 $n$  – кількість ламп, задано по варіанту;  
 $K_z$  – коефіцієнт запасу, заданий по варіанту.

2. Для оцінки достатності штучного освітлення визначити нормовану величину освітленості ( $E_n$ ) при загальному штучному освітленні для заданого розряду і підрозряду зорових робіт та відповідного типу ламп (табл. Б.1., дод. Б).

3. Знайти відхилення ( $\Delta E$ ) фактичної величини освітленості від норми:

$$\Delta E = \frac{E_{розр.} - E_n}{E_n} \cdot 100\% \quad (2.21)$$

На вимоги ДБН В.2.5.28-2006 відхилення  $\Delta E$  допускається в межах від (–10 %) до (+20 %).

4. Зробити висновок про достатність штучного освітлення.

*Оцінка штучного освітлення за коефіцієнтом використання світлового потоку:*

1. Визначити загальну розрахункову освітленість ( $E_{розр.}$ , лк) виробничого приміщення, що створюється світильниками, за формулою 2.16.

У порядок розрахунку входить визначення індексу приміщення ( $i$ ) за формулою 2.17, значення якого разом з величинами коефіцієнтів віддзеркалення стелі ( $\rho_c$ ), стін ( $\rho_{ст}$ ) та підлоги ( $\rho_n$ ), впливає на вибір відповідного даному типу світильника (за типом КСС) коефіцієнта використання світлового потоку ( $\eta$ ).

2. Для оцінки достатності світлового потоку джерела світла по нормованій освітленості необхідно визначити нормовану величину освітленості ( $E_n$ ) при загальному штучному освітленні для заданого розряду і підрозряду зорових робіт.

3. Знайти відхилення ( $\Delta E$ ) фактичної величини освітленості від норми за формулою 2.21.

На вимоги ДБН В.2.5-28-2006 відхилення  $\Delta E$  допускається в межах від (–10%) до (+20%).

4. Зробити висновок про достатність штучного освітлення.

Використовуючи короткі теоретичні відомості, решіте наступні задачі:

**Задача 1.** Глибина шкільного класу становить 5 м, висота вікна – 2 м, висота від підлоги до підвіконня – 0,8 м, проекція видимої частини небосхилу 0,5 м. Розрахуйте кут падіння та кут отвору для найбільш віддаленої точки за

допомогою таблиць натуральних значень тригонометричних величин та дайте їм гігієнічну оцінку.

**Задача 2.** Розрахуйте коефіцієнт природного освітлення навчального приміщення, якщо освітленість на робочому місці становить 200 лк, а зовні – 20 000 лк, укажіть чи відповідає цей результат гігієнічним вимогам.

**Задача 3.** Навчальна лабораторія розмірами 9 x 7 м, має 3 вікна прямокутної форми, розміри яких становлять 2,5 x 1,7 м. Площа віконних рам складає 20% від площі вікон, висота верхнього краю вікна над підлогою – 3,3 м. Проекція небосхилу дорівнює 40 см. Освітленість у приміщенні становить 170 лк, на вулиці – 4200 лк.

Дайте гігієнічну оцінку природному освітленню в навчальній лабораторії.

**Задача 4.** Проведено обстеження штучного освітлення у навчальному закладі, де є десять аудиторій з різними типами ламп. У п'яти аудиторіях використовуються люмінесцентні лампи, в інших – лампи розжарювання. Розміри аудиторій: висота – 3,2 м, глибина – 6,0 м, довжина – 9,0. Кількість світильників – 6, потужність кожного становить – 40 Вт. Лампи обладнані освітлювальною арматурою розсіяного світла. Дайте гігієнічну оцінку штучному освітленню аудиторій. Назвіть можливі захворювання при недостатньому освітленні

**Задача 5.** Дайте гігієнічну оцінку штучному освітленню навчальної лабораторії площею 64 м<sup>2</sup>, в якій використовуються лампи денного освітлення потужністю по 20 Вт кожна, що розташовані на стелі у 6 світлоточках по 2 лампи.

### Зміст звіту

1. Назва й мета практичної роботи.
2. Виконані завдання практичної роботи.
3. Письмові висновки за результатами виконання практичної роботи.

### Контрольні питання

1. Які гігієнічні вимоги висуваються до освітлення?
2. Що таке світловий струмінь?
3. Що таке освітленість?
4. Що таке коефіцієнт природньої освітленості?
5. Які гігієнічні вимоги висуваються до штучного освітлення?
6. Які одиниці вимірювання освітленості?
7. Яка будова люксметра та як ним користуватися?
8. Які існують системи природного освітлення?

9. Як нормується природне освітлення?
10. Дайте визначення КПО.
11. Чим визначається розряд зорових робіт?
12. Чим визначається підрозряд зорових робіт?
13. Від яких параметрів залежить нормативна величина КПО?
14. Від яких параметрів залежить нормативна величина освітленості?
15. Який параметр нормується при природному освітленні?
16. Як оцінюється достатність освітлення при суміщеному освітленні?
17. Які системи освітлення використовують при штучному освітленні?
18. Який параметр нормується при штучному освітленні?

## Практична робота 2.7 **Нормування та оцінка дії суміші забруднюючих речовин на організм людини**

**Мета:** ознайомлення з нормуванням та оцінкою дії суміші забруднюючих речовин на організм людини.

### **2.7.1 Короткі теоретичні відомості**

У реальних умовах виробництва у викидах і скидах підприємств (а значить, в повітрі та воді) присутнє не одне, а декілька різних забруднюючих речовин. В повітрі населеного пункту, наприклад, можуть міститися речовини від різних підприємств, теплових станцій, транспорту. Багато з цих речовин володіють схожою токсичною дією на організм людини, а значить, в подібних випадках сумарна концентрація таких речовин може перевищувати гранично допустиму для кожного окремо. Крім того, ряд речовин володіють синергетичним ефектом, тобто токсичність одного у присутності іншого посилюється.

Це явище називають ефектом сумачії шкідливої дії, і його необхідно враховувати при нормуванні як вмісту, так і впливу забруднюючих речовин в довкіллі.

Ефект сумачії проявляють, зокрема: фенол і ацетон; валеріанова, капронова і масляна кислоти; озон, діоксид азоту і формальдегід.

Розглянемо наступний простий приклад. Допустимо, що в повітрі одночасно присутні фенол і ацетон в концентраціях відповідно 0,009 і 0,345 мг/м<sup>3</sup>. Відповідні їм ГДК складають 0,01 і 0,35 мг/м<sup>3</sup>. Таким чином, кожна з цих речовин присутня в повітрі в безпечній концентрації ( меншою, ніж його ГДК. Але їх сумарна концентрація складає  $0,009 + 0,345 = 0,354$  мг/м<sup>3</sup>, тобто перевищує ГДК для кожного з них окремо, а отже, і рівень забруднення повітря перевищує допустимий.

Відому нам формулу  $c \leq ГДК$  можна записати в іншій формі:  $c/ГДК \leq 1$ . Зрозуміло, що, скільки б шкідливих речовин не було присутні в повітрі одночасно, остання умова повинна дотримуватися.

Таким чином, якість повітря відповідатиме встановленим нормативам, якщо

$$\frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{c_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (2.22)$$

де  $c_1, c_2, \dots, c_n$  – концентрації шкідливих речовин, що володіють ефектом сумачії;  $ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$  – відповідні їм гранично допустимі концентрації.

Формула (2.22) означає, що сума стосунків концентрацій шкідливих речовин, що володіють ефектом сумачії, до відповідних їм ГДК не повинна перевищувати одиниці.

Це ж правило діє для водних об'єктів, але якщо в повітрі враховується схожа токсична дія різних речовин, то у воді (схожий показник, що лімітує шкідливості. Наприклад, органолептичними властивостями володіють інсектицидний препарат антио ( $ГДК = 0,04$  мг/л), дибутиламін ( $ГДК = 1,0$  мг/л), неоіногенні поверхнево-активні речовини ( $ГДК = 0,1$  мг/л). При їх одночасній присутності у воді сумарна концентрація може виявитися вище, ніж будь-яка з трьох названих  $ГДК$ , хоча для кожного окремо  $c_i < ГДК_i$ . У цих випадках використовують ту ж формулу (2.22), але значення  $c_1, c_2, \dots, c_n$  і відповідні їм  $ГДК$  характеризують речовини, що володіють однаковим показником, що лімітує шкідливості.

Ефект сумачії шкідливої дії речовин в ґрунті не визначається, але оскільки присутні в ній речовини можуть проникати в повітряний басейн і у воду, він враховується, виходячи із значень  $ГДК$  для води і повітря.

Для оцінки дії шкідливих речовин односпрямованої дії на організм людини для кожної групи таких речовин розраховується безрозмірна сумарна концентрація  $q$  по формулі

$$q = \frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{c_n}{ГДК_n}; \quad (2.23)$$

де  $c_1, c_2, c_n$  – концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі в заданій точці місцевості, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$  – відповідні максимальні разові гранично допустимі концентрації  $ГДК_{м.р.}$ , мг/м<sup>3</sup>.

Значення концентрації шкідливих речовин односпрямованої дії на організм людини (сумацією шкідливої дії, що володіють), також можуть наводитися умовно до значення концентрації одного з них. Приведена концентрація  $c_{np}$  розраховується по формулі, мг/м<sup>3</sup>

$$c_{np} = c_1 + c_2 \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + c_n \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_n}, \quad (2.24)$$

де  $c_i$  і  $ГДК_i$  (концентрація і гранично допустима концентрація речовини, до якої здійснюється приведення, мг/м<sup>3</sup>).

Сумарна дія шкідливих речовин односпрямованої дії не буде небезпечною для здоров'я людини, якщо безрозмірна концентрація  $q$  не перевищуватиме 1, а приведена концентрація  $c_{np}$  не перевищуватиме ГДК компонента, до якого умовно приведені значення концентрацій шкідливих речовин, тобто дотримуватимуться умови

$$q \leq 1; \quad c_{np} \leq ГДК. \quad (2.25)$$

## 2.7.2 Порядок виконання практичної роботи

*Ознайомитися з теоретичним матеріалом та рішеннями наступні задачі:*

**Задача 1.** Визначите, чи буде небезпечною сумарна дія акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти (бутилакрилат) і бутилметакрилата, якщо їх концентрації в суміші рівні, мг/м<sup>3</sup>:  $c$ (акрилова кислота) – 0,04,  $c$ (метакрилова кислота) – 0,006,  $c$ (бутиловий ефір акрилової кислоти) – 0,003,  $c$ (бутилметакрилат) – 0,01.

**Задача 2.** Визначите, при якій максимальній концентрації акрилової кислоти суміш шкідливих речовин однонаправленої дії (акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти і бутилметакрилата) буде безпечна для здоров'я людини. Концентрації шкідливих речовин в суміші рівні, мг/м<sup>3</sup>:  $c$ (метакрилова кислота) – 0,006,  $c$ (бутиловий ефір акрилової кислоти) – 0,003,  $c$ (бутилметакрилат) – 0,01.

*Користуючись теоретичним матеріалом надати письмові відповіді на наступні питання:*

- 1) Що таке синергетичний ефект кількох шкідливих речовин?
- 2) Яке явище називають ефектом сумації шкідливої дії?
- 3) Які шкідливі речовини проявляють ефект сумації?
- 4) Чи визначається ефект сумації шкідливої дії речовин в ґрунті та як він враховується?
- 5) За яких умов сумарна дія шкідливих речовин односпрямованої дії не буде небезпечною для здоров'я людини?

## Практична робота 2.8 Нормування і оцінка забруднення атмосферного повітря населених пунктів

**Мета:** ознайомлення з оцінкою забруднення атмосферного повітря населених пунктів

## 2.8.1 Короткі теоретичні відомості

Основою оцінки забруднення атмосферного повітря населених пунктів є гігієнічні нормативи допустимого вмісту в них хімічних, біологічних речовин і допустимої дії фізичних чинників. Допустимим і безпечним для здоров'я людей приймається рівень забруднення, при якому концентрації окремих забруднюючих речовин, а також сумарні показники забруднення не перевищують встановлені гігієнічні нормативи допустимого вмісту.

До гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених пунктів відносяться: гранично допустимі концентрації (*ГДК*), орієнтовні безпечні рівні дії (*ОБРД*), коефіцієнти комбінованої дії (*Ккд*) спільно присутніх речовин і встановлені на їх основі показники гранично допустимого забруднення (*ГДЗ*).

*ГДК* – це норматив – кількість шкідливої речовини в довкіллі, віднесена до маси або об'єму її конкретного компонента, яке при постійному контакті або при дії в певний проміжок часу практично не робить впливу на здоров'я людини і не викликає несприятливих наслідків в його потомства.

Гранично допустима концентрація (*ГДК*) забруднюючої речовини в атмосферному повітрі населених пунктів – це максимальна концентрація, при дії якої впродовж всього життя людини не виникає прямої або опосередкованої несприятливої дії на нинішнє і майбутнє покоління, не знижується працездатність людини, не погіршується його самопочуття і санітарно-побутові умови життя.

*ГДК* встановлюється на основі тривалих досліджень і затверджується Головним державним санітарним лікарем України.

З позицій екології *ГДК* шкідливих речовин мають сенс верхньої межі стійкості організму, при перевищенні якого та або інша речовина (тобто чинник) стає лімітуючим.

Всі забруднюючі шкідливі речовини в токсикології прийнято оцінювати по їх дії на організм. Найбільш характерними є власне токсичні (резорбтивні) і рефлекторні (органолептичні) реакції.

Рефлекторні реакції можуть виявлятися у формі відчуття запаху, світлової чутливості і тому подібне. Резорбтивна (резорбція від латинського слова *resorbeo* – поглинаю) дія може бути загальнотоксичною, канцерогенною, мутагенною і ін.

Ці обставини викликали необхідність встановлювати для речовин, що забруднюють повітря, два види гранично допустимих концентрацій: максимальну разову і середньодобову. Перша вводиться з метою попередження негативних рефлекторних реакцій при короткочасній дії і позначається *ГДК<sub>м.р.</sub>*, а друга – для попередження токсичної дії (*ГДК<sub>с.с.</sub>*).

Слово «разова» має певний кількісний сенс: короткочасною рефлекторною дією речовини вважається 20 хвилин і тому при контролі забрудненості повітря такими речовинами проби беруться однократно протягом двадцяти або тридцяти хвилин.

З  $ГДК_{с.с}$  порівнюють концентрації, що вимірюються кілька разів протягом доби (звичайно 4 рази, інколи – кожну годину). При цьому враховуються наступні обставини.

По-перше, із-за нестійкості напрямів вітру домішки можуть бути присутніми або бути відсутніми в населеному пункті: вітер може бути направлений від джерела викиду до населеного пункту або убік від нього. Тому концентрації можуть бути вище або нижче  $ГДК_{с.с}$  протягом того або іншого відрізка часу.

По-друге, шкідливі речовини можуть володіти як рефлекторною, так і резорбтивною дією на організм. Наприклад, то або інша речовина може надати рефлекторну дію при значно нижчій концентрації, ніж резорбтивне. Такі леткі речовини, що володіють різким запахом або дратівливою дією, наприклад, добре відомий метил-меркаптан. Інші речовини, не володіючи дратівливою дією (не маючи запаху, кольору), отруйні при низьких концентраціях, тобто отруєння починається раніше, ніж людина здатна відчутти присутність цих речовин. Прикладом може служити оксид вуглецю (II).

Тому існує таке правило: якщо рефлекторна (дратівлива) дія токсиканта починається при нижчій концентрації, тобто раніше, ніж резорбтивне, то  $ГДК_{м.р} = ГДК_{с.с}$ . Якщо ж при нижчій концентрації починається токсична (що отруює) дія,  $ГДК_{м.р}$  перевищує  $ГДК_{с.с}$  в 2...10 разів. Для речовин, поріг токсичності дії яких на організм доки не відомий, а також для особливо небезпечних речовин існують лише максимальні разові  $ГДК$ . Для умов виробничих приміщень встановлюються для всіх нормованих речовин лише максимальні разові  $ГДК$ .

Ми знаємо, що екологічна ніша людини (як сукупність його вимог до режимів чинників) незмінна, де б він не знаходився. Це означає, що умова  $c \leq ГДК$  повинно дотримуватися в будь-яких місцях перебування людини. Вочевидь, що вміст домішок в повітрі робочого приміщення неминуче більше, ніж на майданчику підприємства і, тим більше (за її межами, тобто в населених пунктах, куди домішки доходять в тій чи іншій мірі розсіяними. У цих обставинах нереально мати єдину  $ГДК$  для тієї або іншої забруднюючої речовини. Тому розроблені так звані принципи роздільного нормування забруднюючих речовин. Це означає, що для кожної шкідливої речовини встановлюється декілька максимальних разових гранично допустимих концентрацій в повітряному середовищі: як мінімум дві. Зокрема, одне значення  $ГДК$  встановлюється в повітрі робочої зони ( $ГДК_{р.з.}$ ), під якою розуміють простір в двох метрах від підлоги, де знаходяться місця постійного або тимчасового перебування що працюють, інше (у атмосферному повітрі населеного пункту ( $ГДК_{а.п.}$ )).

$ГДК_{р.з.}$  – це концентрація, яка при щоденній, окрім вихідних днів роботі протягом 8 годин або при іншій тривалості робочого дня, але не більше 41 годин в тиждень протягом всього робочого стажу, не може викликати захворювань або відхилень в стані здоров'я, що виявляються сучасними методами дослідження, в процесі роботи або у віддалені терміни життя сьогодення і подальших поколінь.

Як бачимо, при нормуванні забруднюючих речовин враховується експозиція, тобто час перебування людей в зоні забруднення, що пов'язане з можливістю хронічних і гострих отруєнь. На території підприємства вміст домішок приймається рівним  $0,3$  від  $ГДК_{p.з.}$ . Зниження норми вмісту домішок на території підприємства втричі в порівнянні з  $ГДК_{p.з.}$  викликається тим, що повітря території підприємства використовується для вентиляції виробничих приміщень, де концентрація домішок періодично може бути вельми високою, тобто перевищувати  $ГДК_{p.з.}$ . Тому припливне повітря, використовуване для провітрювання робочих приміщень, має бути значно менш забрудненим.

$ГДК_{a.в.}$  – це максимальна концентрація домішок, віднесена до певного часу усереднювання, яка при періодичній дії або впродовж всього життя людини не робить на нього шкідливого впливу, включаючи віддалені наслідки, і на довкілля в цілому.

Як бачимо, різниця у визначеннях істотна:  $ГДК_{p.з.}$  нешкідлива лише для обмеженого перебування людини в забрудненій зоні (8 годин і лише протягом робочого стажу), тоді як  $ГДК_{a.н.}$  – не повинна лімітувати стан організму протягом всього життя людини при необмеженому за часом вдиханні забруднюючої речовини.

Таким чином, необхідність роздільного нормування забруднюючих речовин визначається вже відомим нам законом толерантності: на підприємстві протягом робочого дня забрудненим повітрям дихають практично здорові, які пройшли необхідний медичний огляд люди, а в населених пунктах – цілодобово знаходяться не лише дорослі, але і діти, літні люди, вагітні і жінки які годують малят, люди страждаючі, захворюваннями серцево-судинної, дихальної системи. Тому  $ГДК_{p.з.} > ГДК_{a.н.}$ . Наприклад, для діоксиду сірки  $ГДК_{p.з.} = 10 \text{ мг/м}^3$ , а  $ГДК_{a.н.} = 0,5 \text{ мг/м}^3$ . Для метилмеркаптану ці показники відповідно складають  $0,8 \text{ мг/м}^3$  і  $9 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$ .

Гранично допустимі концентрації встановлюються на підставі експериментів на піддослідних тваринах, що вимагає досить довгого часу. На першому етапі, встановлення  $ГДК$  визначаються основні токсикометричні характеристики досліджуваних речовин, але фактично встановлені в результаті експериментів нормативи вважаються тимчасово допустимими концентраціями. На другому етапі ці дослідження продовжуються і носять перевірочний характер, а на третьому здійснюються клінічно-статистичні дослідження тих, що працюють протягом трьох років для перевірки правильності отриманих в експериментах на тваринах значень. Лише після другого етапу отримані нормативи можуть бути затверджені як  $ГДК$ .

Проте в сучасних умовах незрідка виникає необхідність прискореного визначення  $ГДК$  нових речовин. Для цього використовуються розрахункові методи. У основі розрахунків знаходиться встановлення фізіологічних порогів дії речовин на організм.

Можна, наприклад, встановити поріг нюхового відчуття, поріг світлової чутливості ока і тому подібне і далі використовувати для розрахунку формули лінійної регресії для визначення орієнтовних значень  $ГДК$ .

Отримані розрахунковим шляхом значення  $\Gamma_{ДК}$  досить близько збігаються з отриманими експериментально, але подальші перевірки необхідні. Тому в даний час вважається, що встановлені розрахунковим шляхом нормативи повинні розглядатися як тимчасово допустимі концентрації ( $\Gamma_{ДК}$ ), інакше званих орієнтовно безпечними рівнями дії ( $ОБРД$ ).

Орієнтовний безпечний рівень дії ( $ОБРД$ ) – це максимальна концентрація забруднюючої речовини, яка визнається орієнтовно безпечною при дії на людину і приймається як тимчасовий норматив.  $ОБРД$  встановлюється на підставі короточасних досліджень.

Коефіцієнт комбінованої дії ( $Ккд$ ) відображає характер спільної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі забруднюючих речовин. При цьому виділяють:

- ефект повної сумації дії забруднюючих речовин;
- ефект неповної сумації (послаблення дії);
- ефект потенціювання (посилення дії);
- ефект незалежної дії.

Числове значення  $Ккд$  встановлюється експериментальним або розрахунковим шляхом і виражається в долях від індивідуальних  $\Gamma_{ДК}$  забруднюючих речовин.

Показник гранично допустимого забруднення ( $\Gamma_{ДЗ}$ ) атмосферного повітря – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених пунктів, яке характеризує інтенсивність і характер спільної дії всієї сукупності присутніх в ньому шкідливих домішок.

$\Gamma_{ДЗ}$  розраховується для кожного випадку на підставі затверджених коефіцієнтів комбінованої дії з формули, %

$$\Gamma_{ДЗ} = Ккд \cdot 100 \%. \quad (2.26)$$

У випадках, коли значення  $Ккд$  відсутні, їх визначення виробляється по формулі

$$Ккд = \sqrt{n}, \quad (2.27)$$

де  $n$  – число речовин, присутніх в атмосферному повітрі, для яких офіційно не встановлений характер комбінованої дії.

У випадках, коли присутні, в атмосферному повітрі забруднюючі речовини є складною сумішшю зі встановленими і невстановленими коефіцієнтами комбінованої дії, для розрахунку  $\Gamma_{ДЗ}$  значення коефіцієнта комбінованої дії цієї складної суміші ( $Ккд_{cc}$ ) визначається по формулі

$$Ккд_{cc} = \sqrt{Ккд_1^2 + Ккд_2^2 + \dots + Ккд_i^2 + n} + К_m, \quad (2.28)$$

де  $Ккд_1, Ккд_2 \dots Ккд_i$  – коефіцієнти комбінованої дії спільно присутніх

речовин;

$n$  – число речовин в суміші, для яких значення Ккд відсутні в офіційних списках;

$K_m$  – числове значення коефіцієнта комбінованої дії для речовин з незалежним характером дії.

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом зіставлення показника забруднення однією речовиною (ПЗ) або сумарного показника забруднення сумішшю речовин ( $\Sigma$ ПЗ) з показником граничного допустимого забруднення (ГДЗ). Допустимим визнається рівень, який не перевищує ГДЗ, тобто виконується умова

$$ПЗ \leq ГДЗ; \quad \Sigma ПЗ \leq ГДЗ \quad (2.29)$$

Показник забруднення атмосферного повітря однією речовиною визначається по формулі

$$ПЗ = \frac{c}{ГДК} \cdot 100\%. \quad (2.30)$$

Сумарний показник забруднення сумішшю речовин розраховується по формулі

$$\Sigma ПЗ = \left( \frac{c_1}{a_1 \cdot ГДК_1} + \frac{c_2}{a_2 \cdot ГДК_2} + \dots + \frac{c_n}{a_n \cdot ГДК_n} \right) \cdot 100\%, \quad (2.31)$$

де  $c_1, c_2, c_n$  – значення концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі в заданій точці місцевості, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$  – відповідні максимальні разові гранично допустимі концентрації ГДК<sub>м,р.</sub>, мг/м<sup>3</sup>;

$a_1, a_2, a_n$  – значення коефіцієнтів, що враховують клас небезпеки відповідних забруднюючих речовин.

Значення коефіцієнтів  $a_i$ , що враховують клас небезпеки відповідних забруднюючих речовин, приведені в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Значення безрозмірної константи  $a_i$ , відповідно до класу небезпеки речовини

| Клас небезпеки речовини    | 1   | 2   | 3   | 4   |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Значення коефіцієнта $a_i$ | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |

Якщо для речовин встановлені лише середньодобові гранично допустимі концентрації, використовується наближене співвідношення між значеннями максимальних разових і середньодобових концентрацій.

$$ГДК_{м.р.} = 10 \cdot ГДК_{с.с.} \quad (2.32)$$

За відсутності нормативів ГДК замість них використовуються значення ОБРД без врахування значень коефіцієнтів  $a_i$ .

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з врахуванням кратності перевищення показника забруднення ПЗ їх нормативного значення ГДЗ і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) і міри його небезпеки (безпечна, слабо небезпечна, помірно небезпечна, дуже небезпечна) відповідно до таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Кількісні показники забруднення атмосферного повітря

| Рівень забруднення | Міра небезпеки забруднення | Кратність перевищення ГДЗ     | Відсоток випадків перевищення ГДЗ |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Допустимий         | Безпечна                   | менше 1                       | 0                                 |
| Недопустимий       | Слабо небезпечна           | $1 < \frac{ПЗ}{ГДЗ} \leq 2$   | 0...4                             |
| Недопустимий       | Помірно небезпечна         | $2 < \frac{ПЗ}{ГДЗ} \leq 4,4$ | 4...10                            |
| Недопустимий       | Небезпечна                 | $4,4 < \frac{ПЗ}{ГДЗ} \leq 8$ | 10...25                           |
| Недопустимий       | Дуже небезпечна            | більше 8                      | 25                                |

У випадках перевищення ГДЗ визначаються основні компоненти суміші, індивідуальні значення яких перевищують допустимі рівні.

## 2.8.2 Порядок виконання практичної роботи

*Ознайомитися з теоретичним матеріалом та виконати наступні завдання:*

**1. Рішити задачу.** Визначите, чи буде небезпечною сумарна дія акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти і бутилметакрилата, якщо їх концентрації в суміші рівні, мг/м<sup>3</sup>:  $c$ (акрилова кислота) – 0,04,  $c$ (метакрилова кислота) – 0,006,  $c$ (бутиловий ефір акрилової кислоти - бутилакрилат) – 0,003,  $c$ (бутилметакрилат) – 0,01. Для суміші акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти і бутилметакрилата при спільній присутності в атмосферному повітрі встановлений ефект повної сумачії біологічної дії з коефіцієнтом комбінованої дії  $K_{кд}$  рівним одиниці ( $K_{кд} = 1$ ).

**2. Користуючись теоретичним матеріалом надати письмові відповіді на**

*наступні питання:*

- 1) Що є основою оцінки забруднення атмосферного повітря населених пунктів?
- 2) Який рівень забруднення повітря приймається допустимим і безпечним для здоров'я людей?
- 3) До гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених пунктів відносяться...
- 4) Коли ГДК шкідливих речовин, з позицій екології, мають сенс?
- 5) У якій формі можуть виявлятися рефлекторні реакції у людей?
- 6) Як може проявлятися резорбтивна дія шкідливих речовин?
- 7) Що відображає коефіцієнт комбінованої дії (Ккд)?
- 8) Що визначає показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) атмосферного повітря?
- 9) Які принципи роздільного нормування забруднюючих речовин?
- 10) Що враховується при нормуванні забруднюючих речовин?
- 11) Чим визначається необхідність роздільного нормування забруднюючих речовин в повітрі?
- 12) Що відображає коефіцієнт комбінованої дії (Ккд)?
- 13) З врахуванням чого проводиться оцінка забруднення атмосферного повітря?

## **Практична робота 2.9 Нормування та розрахунок необхідної міри очищення стічних вод за вмістом зважених речовин**

**Мета:** ознайомлення з розрахунком необхідної міри очищення стічних вод за вмістом зважених речовин

### **2.9.1 Короткі теоретичні відомості**

Гігієнічне нормування хімічних речовин у воді водойм передбачає встановлення ГДК або орієнтовно припустимих рівнів (ОПР) шкідливих хімічних речовин, вмісту мікроорганізмів, завислих речовин, органічних речовин, рН, температури води водойм за 1 км до найближчого пункту водокористування. При цьому вважається, що ГДК хімічних речовин у воді водойм – це максимальні концентрації, за яких хімічні речовини не впливають шкідливо, прямо або опосередковано на стан здоров'я населення і не погіршують гігієнічних умов водокористування. Визначення ГДК хімічних речовин у воді водних об'єктів проводять за схемою у п'ять етапів.

Перший етап включає характеристику речовини, другий – вивчення стабільності хімічної речовини, вплив її на загальний санітарний режим водойм і визначення порогової концентрації за загально-санітарною ознакою шкідливості хімічної речовини у воді, третій – визначення порогової концентрації за органолептичною ознакою шкідливості хімічної речовини у

воді, четвертий – встановлення санітарно-токсикологічної ознаки шкідливості хімічної речовини у воді і визначення її максимально недіючої концентрації (МНК) на основі санітарно-токсикологічного експерименту на тваринах з екстраполяцією результатів на людину.

При випуску стічних вод у водні об'єкти необхідно, аби вода водного об'єкту в розрахунковому створі відповідала гігієнічним нормативам і санітарним вимогам.

Для досягнення даної умови необхідно заздалегідь розрахувати граничні концентрації забруднюючих речовин в стічних водах, з якими ця вода може бути скинута у водний об'єкт.

Основні методи розрахунку граничних концентрацій очищених стічних вод приведені нижче.

Концентрацію зважених речовин в очищеній стічній воді, дозволених до скидання у водний об'єкт, визначають з вираження

$$c_{оч.} = p \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + c_{\phi}, \quad (2.33)$$

де  $p$  – дозволене санітарними нормами збільшення вмісту зважених речовин у воді водного об'єкту в розрахунковому створі (табл. 2.12);

$\gamma$  – коефіцієнт змищення;

$Q$  – витрата водотока, м<sup>3</sup>/с;

$q$  – витрата стоків, м<sup>3</sup>/с;

$c_{\phi}$  – концентрація зважених речовин у воді водного об'єкту до скидання стічних вод, мг/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 2.12 – Загальні вимоги до складу і властивостей води водотоков і водоймищ в місцях господарсько-питного, комунально-побутового і рибогосподарського водокористування.

| Показники        | Цілі водокористування   |                                       |                              |                 |
|------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|-----------------|
|                  | господарсько-питні потреби населення  | комунально-побутові потреби населення | потреби рибного господарства |                 |
|                  |   |                                       | вища і перша категорія       | друга категорія |
| Зважені речовини | При скиданні поворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, виробництві робіт на водному об'єкті і прибережній зоні вміст зважених речовин в конкретному створі (пункті) не повинен збільшуватися в порівнянні з природними умовами більш ніж на:<br>0,25 мг/дм <sup>3</sup>   0,75 мг/дм <sup>3</sup>   0,25 мг/дм <sup>3</sup>   0,75 мг/дм <sup>3</sup><br>Для водотоків, що містять в межах більше 30 мг/м <sup>3</sup> природних зважених речовин, допускається збільшення їх вмісту у воді в межах 5 %. Поворотні /(стічні) води, що містять зважені речовини швидкістю осадження більше 0,2 мм/с, забороняється скидати у водоймища, а більше 0,4 – у водотоки. |                                       |                              |                 |

Розрахувавши необхідну концентрацію зважених речовин в очищеній стічній воді ( $c_{оч.}$ ) і знаючи концентрацію зважених речовин в стічній воді, що постуила на очищення ( $c_{ст.}$ ) визначаємо необхідну ефективність очищення стічних вод по зважених речовинах по формулі

$$\eta_{взв.} = \frac{c_{ст.} - c_{оч.}}{c_{ст.}} \cdot 100\% . \quad (2.34)$$

## 2.9.2 Порядок виконання практичної роботи

*Ознайомитися з теоретичним матеріалом та виконати наступні завдання:*

**1. Рішити задачу.** Очищені стічні води з витратою  $q$  скидаються у водоток з витратою  $Q$ . Концентрація зважених речовин в стічній воді, що поступає на очисні спорудження  $c_{ст.}$ , концентрація зважених речовин у воді водного об'єкту до місця скидання  $c_{ф.}$ , коефіцієнт змішення  $\gamma$ .

Визначити концентрацію зважених речовин в стічній воді, дозволеній до скидання у водоток після очисних споруд і необхідну ефективність очищення стічної води по варіантах (таблиця. 2.13).

Таблиця 2.13 – Параметри, що характеризують водний об'єкт і стічні води

| № варіанта | Об'ємна витрата           |                           | Концентрація зважених речовин |                         | Коефіцієнт змішення $\gamma$ | Категорія водокористування водного об'єкту |
|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|
|            | $Q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $q, \text{ м}^3/\text{с}$ | $c_{ф.}, \text{ мг/л}$        | $c_{ст.}, \text{ мг/л}$ |                              |  |
| 1          | 15                        | 0,50                      | 2                             | 200                     | 0,39                         | Господарсько-питні потреби населення       |
| 2          | 25                        | 0,75                      | 3                             | 70                      | 0,43                         |  |
| 3          | 35                        | 1,00                      | 4                             | 450                     | 0,58                         |  |
| 4          | 40                        | 1,50                      | 5                             | 35                      | 0,67                         |  |
| 5          | 45                        | 2,00                      | 6                             | 150                     | 0,76                         |  |
| 6          | 15                        | 0,50                      | 2                             | 200                     | 0,39                         | Комунально-побутові потреби населення      |
| 7          | 25                        | 0,75                      | 3                             | 70                      | 0,43                         |  |
| 8          | 35                        | 1,00                      | 4                             | 450                     | 0,58                         |  |
| 9          | 40                        | 1,50                      | 5                             | 35                      | 0,67                         |  |
| 10         | 45                        | 2,00                      | 6                             | 150                     | 0,76                         |  |
| 11         | 15                        | 0,30                      | 2                             | 100                     | 0,39                         | Рибогосподарська першої категорії          |
| 12         | 25                        | 0,45                      | 3                             | 75                      | 0,43                         |  |
| 13         | 35                        | 0,75                      | 4                             | 50                      | 0,58                         |  |
| 14         | 40                        | 0,90                      | 5                             | 35                      | 0,67                         |  |
| 15         | 45                        | 1,25                      | 6                             | 60                      | 0,76                         |  |

|    |    |      |   |     |      |   |
|----|----|------|---|-----|------|---|
| 16 | 15 | 0,30 | 2 | 100 | 0,39 | Рибогосподарська<br>другій категорії    |
| 17 | 25 | 0,45 | 3 | 75  | 0,43 |   |
| 18 | 35 | 0,75 | 4 | 50  | 0,58 |   |
| 19 | 40 | 0,90 | 5 | 35  | 0,67 |   |
| 20 | 45 | 1,25 | 6 | 60  | 0,76 |   |
| 21 | 15 | 0,25 | 7 | 30  | 0,39 | Господарсько-питні<br>потреби населення |
| 22 | 25 | 0,50 | 6 | 50  | 0,43 |   |
| 23 | 35 | 1,00 | 5 | 75  | 0,58 |   |
| 24 | 40 | 2,50 | 4 | 100 | 0,67 |   |
| 25 | 45 | 4,00 | 3 | 125 | 0,76 |   |
| 26 | 15 | 0,25 | 7 | 30  | 0,39 | Рибогосподарська<br>другої категорії    |
| 27 | 25 | 0,50 | 6 | 50  | 0,43 |   |
| 28 | 35 | 1,00 | 5 | 75  | 0,58 |   |
| 29 | 40 | 2,50 | 4 | 100 | 0,67 |   |
| 30 | 45 | 4,00 | 3 | 125 | 0,76 |   |

**2.** Користуючись теоретичним матеріалом надати письмові відповіді на наступні питання:

- 1) Що передбачає гігієнічне нормування хімічних речовин у воді водойм?
- 2) ГДК хімічних речовин у воді водойм – це?
- 3) Які етапи проводять за схемою при визначенні ГДК хімічних речовин у воді водних об'єктів?
- 4) Охарактеризуйте перший та другий етапи?
- 5) Охарактеризуйте третій та четвертий етапи?
- 6) При випуску стічних вод у водні об'єкти необхідно...

## Практична робота 2.10 **Нормування та визначення концентрацій забруднюючих речовин в ґрунті**

**Мета:** ознайомлення з визначенням забруднюючих речовин в ґрунті

### 2.10.1 Короткі теоретичні відомості

На території України найбільшою мірою хімічно забруднені ґрунти південних областей, де багато років невміло використовується полив з внесенням великої кількості мінеральних добрив і хімічних речовин захисту рослин.

Гігієнічне нормування хімічних речовин у ґрунті має у своїй основі критерій, котрий припускає можливість надходження додаткових хімічних речовин у ґрунт у кількості, що є безпечною для здоров'я людей і навколишнього середовища. Нормування передбачає неприпустимість перебільшення дії хімічних речовин вище від адаптаційної можливості найчутливіших груп населення або порога екологічної адаптаційної властивості

грунту, тобто порога самоочисної здатності його в разі дії на організм людини та навколишнє середовище. Гігієнічне нормування хімічних речовин у ґрунті також передбачає проведення досліджень з метою наукового обґрунтування ГПК екзогенної хімічної речовини у ґрунті на експериментальних моделях у стандартних ґрунтово-кліматичних умовах з перенесенням їх на природний ґрунт та організм людини.

Нормування хімічно забруднених ґрунтів здійснюється по гранично допустимих концентраціях (ГДК(Г)). Вони по величині значно відрізняються від допустимих концентрацій для води і повітря.

ГДК(Г) – це концентрація хімічної речовини в мг/кг ґрунту орного шару, яка не надасть прямої або опосередкованої негативної дії на середовище, дотичне з ґрунтом, а також на здоров'ї людини і здатність ґрунту до самоочищення.

Розрахувати кількість добрив, які необхідно внести під різні сільськогосподарські культури, можна знаючи середню норму живильних елементів під культуру, можна знаючи середню норму живильних елементів під культуру (табл. 2.14) і вміст основних живильних елементів в найбільш поширених мінеральних добривах (табл. 2.15). Слід мати на увазі, що у вигляді основного добрива вносять 75 % річної норми добрив, для підгодівлі – 50.60 %, при посіві – 40 %.

Таблиця 2.14 – Середня норма живильних елементів під культуру

| №  | Культура         | Живильні речовини, кг/га |          |        |
|----|------------------|--------------------------|----------|--------|
|    |                  | $N_2$                    | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| 1  | Горох            | 20                       | 40       | 60     |
| 2  | Суниця           | 30                       | 60       | 60     |
| 3  | Капуста          | 90                       | 90       | 90     |
| 4  | Картопля         | 45                       | 42       | 60     |
| 5  | Конюшина         | –                        | 45       | 45     |
| 6  | Лук              | 40                       | 60       | 60     |
| 7  | Овес             | 30                       | 45       | 45     |
| 8  | Огірки           | 60                       | 60       | 60     |
| 9  | Помідори         | 60                       | 60       | 60     |
| 10 | Жито             | 30                       | 45       | 45     |
| 11 | Квасоля          | 20                       | 40       | 60     |
| 12 | Ягідні чагарники | 60                       | 60       | 60     |
| 13 | Ячмінь           | 30                       | 45       | 45     |

Таблиця 2.15 – Вміст основних живильних елементів в найбільш поширених мінеральних добривах

| Мінеральні добрива |  | Вміст, % по масі |              |              |
|--------------------|--|------------------|--------------|--------------|
| Номер              | Назва  | $N_2$            | $P_2O_5$     | $K_2O$       |
| 1                  | Рідкий аміак ( $NH_4OH$ )  | 80,2             | –            | –            |
| 2                  | Аміачна селітра ( $NH_4NO_3$ )   | 34,0...34,5*     | –            | –            |
| 3                  | Кальцієва селітра [ $Ca(NO_3)_2$ ]   | 17,5             | –            | –            |
| 4                  | Сульфат амонію [ $(NH_4)_2SO_4$ ]  | 21,0             | –            | –            |
| 5                  | Карбамід (сечовина) [ $CO(NH_2)_2$ ]   | 46,0             | –            | –            |
| 6                  | Фосфоритная мука – тонко розмолотий фосфорит $Ca_3(PO_4)_2$                                    | –                | 19,0...30,0* | –            |
| 7                  | Суперфосфат простий (суміш первинного фосфату і сульфату кальцію: $Ca(H_2PO_4)_2$ і $CaSO_4$ ) | –                | 20,0         | –            |
| 8                  | Суперфосфат подвійний [ $Ca(H_2PO_4)_2$ ]  | –                | 49,0         | –            |
| 9                  | Фосфат – шлак мартенівський  | –                | 10,0...12,0* | –            |
| 10                 | Хлорид калію   | –                | –            | 58,0...62,0* |
| 11                 | Калійна сіль   | –                | –            | 30,0...50,0* |
| 12                 | Сульфат калію  | –                | –            | 45,0...50,0* |
| 13                 | Амофос – суміш $NH_4H_2PO_4$ и $(NH_4)_2HPO_4$   | 10,0...12,0*     | 42,0...52,0* | –            |
| 14                 | Діаммофос  | 19,0             | 52,0         | –            |
| 15                 | Нітроаммофоська  | 17,0             | 17,0         | 17,0         |
| 16                 | Нітрофоска – суміш амофосу з $KNO_3$   | 11,0             | 10,0         | 11,0         |
| 17                 | Рідкі комплексні   | 10,0             | 34,0         | –            |

Примітка. Для приведених даних, помічених зірочкою \* в розрахунок брати середнє значення.

### 2.10.2 Порядок виконання практичної роботи

Ознайомитися з теоретичним матеріалом та виконати наступні завдання:

1. *Рішити задачу.* Розрахувати кількість сечовини, фосфат – шлаку мартенівського і сульфату калію, які необхідно внести восени у вигляді основних під картоплю на площі 0,1 га.

2. *Користуючись теоретичним матеріалом надати письмові відповіді на*

*наступні питання:*

- 1) У яких областях на території України найбільшою мірою хімічно забруднені ґрунти?
- 2) Який критерій є основою гігієнічного нормування хімічних речовин у ґрунті?
- 3) Проведення чого передбачає гігієнічне нормування хімічних речовин у ґрунті?
- 4) Як здійснюється нормування хімічно забруднених ґрунтів?
- 5) ГДК(ґ) – це?
- 6) Як можна розрахувати кількість добрив, які необхідно внести під різні сільськогосподарські культури?

## РОЗДІЛ 3 САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

### 3.1 Назви тем рефератів

|    |   |
|----|---|
| 1  | Екологічне виокремлення людини як біологічної істоти.   |
| 2  | Екологічні проблеми народонаселення планети та регіонів.  |
| 3  | Здоров'я людини у сучасних соціально-екологічних умовах.  |
| 4  | Екологічна безпека товарів народного споживання.  |
| 5  | Еколого-гігієнічні аспекти використання сучасних будівельних та оброблювальних матеріалів, хімічних волокон та синтетичних матеріалів (лаки, фарби, клеї та ін.). |
| 6  | Еколого-гігієнічні аспекти використання косметичних та миючих засобів.  |
| 7  | Еколого-гігієнічні аспекти споживання продуктів харчування (вплив на здоров'я людини).  |
| 8  | Еколого-гігієнічні аспекти використання електропобутових товарів.   |
| 9  | Вплив окремих галузей виробництва на здоров'я населення (металургійне виробництво, хімічна промисловість).  |
| 10 | Культура здоров'я українців: традиції, вірування, обряди.   |
| 11 | Фактори ризику: СНІД, венеричні хвороби, наркоманія, токсикоманія, пияцтво, куріння як соціально-екологічні проблеми сучасності.                                  |
| 12 | Радіація та її наслідки для організму людини. Радіопротектори.  |
| 13 | Електромагнітні випромінювання та їх вплив на організм людини.  |
| 14 | Хімічні забруднювачі водного басейну та атмосфери та їх вплив на організм людини.   |
| 15 | Роль мікроелементів та макроелементів в організмі людини, їх представники.  |
| 16 | Механізм дії антиоксидантів, основні представники.  |
| 17 | Біологічно активні речовини – адаптогени, імуномодулятори, вітаміни та їх роль.   |
| 18 | Хвороби цивілізації та боротьба з ними. Сучасна медицина і людина.  |
| 19 | Сучасний стан навколишнього середовища в Україні та погляди на екологію людини.   |
| 20 | Профілактика здоров'я: здоровий спосіб життя, психологічний тренінг, курортологія, туризм тощо.   |
| 21 | Гігієнічна та екологічна адекватність харчування людини   |
| 22 | Значення гігієнічних факторів у розвитку людини   |
| 23 | Особиста гігієна людини та її роль у зміцненні здоров'я   |
| 24 | Гігієнічне значення, склад та властивості атмосферного повітря  |
| 25 | Поняття про "мікроклімат" та фактори, що його формують  |
| 26 | Гігієнічне значення ґрунту  |
| 27 | Роль зелених насаджень в оздоровленні життєвого середовища  |
| 28 | Гігієнічні вимоги до природного освітлення  |

### 3.2 Питання для самостійного опрацювання

1. Причини виникнення екології людини та необхідність розповсюдження антропоекологічних знань.
2. Поняття «здоров'я» за визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я.
3. Показники здоров'я індивіда.
4. Рівні здоров'я.
5. Показники здоров'я популяції.
6. Мутагени та їх класифікація за походженням і природою виникнення.
7. Комутагени та антимутагени.
8. Екологічно зумовлені захворювання, їх розподіл.
9. Професійні захворювання (отруєння) та їх розділення (від шкідливої дії).
10. Психоактивні речовини, нарко(токсико)манія і класифікація наркотичних речовин.
11. Основні складові здорового способу життя.
12. Біомаркери та поділ біомаркерів.
13. Генетичний тягар людини.
14. Адаптація. Форми адаптації.
15. Адаптогенні фактори.
16. Фактори пов'язані з трудовою діяльністю людини.
17. Фази розвитку процесу адаптації.
18. Механізми адаптації.
19. Реакції на додаткові подразнення в умовах фаз адаптації.
20. Адаптація до дії низької температури.
21. Адаптація до дії високої температури.
22. Адаптація до різних режимів рухової активності.
23. Специфікація адаптації до психогенних факторів, дефіциту інформації, особливості адаптації людини.
24. Управління адаптацією.
25. Часові параметри організму та його систем.
26. Синхронізація роботи різних систем організму.
27. Біологічні ритми.
28. Акліматизація.
29. Мікроклімат. Комфортний та дискомфортний мікроклімат.
30. Фізіологія трудових процесів. Загальні відомості. Види трудової діяльності людини. Класифікація праці по важкості та напруженості.
31. Працездатність, методи оцінки фізичної працездатності.
32. Внутрішньосистемна динаміка працездатності. Добова працездатність.
33. Тижнева та місячна працездатність.
34. Втома. Види втоми.

35. Теорії втоми.
36. Міри профілактики втоми та боротьби з ним.
37. Види відпочинку. Активний та пасивний відпочинок. Наукові основи оптимізації режимів праці та відпочинку.
38. Робоче місце, робочі пози їх вплив на працездатність та здоров'я людини.
39. Монотонність праці, як один з від'ємних факторів підприємства.
40. Особливості розумової праці.
41. Особливості трудової діяльності студентів.
42. Екологія та тривалість життя. Демографічні та соціальні проблеми людства.
43. Методи оцінки енерговитрат. Одиниці виміру.
44. Основний обмін. Належний основний обмін. Загальний обмін.
45. Терморегуляція. Пойкилотермія. Гетеротермія. Гомойотермія.
46. Терморегуляція. Температура тіла людини.
47. Циркадні коливання температури. Асиметрія і градієнт. Принципи регуляції температури тіла. Тепловий баланс.
48. Центри терморегуляції, фізіологія терморегуляції.
49. Механізми теплопродукції. Скорочувальний та нескорочувальний термогенез.
50. Механізми тепловіддачі.
51. Гігієна повітря. Фізичні чинники та їх гігієнічне значення забруднень атмосферного повітря закритих приміщень. Джерела забруднень.
52. Санітарно-гігієнічне значення забруднень атмосферного повітря і повітря закритих приміщень.
53. Охорона навколишнього середовища від забруднень пестицидами і полімерними матеріалами. Пестициди і полімерні матеріали.
54. Гігієнічне нормування якості води господарчо-питного водопостачання.
55. Гігієнічне значення житла і вплив житлових умов на здоров'я людини.
56. Гігієнічні вимоги до планування та будови житла.
57. Гігієнічні вимоги до освітлення житла.
58. Гігієна харчування. Потреби організму у речовинах, що входять до складу харчових продуктів.
59. Фактори, що зумовлюють умови праці.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Даценко, І. І. Гігієна і екологія людини [Текст]: навч. посібник. – Львів: Афіша, 2000. – 248 с. – ISBN 966-7760-25-1.
2. Димань, Т. М. Екологія людини [Текст]: підручник / Т. М. Димань. – К. ВЦ «Академія», 2009. – 376 с. – Бібліогр. в кінці розд. – ISBN 978-966-580-293-8.
3. Залеський, І. І. Екологія людини [Текст]: підручник / І. І. Залеський, М. О. Клименко. – К.: Видавничий центр «Академія», 2005. – 288 с. – Бібліогр.: с. 267-270. – ISBN 966-580-201-1.
4. Микитюк, О. М. Екологія людини [Текст]: підручник для студ. вузів / О. М. Микитюк, О. З. Злотін, В. М. Бровдій. – Харків: ХДПУ, 2000. – 208 с. – ISBN 966-7542-43-2.
5. Неведомська, Є.О., Маруненко І.М. Гігієна [Текст]: навч.-метод. посіб. з проведення практичних робіт [для студ. вищ. навч. закл.] / Є. О. Неведомська, І. М. Маруненко. – К.: Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2012. – 34 с.
6. Соломенко, Л. І. Екологія людини [Текст]: навч. посіб. / Л. І. Соломенко. – К.: «Центр учбової літератури», 2016. – 120с. – Бібліогр.: с. 100. – 300 прим. – ISBN 978-617-673-490-1
7. ДСТУ 3038-95. Гігієна. Терміни та визначення основних понять [Текст]. [Чинний від 1996-01-01].
8. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення понять [Текст]. [Чинний від 2015-05-01].
9. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» [Текст]: Зб. нормативних документів. – У 3 – х т. – Т.3. – К., 1995. – с. 244 - 277.
10. Керб, Л. П. Основи охорони праці [Текст]: навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003 – 215 с. – Бібліогр.: с. 188-189. – ISBN 966-574-522-0.
11. Керб, Л. П. Основи охорони праці [Текст]: Навч.- метод. посібник для самост. вивч. дисц. / Л. П. Керб. – К.: КНЕУ, 2001. – 252 с. – ISBN 966-574-288-4
12. Подготовка документов для определения и учета вредных и опасных производственных факторов [Текст] // Охрана труда. – 2004. – №4. – с. 36-38.
13. Рекомендации о защите трудящихся от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах [Текст]. – МБТ. – Женева, 1991.
14. Трахтенберг, І. М. Гігієна праці та виробнича санітарія [Текст]: Навч.-метод. посібник / І. М. Трахтенберг, М. М. Коршун, О. В. Чебанова / За ред. І. М. Трахтенберга.. – К.: Основа, 1997. – 462 с. – Бібліогр.: с. 459-460.

## Допоміжна

1. Білявський, Г. О. Основи екологічних знань [Текст]: Підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – К.: Либідь, 2000. – 336 с. – ISBN 966-06-0140-9.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинні від 2010-12-05, наказ Міністерством охорони здоров'я (МОЗ) № 400].
3. Коробкин В. И. Экология в вопросах и ответах [Текст]: учебное пособие для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 384 с. – ISBN 978-5-222-17576-7.
4. Микитюк, О. М. Екологія людини [Текст]: українсько-російський тлумачний словник / Олександр Миколайович Микитюк, О. З. Злотін, В. М. Бровдій. – Харків: ОВС, 2000. – 164 с. – ISBN 966-7858-00-6.
5. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек [Текст]: Учебное пособие для вузов, средних школ и колледжей / Ю. В. Новиков. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. – 736 с. – Библиогр.: с. 730–735. – ISBN 5-8183-0895-2.
6. Шмалей, С.В. Экологическая физиология человека [Текст]: учеб. пособие / С. В. Шмалей. – Херсон: Персей, 2002. – 435 с. – ISBN 966-7578-52-6.
7. Методика визначення соціально-економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці [Текст] / розроб. К. Н. Ткачук [та ін] ; Комітет по нагляду за охороною праці України, Національний НДІ охорони праці (ННДІОП). - К. : Основа, 1999. - 95 с. - ISBN 966-7233-03-0.
8. Миценко, І. Забезпечення сприятливих і безпечних умов праці, як об'єкт управління [Текст]. // Україна, аспекти праці. – 1998. – №5. – с. 38-42.

## Електронні ресурси

1. «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення»: Закон України № 4004-ХІІ від 24.02.1994 (Редакція станом на 04.10.2018) [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12> (дата звернення: 03.12.2018).
2. «Список виробництв, цехів, професій і посад із шкідливими і важкими умовами праці, зайнятість працівників на роботах в яких дає право на щорічну додаткову відпустку»: Постанова Кабінету міністрів України № 1290 від 17.11.97 р. (Редакція станом на 28.10.2016) [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1290-97-%D0%BF> (дата звернення: 03.12.2018).
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [Чинні від 2010-12-05]: наказ Міністерством охорони здоров'я (МОЗ) № 400 (Редакція станом на 19.09.2011) [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> (дата звернення: 03.12.2018).

4. ДСН 3.3.6.037-99. «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»: Постанова Головного Державного санітарного лікаря України № 37 від 01.12.1999 [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99> (дата звернення: 03.12.2018).
5. ДСН 3.3.6.039-99. «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»: Постанова Головного Державного санітарного лікаря України № 39 від 01.12.1999 [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99/sp:max15> (дата звернення: 03.12.2018).
6. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»: Постанова Головного Державного санітарного лікаря України № 42 від 01.12.1999 [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> (дата звернення: 03.12.2018).
7. ДБН В.2.5-28.2006. «Природне і штучне освітлення» [Чинні до 01.03.2019] [Електронний ресурс]. – URL: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-394> (дата звернення: 03.12.2018).
8. ДБН В.2.5-28:2018. «Природне і штучне освітлення» (на заміну ДБН В.2.5-28.2006). [Чинні від 28.02.2019]: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 264 від 03.10.2018 [Електронний ресурс]. – URL: [http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_2\\_5\\_28/1-1-0-1188](http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188) (дата звернення: 03.12.2018).
9. «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року»: Закон України № 2818-VI від 21.12.2010 [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2818-17> (дата звернення: 03.12.2018).
10. Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020»: Указ Президента України № 5/2015 від 12 січня 2015 року [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015> (дата звернення: 03.12.2018).
11. Журнал «Вода и экология: проблемы и решения» [Електронний ресурс] - Научно-технический журнал – URL: <http://wemag.ru/> (дата звернення: 03.12.2018).
12. Global Atmosphere Watch (GAW) [Електронний ресурс] - глобальна служба атмосфери – URL: <https://www.wmo.int/>, URL: <https://public.wmo.int/en>, URL: [https://www.wmo.int/pages/summary/progs\\_struct\\_ru.html](https://www.wmo.int/pages/summary/progs_struct_ru.html) (дата звернення: 03.12.2018).
13. Програма ООН з навколишнього середовища [Електронний ресурс] – програми ООН – URL: <https://www.unenvironment.org/>, <http://web.unep.org/> – (дата звернення: 03.12.2018).
14. Міністерство екології і природних ресурсів України. Офіційний сайт [Електронний ресурс] – URL: <https://menr.gov.ua/> – (дата звернення: 03.12.2018).

15. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. Офіційний сайт [Електронний ресурс] – URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 03.12.2018).
16. Каталог юриста LawUkraine.com. Правові ресурси інтернету [Електронний ресурс] – URL: <http://www.lawukraine.com> (дата звернення: 03.12.2018).
17. Державна служба статистики України. Офіційний сайт [Електронний ресурс] – URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. – (дата звернення: 03.12.2018).
18. «Про природно-заповідний фонд України»: Закон України № 2456-XII від 16.06.1992 (Редакція станом на 19.04.2018) [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2456-12> (дата звернення: 03.12.2018).
19. «Про екологічну мережу України»: Закон України № 1864-IV від 24.06.2004 (Редакція станом на 19.04.2018) [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1864-15> (дата звернення: 03.12.2018).
20. Мережа глобального екологічного сліду. URL: <https://www.footprintnetwork.org/> (дата звернення: 03.12.2018).
21. Renewed EU Sustainable Development Strategy [Електронний ресурс]. – URL: <http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=EN&f=ST%2010917%202006%20INIT> (дата звернення: 03.12.2018).
22. Europe 2020. A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth. – [Електронний ресурс]. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF> (дата звернення: 03.12.2018).
23. Доповідь ООН щодо Цілей розвитку тисячоліття: [Електронний ресурс] – URL: [http://www.un.org/millenniumgoals /2015 \\_MDG\\_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20%28July%201%29.pdf](http://www.un.org/millenniumgoals /2015 _MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20%28July%201%29.pdf) 7. (дата звернення: 03.12.2018).
24. Доповідь ООН щодо людського розвитку: URL: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-report-2014> - (дата звернення: 03.12.2018).

## Додаток А

Таблиця А.1 - Значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі населених місць та класу небезпеки речовин

| № п/п | Речовина   | Гранично допустимі концентрації, мг/м <sup>3</sup> |                 | Клас небезпеки речовини |
|-------|--|--|-----------------|-------------------------|
|       |  | максимальна разова                                 | середня на добу |                         |
| 1     | Азоту диоксид ( $NO_2$ )                                   | 0,085  | 0,04            | 2                       |
| 2     | Азоту оксид ( $NO$ )                                       | 0,4  | 0,06            | 3                       |
| 3     | Аміак ( $NH_3$ )   | 0,2  | 0,04            | 4                       |
| 4     | Амілени (суміш ізомерів)                                   | 1,5  | 1,5             | 4                       |
| 7     | Ацетон   | 0,35   | 0,35            | 4                       |
| 6     | Бутилен  | 3,0  | 3,0             | 4                       |
| 7     | Бутиловий ефір акрилової кислоти (бутилакрилат)            | 0,0075   |                 | 2                       |
| 8     | Бутилметакрилат  | 0,04   | 0,01            | 2                       |
| 9     | Ванадію п'ятиоксид   | –  | 0,002           | 1                       |
| 10    | Водень фосфористий ( $HF$ )                                | 0,02   | 0,005           | 2                       |
| 11    | Водень хлористий ( $HCl$ )                                 | 0,2  | 0,2             | 2                       |
| 12    | Вуглецю оксид (II) ( $CO$ )                                | 5  | 3               | 4                       |
| 13    | Гексан   | 60   | -               | 3                       |
| 14    | Гексен   | 0,4  | 0,085           | 1                       |
| 15    | Етилен   | 3,0  | 3,0             | 3                       |
| 16    | Зола вугільна ТЕС  | 0,05   | 0,02            | 2                       |
| 17    | Зола мазутна ТЕС   | –  | 0,002           | 2                       |
| 18    | Кислота азотна по молекулі $HNO_3$                         | 0,4  | 0,15            | 2                       |
| 19    | Кислота акрилова   | 0,1  | 0,04            | 3                       |
| 20    | Кислота метакрилова  | 0,03   | 0,01            | 3                       |
| 21    | Кислота сірчана по молекулі $H_2SO_4$                      | 0,3  | 0,1             | 2                       |
| 22    | Кислота оцтова   | 0,2  | 0,06            | 3                       |
| 23    | Кобальт сірчаноокислий (у перерахунку на кобальт) $CoSO_4$ | 0,001  | 0,0004          | 2                       |
| 24    | Мідь сірчаноокисла (у перерахунку на мідь) $CuSO_4$        | 0,003  | 0,001           | 2                       |
| 25    | Метилловий ефір акрилової кислоти (метилакрилат)           | 0,01   | 0,01            | 4                       |
| 26    | Метилловий ефір метакрилової кислоти (метилметакрилат)     | 0,1  | 0,01            | 3                       |
| 27    | Нікель сірчаноокислий (у перерахунку на нікель) $NiSO_4$   | 0,002  | 0,001           | 1                       |

|    |  |       |       |   |
|----|--|-------|-------|---|
| 28 | Озон   | 0,16  | 0,03  | 1 |
| 29 | Пил цементного виробництва                       | –     | 0,02  | 3 |
|    | Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію:    |       |       |   |
| 30 | – більше 70% (дінас та ін.)                      | 0,15  | 0,05  | 3 |
| 31 | –от 70 до 20% (шамот, цемент та ін.)             | 0,3   | 0,1   | 3 |
| 32 | –менше 20% (доломіт та ін.)                      | 0,5   | 0,15  | 3 |
| 33 | Пропілен   | 3,0   | 3,0   | 3 |
| 34 | Сірки оксид (IV) - ангідрид сірчистий ( $SO_2$ ) | 0,5   | 0,05  | 3 |
| 35 | Сірки оксид (VI) - ангідрид сірний ( $SO_3$ )    | 0,5   | 0,05  | 3 |
| 36 | Сірководень ( $H_2S$ )                           | 0,008 | –     | 2 |
| 37 | Смола легка (по сумарному органічному вуглецю)   | 0,2   | –     | 2 |
| 38 | Трикрезол (суміш ізомерів: орто-, мета-, пара-)  | 0,005 | 0,005 | 2 |
| 39 | Фенол  | 0,01  | 0,003 | 2 |
| 40 | Формальдегід                                     | 0,035 | 0,003 | 2 |
| 41 | Фурфурол   | 0,05  | 0,05  | 3 |
| 42 | Хлор   | 0,1   | 0,03  | 2 |

## Додаток Б

Таблиця Б.1 - Нормовані значення освітленості та КПО для виробничих приміщень (ДБН В.2.5-28-2006)

| Характеристика зорової роботи | Найменший або еквівалентний розмір об'єкту розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Підрозряд зорової роботи | Контраст об'єкту з фоном       | Характеристика фону            | Штучне освітлення                    |                       |                                   |  |          | Природне освітлення |           | Суміщене освітлення                        |                         |
|-------------------------------|--|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|----------|---------------------|-----------|--|-------------------------|
|                               |  |                       |                          |                                |                                | Освітленість, лк                     |                       |                                   | сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації |          | КПО, $e_n$ , %      |           |  |                         |
|                               |  |                       |                          |                                |                                | при системі комбінованого освітлення |                       | при системі загального освітлення |  |          | Р                   | $K_n$ , % | при верхньому або комбінованому освітленні | при боковому освітленні |
|                               |  |                       |                          |                                |                                | всього                               | у т.ч. від загального |                                   |  |          |                     |           |  |                         |
| 1                             | 2  | 3                     | 4                        | 5                              | 6                              | 7                                    | 8                     | 9                                 | 10   | 11       | 12                  | 13        | 14   | 15                      |
| Найвищої точності             | Менше 0,15   | I                     | а                        | Малий                          | Темний                         | 5 000<br>4 500                       | 500<br>500            | -                                 | 20<br>10   | 10<br>10 | -                   | -         | 6,0  | 2,0                     |
|                               |  |                       | б                        | Малий<br>Середній              | Середній<br>Темний             | 4 000<br>3 500                       | 400<br>400            | 1 200<br>1 000                    | 20<br>10   | 10<br>10 |                     |           |  |                         |
|                               |  |                       | в                        | Малий<br>Середній<br>Великий   | Світлий<br>Середній<br>Темний  | 2 500<br>2 000                       | 300<br>200            | 750<br>600                        | 20<br>10   | 10<br>10 |                     |           |  |                         |
|                               |  |                       | г                        | Середній<br>Великий<br>Великий | Світлий<br>Світлий<br>Середній | 1 500<br>1 250                       | 200<br>200            | 400<br>300                        | 20<br>10   | 10<br>10 |                     |           |  |                         |
| Дуже високої точності         | Від 0,15 до 0,3 включно                                    | II                    | а                        | Малий                          | Темний                         | 4 000<br>3 500                       | 400<br>400            | -                                 | 20<br>10   | 10<br>10 | -                   | -         | 4,2  | 1,5                     |
|                               |  |                       | б                        | Малий<br>Середній              | Середній<br>Темний             | 3 000<br>2 500                       | 300<br>300            | 750<br>600                        | 20<br>10   | 10<br>10 |                     |           |  |                         |
|                               |  |                       | в                        | Малий                          | Світлий                        | 2 000                                | 200                   | 500                               | 20   | 10       |                     |           |  |                         |

|                    |                        |     |   |                                |                                |                |     |            |    |    |     |     |     |     |
|--------------------|------------------------|-----|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------|-----|------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                    |                        |     |   | Середній<br>Великий            | Середній<br>Темний             | 1 500          | 200 | 400        | 10 | 10 |     |     |     |     |
|                    |                        |     | г | Середній<br>Великий<br>Великий | Світлий<br>Світлий<br>Середній | 1 000<br>750   | 200 | 300<br>200 | 20 | 10 |     |     |     |     |
| Високої точності   | Від 0,3 до 0,5 включно | III | a | Малий                          | Темний                         | 2 000<br>1 500 | 200 | 500<br>400 | 40 | 15 | -   | -   | 3,0 | 1,2 |
|                    |                        |     | б | Малий<br>Середній              | Середній<br>Темний             | 1 000<br>750   | 200 | 300<br>200 | 40 | 15 |     |     |     |     |
|                    |                        |     | в | Малий<br>Середній<br>Великий   | Світлий<br>Середній<br>Темний  | 750<br>600     | 200 | 300<br>200 | 40 | 15 |     |     |     |     |
|                    |                        |     | г | Середній<br>Великий<br>Великий | Світлий<br>Світлий<br>Середній | 400            | 200 | 200        | 40 | 15 |     |     |     |     |
| Середньої точності | Більше 0,5 до 1,0      | IV  | a | Малий                          | Темний                         | 750            | 200 | 300        | 40 | 20 | 4,0 | 1,5 | 2,4 | 0,9 |
|                    |                        |     | б | Малий<br>Середній              | Середній<br>Темний             | 500            | 200 | 200        | 40 | 20 |     |     |     |     |
|                    |                        |     | в | Малий<br>Середній<br>Великий   | Світлий<br>Середній<br>Темний  | 400            | 200 | 200        | 40 | 20 |     |     |     |     |
|                    |                        |     | г | Середній<br>Великий<br>Великий | Світлий<br>Світлий<br>Середній | -              | -   | 200        | 40 | 20 |     |     |     |     |
| Малої точності     | Більше 1,0 до 5,0      | V   | a | Малий                          | Темний                         | 400            | 200 | 300        | 40 | 20 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |
|                    |                        |     | б | Малий<br>Середній              | Середній<br>Темний             | -              | -   | 200        | 40 | 20 |     |     |     |     |
|                    |                        |     | в | Малий<br>Середній<br>Великий   | Світлий<br>Середній<br>Темний  | -              | -   | 200        | 40 | 20 |     |     |     |     |
|                    |                        |     | г | Середній<br>Великий<br>Великий | Світлий<br>Світлий<br>Середній | -              | -   | 200        | 40 | 20 |     |     |     |     |

|   |            |      |   |   |   |   |     |    |    |     |     |     |     |
|---|------------|------|---|---|---|---|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Груба (дуже малої точності)                                       | Більше 5,0 | VI   |   | Незалежно від характеристик фону та контрасту об'єкту з фоном | – | – | 200 | 40 | 20 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |
| Робота з матеріалами, які світяться, і виробами в гарячих цехах   | Більше 5,0 | VII  |   | Незалежно від характеристик фону та контрасту об'єкту з фоном | – | – | 200 | 40 | 20 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |
| Загальне спостереження за ходом виробничого процесу<br>- постійне |            | VIII | а | Незалежно від характеристик фону та контрасту об'єкту з фоном | – | – | 200 | 40 | 20 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |
| - періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні        |            |      | б | Незалежно від характеристик фону та контрасту об'єкту з фоном | – | – | 100 | –  | –  | 1,0 | 0,3 | 0,7 | 0,2 |

|  |  |   |   |   |   |    |   |   |     |     |     |     |
|--|--|---|---|---|---|----|---|---|-----|-----|-----|-----|
| - періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні |  | в | Незалежно від характеристик фону та контрасту об'єкту з фоном | - | - | 50 | - | - | 0,7 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |
| - загальне спостереження за інженерними комунікаціями        |  | г | Незалежно від характеристик фону та контрасту об'єкту з фоном | - | - | 20 | - | - | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |

Примітки: найменші розміри об'єкту розрізнення і відповідні їм розряди зорової роботи встановлені при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше 0,5 м від очей працюючого.

Таблиця Б.2 - Коефіцієнт світлового клімату,  $t$ 

| Світлові прорізи   | Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту | Коефіцієнт світлового клімату, $t$      |                         |
|--|--|---|-------------------------|
|  |  | Автономна республіка Крим, Одеська обл. | Решта території України |
| В зовнішніх стінах будинків  | ПН   | 0,85                                    | 0,90                    |
|  | ПНС, ПНЗ   | 0,85                                    | 0,90                    |
|  | З, С   | 0,80                                    | 0,85                    |
|  | ПДС, ПДЗ   | 0,80                                    | 0,85                    |
|  | ПД   | 0,75                                    | 0,85                    |
| В прямокутних та трапецієподібних ліхтарях   | ПН-ПД  | 0,80                                    | 0,80                    |
|  | ПНС-ПДЗ<br>ПДЗ-ПНЗ                                   | 0,75                                    | 0,80                    |
|  | С-З  | 0,70                                    | 0,75                    |
| У ліхтарях типу "Шед"  | ПН   | 0,80                                    | 0,80                    |
| У зенітних ліхтарях  | –  | 0,70                                    | 0,80                    |
| Примітка. ПН - північ; ПНС - північ-схід; ПНЗ - північ-захід; С - схід; З - захід; ПН-ПД - північ-південь; С-З - схід-захід; ПД - південь; ПДС - південь-схід; ПДЗ - південь-захід |  |   |                         |

Таблиця Б.3 - Коефіцієнт запасу  $K_z$ 

| Приміщення та територія  | Приклади приміщень  | Коефіцієнт запасу $K_z$ при природному освітленні і розташуванні світлопропускаючого матеріалу |        |           |
|--|---|--|--------|-----------|
|  |   | вертик.  | похило | горизонт. |
| 1. Виробничі приміщення з повітряним середовищем, що містить у робочій зоні: |   |  |        |           |
| а) більше 5 мг/м <sup>3</sup> пилу, диму, кіптяви                            | Агломераційні фабрики, цементні заводи і обрубувальні відділення ливарних цехів | 1,5  | 1,7    | 2         |
| б) від 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> диму, кіптяви                                | Цехи ковальські, ливарні, мартенівські, зварювальні, збірного залізобетону      | 1,4  | 1,5    | 1,8       |
| в) менше 1 мг/м <sup>3</sup> пилу, диму, кіптяви                             | Цехи інструментальні, складальні, механічні, механоскладальні, пошивні          | 1,3  | 1,4    | 1,5       |
| г) значні концентрації кислот, лугів, газів,                                 | Цехи хімічних заводів з вироблення кислот, лугів, їдких                         | 1,5  | 1,7    | 2         |

|   |  |     |     |     |
|---|--|-----|-----|-----|
| здатних при взаємодії з вологою утворювати слабкі розчини кислот, лугів, а також мають велику корозійну здатність | хімічних реактивів, добрив, цехи гальванічних покриттів та гальванопластики різних галузей промисловості з застосуванням електролізу |     |     |     |
| 2. Приміщення житлових та громадських будинків  | Кабінети і робочі приміщення громадських будинків, житлові кімнати, навчальні приміщення, лабораторії, читальні зали тощо            | 1,2 | 1,4 | 1,5 |

Таблиця Б.4 - Характеристика джерел штучного освітлення

| Світловий потік ламп розжарювання, $F_{л. стандарт}$ (лм)   |            |                 |           |            |                 |      |
|---|------------|-----------------|-----------|------------|-----------------|------|
| Тип лампи   | Потужність | Світловий потік | Тип лампи | Потужність | Світловий потік |      |
| НБ-40   | 40         | 370             | ЛН-150    | 150        | 2100            |      |
| НБК-40  |            | 430             | НГ-150    |            | 1900            |      |
| ЛН-60   | 60         | 715             | ЛН-200    | 200        | 2920            |      |
| НБ-60   |            | 620             | НГ-200    |            | 2700            |      |
| НБК-60  |            | 700             | ЛН-300    | 300        | 4600            |      |
| НБ-75   | 75         | 840             | НГ-300    |            | 4350            |      |
| НБК-75  |            | 1080            | ЛН-500    | 500        | 8300            |      |
| ЛН-100  | 100        | 1350            | НГ-500    |            | 8100            |      |
| НБ-100  |            | 1240            | НГ-750    | 750        | 13100           |      |
| Світловий потік люмінесцентних ламп, $F_{л. стандарт}$ (лм) |            |                 |           |            |                 |      |
| Тип лампи   | Потужність | Світловий потік | Тип лампи | Потужність | Світловий потік |      |
| ЛДЦ 15  | 15         | 450             | ЛХБ 30    | 30         | 1500            |      |
| ЛД 15   |            | 525             | ЛБ 30     |            | 1740            |      |
| ЛХБ 15  |            | 600             | ЛТБ 30    |            | 1500            |      |
| ЛБ 15   |            | 600             | 630       | ЛДЦ 40     | 40              | 1520 |
| ЛТБ 15  |            |                 | 600       | ЛД 40      |                 | 1960 |
| ЛДЦ 20  | 20         | 620             | ЛХБ 40    | 40         | 2200            |      |
| ЛД 20   |            | 760             | ЛБ 40     |            | 2480            |      |
| ЛХБ 20  |            | 900             | ЛТБ 40    |            | 2200            |      |
| ЛБ 20   |            | 980             | 980       | ЛДЦ 80     | 80              | 2720 |
| ЛТБ 20  |            |                 | 900       | ЛД 80      |                 | 3440 |
| ЛДЦ 30  | 30         | 1110            | ЛХБ 80    | 80         | 3840            |      |
| ЛД 30   |            | 1380            | ЛБ 80     |            | 4320            |      |

Таблиця Б.5 - Коефіцієнти використання світлового потоку  $\eta, \%$ 

| Тип світильника | $\rho_c \%$ | $\rho_{ст} \%$ | Коефіцієнт використання $\eta \%$ , при індексі приміщення $i$ |     |     |     |     |     |     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
|-----------------|-------------|----------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 |             |                | 0,5  | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 2,25 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 5,0 |
| У і УПМ         | 70          | 50             | 22   | 32  | 39  | 44  | 47  | 49  | 50  | 52   | 55  | 58   | 60  | 62   | 64  | 66  | 68  | 70  | 73  |
|                 | 50          | 30             | 20   | 26  | 34  | 38  | 41  | 43  | 45  | 47   | 50  | 53   | 55  | 57   | 59  | 62  | 64  | 66  | 69  |
|                 | 30          | 10             | 17   | 23  | 30  | 34  | 37  | 39  | 41  | 43   | 46  | 48   | 51  | 53   | 55  | 58  | 61  | 62  | 64  |
| УЗ              | 70          | 50             | 19   | 27  | 32  | 35  | 37  | 39  | 40  | 42   | 44  | 46   | 48  | 49   | 51  | 53  | 55  | 56  | 57  |
|                 | 50          | 30             | 15   | 22  | 28  | 31  | 33  | 35  | 36  | 38   | 40  | 42   | 44  | 45   | 47  | 49  | 51  | 52  | 53  |
|                 | 30          | 10             | 10   | 12  | 19  | 25  | 30  | 31  | 32  | 34   | 36  | 39   | 40  | 42   | 44  | 46  | 48  | 49  | 51  |
| Г і ГПМ         | 70          | 50             | 26   | 32  | 36  | 40  | 43  | 45  | 47  | 50   | 54  | 57   | 59  | 61   | 62  | 64  | 66  | 67  | 69  |
|                 | 50          | 30             | 22   | 27  | 31  | 34  | 37  | 40  | 42  | 45   | 49  | 53   | 55  | 57   | 58  | 61  | 63  | 64  | 66  |
|                 | 30          | 10             | 19   | 24  | 28  | 31  | 34  | 37  | 39  | 42   | 46  | 49   | 52  | 54   | 55  | 58  | 60  | 61  | 63  |
| СХМ             | 70          | 50             | 32   | 36  | 40  | 44  | 47  | 50  | 52  | 55   | 60  | 63   | 66  | 68   | 70  | 72  | 74  | 76  | 77  |
|                 | 50          | 30             | 25   | 29  | 33  | 37  | 40  | 43  | 46  | 49   | 54  | 58   | 61  | 63   | 65  | 67  | 70  | 72  | 74  |
|                 | 30          | 10             | 21   | 25  | 30  | 33  | 37  | 39  | 42  | 44   | 50  | 54   | 57  | 59   | 62  | 64  | 67  | 68  | 71  |
| ПГТ             | 70          | 50             | 18   | 22  | 26  | 28  | 30  | 31  | 33  | 35   | 37  | 39   | 41  | 42   | 44  | 46  | 48  | 49  | 51  |
|                 | 50          | 30             | 14   | 17  | 20  | 23  | 25  | 26  | 28  | 30   | 32  | 34   | 36  | 38   | 39  | 41  | 43  | 44  | 46  |
|                 | 30          | 10             | 10   | 14  | 17  | 20  | 21  | 23  | 24  | 26   | 29  | 31   | 32  | 34   | 35  | 37  | 39  | 40  | 42  |
| Лц              | 70          | 50             | 22   | 29  | 34  | 38  | 41  | 44  | 46  | 49   | 52  | 54   | 56  | 58   | 60  | 62  | 64  | 66  | 68  |
|                 | 50          | 50             | 21   | 26  | 31  | 35  | 37  | 40  | 42  | 44   | 47  | 50   | 52  | 53   | 55  | 57  | 58  | 60  | 62  |
|                 | 50          | 30             | 18   | 22  | 27  | 31  | 34  | 36  | 38  | 40   | 43  | 46   | 48  | 49   | 51  | 53  | 54  | 56  | 58  |
| ОД              | 70          | 50             | 30   | 34  | 38  | 42  | 45  | 47  | 50  | 53   | 57  | 60   | 62  | 64   | 65  | 67  | 69  | 70  | 72  |
|                 | 50          | 30             | 25   | 29  | 33  | 36  | 39  | 42  | 44  | 48   | 52  | 54   | 57  | 59   | 60  | 63  | 65  | 66  | 69  |
|                 | 30          | 10             | 20   | 25  | 29  | 33  | 35  | 38  | 40  | 43   | 47  | 51   | 54  | 56   | 57  | 60  | 62  | 64  | 66  |
| ОДР             | 70          | 50             | 28   | 32  | 35  | 38  | 41  | 44  | 46  | 48   | 52  | 54   | 56  | 58   | 60  | 62  | 63  | 64  | 65  |
|                 | 50          | 30             | 24   | 27  | 30  | 33  | 36  | 38  | 41  | 44   | 47  | 50   | 52  | 54   | 55  | 58  | 59  | 61  | 62  |
|                 | 30          | 10             | 21   | 24  | 27  | 29  | 32  | 34  | 36  | 39   | 43  | 46   | 49  | 51   | 52  | 55  | 57  | 58  | 60  |

|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ОДОР  | 70 | 50 | 26 | 30 | 34 | 37 | 40 | 42 | 45 | 48 | 51 | 54 | 56 | 58 | 59 | 61 | 63 | 64 | 66 |
|       | 50 | 30 | 20 | 24 | 28 | 31 | 33 | 35 | 37 | 40 | 43 | 46 | 48 | 50 | 51 | 53 | 55 | 56 | 58 |
|       | 30 | 10 | 17 | 20 | 23 | 26 | 28 | 30 | 33 | 35 | 38 | 41 | 43 | 45 | 46 | 48 | 50 | 51 | 53 |
| ПВЛ-1 | 70 | 50 | 17 | 22 | 25 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 39 | 42 | 44 | 45 | 47 | 49 | 41 | 52 | 54 |
|       | 50 | 30 | 13 | 17 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 33 | 36 | 38 | 40 | 41 | 43 | 45 | 47 | 49 |
|       | 30 | 10 | 10 | 13 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 29 | 31 | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 45 |
| ШОД   | 70 | 50 | 22 | 28 | 32 | 35 | 38 | 41 | 43 | 46 | 50 | 53 | 55 | 57 | 59 | 61 | 63 | 65 | 67 |
|       | 50 | 50 | 16 | 21 | 24 | 27 | 30 | 32 | 34 | 37 | 40 | 43 | 45 | 47 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 |
|       | 50 | 30 | 14 | 18 | 21 | 24 | 27 | 29 | 31 | 34 | 37 | 40 | 42 | 44 | 45 | 48 | 50 | 51 | 53 |

Таблиця Б.6 – Значення сили світла (при світловому потоці ламп в світильнику 1000 лм),  $I_{\alpha}$  (кд)

| Кут $\alpha$ | Тип світильника        |     |          |     |     |     |                           |     |      |       |     |     |
|--------------|------------------------|-----|----------|-----|-----|-----|---------------------------|-----|------|-------|-----|-----|
|              | З лампами розжарювання |     |          |     |     |     | З люмінесцентними лампами |     |      |       |     |     |
|              | У та УМП               | УЗ  | Г та ГПМ | СХМ | ПГТ | Лц  | ОД                        | ОДР | ОДОР | ПВЛ-1 | ШОД | ШЛП |
| 0            | 238                    | 185 | 268      | 262 | 124 | 141 | 242                       | 246 | 208  | 144   | 172 | 211 |
| 5            | 229                    | 183 | 365      | 260 | 124 | 142 | 241                       | 244 | 208  | 144   | 170 | 209 |
| 15           | 215                    | 175 | 248      | 255 | 119 | 144 | 241                       | 238 | 208  | 141   | 164 | 199 |
| 25           | 204                    | 167 | 227      | 242 | 111 | 144 | 237                       | 227 | 209  | 138   | 148 | 183 |
| 35           | 195                    | 154 | 206      | 228 | 100 | 146 | 216                       | 210 | 198  | 131   | 134 | 157 |
| 45           | 164                    | 133 | 185      | 190 | 90  | 133 | 183                       | 171 | 157  | 118   | 102 | 119 |
| 55           | 145                    | 108 | 150      | 155 | 80  | 88  | 139                       | 126 | 104  | 108   | 68  | 82  |
| 65           | 122                    | 84  | 88       | 122 | 73  | 51  | 93                        | 86  | 70   | 92    | 48  | 70  |
| 75           | 76                     | 55  | 19       | 28  | 63  | 50  | 40                        | 35  | 25   | 72    | 39  | 61  |
| 85           | 7                      | 19  | 5        | 5   | 54  | 46  | 10                        | 10  | 10   | 59    | 38  | 56  |
| 90           | 3                      | 8   | –        | –   | 46  | 45  | –                         | –   | 0    | 52    | 38  | 55  |

Таблиця Б.7 – Величина  $\alpha$ ,  $tg \alpha$ ,  $cos^3 \alpha$

| Кут $\alpha$ | $tg \alpha$ | $cos^3 \alpha$ | Кут $\alpha$ | $tg \alpha$ | $cos^3 \alpha$ | Кут $\alpha$ | $tg \alpha$ | $cos^3 \alpha$ |
|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------|
| <b>0</b>     | 0,000       | 1,000          | <b>15</b>    | 0,268       | 0,901          | <b>30</b>    | 0,577       | 0,650          |
| <b>1</b>     | 0,017       | 1,000          | <b>16</b>    | 0,287       | 0,888          | <b>31</b>    | 0,601       | 0,630          |
| <b>2</b>     | 0,035       | 0,998          | <b>17</b>    | 0,306       | 0,875          | <b>32</b>    | 0,625       | 0,610          |
| <b>3</b>     | 0,052       | 0,996          | <b>18</b>    | 0,325       | 0,860          | <b>33</b>    | 0,650       | 0,590          |
| <b>4</b>     | 0,067       | 0,993          | <b>19</b>    | 0,344       | 0,845          | <b>34</b>    | 0,675       | 0,570          |
| <b>5</b>     | 0,087       | 0,989          | <b>20</b>    | 0,364       | 0,830          | <b>35</b>    | 0,700       | 0,550          |
| <b>6</b>     | 0,105       | 0,984          | <b>21</b>    | 0,384       | 0,814          | <b>36</b>    | 0,727       | 0,530          |
| <b>7</b>     | 0,012       | 0,978          | <b>22</b>    | 0,404       | 0,797          | <b>37</b>    | 0,754       | 0,509          |
| <b>8</b>     | 0,141       | 0,971          | <b>23</b>    | 0,424       | 0,780          | <b>38</b>    | 0,781       | 0,489          |
| <b>9</b>     | 0,158       | 0,964          | <b>24</b>    | 0,445       | 0,762          | <b>39</b>    | 0,810       | 0,469          |
| <b>10</b>    | 0,176       | 0,955          | <b>25</b>    | 0,466       | 0,744          | <b>40</b>    | 0,839       | 0,449          |
| <b>11</b>    | 0,194       | 0,946          | <b>26</b>    | 0,488       | 0,726          | <b>41</b>    | 0,869       | 0,429          |
| <b>12</b>    | 0,213       | 0,936          | <b>27</b>    | 0,510       | 0,707          | <b>42</b>    | 0,900       | 0,410          |
| <b>13</b>    | 0,231       | 0,925          | <b>28</b>    | 0,532       | 0,688          | <b>43</b>    | 0,932       | 0,391          |
| <b>14</b>    | 0,249       | 0,913          | <b>29</b>    | 0,554       | 0,669          | <b>44</b>    | 0,966       | 0,372          |

**О. О. Троїцька**

*доц. каф. ПЕОП, канд. біолог. наук, с. н. с.*

**Н. В. Беренда**

*доц. каф. ПЕОП, канд. техн. наук, доцент*

**К. В. Белоконь**

*доц. каф. ПЕОП, канд. техн. наук, доцент*

**Є. А. Манідіна**

*доц. каф. ПЕОП, канд. техн. наук*

## **ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ УМОВ ПРАЦІ ТА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**

### **Навчально-методичний посібник**

*для студентів ЗДІА*

*спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та*

*спеціальності 263 «Цивільна безпека»*

*всіх форм навчання*

Підписано до друку 28.12.2018р. Формат 60x84 1/32. Папір офсетний.

Умовн. друк. арк. 13,0. Наклад 1 прим. Ціна 73,43 грн.

Внутрішній договір № 233/18

Запорізька державна інженерна академія

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів

видавничої справи ДК № 2958 від 03.09.2007 р.

Віддруковано друкарнею

Запорізької державної інженерної академії

з оригінал-макету авторів

69006, м. Запоріжжя, пр. Соборний, 226

ЗДІА