



Національний університет

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

К.Н. Ткачук, В.Л. Филипчук, С.Ф. Каштанов,  
В.В. Зацарний, В.М. Москальова, К.К. Ткачук,  
Ю.О. Полукаров



# ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

За редакцією К.Н. Ткачука



*Навчальний посібник*

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються на напрямом підготовки „Охорона праці”*

Рівне – 2012



Національний університет

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

**К.Н. Ткачук, В.Л. Филипчук, С.Ф. Каштанов,  
В.В. Зацарний, В.М. Москальова, К.К. Ткачук,  
Ю.О. Полукаров**

## **ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ**

За редакцією К.Н. Ткачука

*Навчальний посібник*

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як  
навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,  
які навчаються на напрямом підготовки „Охорона праці”*

Рівне - 2012



Національний університет

УДК 331.45(075.4)

ББК 65.247я7

3-38

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України.  
(Лист № 1/П - 9029 від 29.09.2010 )*

**Рецензенти:**

**Здановський В.Г.**, д-р техн. наук, професор Міжнародного науково-технічного університету ім. акад. Ю. Бугая,

**Цапко В.Г.**, д-р мед. наук, професор Національного університету біоресурсів і природокористування України.

**Ткачук К.Н., Филипчук В.Л., Каштанов С.Ф., Зацарний В.В.,  
Москальова В.М., Ткачук К.К., Полукаров Ю.О.**

**3-38** Виробнича санітарія /За редакцією Ткачука К.Н./: Навч. посібник.  
– Рівне: НУВГП, 2012. – 385с.

**ISBN 978-966-327-176-7**

У посібнику викладені правові, нормативно-технічні та організаційні основи виробничої санітарії, фізіології та гігієни праці, показано їх соціальне та економічне значення. Посібник відображає сучасний стан нормативно-правового та технічного забезпечення, спрямованого на збереження життя, здоров'я і працездатності громадян України у процесі їх трудової діяльності, та останні досягнення в цій галузі. Навчальний посібник відповідає вимогам навчальної програми і призначений для вивчення нормативної дисципліни «Виробнича санітарія, гігієна та фізіологія праці» ОПП бакалавра за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці» (кваліфікація 3152-інспектор з охорони праці).

Видання рекомендовано також студентам вищих навчальних закладів освіти для вивчення відповідних розділів і тем навчальних дисциплін „Охорона праці” і „Охорона праці у галузі” та при опрацюванні розділів безпеки деяких курсів з циклу технологічної та конструкторської підготовки за технічними спеціальностями і для використання інспекторами відповідних наглядових органів та інженерами з охорони праці підприємств.

Лл. 113, табл. 72, бібліограф. 62.

**УДК 31.45(075.4)  
ББК 65.247я7**

**ISBN 978-966-327-176-7**

© Ткачук К.Н., Филипчук В.Л., Каштанов С.Ф.,  
Зацарний В.В., Москальова В.М.,  
Ткачук К.К., Полукаров Ю.О., 2012  
© НУВГП, 2012



## ЗМІСТ

|                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП .....</b>                                                                                                                          | <b>8</b>  |
| <b>Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ В ГАЛУЗІ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ.....</b>                                                  | <b>10</b> |
| 1.1. Загальні терміни та визначення.....                                                                                                    | 10        |
| 1.2. Основні поняття, терміни та визначення в галузі фізіології праці.....                                                                  | 15        |
| 1.2.1. Загальні відомості про фізіологію та людський організм.....                                                                          | 15        |
| 1.2.2. Шкіра, епітелій, слизові оболонки, відчуття дотику, смаку і нюх.....                                                                 | 19        |
| 1.2.3. Будова ока і зір.....                                                                                                                | 22        |
| 1.2.4. Будова вуха, слух і рівновага.....                                                                                                   | 24        |
| 1.2.5. Скелетна система.....                                                                                                                | 28        |
| 1.2.6. Дихальна система.....                                                                                                                | 31        |
| 1.2.7. Системи та функції організму людини.....                                                                                             | 34        |
| 1.2.8. Фізіологія праці.....                                                                                                                | 37        |
| 1.3. Основні поняття, терміни та визначення в галузі гігієни праці .....                                                                    | 45        |
| 1.4. Основні поняття, терміни та визначення в галузі виробничої санітарії .....                                                             | 52        |
| <b>Розділ 2. ЧИННИКИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, ЇХ ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ, НОРМУВАННЯ ТА НОРМАЛІЗАЦІЯ.....</b>                                        | <b>54</b> |
| 2.1. Санітарно-гігієнічні вимоги до складу повітряного середовища у виробничих приміщеннях.....                                             | 54        |
| 2.1.1. Загальна структура і склад повітряного середовища .....                                                                              | 54        |
| 2.1.2. Забруднюючі та шкідливі речовини, їх дія на людину та нормування.....                                                                | 56        |
| 2.1.3. Методи регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу забруднюючих та шкідливих речовин на працівників..... | 61        |
| 2.1.4. Вентиляція виробничих приміщень.....                                                                                                 | 62        |





|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1.5. Засоби індивідуального захисту від впливу шкідливих речовин .....                                                                           | 71  |
| 2.2. Санітарно-гігієнічні вимоги до параметрів мікроклімату виробничих приміщень .....                                                             | 78  |
| 4.2.1. Параметри мікроклімату та їх дія на людину .....                                                                                            | 78  |
| 4.2.2. Нормування параметрів мікроклімату .....                                                                                                    | 81  |
| 4.2.3. Заходи та засоби щодо нормалізації параметрів мікроклімату на робочих місцях .....                                                          | 86  |
| 2.2.3.1. Системи кондиціонування повітря.....                                                                                                      | 87  |
| 4.2.4. Засоби індивідуального захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження.....                                                   | 90  |
| 2.3. Санітарно-гігієнічні вимоги до освітлення виробничих приміщень .....                                                                          | 96  |
| 4.3.1. Основні світлотехнічні терміни та поняття .....                                                                                             | 96  |
| 4.3.2. Системи виробничого освітлення та основні вимоги до нього.....                                                                              | 101 |
| 4.3.3. Нормування штучного освітлення.....                                                                                                         | 104 |
| 4.3.4. Нормування природного та суміщеного освітлення.....                                                                                         | 107 |
| 4.3.5. Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень та експлуатація освітлювальних установок.....                                | 110 |
| 4.3.6. Методи розрахунку систем освітлення .....                                                                                                   | 113 |
| 2.4. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів шуму, ультра- та інфразвуку на робочих місцях, нормування та заходи і засоби захисту ..... | 117 |
| 2.4.1. Основні характеристики шуму, ультра- та інфразвуку....                                                                                      | 117 |
| 2.4.2. Дія шуму на людину.....                                                                                                                     | 122 |
| 2.4.3. Нормування, контроль та вимірювання шуму .....                                                                                              | 123 |
| 2.4.4. Заходи та засоби захисту від шуму .....                                                                                                     | 126 |
| 2.4.5. Нормування ультра- та інфразвуку, методи захисту.....                                                                                       | 136 |
| 2.5. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів вібрацій на робочих місцях, нормування та заходи і засоби захисту ....                     | 139 |
| 4.5.1. Загальні характеристики вібрації та її вплив на людину .....                                                                                | 139 |
| 4.5.2. Нормування та методи гігієнічної оцінки виробничої вібрації.....                                                                            | 145 |
| 4.5.3. Заходи та засоби захисту від вібрацій на робочих місцях.....                                                                                | 149 |
| 2.6. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів еле-                                                                                       |     |



|                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| лектромагнітних полів у виробничому середовищі, нормування та заходи і засоби захисту .....                                                                    | 155        |
| 4.6.1. Основні поняття та характеристики електромагнітного поля .....                                                                                          | 155        |
| 4.6.2. Методи розрахунків інтенсивності електромагнітних полів на робочих місцях .....                                                                         | 163        |
| 4.6.3. Дія електромагнітних полів на людину.....                                                                                                               | 167        |
| 4.6.4. Нормування, контроль та вимірювання електромагнітних полів .....                                                                                        | 172        |
| 4.6.5. Заходи та засоби захисту від дії електромагнітних полів .....                                                                                           | 150        |
| 2.7. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів випромінювань оптичного діапазону у виробничому середовищі, нормування та заходи і засоби захисту..... | 202        |
| 4.7.1. Біологічна дія, нормування та захист від ІЧ випромінювання.....                                                                                         | 202        |
| 4.7.2. Біологічна дія, нормування та захист від УФ випромінювання.....                                                                                         | 210        |
| 4.7.3. Біологічна дія, нормування та захист від лазерного випромінювання .....                                                                                 | 215        |
| 2.8. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів іонізуючих випромінювань у виробничому середовищі, нормування та заходи і засоби захисту .....         | 224        |
| 4.8.1. Основні поняття і характеристики іонізуючих випромінювань .....                                                                                         | 225        |
| 4.8.2. Біологічна дія та нормування іонізуючих випромінювань .....                                                                                             | 231        |
| 4.8.3. Методи та засоби захисту від іонізуючих випромінювань.....                                                                                              | 236        |
| <b>Розділ 3. ЗАГАЛЬНІ САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ, ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ.....</b>             | <b>240</b> |
| 3.1. Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства.....                                                                                   | 240        |
| 3.2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень.....                                                                                                          | 243        |
| 3.3. Організація праці на робочих місцях.....                                                                                                                  | 245        |

## **Розділ 4. ГІГІЄНІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПРАЦІ, ПАСПОРТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВ, АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАЦІ**

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| .....                                                                                                                                                            | 257 |
| 4.1. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу ..... | 257 |
| 2.1.1. Сфера застосування та загальні положення .....                                                                                                            | 257 |
| 2.1.2. Гігієнічні критерії та класифікація умов праці .....                                                                                                      | 260 |
| 4.1.2.1. Класифікація умов праці .....                                                                                                                           | 260 |
| 4.1.2.2. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії хімічного фактора .....                                                                                   | 262 |
| 4.1.2.3. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії факторів біологічного походження .....                                                                    | 266 |
| 4.1.2.4. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії віброакустичних факторів.....                                                                             | 267 |
| 4.1.2.4.1. Визначення класу умов праці при дії виробничого шуму .....                                                                                            | 267 |
| 4.1.2.4.2. Визначення класу умов праці при дії інфразвуку.....                                                                                                   | 270 |
| 4.1.2.4.1. Визначення класу умов праці при дії ультразвуку.....                                                                                                  | 270 |
| 4.1.2.5. Гігієнічні критерії оцінки умов праці за показниками мікроклімату .....                                                                                 | 271 |
| 4.1.2.6. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань.....                                                 | 276 |
| 4.1.2.7. Гігієнічні критерії оцінки умов праці за показниками світлового середовища .....                                                                        | 279 |
| 4.1.2.8. Гігієнічні критерії оцінки умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу .....                                                      | 281 |
| 4.1.2.9. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при аероіонізації повітря робочої зони .....                                                                      | 282 |
| 2.1.3. Загальна гігієнічна оцінка умов праці.....                                                                                                                | 284 |
| 2.1.4. Загальні методичні підходи до вимірів та оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу.....                                                 | 286 |
| 4.2. Паспортизація виробництв та атестація робочих місць за умовами праці .....                                                                                  | 287 |
| 4.3. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці.....                                                                          | 290 |



|                                                                                                                               |                                                                                                                                        |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.                                                                                                                            | Загальні положення.....                                                                                                                | 290        |
| 2.                                                                                                                            | Опис шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу при складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці..... | 295        |
| 3.                                                                                                                            | Медико-санітарне забезпечення .....                                                                                                    | 301        |
| <b>Розділ 5. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ, ГІГІЄНИ ТА ФІЗІОЛОГІЇ ПРАЦІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....</b> |                                                                                                                                        | <b>303</b> |
| 5.1.                                                                                                                          | Особливості роботи користувачів комп'ютерних технологій.....                                                                           | 303        |
| 5.2.                                                                                                                          | Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці на комп'ютеризованих робочих місцях.....                                                     | 315        |
| 5.2.1.                                                                                                                        | Нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів при роботі з ВДТ .....                                                         | 317        |
| 5.2.2.                                                                                                                        | Вимоги до параметрів мікроклімату та складу повітря на робочих місцях користувачів ВДТ.....                                            | 327        |
| 5.2.3.                                                                                                                        | Вимоги до виробничого освітлення на робочих місцях користувачів ВДТ.....                                                               | 330        |
| 5.2.4.                                                                                                                        | Вимоги до комп'ютерного обладнання .....                                                                                               | 334        |
| 5.2.5.                                                                                                                        | Вимоги до розміщення устаткування та організації робочих місць користувачів ВДТ.....                                                   | 337        |
| 5.2.6.                                                                                                                        | Вимоги ергономіки щодо відображення візуальної інформації на екрані дисплею .....                                                      | 342        |
| 5.2.7.                                                                                                                        | Рекомендовані засоби захисту працюючих при роботі з ВДТ .....                                                                          | 348        |
| 5.3.                                                                                                                          | Основні профілактичні заходи щодо збереження здоров'я та підвищення працездатності користувачів ВДТ .....                              | 349        |
| 5.3.1.                                                                                                                        | Профілактичні медичні огляди .....                                                                                                     | 349        |
| 5.3.2.                                                                                                                        | Організація режиму праці та відпочинку користувачів ВДТ .....                                                                          | 351        |
| <b>Питання для самоконтролю.....</b>                                                                                          |                                                                                                                                        | <b>354</b> |
| <b>Тестові завдання .....</b>                                                                                                 |                                                                                                                                        | <b>364</b> |
| <b>Рекомендований перелік робіт з комп'ютерного моделювання.....</b>                                                          |                                                                                                                                        | <b>406</b> |
| <b>Рекомендований перелік лабораторних робіт .....</b>                                                                        |                                                                                                                                        | <b>407</b> |
| <b>Список скорочень .....</b>                                                                                                 |                                                                                                                                        | <b>408</b> |
| <b>Термінологічний словник .....</b>                                                                                          |                                                                                                                                        | <b>410</b> |
| <b>Список використаної та рекомендованої літератури .....</b>                                                                 |                                                                                                                                        | <b>418</b> |



|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| Додаток А – Таблиця 1 та 2 ДБН В.2.5-28-2006..... | 422 |
|---------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Додаток Б – Лабораторна база кафедри охорони праці, цивільної та промислової безпеки НТУУ „КПІ” ..... | 428 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## ВСТУП

***В ст.43 Конституції України сказано: „Кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці”. Це ключове положення визначає суть законів України та інших нормативних актів в галузі охорони праці.***

Забезпечення належних умов трудової діяльності в нашій країні потребує докорінної зміни ставлення всього суспільства до питань, пов'язаних з безпекою праці, виробничою санітарією, гігієною та фізіологією праці. Від вирішення цих питань залежить життя та здоров'я людей у процесі їх трудової діяльності.

***В системі законодавства в галузі виробничої санітарії, гігієни та фізіології праці ключове місце займає Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».*** Положення, що мають пряме відношення до захисту здоров'я працюючих найбільш повно висвітлені в ст.7 цього закону - «Обов'язки підприємств, установ та організацій». Ця стаття передбачає розробку та здійснення адміністрацією підприємств санітарних та протиепідемічних заходів; здійснення в необхідних випадках лабораторного контролю за дотриманням вимог санітарних норм стосовно рівнів шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища; інформування органів та установ державної санепідеміологічної служби при надзвичайних подіях та ситуаціях, які становлять небезпеку для здоров'я населення; відшкодування в установленому порядку працівникам і громадянам збитків, яких завдано їх здоров'ю в результаті порушення санітарного законодавства.

***Відповідно до вищезазначеного Закону забезпечення санітарно-гігієнічного благополуччя працюючих досягається наступними основними заходами:***

- ❖ санітарно-гігієнічною регламентацією небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища;
- ❖ ліцензуванням видів діяльності, пов'язаних з потенційною небезпекою для здоров'я людей;
- ❖ включенням вимог безпеки в державні стандарти та іншу но-



нормативно-технічну документацію;

- ❖ державною санітарно-гігієнічною експертизою проектів, технологічних регламентів, інвестиційних програм та діючих промислових об'єктів і обумовлених ними небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища на відповідність вимогам санітарних норм та правил;

- ❖ пред'явленням гігієнічно обґрунтованих вимог до проектування, будівництва, розробки, виготовлення та використання як нових, так і діючих засобів виробництва та технологій;

- ❖ обов'язковими медичними оглядами працюючих певних категорій.

В Україні існує достатньо широка законодавча база в галузі виробничої санітарії, гігієни та фізіології праці. Крім вищезгаданого Закону, це, в першу чергу, такі нормативно правові акти, як „Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу”, діючі санітарні норми та правила щодо обмеження негативного впливу на людину окремих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища та виробничого процесу („Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин”, „Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань” та ін.), а також постанови та положення, затверджені Міністерством охорони здоров'я України („Положення про медичний огляд працівників певних категорій”, „Перелік важких робіт і робіт з шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх”, та ін.).

Виходячи з того, що в житті, а тим більше у виробничому процесі, абсолютної безпеки не існує, нерозумно було б вимагати від реального виробництва повного викорінення травматизму, виключення можливості будь-якого захворювання. Але реальним і розумним є ставити питання про зведення до мінімуму впливу об'єктивно існуючих виробничих небезпек.

На досягнення цієї мети і спрямована така складова охорони праці, як **виробнича санітарія**.



## Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ В ГАЛУЗІ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ, ГІГІЄНИ ТА ФІЗІОЛОГІЇ ПРАЦІ

### 1.5. Загальні терміни та визначення

**Трудова діяльність** - це джерело розвитку суспільства, створення матеріальних, культурних і духовних цінностей, передумова існування як кожної окремої людини, так і людства в цілому. У процесі трудової діяльності розвиваються здібності людини, мислення, чуттєве сприйняття світу. З точки зору фізіології будь-яка трудова діяльність - це витрати фізичної і розумової енергії людини, але ці витрати необхідні і корисні для неї. Виконуючи трудові обов'язки, людина працює не лише заради свого блага, а задля блага суспільства в цілому. З економічної точки зору трудова діяльність повинна забезпечувати максимально можливий рівень продуктивності. Одним із завдань суспільства є забезпечення таких умов трудової діяльності, коли вона не буде спричиняти негативного впливу на здоров'я працюючих, не буде завдавати шкоди оточуючим людям та довкіллю. В ідеалі трудова діяльність повинна надавати людині задоволення і не бути надмірно важкою чи напруженою. Важкість та напруженість праці є одними з головних характеристик трудового процесу.

**Важкість праці** - характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність. Важкість праці характеризується фізичним (динамічним і статичним) навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі.

**Напруженість праці** - характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника. До факторів,



що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

***Під час виконання людиною трудових обов'язків на неї діє сукупність фізичних, хімічних, біологічних та соціальних факторів, які зветься виробничим середовищем.***

Виробниче середовище забезпечує життєдіяльність під час виконання трудових обов'язків, в тому числі і працездатність, але за певних обставин ці ж чинники можуть являти небезпеку і причиняти шкоду людині. Будь-які реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деякої небезпеки для працюючого, що полягає у можливості захворювання, отримання травми чи іншого ушкодження організму.

***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.*** Люди, знаряддя праці, оточуюче середовище та завдання, що вирішуються в процесі трудової діяльності, являють собою динамічну систему, зміна в якій будь-якого з компонентів веде до зміни інших, а результируючий вплив на безпеку інколи буває важко оцінити заздалегідь.

***Під безпекою розуміється стан захищеності особи та суспільства від ризику зазнати шкоди.***

Запровадження нових технологічних процесів, навіть тих, що спрямовані на полегшення праці чи підвищення її безпеки, часто пов'язане з появою нових чинників, загроза яких життю та здоров'ю працюючих часто може бути неусвідомленою або навіть невідомою.

Реальне виробництво завжди супроводжується шкідливими та небезпечними чинниками (факторами) і має певний виробничий професійний ризик.

***Професійний ризик - це ймовірність порушення (ушкодження) здоров'я працівника з урахуванням тяжкості наслідків у результаті несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу.*** Оцінка професійного ризику проводиться з урахуванням величини експозиції останніх, показників стану здоров'я і втрати працездатності працівників.

***Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов (інте-***





**нсивність, тривалість та ін.) може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків.**

**Небезпечний виробничий фактор – фактор виробничого середовища і трудового процесу, що може бути причиною гострого захворювання, раптового різкого погіршення здоров'я або смерті.**

Поділення несприятливих факторів виробничого середовища на шкідливі та небезпечні зумовлене різним характером їх дії на людський організм, тим, що вони потребують різних заходів та засобів для боротьби з ними та профілактики викликаних ними ушкоджень, а також рядом причин організаційного характеру. В той же час таке поділення несприятливих факторів виробничого середовища є досить умовним, так як залежно від кількісної характеристики рівнів і тривалості дії окремі шкідливі виробничі фактори можуть стати небезпечними. Таким чином, між шкідливими та небезпечними виробничими факторами інколи важко провести чітку межу. Один і той же чинник може викликати травму і захворювання (наприклад, високий рівень іонізуючого або теплового випромінювання може викликати опік або навіть призвести до миттєвої смерті, а довготривала дія порівняно невисокого рівня цих же факторів – до хвороби; пилинки, що потрапили в око, спричиняє травму, а пил, що осідає в легенях, – захворювання, що зветься пневмоконіоз). Через це всі несприятливі виробничі чинники часто розглядаються як єдине поняття – небезпечний та шкідливий виробничий фактор (НШВФ).

**За своїм походженням та природою дії НШВФ ділять на 5 груп: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні (чинний міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 виділяє лише перші чотири групи названих чинників, але, як в працях, виданих під егідою Міжнародної Організації Праці, так і в ДСТУ 2293-99 у визначенні терміну «виробниче середовище» виділяються також соціальні чинники).**

**До фізичних НШВФ** відносяться машини та механізми або їх елементи, а також вироби, матеріали, заготовки тощо, які рухаються або обертаються; конструкції, які руйнуються; системи, устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском; підвищена запиленість та загазованість повітря; підвищена або понижена температура повітря, поверхонь приміщення, облад-



нання, матеріалів; підвищені рівні шуму вібрації, ультразвуку, інфра звуку; підвищений або понижений барометричний тиск та його різкі коливання; підвищена та понижена вологість; підвищена швидкість руху та підвищена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищене значення напруги в електричній мережі; підвищені рівні статичної електрики, електромагнітних випромінювань; підвищена напруженість електричного, магнітного полів; відсутність або нестача світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; понижена контрастність; прямий та віддзеркалений блиск; підвищена пульсація світлового потоку; підвищені рівні ультрафіолетової та інфрачервоної радіації; гострі кромки, задирки, шершавість на поверхні заготовок, інструментів та обладнання; розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги); слизька підлога; невагомість.

До **хімічних НШВФ** відносяться хімічні речовини, які по характеру дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibilізуючі, канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію. За шляхами проникнення в організм людини вони поділяються на такі, що потрапляють в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкіряні покриви та слизисті оболонки.

До **біологічних НШВФ** відносяться патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки, найпростіші) та продукти їхньої життєдіяльності, а також макроорганізми (тварини та рослини).

До **психофізіологічних НШВФ** відносяться фізичні (статичні та динамічні) перевантаження і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

**Соціальні НШВФ** - це неякісна організація роботи, понаднормова робота, необхідність роботи в колективі з поганими відносинами між його членами, соціальна ізоляваність з відривом від сім'ї, зміна біоритмів, незадоволеність роботою, фізична та/або словесна образа та її ризик, насильство та його ризик.

**Один і той же НШВФ за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп.**

**Такий стан умов праці, при яких виключена дія на працюючого небезпечних та шкідливих виробничих факторів зветься без-**



Однією з причин появи НШВФ є небезпечні речовини. **Небезпечна речовина** - це хімічна, токсична, вибухова, окислювальна, горюча речовина, біологічні агенти та речовини біологічного походження (біохімічні, мікробіологічні, біотехнологічні препарати, патогенні для людей і тварин мікроорганізми тощо), які становлять небезпеку для життя і здоров'я людей та довкілля, сукупність властивостей речовин і/або особливостей їх стану, внаслідок яких за певних обставин може створитися загроза життю і здоров'ю людей, довкіллю, матеріальним та культурним цінностям.

**Експозиція** – кількісна характеристика інтенсивності і тривалості дії несприятливого фактора виробничого середовища.

**Захист часом** – зменшення шкідливого впливу шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу на працюючих за рахунок обмеження часу їхньої дії: введення внутрішньозмінних перерв, скорочення робочого дня, збільшення тривалості відпустки, обмеження стажу роботи в конкретних умовах.

**Здоров'я** – це стан повного фізичного, духовного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб або фізичних вад (преамбула статуту ВООЗ).

**Захворювання** - це порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

**Професійне захворювання (профзахворювання)** - це захворювання, у виникненні яких вирішальна роль належить впливу несприятливих факторів виробничого середовища і трудового процесу.

**Професійна захворюваність** – показник числа виявлених вперше протягом року хворих із професійними захворюваннями і отруєннями, розрахований на 100, 1000, 10000, 100000 працюючих.

**Виробничо обумовлена захворюваність** – захворюваність на загальні (не віднесені до професійних) захворювання, що має тенденцію до зростання при збільшенні стажу роботи в несприятливих умовах праці і перевищує таку в професійних групах, що не контактують із шкідливими факторами.

**Виробнича травма** - пошкодження тканин, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу

ву виробничих факторів. Як правило, виробнича травма є наслідком нещасного випадку на виробництві.

**Нещасний випадок на виробництві** - це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

**Працездатність** – стан людини, при якому сукупність фізичних, розумових та емоційних можливостей дозволяє працюючому виконувати роботу визначеного змісту, обсягу і якості.

**Робочий день (зміна)** – встановлена законодавством тривалість (у годинах) роботи протягом доби.

**Постійне робоче місце** – місце, на якому працівник перебуває більше 50% свого робочого часу. Якщо при цьому робота виконується на різних ділянках робочої зони, постійним місцем вважається вся зона (ДСТУ 2293-93).

## 1.2. Основні поняття, терміни та визначення в галузі фізіології праці

### 1.2.1. Загальні відомості про фізіологію та людський організм

Вивчення виробничої санітарії неможливе без знання будови людського тіла та окремих його частин, механізму різноманітних функцій живого організму, їхньої регуляції та зв'язку між собою, реакції людського організму на зміни зовнішнього середовища та пристосування до цих змін. Вивченням цих питань займаються такі науки як фізіологія людини та фізіологія праці, що є складовими частинами фізіології. Фахівець з охорони праці має бути обізнаний у цих питаннях в тій мірі, щоб вірно організовувати діяльність засобів колективного та індивідуального захисту, вибору існуючих засобів індивідуального захисту в залежності від особливостей організму як окремих груп працівників, так і окремих працівників для розробки режимів праці та відпочинку, розробки та організації робочих місць тощо.

**Фізіологія** – (від грецького «фізіс» – природа і «логос» – слово) наука про життєдіяльність цілісного організму та окремих його частин на всіх рівнях – кліток, тканин, органів, функціональних



Фізіологія вивчає механізми різноманітних функцій живого організму (зростання, розмноження, дихання, харчування тощо), їхній зв'язок між собою, регуляцію та пристосування до зовнішнього середовища, походження та становлення в процесі еволюції та індивідуального розвитку особі. Кінцева мета фізіології полягає в глибокому вивченні функцій організму, яке дало б змогу впливати на них у бажаному напрямку.

**Фізіологія людини** вирішує принципово ті ж самі задачі, що й фізіологія тварин та фізіологія рослин. Відмінності обумовлені перед усім будовою та функціями об'єктів вивчення. Для фізіології людини однією з основних задач є вивчення регулюючої та інтегруючої ролі нервової системи в організмі.

Фізіологічні процеси, які відбуваються в людському організмі, підпорядковуються загальним біологічним закономірностям. Але життя й діяльність людини здійснюється в соціальному середовищі, і це визначає особливий підхід до пізнання фізіологічних функцій, які лежать у біологічній основі пристосування людського організму до складних суспільних умов. Фізіологія людини тісно поєднується з соціальними проблемами – віковими характеристиками, харчуванням, місцем проживання, звичками, традиціями тощо і, особливо, з трудовою діяльністю, що призвело до виокремлення фізіології праці в окрему галузь фізіології.

Довгий час розвиток живої матерії йшов у висхідному, біологічно прогресивному напрямі – від одноклітинних і найпростіших до більш складних організмів. На більш пізній стадії цього розвитку в живих організмах виникла нервова система, її роль неухильно підвищувалась і ускладнювалась. В кінцевому результаті в ході еволюції з'явилась людина з її розумом і якісно новим середовищем існування – соціальним.

**Живий організм** – це найбільш складне явище природи, яке відображає в собі діалектичну й біологічну двоїстість: граничну цілісність, автономію в навколишньому світі й у той же час нерозривний, постійний зв'язок із ним, без якого неможливе самооновлення всього живого. Живий організм – це самостійно існуюча одиниця органічного світу, що є саморегулюючою системою і реагує як єдине ціле на різноманітні зміни зовнішнього середовища.

**Зовнішнє середовище існування людського організму** – це не



лише навколишнє природне середовище, але і змінене, пристосоване до людських потреб, антропогенне (в тому числі і техногенне) середовище та соціальне середовище. Зовнішнє середовище забезпечує організм всіма необхідними для життєдіяльності речовинами – білками, жирами, вуглеводами, мінеральними сполуками, вітамінами, мікроелементами. Разом з тим воно є джерелом постійних впливів – атмосферних (температура, тиск, вологість, іонізація, рух повітря), хімічних, віброакустичних, електромагнітних, радіаційних та ін. Всі ці явища надають збудовувальних, відхилювальних впливів на організм, який для свого нормального існування і збереження автономії в органічному світі повинен точно, своєчасно й у необхідному обсязі реагувати пристосувальними реакціями, які полягають у перебудові обміну речовин, роботі внутрішніх органів, апарату руху, регуляторних систем. Чим складніше розвинутий і побудований організм, тим багатогранніші й численніші його взаємовідносини з навколишнім світом, тим більш різноманітні його пристосування до середовища.

Прояв життєдіяльності, який має пристосувальне значення, називається **фізіологічною функцією**. Будь-яка фізіологічна функція (частота серцебиття і дихання, артеріальний тиск, температура тіла, потовиділення, діаметр зіниці ока, хімічна реакція крові тощо) забезпечує життєво необхідне пристосування організму до мінливого навколишнього середовища. Фізіологічні функції можуть нормально здійснюватись лише в допустимих межах зовнішнього середовища й умовах правильного функціонування внутрішніх механізмів організму.

Свої особливості взаємовідношення з навколишнім світом має організм людини. У міру розвитку суспільства збільшується роль штучного середовища, створеного людиною. Біологічний аспект людського існування виступає в органічній єдності з соціальним. Саме людський розум створює нові взаємовідносини в системі організм-середовище, яка включає у своє зовнішнє середовище виробничі процеси, особливі інформаційні впливи, різноманітний суспільний досвід.

Цілісний організм та його структурні системи складаються з окремих органів і тканин, основною структурною одиницею яких є клітина. **Клітина** – найменша частина тіла, у якій відбуваються всі процеси життєдіяльності: дихання, рух, травлення, розмноження



тощо. Більшість клітин невидимі для неозброєного ока. Кожна клітина має характерну форму, розмір, тривалість життя, які залежать від її функціональних властивостей (рис. 1.1).

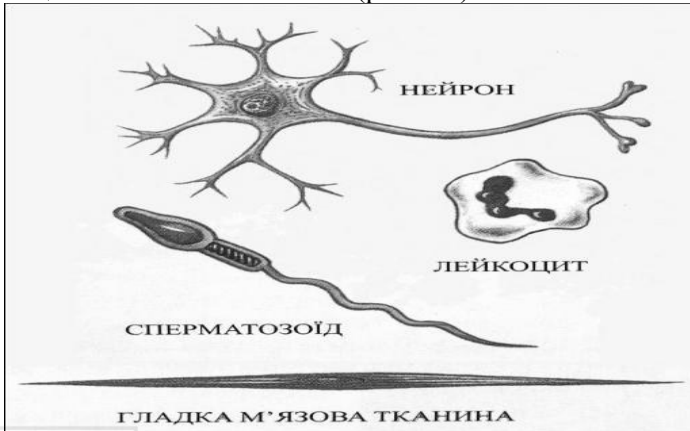


Рис. 1.1. Види клітин

Нейрони (нервові клітини) – основна структурна і функціональна одиниця нервової системи – мають тіло і відростки, що відходять від нього. Довгі тонкі волоконця, що відходять від тіла нейрона з розгалуженнями, так звані дендрити, сприймають електричні імпульси від інших нейронів. Найдовший відросток називається аксоном. Аксони проводять імпульси лише в одному напрямку. Деякі з них сягають довжини більш як 1 м. В організмі людини нараховується біля 10 млрд. нейронів.

Лейкоцити (білі кров'яні тільця) безбарвні клітини крові людини і тварин. Є кілька типів лейкоцитів, всі вони мають ядро і здатні до активного амебоподібного руху. В організмі вони поглинають бактерії та відмерлі клітини, виробляють антитіла. В 1 мм<sup>3</sup> крові здорової людини міститься 4 – 9 тис. лейкоцитів.

Сперматозоїди (чоловічі статеві клітини) містять одинарний набір хромосом, мають головку, шийку і хвіст (джгутик). За допомогою хвоста сперматозоїди самостійно рухаються по геніталіях. Після еяколяції майже 300 млн. сперматозоїдів досягає шийки матки. З них лише близько 300 опиняться у фаллопієвій трубці і лише один запліднить яйцеклітину.

М'язові клітини нагадують волокна, тому і зветься м'язовими волокнами. Ці ниткоподібні клітини бувають до 30 см завдовжки.



Вони змінюють свою довжину відповідно до сили скорочень.

Тіло людини, як і будь-якої живої істоти, складається з окремих органів, кожен з яких виконує певну функцію.

### **1.2.2. Шкіра, епітелій, слизові оболонки, відчуття дотику, смаку і нюх**

**Шкіра людини** (рис. 1.2) є найбільший за площею орган людини. Вона забезпечує зовнішній захист організму, відіграє суттєву роль у підтриманні температури тіла, забезпечує відчуття дотику, тиску, болю. Шкіра складається з двох шарів – епідермісу (зовнішній шар) і дерми (внутрішній шар) Епідерміс утворений епітелієм, тобто пластом плоских тісно розташованих клітин, і має пори, через які виходить піт, та ті через які проходять волосини. Головна функція епітелію – захист, всмоктування і виділення (секреція). Саме епідерміс забезпечує найбільший опір протіканню електричного струму через тіло людини. Дерма утворена волокнистою сполучною речовиною, яку пронизують кровоносні судини, нерви, волосяні фолікули, сальні та потові залози, м'язи-підіймачі волосин, які скорочуються у відповідь на холод або страх, інколи утворюючи так звану «гусячу шкіру».

та природокористування



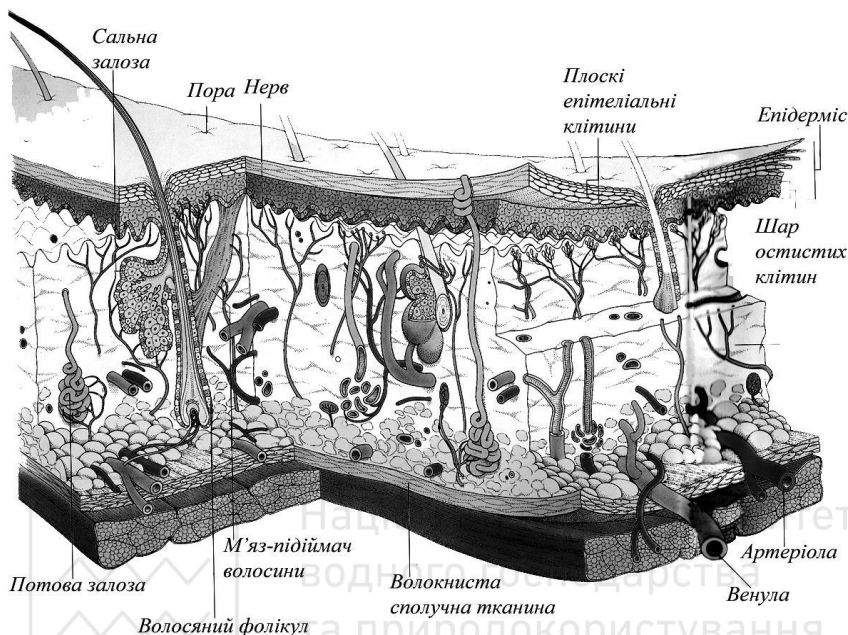


Рис. 1.2. Структура шкіри

**Епітелій, або епітеліальні тканини,** є важливим структурним елементом не лише шкіри, а і багатьох інших органів, які він вистеляє або вкриває. Епітеліальні тканини утворюються одним або кількома шарами клітин, які можуть мати різну форму – плоску, сплюснуту, кубічну, стовбчасту. Простий епітелій, утворений одним шаром клітин, є у ділянках органів, що вимагають високої проникності. Простий кубічний епітелій, наприклад, міститься у пігментному шарі сітківки ока.

Одношаровим також є епітелій, що вистеляє повітроносні шляхи – трахею та бронхи, але через те, що стовбчасті клітки цього епітелію мають різну висоту, такий епітелій зветься псевдобагатошаровим. Клітини різної висоти цього епітелію мають різну функцію. Одні клітини мають війки, вони затримують і видаляють будь-які сторонні частки. Між війчастими клітинами розташовані келихоподібні клітини з тонкими ворсинками. Ці клітини продукують слиз, який допомагає виводити сторонні частки з повітроносних шляхів під час кашлю або чхання.



Внутрішні поверхні ротової порожнини, травного тракту, придаткових порожнин носа, дихальних органів, сечостатевої системи, вивідні протоки залоз тощо вистелені м'яким шаром, який зветься **слизовою оболонкою**. Слизова оболонка має товщину 0,5 – 4 мм, поверхня її вкрита слизом, що виділяється залозами, які знаходяться безпосередньо в оболонці, і запобігає її висиханню.

В шкірі, епітеліальних тканинах та слизових оболонках знаходиться надзвичайно велика кількість рецепторів – закінчень чутливих нервових волокон або спеціалізованих кліток, що перетворюють подразнення, які надходять ззовні та зсередини організму у нервові збудження, що передається до центральної нервової системи.

У самих верхніх шарах шкіри знаходяться вільні нервові закінчення, що сприймають дотик, тиск, біль, тепло, холод. В епідермісі переважно безволосих ділянок шкіри розташовані також диски Меркеля – вільні рецептори тактильної чутливості, які реагують на дотик до шкіри. Глибше, у дермі шкіри, знаходяться тактильні рецептори кількох інших типів, які сприймають також обертальні рухи, вібрацію, зміну тиску. Навколо волосяних фолікулів розташовані вільні нервові закінчення, що реагують на дотик і легкі зміщення кореня волосини.

Смакові рецептори, або смакові бруньки, реагують на вплив розчинених речовин. Вони локалізуються переважно у складі сосочків язика, невелика кількість смакових бруньок знаходяться також на піднебінні, горлі та надгортаннику. Окремі смакові бруньки різних частин язика сприймають одне з чотирьох смакових відчуттів – солодке, гірке, кисле та солоне. Багато інших смаків утворюються комбінацією цих основних відчуттів між собою, а також з іншими відчуттями, зокрема, температурою, запахом тощо. Смак, що відчуває людина, впливає на її апетит і травлення і в свою чергу може залежати від фізіологічного стану цієї людини. Під час деяких захворювань смакові відчуття можуть бути порушені.

Нюхові рецепторні клітини розміщені у верхній частині носової порожнини у так званому нюховому епітелії. Відростки цих клітин досягають нюхових цибулин, через які здійснюється зв'язок із нюховими ділянками головного мозку. Нюх у людини розвинений краще, ніж смак. Завдяки нюху людина отримує попереджувальну інформацію про наявність у повітрі токсичних та інших шкідливих речовин. Знижена нюхова чутливість і втрата нюху виявляється в



неможливості відчувати запахи речовин у повітрі, розпізнавати зіпсовану їжу. Для працівників парфумерної, харчової промисловості, сфери харчування втрата нюху може стати причиною зміни професії.

Шкіра, епітеліальні тканини та слизові оболонки можуть уражатися внаслідок дії різноманітних чинників виробничого процесу – хімічних, фізичних, біологічних і навіть соціальних. Найбільш поширеними захворюваннями шкіри є вугрі, фурункули, бородавки, кісти, шкірні висипи та рак шкіри.

Вугрі утворюються коли сальні залози продукують надмірну кількість секрету. Цей секрет окислюється та утворює чорні пробки, що закупорюють пори шкіри. Затримка секрету, змертвіння клітин та інфікування створюють умови для запалення та утворення пустул – невеликих вогнищ запалення, заповнених гноем.

Внаслідок інфікування організму стафілококами у волосяному фолікулі або сальній залозі виникає гостре запалення і нагромаджується гній, створюючи фурункул. Група фурункулів може зливатися та збільшуватись, формуючи карбункул.

Бородавки розвиваються внаслідок інфікування шкіри папіломавірусом людини, який спричиняє розростання клітин епідермісу. Надлишок клітин виштовхується нагору, утворюючи видиме потовщення.

Кіста – мішкоподібне утворення, що містить рідину або напіврідкі маси. У більшості кіст є щільна капсула. Поширений вид кісти – стеатома, або жировик, – капсула, заповнена секретом сальних залоз.

Висипи утворюються у разі різноманітних запалень шкіри, викликаних алергічними реакціями, інфекційними хворобами, а також такими хворобами шкіри як екзема та псоріаз. Висипи можуть захоплювати невеликі ділянки або навіть велику частину тіла і супроводжуватися гарячкою та свербінням.

Наслідком надмірного впливу на шкіру сонячного або виробничого випромінювання, яке містить ультрафіолетові промені, може бути часткова загибель клітин шкіри, зміна їхньої форми та розміру, ушкодження ДНК, зміна генетичного коду клітин і рак шкіри.

Слизові оболонки дихальних шляхів та очей можуть пересихати, внаслідок чого зменшується їх захисна здатність протистояти мікробам.



### 1.2.3. Будова ока і зір

Сприйняття людиною об'єктів зовнішнього світу через уловлювання відбитих або ж випромінюваних об'єктами променів світла зветься зором. У людини і вищих тварин світлові коливання сприймаються світло відчутними клітинами ока. Нервове збудження через зоровий нерв та провідні шляхи центральної нервової системи передається до зорових центрів головного мозку, де виникає зорове відчуття.

Око – орган зору людини та багатьох тварин. У людини – це парний орган, що складається з власно очного яблука та додаткових структур, які забезпечують його рухомість, зволоження та захист. Очне яблуко (рис. 1.3.) має три оболонки. У зовнішній, волокнистій оболонці виділяють дві частини: прозору опуклу рогівку і білу непрозору склеру, що підтримує форму очного яблука. Середня судинна оболонка складається з райдужки, війкового тіла і власне судинної оболонки, судини якої постачають кров у всі три оболонки ока. У задній частині сітківки, що є третьою, внутрішньою оболонкою ока, сходяться світлові промені та формується зображення.

Світло, що потрапляє в око, проходить через рогівку і кришталик, фокусується на сітківці та формує перевернуте зображення. Внутрішня (медіальна) та зовнішня (латеральна) частини сітківки передають імпульси через зоровий нерв. Імпульси з медіальної частини сітківки перехрещуються в зоровому перехресті, біля основи мозку і надходять до протилежної півкулі. У зоровій зоні кори зображення трансформуються з оберненого на пряме і формується зорове відчуття. Зображення, що сприймаються кожним очним яблуком, дещо різняться між собою, поле зору одного ока перекриває поле зору іншого. Бінокулярний зір дає змогу оцінити глибину зображення, тобто визначити відстань до об'єкта.

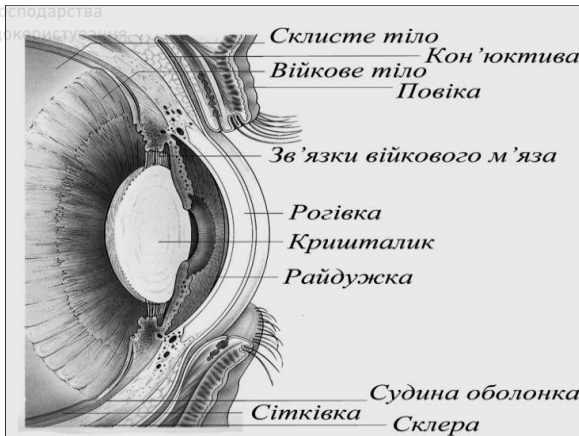


Рис. 1.3. Будова ока

Війкові м'язи очного яблука автоматично реагують на відстань до об'єкта, змінюючи опуклість кришталіка; цим змінюється кут проходження променів світла і забезпечується фокусування зображення на сітківці. З віком еластичність кришталіка зменшується, тому зменшується швидкість і ступінь **акомодації**, у людини з'являється вікова короткозорість.

Передня і задня камери ока заповнені водянистою вологою, що забезпечує тканини ока киснем, глюкозою і білками. За кришталіком і війковим тілом є велика порожнина, заповнена драглистою прозорою речовиною – так званим склистим тілом. Продуктовані війковим тілом обидві субстанції – водяниста і склиста – забезпечують постійний внутрішньоочний тиск, потрібний для підтримання форми очного яблука.

У сітківці є два типи нейронів – палички та колбочки. Майже сто мільйонів паличок становлять периферію сітківки. Палички дають змогу відрізнити світло від темряви, визначати форму та переміщення об'єкта; вони містять лише один світлочутливий елемент. Крім паличок, переважно в ділянці жовтої плями сітківки, міститься майже три мільйони колбочок. Колбочки бувають трьох різновидів; кожний з яких містить пігмент, що відповідає за певну довжину хвилі (зеленого, червоного та синього кольорів). Різна комбінація цих кольорів дає усе розмаїття кольорових зображень.

Додаткові структури ока – це орбітальні кістки очних ямок, м'язи очних яблук, брови, повіки і вії, слізозові залози і протоки.



Якщо будь-яка з цих структур подразнена, інфікована або втратила форму чи функцію, порушується зір.

Аномаліями зору є короткозорість, далекозорість, катаракти, глаукоми та сліпота. Нормальне функціонування органу зору зумовлено багатьма чинниками. Зміна розмірів очного яблука – видовження чи вкорочення – погіршує фокусування під час сприймання зорових образів зблизька і вдалечінь. Порушення кривизни рогівки спричиняє астигматизм, коли деякі частини поля зору стають нечіткими. З віком внаслідок фізіологічних змін часто утруднюється бачення зблизька, через втрату кришталиком еластичності.

Катаракту виявляють переважно у літніх людей під час медичних оглядів. Багато з них не підозрюють у себе катаракту, оскільки не мають проблем із зором та не відчувають болю, та помутніння кришталика необоротний процес. Унаслідок змін у протеїнових волокнах кришталик мутніє. Імплантація штучного кришталика відновлює зір.

Глаукома може спричинити сліпоту через стискання кровоносних судин очного нерва внаслідок підвищеного внутрішньоочного тиску. Це призводить до дегенерації нервових волокон. Тиск створюється нагромадженням водянистої вологи, яка в нормі витікає відразу після її секреції. Нагромадження рідини зумовлене недостатністю дренажного каналу між рогівкою та райдужкою. Лікування сприяє зниженню тиску, для цього хірургічно відкривають заблоковані канали або створюють штучний канал.

#### **1.2.4. Будова вуха, слух і рівновага**

Сприйняття звукових коливань людина здійснює зовнішнім вухом (рис. 1.4.), а саме завдяки вушній мушлі – видимій частині зовнішнього вуха, яка спрямовує звукові хвилі до слухового ходу. Звукові хвилі, потрапивши на барабанну перетинку, спричиняють її коливання.



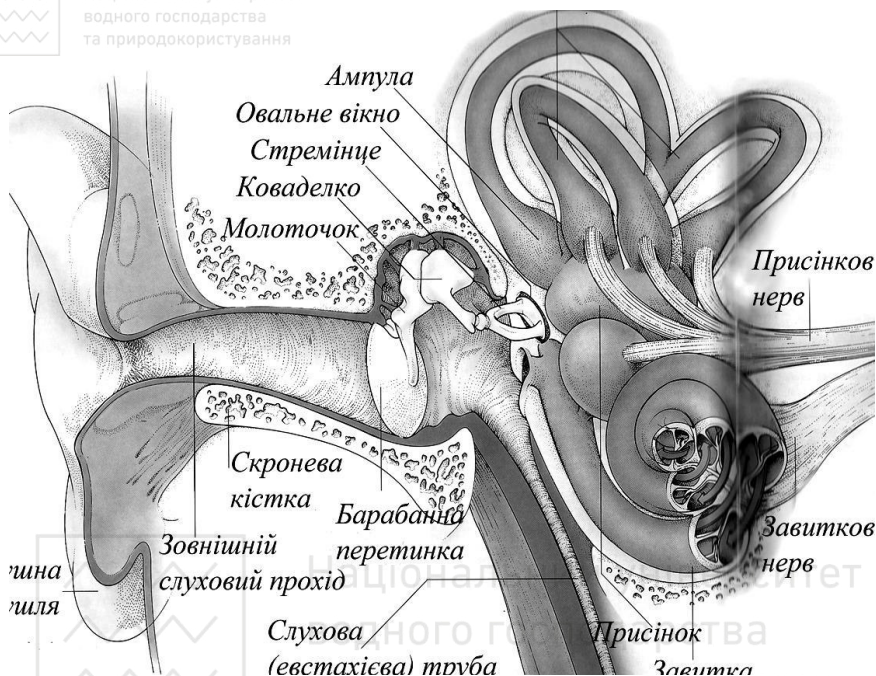


Рис. 1.4. Структура вуха

Вухо поділяється на три частини. Зовнішнє вуха, у якому є волосини і залози, що виробляють вушну захисну сірку, служить для проведення звуку. Середнє вуха передає механічні коливання. Внутрішнє вуха трансформує механічні коливання у нервові імпульси.

Середнє вуха – заповнена повітрям порожнина у скроневій кістці, між барабанною перетинкою і внутрішнім вухом. Три маленькі слухові кісточки – молоточок, коваделко і стремінце – передають звукові коливання від барабанної перетинки до внутрішнього вуха. Слухова (евстахієва) труба сполучає середнє вуха з носовою частиною горла, цей канал вирівнює тиск по обидва боки барабанної перетинки. Стремінце – це найменша кісточка, яка нагадує кінське стремено. З'єднана з коваделком за допомогою суглоба і, подібно до двох інших слухових кісточок (молоточка і коваделка) утримується завдяки зв'язкам.

Інша назва внутрішнього вуха – лабіринт – відображає його будову. Внутрішнє вуха складається із системи перетинчастих кана-



лів, що мають кісткову основу. Орган слуху локалізується у слимакоподібній завитці, а відчуття рівноваги отримується від структур, розміщених у півколових каналах. Ці три кісткові канали розміщені у трьох взаємно перпендикулярних площинах. Найменші рухи голови супроводжуються переміщенням рідини в півколових каналах.

Звукові хвилі зумовлюють коливання барабанної перетинки. Слухові кісточки передають коливання до овального вікна – на перетинку, що закриває вхід до внутрішнього вуха. Її коливання спричиняють хвилеподібні рухи рідини, що заповнює завитку, наслідком чого є подразнення волоскових клітин. Завитка має три заповнених рідиною канали, що лежать паралельно і закручені навколо кісткової осі. Серединний канал – завиткова протока – містить спіральний (Кортіів) орган, що сприймає звукові подразнення. Цей орган локалізований на мембрані, складається з підтримуючих клітин і тисяч укладених рядами чутливих волоскових клітин, що перетворюють механічні коливання на електричні імпульси, які передаються до головного мозку.

Відчуття рівноваги ґрунтується не лише на інформації, що надходить від чутливих елементів внутрішнього вуха, а й на зоровому сприйнятті, а також на інформації від рецепторів організму, зокрема тих, що локалізовані навколо суглобів. Цю інформацію переробляє мозочок і кора головного мозку, що дає змогу утримувати тіло у просторі. Кожний півколовий канал має ампулу (розширення), у якому є чутливі елементи – ампульні гребінці. Два розширення присінка внутрішнього вуха – мішечок і маточка містять чутливі ділянки – плями, які контролюють положення голови стосовно землі. Якщо нахилити голову, під дією тяжіння субстанція, в яку втоплені вирости чутливих клітин, зміщується, подразнюючи волоскові клітини. Ампульні гребінці сприймають обертальні рухи. Волоскові клітини гребінців втоплені у так званий желатинозний купол. Під час обертання рідина у каналах рухається, зміщуючи желатинозний купол і збуджуючи волоскові клітини.

Нормальне функціонування органу слуху так же як і органу зору залежить від багатьох чинників. Ураження його можливе як від надмірного звуку, так і внаслідок дегенеративних змін, що виникають із віком. Слух та зір взаємопов'язані таким чином, що зменшення функціональних можливостей одного компенсується підсиленням іншого. Деякі сенсорні розлади можуть бути садковими.





Важливо діагностувати та виправляти слухові та зорові розлади у дітей якомога швидше, оскільки корекція ефективна лише в ранньому віці.

Кондуктивна глухота є наслідком порушень звукопроведення до внутрішнього вуха. У дорослих це зазвичай зумовлено надлишком вушної сірки. Іншими причинами є ушкодження барабанної перетинки або іммобілізація коваделка і стремінця, що розміщені у середньому вусі. Сенсоневральна глухота виникає, якщо нервові імпульси слабо проводяться внаслідок ушкодження структур внутрішнього вуха або слухового нерва. Ушкодження структур внутрішнього вуха часто буває природженим. До інших причин належать: побічна дія деяких ліків, тривалий вплив гучного шуму, підвищення внутрішньовушного тиску рідини при хворобі Мен'єра або вікові зміни структури вуха.

#### 1.2.5. Скелетна система

**Скелетна система, або скелет людини** – сукупність твердих тканин в організмі, що дає тілу опору, разом з суглобами, м'язами, зв'язками та сухожиллями складає опорно-руховий апарат і захищає тіло від механічних ушкоджень. Скелет людини складається з двох головних частин – осьового скелету, до якого входять хребтовий стовп, ребра, грудина та череп, і додаткового скелету, який сформовано кістками верхніх та нижніх кінцівок разом з ключицями, лопатками і тазом. Організм дорослої людини в середньому налічує 206 кісток.

Кістки досить міцні, щоб підтримувати масу тіла, і досить легкі для виконання рухів. Вони забезпечують захист внутрішніх органів і є місцем зберігання важливих для організму мінеральних речовин – кальцію, фосфору, магнію тощо. У кістковому мозку продукуються червоні кров'яні тіลця і деякі види білих кров'яних тілець. Хвороби кісток та їх з'єднань є одними з основних причин втрати здоров'я та працездатності, особливо у літніх людей.

Кісткова тканина є різновидом з'єднувальної тканини. Вона утворена спеціалізованими клітинами і волокнами білкової природи, які заповнені дрібнозернистою напіврідкою речовиною – матриксом, – що складається з води, мінеральних солей і вуглеводів. Протягом життя людини кістки перебудовуються: руйнуються старі



клітки, утворюються нові, змінюючи свою форму і пропорції у процесі росту або після ушкоджень. Різне призначення кісток в організмі зумовлює різну їхню форму. Довгі кістки – стегнові, гомілкові, плечові, ліктьові, фаланги тощо – піднімаються та опускаються подібно до важелів. Короткі кістки – надп'яtkова, зап'ясток та інші – виконують роль містків, а плоскі кістки, якими є більшість кісток черепа, – захисну функцію. В товщі сухожилків або суглобових капсул, як шарики у шарикопідшипниках, знаходяться сесамоподібні кістки. Хребці, деякі кістки тазу та черепа належать до неправильних кісток.

На прикладі довгої кістки (рис. 1.5) розглянемо її структуру, будову та механізм росту. Вздовж центральної осі сформованої довгої кістки проходить мозковий канал, у якому знаходиться жовтий кістковий мозок, утворений переважно жировою тканиною, та проходять кровоносні судини. Кінці довгої кістки містять червоний кістковий мозок, що є продуцентом клітин крові. Одразу після народження людини червоний кістковий мозок є у всіх кістках, але з часом у більшості кісток перероджується на жовтий кістковий мозок, який не утворює клітин крові.



Рис. 1.5. Будова довгої кістки

Кістковий мозок оточений пластинами губчастої кістки, яка складається з «кісткових балок» – перекладок, орієнтованих вздовж напрямків дії найбільших навантажень, завдяки чому кістка має міцність сталі, а масу алюмінію. Губчата кістка у свою чергу знахо-



диться всередині компактної кістки, утвореної зі щільно укладених остеонів. Центральний канал кожного остеона містить кровоносні судини і нерви, а оточують його концентричні нашарування кісткових пластинок.

Усю поверхню кістки, за винятком суглобових частин, вкриває тонка волокниста оболонка – окістя, або періост. Вузькими поперечними каналами окістя сполучається з мозковим каналом кістки. Кровоносні судини окістя забезпечують кістку поживними речовинами, а нерви проводять больові відчуття.

Більшість кліток утворюються з хрящових зачатків. Біля кінців довгих кісток, де окістя заміщене хрящем, є епіфіз, або епіфізарна пластинка росту. Хрящові клітини тут інтенсивно розмножуються і формують клітини, які зсувають старші клітини ближче до середини кістки. Закінчується ріст кісток у 17 – 21-річному віці.

З віком кістки стають тоншими, зменшується їхня міцність, поступово майже у кожної людини відбувається процес ослаблення кісток, що називається остеопорозом, а ослаблені кістки називають порозними. Збереженню кісткової маси сприяє гормон естроген, але під час менопаузи у жінок кількість цього гормону зменшується, що призводить до більш вираженого остеопорозу у літніх жінок, ніж у чоловіків. Втрата щільності кісток, зумовлена остеопорозом, є причиною частих переломів кісток, може призводити до викривлення хребта. При остеопорозі може спостерігатись раптове руйнування хребців навіть внаслідок кашлю, чхання чи невеликого фізичного навантаження.

Досить поширеною травмою на деяких видах робіт є перелом кістки. Розрізняють переломи закриті (прості), коли зламана кістка залишається під шкірою, та відкриті (складні), коли фрагменти зламаної кістки виступають назовні, травматичні та патологічні, тобто викликані деякими захворюваннями. В залежності від кута, ступеню дії сили та місця ураження можливі різні форми переломів. Найчастіше зустрічаються такі: поперечні, осколкові, гвинтоподібні, типу «зеленої гілки».

Сильний прямий чи під кутом удар може спричинити поперечний або осколковий перелом. Різке раптове скручування кістки може зламати її тіло по діагоналі, іноді з утворенням зазублених кінців. У юному віці зустрічається тріщина довгої кістки з одного боку, так званий перелом «зеленої гілки», що легко виліковується.



Міцність та структура кісток залежать від харчування людини, її гормонального балансу та вікових змін. Ослаблення кісток, що зветься остеопорозом, поступово розвивається з віком майже у кожного. Ураження спинного мозку або спинномозкових нервів призводить до втрати чутливості та моторної функції, іноді настає параліч кінцівок. Сповільнюють цей процес фізичні навантаження та вживання кальцію.

Сполучення кісток класифікують за будовою або за характером рухів у них. У вільно рухомих синовіальних сполученнях, що звуться суглобами, поверхні кісток ковзають одна по одній майже без тертя. Найбільший суглоб, колінний, наведено на рис. 1.6. На цьому рисунку показані м'язи, розтягнута суглобова капсула, внутрішньо- та зовнішньокапсулярні зв'язки – потовщення суглобової капсули, які укріплюють суглоб, особливо під час рухів, меніски, суглобовий хрящ, наконілок та синовіальна мембрана з синовіальною рідиною.



Рис. 1.6. Будова колінного суглоба

Суглобовий хрящ утворює гладеньке захисне покриття суглобових поверхонь кісток. Меніски, або суглобові диски, – це характерні саме для коліна та зап'ястка хрящові прокладки, що поменшують поштовхи. А синовіальна мембрана – це оболонка, що вистеляє не-



контактні поверхні суглобової капсули і виділяє прозору синовіальну рідину, яка змащує і живить усі тканини всередині суглобової порожнини. Будова суглоба сприяє виконанню лише певних рухів, і будь-який рух надмірної сили або у неправильному напрямку часто спричиняє травму. Травми виникають також унаслідок удару, падіння, а також при перевантаженнях. Загальний термін, який використовують для позначення захворювань суглобів, що проявляються болем – артрит.

### 1.2.6. Дихальна система

Людський організм не можна уявити без дихання. Дихання є природною функцією людини, якою починається і закінчується її життя. Організм не здатний накопичувати кисень, тому людині потрібно дихати і вдень і вночі. Частота та глибина дихання можуть змінюватись свідомо, але внутрішня потреба у диханні регулюється підсвідомими центрами стовбура мозку. Організм реагує на зміну рівня кисню і вуглекислого газу в крові без участі свідомості.

В організмі відбувається два види дихання – зовнішнє та внутрішнє. Зовнішнє дихання – те яке ми бачимо, чуємо, відчуваємо – це процес обміну кисню і вуглекислого газу в легенях. Внутрішнє дихання відбувається в тканинах тіла, де кисень, принесений кров'ю з легень, обмінюється з вуглекислим газом. Вуглекислий газ утворюється в клітинах внаслідок розщеплення поживних речовин, далі з кров'ю він надходить до легень, звідки видихається.

Рух повітря в легені та в зворотному напрямку зумовлений різницею тиску всередині та зовні тіла, що створюється діафрагмою та іншими м'язами, що допомагають їй. Доросла людина вдихає близько 500 мл повітря з частотою 12-17 дихальних рухів на хвилину. Рівень атмосферного тиску становить приблизно 760 мм рт. ст. При скороченні діафрагми об'єм грудної порожнини збільшується і тиск всередині легень та плевральній порожнині знижується. Повітря рухається у напрямку нижчого тиску і заповнює легені. При розслабленні діафрагми тиск у грудній порожнині зростає і повітря видихається. Частота і об'єм повітря, що кожен раз надходить у легені та виходить з них, зростає автоматично, як тільки виникає потреба у більшій кількості кисню.

Легені (рис. 1.7) – це два губчастих органи, захищені грудною

кліткою, які заповнюють більшу частину грудної порожнини. Грудна порожнина відокремлена від черевної діафрагмою – м'язом у формі купола. Основна функція легенів – забезпечення організму киснем і виділення з нього вуглекислого газу. Поверхня газообміну у легенях у 40-75 раз більше за поверхню тіла.

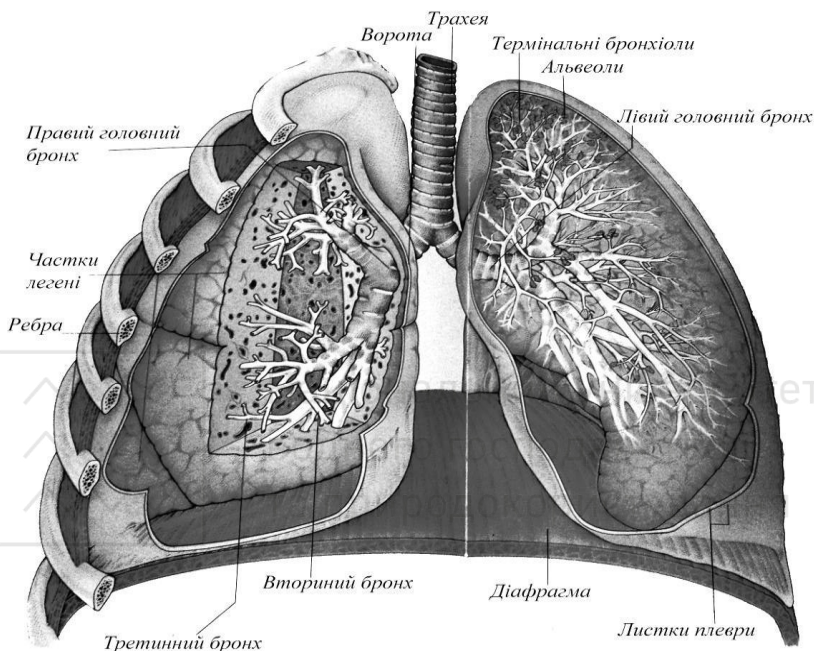


Рис. 1.7. Легені

Кожна легеня – конусоподібний орган з увігнутою основою, що прилягає до діафрагми. Повітря заходить у легені через систему дихальних шляхів, що починається з трахеї. Трахея розгалужується, утворюючи два головних бронхи, кожен з яких входить у ворота легені та розгалужується на бронхи щораз меншого розміру. Гілками головних бронхів є п'ять вторинних (часткових) бронхів, які в свою чергу слугують основою третинних, або сегментарних, бронхів. Оскільки кожен сегмент легенів вентилується своїм сегментарним бронхом, можна хірургічно видалити один із сегментів.

Кожен сегментарний бронх всередині розгалужується до термінальних бронхіол, яких налічується майже 30 тисяч у кожній легені.



Ці мініатюрні бронхіоли, що є кінцевими розгалуженнями сегментарних бронхів, діляться на дві або більше респіраторних бронхіол, які ведуть у альвеоли через альвеолярні ходи (рис. 1.8).

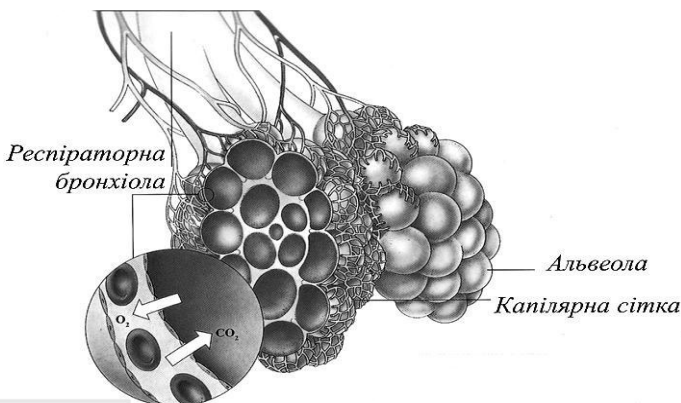


Рис. 1.8. Респіраторні бронхіоли та альвеоли

Дихальні міхурці легень, що звуться альвеолами, мають еластичні тонкі стінки і наповнюються повітрям через респіраторні бронхіоли. Деякі лейкоцити (макрофаги) постійно присутні на внутрішній поверхні альвеоли; вони захоплюють і перетравлюють бактерії, хімічні й механічні частинки. Кисень переходить у кров через стінки альвеоли шляхом дифузії та потрапляє в оточуючу сітку кровоносних капілярів. Вуглекислий газ, кінцевий продукт обміну, дифундує із крові в альвеолу, звідки й видихається. Якщо у легенях ушкоджена більшість альвеол, поверхня газообміну втрачається і дихання стає неможливим.

Оскільки повітря містить бактерії, віруси, грибки, які живуть у ньому, під час дихання всі вони потрапляють у дихальні шляхи, що зумовлює поширеність респіраторних інфекцій. Інфекційні захворювання верхніх дихальних шляхів можуть мати легку форму перебігу (застуда, фарингіт) чи тяжчу (синусит). Ураження нижніх відділів дихальної системи може спричиняти розвиток бронхіту або захворювання легень – пневмонію.

У розвитку низки захворювань дихальних шляхів суттєву роль відіграє вдихання повітря, що містить гази, дим, органічні речовини, а особливо пил. Дія часточок пилу призводить до запалення та

необоротного рубцювання легень. Групу ризику становлять ті, хто працює в умовах контакту з пилом протягом декількох років. Вдихання вугільного пилу протягом 10-15 років призводить до пневмоконіозу або «хвороби чорних легень». Часточки пилу відкладаються в альвеолах, спричиняючи вогнищеві запалення. Утворення рубцевої тканини зумовлює руйнування альвеол та бронхіол. Деякі види плісені, що розвиваються у сіні, соломі та зерні спричиняють «легені фермера» – алергічне ураження альвеол.

Поширеним професійним захворюванням є силікоз – форма фіброзу легень, зумовлена вдиханням пилу кремнезему, переважно кварцу. Групи ризику становлять робітники копалень, каменярів, шахтарів, хоча задишка у них може не з'являтися багато років. Захворювання іноді призводить до раку легень, особливо у курців. Слід зазначити, що рак легень трапляється у промислових районах набагато частіше, ніж у сільській місцевості.

### 1.2.7. Системи та функції організму людини

Однією з основних функцій організму людини, як і будь-якої іншої істоти, є самовідтворення та забезпечення умов для виживання потомства. Це можливе лише в тому випадку, коли всі **структурні системи організму** працюють злагоджено та ефективно, забезпечуючи нормальну життєдіяльність. Виділяють десять таких систем, а саме: **скелетна, м'язова, серцево-судинна, нервова, ендокринна, імунна, дихальна, травна, репродуктивна та сечовидільна**.

Вище ми вже розглянули шкіру, скелетну та дихальну систему, а також такі важливі елементи нервової системи як око та вухо. Будь-який організм характеризується цілісністю й самостійністю. Між його органами і тканинами відбувається постійна взаємодія, у ході якої встановлюється необхідний рівень активності. Самостійність організму повною мірою визначається **гомеостазом** – відносною динамічною сталістю складу і властивостей внутрішнього середовища організму в умовах зовнішнього середовища, що постійно змінюється.

У наведеному визначенні вказівка на «відносну динамічність» і «сталість» відображає дві протилежні тенденції організму як біологічної системи – **стабільність і динамічність його внутрішнього середовища**. Під впливом зовнішнього середовища організм зазнає





дії збурювальних факторів, спрямованих на різноманітні зсуви й відхилення його внутрішнього середовища. Цьому протидіє еволюційно закріплена здатність організму зберігати сталість складу і властивостей внутрішнього середовища (гомеостаз). Результуюча подібних взаємодій проявляється в різноманітних коливаннях життєдіяльності. В одних випадках допустима межа коливань фізіологічних функцій досить велика, наприклад, рівень артеріального тиску, частота дихання, секреторна діяльність травних залоз та ін. («гнучкі константи»). Інші показники, наприклад, хімічна реакція крові мають незначний діапазон зсувів («жорсткі константи»).

У процесі життєдіяльності організму з метою досягнення ним корисного результату (збереження гомеостазу чи виконання поставленого завдання) постійно відбуваються тимчасові об'єднання органів і тканин у *функціональні системи*.

Функціональна система, необхідна для досягнення організмом корисного — результату — це вищий рівень структурно-функціональної будови організму, в якому виділяються різні рівні молекулярно-генетичний, клітинний, органний, організменний. На кожному з цих рівнів виконується певний комплекс фізіологічних процесів — від біосинтезу структур у клітині до специфічної діяльності тканин і органів, які, взаємодіючи між собою, забезпечують існування організму як єдиної інтегральної системи. Так, при виконанні важкої фізичної роботи, коли поставлене перед організмом завдання виконують скелетна і м'язова системи посилюється активність серцево-судинної й дихальної системи, які забезпечують необхідну в цих умовах інтенсивну газотранспортну функцію.

В основі життєдіяльності лежать обмінні процеси. Обмінні взаємовідносини між живими об'єктами й зовнішнім середовищем забезпечують як надходження в організм необхідних для його існування складних органічних речовин, так і стійкість його внутрішнього середовища. Обов'язковою умовою для життя є триєдиний потік — речовин, енергії та генетичної інформації.

У ході обміну речовини і енергії постійно протікають процеси *асиміляції і дисиміляції*. Асиміляція забезпечує накопичення в організмі речовин і енергії, необхідних для формування і функціонування різних органів і тканин. Дисиміляція призводить до розпаду хімічних сполук і звільнення енергії, яка йде на здійснення всіх життєвих процесів.



Асиміляція і дисиміляція відбуваються одночасно, але їх інтенсивність і взаємний баланс можуть відрізнятися. Так, на протікання обмінних процесів впливають вікові особливості організму. На більш ранніх стадіях розвитку людини, в період росту і розвитку, обмін речовин і енергії відзначається високою активністю, при чому асиміляція переважає над дисиміляцією. У цих умовах забезпечується збільшення росту і маси тіла.

У зрілому віці простежується відносна рівновага між процесами асиміляції і дисиміляції. Ця стійкість відображає припинення вікового дозрівання і стабілізацію маси тіла. Похилому і старшому віку властиве деяке переважання дисиміляції над асиміляцією з різними обмінними зсувами. У цей період менш раціональне використання організмом продуктів харчування нерідко призводить до схуднення чи ж навпаки до ожиріння.

Поряд із віковими особливостями баланс між асиміляцією і дисиміляцією залежить від функціонального стану організму – його здоров'я, роботи, що він виконує, взаємовідношення із зовнішнім оточуючим середовищем та інших чинників. Найважливішою особливістю обмінних процесів є єдність перетворення речовин і енергії. У цьому проявляється нерозривність матерії і енергії.

Обмін речовин і енергії як основна функція організму реалізується у вигляді різноманітного комплексу фізіологічних реакцій, які визначають різні форми життєдіяльності організму, окремих його органів і систем. Разом з тим вони визначають загальні властивості його цілісності, забезпечують основні закономірності функціонування. Такими реакціями є **подразливість, збудливість, лабільність, адаптація та регуляторні реакції**.

Подразливість – здатність відповідати на дію подразника комплексом хімічних і фізико-хімічних змін в органах і тканинах. В їх основі знаходяться зсуви в обміні речовин, у першу чергу білкових сполук. Розрізняють такі групи подразників: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні.

Збудливість – здатність відповідати на дію подразників переходом органу чи тканини у свій специфічний діяльний стан. Так, м'яз реагує скороченням чи напруженням волокон, нервовий стовбур – потоком потенціалів дії, залозиста тканина – утворенням продуктів своєї діяльності. Для досягнення збудження необхідна достатня інтенсивність подразника. Його мінімальна сила, яка викликає діяль-



ний стан тканин, визначається як поріг подразнення і є мірою збудливості.

Лабільність, або функціональна рухливість – швидкість хвиле-подібного переходу тканини із стану спокою в стан збудження і на-далі виходу з нього. Ця властивість організму визначається як біль-ша чи менша швидкість елементарних реакцій, що супроводжують діяльний стан збудливої тканини. Більш збудливі органи і тканини відзначаються і більшою лабільністю, менш збудливі – порівняно низькою. Одна і та ж тканина в різних умовах може в певних межах змінювати свою лабільність.

Адаптація, або ж пристосовуваність – здатність реагувати сукуп-ністю фізіологічних реакцій, пов'язаних зі зміною умов зовнішньо-го середовища. Адаптаційні реакції спрямовані на збереження го-меостазу і, по-суті, є результатом зміни речовини і енергії. З допо-могою механізму адаптації здійснюється переключення функціона-льного стану організму з одного рівня діяльності на інший. Сигна-лом для адаптаційної перебудови є зміни умов середовища, тобто відхиляючі впливи на гомеостаз.

Регуляторні реакції – здатність організму керувати гомеостазом і забезпечувати взаємодію з навколишнім середовищем. Регуляторні процеси здійснюються нервовою і гуморальною системами та клі-тинними механізмами. У ході еволюції виникли й безперервно вдо-сконалювалися різні форми регуляції фізіологічних функцій.

### 1.2.8. Фізіологія праці

***Фізіологія праці – галузь фізіології, що вивчає зміни стану ор-ганізму людини в процесі різних форм її трудової діяльності та розробляє найбільш сприятливі режими праці та відпочинку.***

Вивчення різних форм трудової діяльності людини передбачає, в першу чергу, визначення фізіологічного змісту праці (механічного та психічного компонентів праці; напруженості праці; фізичного та розумового навантаження; нервової та емоційної напруженості; оп-тимального ритму та темпу праці; монотонності роботи; стомлення і перевтоми; обсягів інформації що отримується і переробляється і т. ін.). Також воно потребує і одночасного поглибленого вивчення фізіологічних та біохімічних процесів, що протікають в організмі людини, бо саме ці процеси лежать в основі трудової діяльності



людини (обмін речовин і енергії, перетворення енергії і речовин в організмі і т. ін.).

В результаті стає можливим визначення допустимого навантаження на організм людини під час роботи та розробка раціонального режиму праці та відпочинку, раціональної організації робочого місця, проведення професійного відбору, а це, в свою чергу, дає змогу забезпечити оптимальну працездатність людини на протязі тривалого часу.

***Механічний і психічний компоненти праці, це ті два компоненти, які супроводжують будь-який вид трудової діяльності людини.***

***Механічний компонент визначається, перш за все, роботою м'язів.*** Навіть складні трудові процеси складаються з простих м'язових рухів, які керуються та регулюються за допомогою центральної нервової системи. Під час роботи м'язів до них посилено надходить кров, що поставляє живильні речовини і кисень та видаляє продукти розпаду цих речовин. Цьому процесу сприяє активна робота серця і легень, для інтенсивної роботи яких теж необхідні додаткові витрати енергії;

***Психічний компонент характеризується, перш за все, участю в трудових процесах органів почуттів, пам'яті, мислення, емоцій і вольових зусиль.*** Будь-який з видів праці вимагає не тільки фізичних зусиль, але і творчої активності, і він не обходиться без регулюючої функції центральної нервової системи і, в першу чергу, півкуль головного мозку.

У різних формах трудової діяльності частка механічного і психічного компонентів неоднакова. Так, під час фізичної роботи переважає м'язова діяльність, а під час розумової - активізуються процеси мислення.

***Фізичне навантаження.*** Фізична праця характеризується підвищеним навантаженням, в першу чергу, на м'язову систему та на такі функціональні системи організму людини, як серцево-судинну, дихальну та обміну речовин. При цьому робота м'язової системи може мати як статичний, так і динамічний характер.

***Статична робота пов'язана з фіксацією знарядь і предметів праці в нерухомому стані, а також з наданням людині статичної робочої пози.*** При статичній роботі сприйняття навантаження залежить від функціонального стану тих чи інших м'язових груп.



Особливістю статичної роботи є її виражена стомлююча дія, обумовлена довгостроковим скороченням і напруженням м'язів та відсутністю умов для повноцінного кровообігу, унаслідок чого знижується подача кисню, відбувається нагромадження продуктів розпаду у клітинах. При цьому тривала присутність осередку напруження в корі головного мозку, сформованого групою навантажених м'язів, також призводить до розвитку стомлення (тимчасове зниження працездатності).

**Динамічна робота, це процес скорочення м'язів, пов'язаний з переміщенням тіла чи його окремих частин у просторі.** При динамічній роботі сприйняття навантаження залежить від ефективності систем, що поставляють енергію (серцево-судинна і дихальна), а також від їхньої взаємодії з іншими системами та органами. Енергія, що витрачається при динамічній роботі перетворюється в механічну і теплову. Динамічні зусилля мають переривчастий характер, що сприяє більш повноцінному кровообігу і меншій стомлюваності м'язів. Робота на протязі тривалого часу без перерв на відпочинок призводить до зниження продуктивності праці і чим більше навантаження м'язів, тим швидше відбувається стомлення. Дослідження в області фізіології праці показали, що для виконання тривалої фізичної роботи важливо вибирати середні величини темпу і навантажень, при цьому стомлення буде виникати пізніше. Було також встановлено, що при активному відпочинку (зміна роду діяльності) відновлення працездатності людини відбувається швидше, ніж при пасивному відпочинку.

Фізичне навантаження обумовлює підвищення рівня обмінних процесів, що зростають в міру збільшення навантаження. Показниками фізичного навантаження можуть служити кров'яний тиск (мм рт. ст.), розподіл кровообігу в тканинах (мол/хв на 100 м м'язової тканини), максимальне споживання кисню (мол/хв на 1кг маси тіла), частота серцевих скорочень (поштовхів/хв) і т. ін.

Енергетичні витрати, визначаючи важкість фізичної праці, прийнято вимірювати в кДж/с, кДж/хв, кДж/година; ккал/хв, ккал/година (1ккал=4,2 кДж). Наприклад, при навантаженні 300 ккал/хв (1250 кДж/хв) максимально можлива тривалість фізичної праці складає частки секунд, при навантаженні 15 ккал/хв (63кДж/хв) – 1година, а при навантаженні 2,5 ккал/хв (11кДж/хв) – необмежений час.



Якщо в стані спокою продуктивність (хвилинний кровообіг) серця складає 3...4 л/хв, то при інтенсивній роботі може досягати 30...35 л/хв. При цьому число серцевих скорочень може збільшуватися з 60 до 180...200 поштовхів/хв. Легенева вентиляція в стані спокою складає 6...8 л/хв, при інтенсивному навантаженні досягає 100 л/хв.

Статичне навантаження з енерговитратами понад 293 Дж/с відноситься до важкого. При виконанні робіт зі значною м'язовою напруженістю (грабар, вантажник, коваль, лісоруби, і ін.) енергетичні витрати в добу досягають 16,8...25,2 МДж (4000-6000 ккал). Добові витрати енергії для осіб, що виконують роботу середньої тяжкості (верстатники, сільськогосподарські робітники та ін.) досягають 12,5...15,5 МДж (2900-3700 ккал). Якщо максимальна маса вантажів, що піднімаються вручну, не перевищує 5 кг для жінок і 15 кг для чоловіків, то робота характеризується як легка (енерговитрати до 172 Дж/с). При виконанні однієї і тієї ж роботи енерговитрати можуть значно мінятися в залежності від пози людини. Так, при ручному зварюванні сидячи витрати енергії складають 81,0-109,6 Дж/с (1,16-1,57 ккал/хв), а при роботі стоячи і зварюванню на рівні пояса - 176,7 Дж/с (2,53 ккал/хв).

Фізична праця, розвиваючи м'язову систему і стимулюючи обмінні процеси, у той же час має ряд негативних наслідків. Насамперед, це соціальна неефективність фізичної праці, пов'язана з низькою продуктивністю, необхідністю високої напруги фізичних сил (великими енергетичними витратами) і потребою в тривалому (до 50% робочого часу) відпочинку. У сучасному виробництві частка фізичної праці постійно знижується (у розвинутих країнах частка неавтоматизованої праці не перевищує 8% від загальних трудових витрат).

**Розумові навантаження.** Розумова праця поєднує роботи, пов'язані з прийомом і переробкою інформації, що вимагають переважно напруженості сенсорного апарату, уваги, пам'яті, а також активізації процесів мислення та емоційної сфери. Можна виділити дві основні форми розумової праці (за професіями). До першої належать професії в сфері матеріального виробництва (конструктори, проєктанти; інженери-технологи, управлінський персонал, оператори технологічного устаткування, програмісти й ін.), а до другої -



професії поза матеріальним виробництвом (учені, лікарі, учителі, учні, письменники, артисти й ін.)

Фізіологічною особливістю розумової праці є мала рухливість і вимушена одноманітна поза. При цьому послаблюються обмінні процеси, що обумовлюють застійні явища в м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршується постачання кисню до головного мозку. У той же час мозок споживає при цьому близько 20% всіх енергетичних ресурсів людини. Приплив крові до працюючого мозку збільшується в 8-10 разів у порівнянні зі станом спокою. Вміст глюкози в крові збільшується на 18-36% і зростає вміст адреналіну та жирних кислот. Збільшується споживання амінокислот, вітамінів групи В. Погіршується гострота зору, контрастна чутливість і зорова працездатність, в результаті чого збільшується час зорово-моторних реакцій. Тривале розумове навантаження впливає на психічну діяльність, погіршує функції уваги (обсяг, концентрація, переключення), пам'яті (короткочасної і довгострокової), сприйняття (збільшується частота помилок). При значній розумовій напруженості спостерігається тахікардія (частішання пульсу), підвищення кров'яного тиску, зміни в електрокардіограмі, електроенцефалограмі, які характеризують біоелектричну активність мозку, збільшення легеневої вентиляції і споживання кисню. А ці функціональні зміни в організмі, в свою чергу, викликають настання гальмових процесів: ослаблення пильності й уваги, стомлення.

Незважаючи на те, що розумова робота не пов'язана з великими енергетичними витратами, наприклад, добові витрати енергії для осіб розумової праці (інженери, педагоги, лікарі та ін.) сягають в середньому 10,5...11,7 МДж (2500-2800 ккал), все ж таки вона призводить до значного стомлення, перевтоми і ставить до організму не менше вимог, ніж інтенсивне фізичне навантаження. Особливо це стосується діяльності «операторів» у сучасному виробництві, яка має свої особливості:

- з розвитком техніки збільшується число об'єктів, якими необхідно керувати, і одночасно кількість параметрів, які при цьому необхідно враховувати. Це ускладнює і підвищує роль операцій по плануванню й організації праці, по контролю і керуванню виробничими процесами;
- розвиваються системи дистанційного керування і людина





все більше віддаляється від керованих об'єктів, про динаміку стану яких вона судить не за даними безпосереднього спостереження, а на підставі сприйняття сигналів, що надходять від реальних об'єктів;

- часто сигнали від об'єктів надходять у кодованому виді, що обумовлює необхідність декодування та уявного співставлення отриманої інформації зі станом реального об'єкта;

- збільшення складності і швидкості виробничих процесів висуває підвищені вимоги до точності дій оператора, швидкості прийняття рішення в здійсненні управлінських функцій; зростає ступінь відповідальності за свої дії, а це призводить до збільшення навантаження на нервово-психічну діяльність людини.

- для оператора характерне обмеження рухової активності зі зменшенням м'язової активності, що зв'язано з переважним використанням малих груп м'язів;

- іноді оператор виконує роботу в умовах ізоляції від звичного соціального середовища;

- підвищення ступеня автоматизації виробничих процесів вимагає від оператора готовності до екстрених дій, при цьому відбувається різкий перехід від монотонної роботи до активних енергійних дій, що призводить до виникнення сенсорних, емоційних і інтелектуальних перевантажень.

***Напруженість праці - характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на центральну нервову систему. В першу чергу, це ступінь емоційного навантаження на організм людини в разі інтенсивної роботи мозку по одержанню і переробці інформації. Саме це в основному і визначає напруженість праці. Крім того, при оцінці ступеня напруженості праці враховують і такі ергономічні показники, як змінність праці, позу, число рухів, зорову і слухову напруженість та ін.***

***Стомлення і перевтома.*** Будь-яка діяльність, якщо вона оптимальна для організму по інтенсивності і тривалості та проходить у сприятливих виробничих умовах, благотворно впливає на організм і сприяє його удосконалюванню. Ефективність діяльності людини базується на рівні психічної напруги, яка прямо пропорційна складності задачі. Психічна напруга - це фізіологічна реакція організму, що мобілізує його ресурси (біологічно і соціально корисна реакція). Під впливом психічної напруги змінюються життєво важливі функ-



ції організму: обмін речовин, кровообіг, дихання. У поведженні людини спостерігається загальна зібраність, дії стають більш чіткими, підвищується швидкість рухових реакцій, зростає фізична працездатність. При цьому загострюється сприйняття, прискорюється процес мислення, поліпшується пам'ять, підвищується концентрація уваги. Пристосувальні можливості психічної напруги тим більше, чим вище психічний потенціал особистості. Механізм емоційної стимуляції має фізіологічний бар'єр, за яким настає негативний ефект (поза межна форма психічної напруги). При надмірній інтенсивності чи тривалості робота приводить до розвитку вираженого стомлення, зниження продуктивності, неповного відновлення за період відпочинку.

Стомлення - загальний фізіологічний процес, яким супроводжуються усі види активної діяльності людини. З біологічної точки зору, стомлення - це тимчасове погіршення функціонального стану організму людини, що виявляється в змінах фізіологічних функцій і є захисною реакцією організму. Воно спрямоване проти виснаження функціонального потенціалу центральної нервової системи і характеризується розвитком гальмових процесів у корі головного мозку.

Внаслідок невідповідності між витратами організму в процесі роботи і темпом протікання відновлювальних процесів виникає перевтома. Поза межні форми психічної напруги викликають дезінтеграцію психічної діяльності різної вираженості. При цьому втрачається жвавість і координація рухів, знижується швидкість відповідних реакцій (гальмовий тип), з'являються непродуктивні форми поведінки - гіперактивність, тремтіння рук, запальність, невласлива різкість і ін. (збудливий тип). Обидва типи поза межної напруги супроводжуються вираженими вегетативно-судинними змінами (блідість обличчя, краплі поту, прискорений пульс). До суб'єктивних ознак перевтоми відноситься почуття втоми, бажання знизити ритм роботи чи припинити її, почуття слабості в кінцівках. Важке стомлення - крайній варіант фізіологічного стану, що граничить з патологічними формами реакції. При перевтомі порушуються відновні процеси в організмі. Прикмети втоми не зникають до початку роботи наступного дня. При наявності хронічної перевтоми часто зменшується маса тіла, змінюються показники серцево - судинної системи, знижується опір організму до інфекції і т. ін. Це спричиняє зниження продуктивності праці, збільшує кількість помилок. Такий



стан насамперед утрудняє складні (інтелектуальні) і нові, що не стали звичними, дії. Поза межні форми психічної напруги нерідко лежать в основі неправильних дій оператора і створюють небезпечні ситуації.

На виникнення стомлення впливають зацікавленість людини в роботі, його функціональний стан, фізичний розвиток, тренуваність, досвід роботи і т.п. У сучасних умовах особливого значення набуває стомлення, що розвивається при відсутності діяльності, при виконанні одноманітної, нецікавої роботи, при значних розумових і емоційних навантаженнях, зв'язаних з необхідністю швидкого вибору рішень, труднощами задачі, дефіцитом часу, підвищеною відповідальністю, небезпекою, невдачами в діяльності і т.д.

***У профілактиці стомлення і перевтоми працівника значна роль належить організації раціонального режиму праці і відпочинку.*** Фізіологи обґрунтували декілька умов підвищення працездатності, що сприяють ефективному попередженню стомлення:

- у будь-яку роботу потрібно входити поступово;
- умовою успішної працездатності є розміреність та ритмічність;
- звичність, послідовність і плановість;
- недбалість і квапливість у праці не припустима;
- фізіологічно обґрунтоване чергування праці і відпочинку, а також зміна форм діяльності (найбільш ефективним є відпочинок, зв'язаний з активним діяльним станом);
- сприятливе відношення суспільства до праці (мотивація праці і соціальні умови).

***Обмін речовин і енергії.*** Між організмом і навколишнім середовищем постійно відбуваються обміни речовинами й енергією, якій починається з надходженням в організм води і продуктів харчування. У травному тракті частина речовин розщеплюється на більш прості і переходить у внутрішнє середовище організму крові і лімфи. З кров'ю ці речовини надходять у клітини, де відбуваються процеси їхнього хімічного перетворення: біосинтез білків, жирів і вуглеводів та розкладання складних органічних речовин. Кінцеві продукти обміну речовин виділяються з організму.

Таким чином, обмін речовин - це складний ланцюговий процес



перетворень речовин в організмі, починаючи з їхнього надходження з навколишнього середовища і завершуючи виділеннями продуктів розпаду. У процесі обміну організм одержує речовини для побудови клітин і енергію для життєвих процесів.

**Перетворення енергії і речовин в організмі.** Для різних процесів життєдіяльності організму (утворення речовин, м'язова діяльність, підтримка температури тіла та ін.) потрібна енергія – близько 10,5 МДж (2500 ккал) за добу. Джерелом її є енергія хімічних зв'язків молекул органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів), що надходять з їжею. В організмі постійно відбуваються складні процеси перетворення енергії: в одних перетвореннях організм поповнюється енергією, а в інших - втрачає її. Наприклад, при окислюванні і розпаді глюкози й інших органічних речовин звільнена хімічна енергія перетворюється в електричну і механічну. Електрична енергія нервового імпульсу забезпечує передачу інформації по нервовим волокнам, а механічна - скорочення кістякових та серцевих м'язів. Усі види енергії переходять у кінцевому виді в теплову енергію, частина якої використовується для підтримки постійної температури тіла, а її надлишок видаляється організмом у навколишнє середовище. Рівень обмінних процесів впливає на величину споживання кисню організмом.

### 1.3 Основні поняття, терміни та визначення в галузі гігієни праці

**Гігієна праці** - галузь профілактичної медицини, яка вивчає умови та характер праці, їх вплив на здоров'я, функціональний стан людини, розробляє наукові основи гігієнічної регламентації факторів виробничого середовища і трудового процесу, практичні заходи, спрямовані на профілактику шкідливої і небезпечної їх дії на працюючих.

Гігієна праці вивчає вплив саме виробничого середовища на функціонування організму людини та його окремих систем. Організм людини формувався в умовах реального природного середовища. Основними чинниками цього середовища є мікроклімат, склад повітря, його природний електромагнітний, радіаційний та акустичний фон, світловий клімат тощо.

Техногенна діяльність людини, залежно від умов реалізації, особ-



ливостей технологічних процесів, може супроводжуватись суттєвим відхиленням параметрів виробничого середовища від їх природного значення, бажаного для забезпечення нормального функціонування організму людини.

Результатом відхилення чинників виробничого середовища від природних фізіологічних норм для людини, можуть бути порушення в функціонуванні як окремих систем організму людини, так і всього організму в цілому. В залежності від ступеня цього відхилення, вони можуть бути часткові або повні, тимчасові чи постійні. Механізми впливу окремих чинників виробничого середовища на організм людини і можливі наслідки, а також заходи та засоби захисту працюючих від цього впливу як раз і розглядаються в цьому розділі.

Уникнути небажаного впливу техногенної діяльності людини на стан виробничого середовища та довкілля в цілому практично не реально. Тому метою 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 таких допустимих навантажень на організм людини при комплексній дії цих чинників, які не будуть викликати негативних змін у функціонуванні організму людини і не призведуть до генетичних змін у майбутніх поколіннях.

На сучасному рівні розвитку гігієни праці як науки, гігієністи при вирішенні питань охорони здоров'я працюючих дотримуються так званого порогового принципу. В цьому разі, приймається гігієнічно обґрунтоване критичне відхилення певного чинника (фактора) виробничого середовища від природної фізіологічної норми, яке не може призвести до небажаних змін в організмі людини і не буде мати небажаних генетичних наслідків. Відповідно до цього, гігієністи, за окремими чинниками виробничого середовища, встановлюють науково обґрунтовані граничні нормативи (гранично допустимі концентрації рівні, тощо), які в установленому порядку затверджуються відповідними центральними органами державного управління. На основі цих нормативів здійснюється аудит гігієнічних умов праці на робочих місцях на їх відповідність чинній нормативно-правовій базі.

***З метою комплексної оцінки умов праці з урахуванням фізіологічних і гігієнічних умов праці, Київським інститутом медицини***



***праці розроблена і затверджена наказом Міністра охорони здоров'я України № 382 від 31 грудня 1997 р. Гігієнічна класифікація, яка заснована на принципі диференціації умов праці, залежно від співвідношення фактично діючих рівнів небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища та існуючих гігієнічних норм, а також залежно від можливого впливу цих факторів на стан здоров'я працюючих.***

Вона призначена для: гігієнічної оцінки існуючих умов та характеру праці на робочих місцях; санітарно-гігієнічної паспортизації стану 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.

***Відповідно до Гігієнічної класифікації клас умов праці (всього 4 класи: 1 клас – оптимальні умови; 2 клас – допустимі умови; 3 клас – шкідливі умови; 4 клас – небезпечні чи екстремальні умови) визначається тим чинником виробничого середовища, напруженості або тяжкості праці, який має найбільше відхилення від нормативних вимог.***

***Гігієнічні нормативи умов праці*** - ГДК, ГДР, ОБРВ та інші гранично допустимі (безпечні для людини) рівні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, встановлюють виходячи з того, що при щоденній (крім вихідних днів) 8-годинній роботі, але не більше 40 годин на тиждень протягом усього робочого стажу вони не повинні викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи або у віддалені періоди життя нинішнього та наступних поколінь. При більшій (ніж 8-годинна) тривалості зміни у кожному конкретному випадку можливість виконання роботи повинна бути погоджена з закладами (установами) державної санітарно-епідеміологічної служби.

***Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДК<sub>р.з.</sub>), яку встановлюють для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні, може бути двох типів:***

- максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>р.з.м.р.</sub>);***
- середньозмінна гранично допустима концентрація (ГДК<sub>р.з.с.з.</sub>).***



ГДК<sub>р.з.м.р.</sub> – найвище регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для будь якого 15-хвилинного (30-хвилинного для аерозолів речовин переважно фіброгенної дії) відрізка часу робочої зміни. Дія речовини на працюючих у концентрації, що дорівнює ГДК<sub>р.з.м.р.</sub>, не повинна повторюватись протягом робочої зміни більш ніж 4 рази з інтервалами не менше 1 години.

ГДК<sub>р.з.с.з.</sub> - регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для відрізка часу, що дорівнює 75% робочої зміни, але не більш ніж 8 годин, за умови дотримання ГДК<sub>р.з.м.р.</sub>.

ГДК<sub>р.з.с.з.</sub> – встановлюється для речовин, для яких характерні кумулятивні властивості (речовини хроноконцентраційної дії).

**Фактори, що зумовлюють умови праці, поділяють на чотири групи (таблиця 1.1).**

**Перша група - санітарно-гігієнічні фактори**, які мають показники, що характеризують виробниче середовище робочої зони. Вони залежать від особливостей виробничого обладнання і технологічних процесів, можуть бути оцінені кількісно та нормовані.

**Друга група - психофізіологічні фактори**, зумовлені самим процесом праці. З цієї групи лише частина факторів може бути оцінена кількісно.

**Третя група - естетичні фактори**, що характеризують сприйняття працюючим навколишньої обстановки та її елементів. Кількісній оцінці вони не підлягають.

**Четверта група - соціально-психологічні фактори**, що характеризують психологічний клімат у трудовому колективі. Кількісній оцінці вони також не підлягають.

Під час праці людина перебуває під дією цілого ряду факторів, які можуть викликати небажані наслідки, наприклад, надмірне підвищення або зниження температури тіла, підвищення тиску. Для зменшення впливу таких факторів і забезпечення сталості значень характеристик життєдіяльності організму включаються пристосувальні реакції, тобто захисний рефлекс організму, який впливає на роботу основних функціональних систем людини з метою зниження працездатності. В той же час, людина, як правило, примушує свій організм зменшити вплив захисного рефлексу. Через деякий час працюючий адаптується до несприятливого впливу санітарно-гігієнічних факторів (звичайно, якщо вони не виходять за певні межі). Це досягається за допомогою додаткових витрат мускульної та нервово-психічної енергії.





3 точки зору основного трудового процесу таке використання внутрішніх резервів організму є, безумовно, недоцільним.

Таблиця.1.1

## Фактори, що зумовлюють умови праці

| Фактор                                                                                      | Параметр, що характеризує основні властивості елементів гігієнічної оцінки, одиниця виміру                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>1. Санітарно-гігієнічні</i><br>Загальні санітарні вимоги                                 | Відповідність об'єму й площі виробничих приміщень санітарним нормам, м <sup>3</sup> , м <sup>2</sup>                                   |
| Освітленість:<br>природна<br>штучна                                                         | КПО, %<br>Освітленість, лк                                                                                                             |
| Шкідливі речовини у повітряному середовищі (пари, газ, аерозолі)                            | Концентрація, мг/м <sup>3</sup>                                                                                                        |
| Мікроклімат:<br>температура повітря<br>відносна вологість повітря<br>швидкість руху повітря | Температура, °C<br>Вологонасиченість, %<br>Рухомість повітряного середовища, м/с                                                       |
| Механічні коливання:<br>вібрація                                                            | Частота, Гц<br>Амплітуда, мм                                                                                                           |
| шум                                                                                         | Коливальна швидкість, м/с<br>Рівень звукового тиску, дБ, рівень звуку дБА                                                              |
| ультразвук                                                                                  | Середня. геометрична частота октавних смуг, Гц<br>Рівень звукового тиску, дБ<br>Довжина хвилі, мкм                                     |
| Випромінювання:<br>інфрачервоне, ультрафіолетове<br>іонізуюче                               | Інтенсивність випромінювання, кал/см <sup>2</sup> , Вт/м <sup>2</sup><br>Активність радіоактивного, Бк, ліміт дози, мЗв/рік            |
| електромагнітне<br>(хвилі радіочастот)                                                      | Довжина хвилі, км, м, дм, см, мм<br>Частота коливальних, Гц, кГц, МГц, ГГц<br>напруженість, В/м, А/м, інтенсивність, Вт/м <sup>2</sup> |
| Атмосферний тиск                                                                            | У робочій камері, атм<br>Висота над рівнем моря, Па, мм рт. ст.                                                                        |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Професійні інфекції та біологічні агенти:<br>(бактерії, віруси, грибки, бруцельоз, лихоманка, туляремія, сибірка, тощо)                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ступінь небезпечного впливу на організм людини, бали                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>2. Психофізіологічній («трудова»)</i><br>Фізичне навантаження<br><br>Робоча поза<br>Нервово-психічне навантаження<br><br>Монотонність трудового процесу<br>Режим праці та відпочинку:<br>змінний<br>добовий<br>тижневий<br>річний<br><br>Фактор<br><br>Травмонебезпечність (вибухонебезпека, пожежонебезпека, сейсмічна небезпека, небезпека травмування частинами машин й обладнання, що рухаються) | Енерговитрати, ккал/год<br>Вантажооборот за зміну, кгм<br>Зручність під час виконання робіт, бали<br>Інтелектуальне, бали<br>Нервово-емоційне напруження, бали<br>Напруження зору, категорія точності роботи<br>Рівень різноманітності й темпи праці, бали<br>Тривалість і розподіл перерв на відпочинок та обхід, хв<br>Робота в нічний час; тривалість робочих змін, год.<br>Тривалість вихідних днів, дні<br>Тривалість відпустки, дні<br>Параметр, що характеризує основні властивості елемента, одиниця виміру<br>Ступінь небезпеки, бали |
| <i>3. Естетичні</i><br>Гармонійність у робочій зоні світло кольорової композиції, звукового середовища<br>Ароматичність запахів повітряного середовища<br>Гармонійність робочих поз і трудових рухів                                                                                                                                                                                                    | Естетичний рівень*, бали<br><br>Ступінь ароматичності, бали<br><br>Конструктивні рішення обладнання робочих місць, бали<br>Траєкторія, ритм і варіантність трудових рухів, бали                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |



|                                                                                                          |                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Соціально-психологічні**<br>Спорідненість колективу<br><br>Характер міжгрупових стосунків у колективі | Рівень взаємозаміни в процесі праці, товариської взаємовимоги, дисципліна праці, бали<br>Рівень конфліктності, бали |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Примітка: \*Експертна оцінка, \*\* Соціометрична оцінка

Отже, несприятливий вплив на людину санітарно-гігієнічних факторів призводить до відволікання внутрішніх ресурсів працюючого від основного трудового процесу, несприятливо впливає на психофізіологічний стан людини, її працездатність і, як слідство, відбивається на техніко-економічних показниках виробництва.

Відповідно до діючого законодавства суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного благополуччя, відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян регулюються **Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»**. Закон встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні. Згідно цього Закону необхідно забезпечувати оптимальні умови життєдіяльності, низький рівень захворюваності, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення факторів навколишнього середовища, а також умов для виникнення і поширення інфекційних захворювань.

Підприємства, установи та організації згідно з цим Законом зобов'язані: розробляти і здійснювати санітарні та протиепідемічні заходи; забезпечувати лабораторний контроль за виконанням санітарних норм стосовно рівнів шкідливих для здоров'я факторів виробничного середовища; інформувати органи та установи державної санітарно-епідеміологічної служби про надзвичайні події та ситуації, що становлять небезпеку для здоров'я населення; відшкодувати в установленому порядку працівникам та громадянам збитки, яких завдано їх здоров'ю в результаті порушення санітарного законодавства.

Відповідно до діючого законодавства забезпечення санітарного благополуччя досягається, в першу чергу, наступними заходами: гігієнічною регламентацією та контролем (моніторингом) усіх шкідливих та небезпечних факторів навколишнього та виробничого се-



редовища, державною санітарно-гігієнічною експертизою проектів, технологічних регламентів, інвестиційних програм та діючих об'єктів; включенням вимог безпеки щодо здоров'я та життя людини в державні стандарти та нормативно-технічну документацію усіх сфер діяльності суспільства; ліцензуванням видів діяльності, пов'язаних з потенційною небезпекою для здоров'я людей; пред'явленням відповідних гігієнічних вимог до проектування, забудови, та експлуатації будівель, споруд, приміщень, територій, розробкою та впровадженню нових технологій і обладнання; контролем та аналізом стану здоров'я населення та робітників; профілактичними санітарно лікувальними заходами; запровадженням санкцій до відповідальних осіб за порушення санітарно-гігієнічних вимог.

*Складовими частинами законодавства в галузі гігієни праці є закони, постанови, положення, санітарні правила і норми затверджені Міністерством охорони здоров'я України, Міністерством охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, Міністерством праці та соціального захисту Держстандартом України (наприклад, закони «Про охорону атмосферного повітря», «Про охорону праці», санітарні правила ДСП 173-96 «Охорона атмосферного повітря населених місць», ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», Державний стандарт України ДСТУ ISO 14011-97 «Настанови щодо здійснення екологічного аудиту» і т. ін.).*

Реальні умови праці мають виключати можливість виникнення будь-яких передумов для травматизму та професійних захворювань.

#### **1.4. Основні поняття, терміни та визначення в галузі виробничої санітарії**

**Санітарія - це сукупність практичних заходів, спрямованих на оздоровлення середовища, що оточує людину.**

Виробнича санітарія - це галузь санітарії, спрямована на впровадження комплексу санітарно-оздоровчих заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці на виробництві.

**Згідно ДСТУ 2293-99 (п. 4.60) виробнича санітарія - це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів.** Сфера дії виробничої санітарії - запобігання професійної



небезпеки (шкідливості) яка може призвести до професійних або професійно обумовлених захворювань у тому числі і смертельних при дії в процесі роботи таких факторів як випромінювання електромагнітних полів, іонізуючого випромінювання, шумів, вібрацій, хімічних речовин, зниженої температури, тощо.

***В галузі виробничої санітарії дуже важливе місце займають засоби колективного та індивідуального захисту.*** Їх використання дає можливість значно зменшити виробничі ризики і покращити стан безпеки праці на виробництві. Саме відсутність або невикористання працівниками вищезгаданих засобів захисту є однією з основних причин профзахворювань та травматизму, в тому числі з летальними наслідками.

Ефективність використання засобів індивідуального захисту багато в чому залежить від їх правильного вибору та умов експлуатації. При виборі засобів індивідуального захисту необхідно враховувати конкретні умови виробництва, вид і тривалість дії на працівників шкідливих і небезпечних факторів, а також індивідуальні антропометричні та фізіологічні особливості працівників.

***Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) згідно з ГОСТ 12.4.011-89 поділяються на наступні класи:***

- ізолюючі костюми;
- засоби захисту органів дихання;
- одяг спеціальний захисний;
- засоби захисту ніг;
- засоби захисту рук;
- засоби захисту голови;
- засоби захисту очей;
- засоби захисту обличчя;
- засоби захисту органів слуху;
- засоби захисту від падіння з висоти та інші запобіжні засоби;
- засоби дерматологічні захисні;
- засоби захисту комплексні.

**Сертифікація ЗІЗ в Україні введена наказом Держстандарту України №322 від 14 червня 1999 р.**



## Розділ 2. ЧИННИКИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, ЇХ ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ, НОРМУВАННЯ ТА НОРМАЛІЗАЦІЯ

### 2.1 Санітарно-гігієнічні вимоги до складу повітряного середовища у виробничих приміщеннях

#### 2.1.1. Загальна структура і склад повітряного середовища

*Для людини навколишнє повітряне середовище є найважливішим фактором її існування і воно повинно мати визначені фізичні та хімічні властивості.* Фізичні властивості можуть бути представлені параметрами мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря, барометричний тиск), іонним складом, електромагнітними та акустичними полями, густиною, прозорістю тощо. Іншим найважливішим показником якості повітряного середовища є його хімічний склад, обумовлений природним складом повітря та різними забрудненнями. У просто виробництві природні (фонові) параметри повітря додатково забруднюються викидами різних технологічних процесів (в основному при спалюванні палива, термічній та механічній обробці матеріалів, хімічних процесах). Розглянемо докладніше параметри природного газового складу атмосфери і забруднюючих речовин у повітряному середовищі та їхній вплив на людину.

*Атмосфера Землі* — це газова оболонка з масою близько  $5,9 \cdot 10^{15}$  т, що має шарувату будову і складається з декількох сфер, між якими розташовуються перехідні шари. У цих сферах постійно змінюється як кількість повітря, так і температура. Найбільш щільний шар повітря, що прилягає до земної поверхні, зветься тропосферою. Товщина її в середніх широтах складає 10-12 км над рівнем моря, на полюсах — 7-10 км, над екватором — 16-18 км. У тропосфері зосереджено більше 4/5 маси земної атмосфери. Через нерівномірність нагрівання земної поверхні в ній утворюються могутні вертикальні струми повітря, відзначаються нестійкість температури, відносної вологості, тиску і т. ін. Температура повітря в тропосфері по висоті зменшується на  $0,6^{\circ}\text{C}$  на кожні 100 м і коливається від 40 до  $-50^{\circ}\text{C}$ .



Вище тропосфери знаходиться стратосфера (40 км). Далі мезосфера (80 км), потім термосфера (чи іоносфера) і нарешті екзосфера (від 800 і до 1600 км). У стратосфері під впливом космічного випромінювання і короткохвильової частини ультрафіолетового випромінювання Сонця молекули повітря іонізуються, в результаті чого утворюється озон. Озоновий шар знаходиться на висоті 25-40 км. В атмосфері постійно відбуваються складні фотохімічні перетворення. Під дією сонячної радіації протікає безліч реакцій, у яких беруть участь кисень, озон, азот, оксид азоту, пари води, двооксид вуглецю. Іонізація в основному відбувається на висоті 70-80 км. При цьому відзначаються як негативні ( $N^-$ ,  $O^-$ ,  $O_3^-$ ,  $S_2^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ), так і позитивні ( $N^+$ ,  $H^+$ ,  $O^+$ ,  $O_2^+$  і ін.) іони. Ці іони утворюють різні комплексні сполуки ( $NO^+ \times N_2$ ;  $NO^+ \times CO_2$ ;  $NO^+ \times H_2$ ;  $O_2^+ \times (H_2O)$  та ін.), які, в свою чергу, взаємодіють з різними органічними та неорганічними домішками, утворюючи нові хімічні речовини, що змінюють умови існування людини.

Природний склад повітря в нижніх шарах атмосфери Землі приведений у таблиці 2.1.

Густина чистого повітря при нормальних умовах (температури  $20^\circ C$  і атмосферному тиску 101400 Па) дорівнює  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .

Таблиця 2.1

Природний склад повітря у нижніх шарах атмосфери

| Компоне-<br>нти  | Вміст               |                     | Компоне-<br>нти | Вміст                 |                     |
|------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
|                  | % по масі           | % по<br>об'єму      |                 | % по масі             | % по<br>об'єму      |
| Азот             | 75,52               | 78,09               | Оксид азоту     | $2,5 \cdot 10^{-3}$   | $5,2 \cdot 10^{-4}$ |
| Кисень           | 23,15               | 20,94               | Водень          | $3,5 \cdot 10^{-6}$   | $5 \cdot 10^{-5}$   |
| Аргон            | 1,28                | 0,93                | Метан           | $8,0,8 \cdot 10^{-4}$ | $1,5 \cdot 10^{-4}$ |
| Двооксид вуглецю | 0,046               | 0,0330              | Двооксид азоту  | $8 \cdot 10^{-5}$     | $1,5 \cdot 10^{-1}$ |
| Неон             | $1,2 \cdot 10^{-3}$ | $1,8 \cdot 10^{-3}$ | Озон            | $10^{-6} - 10^{-5}$   | $2 \cdot 10^{-6}$   |
| Гелій            | $7,2 \cdot 10^{-5}$ | $5,2 \cdot 10^{-4}$ |                 |                       |                     |
| Криптон          | $3,3 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-4}$   |                 |                       |                     |





### 2.1.2. Забруднюючі та шкідливі речовини, їх дія на людину та нормування

**В даний час проблема зменшення забруднення навколишнього повітряного середовища є дуже важливою і актуальною для всього людства.** Близько 60 тисяч хімічних речовин знаходять застосування в діяльності людини. Серед інгредієнтів забруднення повітряного середовища (як нейтральних по відношенню до організму людини, так і шкідливих речовин) — тисячі хімічних сполук у вигляді аерозолів (твердих, рідких) чи газоподібному вигляді.

**Шкідливі речовини – це ті речовини, які при контакті з організмом людини можуть викликати захворювання чи відхилення від нормального стану здоров'я, що виявляються сучасними методами, як у процесі контакту з ними, так і у віддалений термін, в тому числі і в наступних поколіннях.**

Найбільш розповсюдженими видами забруднень є тверді суспензії (пил, зола, дим), оксиди вуглецю, азоту, сірки, вуглеводні, аміак, оксиди і солі важких металів і т. ін.

Крім прямої дії на здоров'я людини забруднюючі атмосферу шкідливі речовини впливають негативно на навколишнє середовище (рослинний та тваринний світ, водне середовище, ґрунт, будівельні конструкції, техніку і технології), а це, в свою чергу, призводить як до прямих вторинних дій шкідливих речовин на людину (наприклад, через харчові ланцюжки), так і до великих економічних втрат (зниження врожайності сільгосппродукції і тваринництва, корозія матеріалів, порушення у технологічних процесах, збільшення браку продукції, що випускається, і т. ін.).

В даний час в усіх містах світу щорічно викидається в атмосферу близько 1 млрд. т різних аерозолів, тільки теплові електростанції викидають 100 — 120 млн. т золи і 60 млн. т сірчистого газу. За рік світові викиди основних інгредієнтів в атмосферу Землі складають більше 20 млрд. т двооксиду вуглецю, 300 млн. т оксиду вуглецю, 150 млн. т сірчаного ангідриду 60 млн. т  $\text{NO}_2$ .

В Україні в 2000 р. сумарний викид від стаціонарних джерел в атмосферу склав 3959,4 тис. т, у тому числі пилу — 729,6 тис. т, оксиду вуглецю — 1230,6 тис. т, двооксиду сірки — 976,6 тис. т, окси-



Найбільш шкідливими для навколишнього середовища і, зокрема повітря, є енергетичні установки, авіаційний та автомобільний транспорт, металургійне виробництво, виробництво будівельних матеріалів, хімічні підприємства. Промислові викиди і викиди автомобільного й іншого транспорту приводять до значної зміни клімату великих міст.

***Забруднюючі атмосферу, шкідливі речовини при контакті з організмом можуть викликати різні захворювання, професійні і гострі отруєння (у тому числі із смертельними наслідками). Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні шляхи, а також через шкіру і шлунково-кишковий тракт.*** Ефект токсичної дії різних речовин залежить від кількості речовини, що потрапила в організм, її фізико-хімічних властивостей, тривалості надходження. Особливе значення має хімізм взаємодії даної речовини з біологічними середовищами (кров'ю, ферментами). Отруйна дії залежить від шляхів надходження і виведення, розподілу в організмі, від статі людини, віку, індивідуальної сприйнятливості й інших супутніх факторів. Загальний токсичний вплив у залежності від виду речовини може викликати різні дії: нервово-паралітичну (бронхоспазм, ядуха, судома, параліч), загально токсичну (набряк мозку, параліч, судоми), задушливу (токсичний набряк легенів), дратівливу (подразнення слизових оболонок), психотичну (порушення психічної активності, свідомості), шкіряно-резорбтивну (місцеві запалення).

Склад та ступінь забруднення повітряного середовища різними речовинами оцінюється за масою (мг) в одиниці об'єму повітря ( $\text{м}^3$ ), тобто концентрацією (С,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ), для якої крім одиниці виміру -  $\text{мг}/\text{м}^3$ , можуть використовуватися - %, а також -  $\text{млн.}^{-1}$  чи «ppm» (кількість часток речовини на мільйон часток повітря).

***Гігієнічне нормування шкідливих речовин проводять за гранично допустимим концентраціям (ГДК,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ) у відповідності з нормативними документами: для робочих місць визначається гранично допустима концентрація в робочій зоні -  $\text{ГДК}_{pz}$  (ГОСТ 12.1.005-88, СН 245-71); в атмосфері повітря населеного пункту - максимально разові  $\text{ГДК}_{mr}$  (найбільш висока, зареєстрована за 30 хвилин спостереження), середньодобові -  $\text{ГДК}_{pz}$  (середня за 24 год***



*при безупинному вимірі) і орієнтовно-безпечні рівні впливу - ОБРВ (список ГДК забруднюючих речовин № 3086-84 з доповненнями, ДСП 201-97). Гігієнічне нормування вимагає, щоб фактична концентрація забруднюючої речовини не перевищувала ГДК ( $C_{\text{факт}} < 1$ ).*

ГДК<sub>дс</sub> - це максимальна концентрація, що при щоденній (крім вихідних днів) роботі впродовж 8 годин чи при іншій тривалості, але не більш 41 годин у тиждень, протягом усього стажу (25 років) не може викликати захворювань чи відхилень стану здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи чи у віддалений період життя сучасного і наступних поколінь.

*За ступенем впливу на організм шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки:*

*1 клас - надзвичайно небезпечні речовини, що мають ГДК<sub>рз</sub> менш 0,1 мг/м<sup>3</sup> у повітрі (смертельна концентрація в повітрі менш 500мг/м<sup>3</sup>);*

*2 клас - високо небезпечні речовини, що мають ГДК<sub>рз</sub> = 0,1 ÷ 1,0 мг/м<sup>3</sup> (смертельна концентрація в повітрі 500-5000 мг/м<sup>3</sup>);*

*3 клас - помірно небезпечні речовини, що мають ГДК<sub>рз</sub> = 1,0 ÷ 10,0 мг/м<sup>3</sup> (смертельна концентрація в повітрі 5000 ÷ 50000 мг/м<sup>3</sup>);*

*4 клас - мало небезпечні речовини, що мають ГДК<sub>рз</sub> більше 10,0 мг/м<sup>3</sup> (смертельна концентрація в повітрі > 50000 мг/м<sup>3</sup>).*

У таблиці 2.2 приведені значення гранично допустимих концентрацій для деяких інгредієнтів, що знаходяться у виробничому повітряному середовищі й в атмосфері населених пунктів.

Таблиця 2.2

Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у робочій зоні і в атмосфері населених пунктів

| Речовина.<br>Назва<br>(формула) | ГДК <sub>рз</sub> ,<br>мг/ м <sup>3</sup> | ГДК <sub>мр</sub> ,<br>мг/ м <sup>3</sup> | ГДК <sub>сд</sub> ,<br>мг/ м <sup>3</sup> | Клас<br>небез-<br>пеки | Дія<br>на людину                                                 |
|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Оксид<br>вуглецю<br>(CO)        | 20,0                                      | 3,0                                       | 1,0                                       | 4                      | Задущлива дія,<br>порушення<br>центральної нер-<br>вової системи |
| Двооксид                        | 2,0                                       | 0,085                                     | 0,085                                     | 3                      | Порушення диха-                                                  |

|                         |  |  |  |  |                                                       |
|-------------------------|--|--|--|--|-------------------------------------------------------|
| азоту ( $\text{NO}_2$ ) |  |  |  |  | льних шляхів,<br>набряк легенів,<br>серцева слабкість |
|-------------------------|--|--|--|--|-------------------------------------------------------|

*продовження табл. 2.2*

|                                               |         |      |                              |   |                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------|---------|------|------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сірчистий ангідрид ( $\text{SO}_2$ )          | 10,0    | 0,5  | 0,05                         | 3 | Дратівна дія слизових, верхніх дихальних шляхів, імунна система, гастрит.                                                                          |
| Зважені речовини (неорганічний пил)           |         | 0,15 | 0,05                         |   | Захворювання дихальної системи                                                                                                                     |
| Кадмій (Cd)                                   | 0,05    |      |                              | 1 | Канцероген*                                                                                                                                        |
| Свинець (Pb)                                  | 0,01    |      | 0,003                        | 1 | Уражається шлунково-кишковий тракт, печінка, нирки; змінюється склад крові і кісткового мозку; уражається головний мозок; викликає м'язову кваліть |
| Бензин                                        | 100,0   | 5,0  | 1,5                          | 4 | Наркотична дія (ураження центральної нервової системи)                                                                                             |
| Бенз(α)пірен ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ) | 0,00015 |      | 0,1мкг/<br>100м <sup>3</sup> | 1 | Канцероген                                                                                                                                         |
| Марганець (Mn, $\text{MnO}_2$ )               | 0,05    |      |                              | 1 | Уражає центральну нервову систему, печінку, шлунок                                                                                                 |
| Фенол ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )     | 0,3     | 0,01 | 0,01                         | 2 | Потрібний захист шкіри, очей; алергійні дії                                                                                                        |

\*Канцероген - речовина, що сприяє появі злоякісних новоутворень у різних органах.

**У виробничих умовах часто має місце комбінована дія шкідливих речовин. У більшості випадків дія шкідливих речовин сумується (адитивна дія). Однак, можливо, коли дія однієї речовини**



***підсилюється дією іншої (потенціююча дія), або можливий ефект комбінованої дії менше очікуваного (антагоністична дія).***

Якщо в повітрі присутні кілька речовин, що мають ефект сумачії (односпрямовану дію), то якість повітря буде відповідати встановленим нормативам за умови, що:

$$C_1 / ГДК_1 + C_2 / ГДК_2 + C_3 / ГДК_3 + \dots + C_n / ГДК_n \leq 1. \quad (2.1)$$

Ефектом сумачії володіють сірчистий газ і двооксид азоту, фенол і сірчистий газ та ін. Не так давно ГДК хімічних речовин оцінювали як максимально разові. Перевищення їх навіть протягом короткого часу заборонялося. Останнім часом для таких речовин, які мають кумулятивні властивості (здатність накопичуватися в організмі, наприклад, мідь, ртуть, свинець та ін.), для гігієнічного контролю введена інша величина – середньо змінна концентрація. Наприклад, допустима середньо змінна концентрація свинцю складає 0,005 мг/м<sup>3</sup>.

***Ступінь впливу пилу (аерозолі з розміром твердих часточок 0,1-200 мкм) на організм людини залежить не тільки від хімічного складу, але й розмірів часток (дисперсного складу), форми порошин та їхніх електричних властивостей.*** За розміром пил поділяють на три категорії: крупно дисперсний (розмір порошинки більше 10 мкм), середньо дисперсний (порошинки мають розмір 5 – 10 мкм) та дрібнодисперсний (менше 5 мкм). Крупно дисперсний пил довго не тримається у зваженому стані, порошини після утворення швидко осідають на підлогу та інші поверхні. Порошини з розміром менше 10 мкм затримуються у повітрі на довгий час. Найбільшу небезпеку становлять частки розміром 1-2 мкм, тому що ці фракції в значній мірі осідають у легенях при диханні. Як показують дослідження, електророзаряджений пил у 2-3 рази інтенсивніше осідає в організмі в порівнянні з нейтральним по заряду пилом.

***Гігієністи за характером дії на організм людини виділяють специфічну групу пилу - пил фіброгенних речовин.*** Особливість дії такого пилу на організм полягає в тому, що при попаданні у легені такий абразивний нерозчинний пил спричинює утворення в легеневій тканині фіброзних вузлів - ділянок затверділої легеневої тканини, в результаті чого легені втрачають можливість виконувати свої функції. Такі захворювання практично не піддаються лікуванню і лише при своєчасному їх виявленні можливо припинити розвиток хвороби за рахунок зміни умов праці. Подібні захворювання об'єд-



нуються гігієністами під загальною назвою пневмоконіози. Назви окремих захворювань цієї групи є похідними від назви речовин, що їх спричинила (силікоз — пил з вмістом  $\text{SiO}_2$ , антропокоз — пил вугілля, азбестоз — пил азбесту тощо). Гігієністи ідентифікують біля 50 речовин, пил яких може спричиняти пневмоконіози, тобто є фіброгенним. Ряд видів пилу (каніфолі, борошна, шкіри, бавовни, вовни, хрому і т. ін.) можуть викликати алергічні реакції та захворювання легень — бронхіальну астму.

### 2.1.3. Методи регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу забруднюючих та шкідливих речовин на працівників

*Методи регулювання якості повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до ДСТУ ISO 14001-97 (Системи управління навколишнім середовищем. Київ, Держстандарт України).*

*Ці методи можуть бути класифіковані за рівнем значимості:*

- **глобальний** — „безвідходні” та передові технології, нові види палива й енергії, нові типи двигунів, міжнародне квотування викидів різних інгредієнтів, міжнародні угоди в галузі екологічного аудиту й т. ін.;

- **регіональний** — організаційно-планувальні (вибір території і розташування промислових об'єктів); організаційно-економічні (ліцензування діяльності, регіональне квотування викидів, установлення плати за викиди, штрафні санкції, страхування екологічних ризиків, пільги); нормативно-правові (установлення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітряному середовищі, установлення гранично допустимих викидів на джерела викидів, нормування технологічних викидів, вимоги до інвентаризації викидів); вибір технологій, палива, застосування ефективних методів очищення й уловлювання забруднюючих речовин;

- **на рівні підприємства** — зниження викидів у джерелі утворення (технологічні методи, вибір устаткування і рівень його обслуговування, автоматизація технологічних процесів, зменшення викидів шкідливих речовин у зоні їх утворення, локалізація джерел викидів, герметизація устаткування, уловлювання забрудненого по-



вітря та його ефективне очищення, вентиляція, контроль якості повітряного середовища);

- **на робочому місці** — герметизація (локалізація) робочого місця та створення на робочому місці нормальних параметрів повітряного середовища, застосування засобів індивідуального захисту, організаційні методи роботи.

Успіх функціонування будь-якої системи регулювання якості повітряного середовища залежить від ефективності всіх її ієрархічних та функціональних рівнів. Для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на параметри повітряного середовища є організація належного повітрообміну (вентиляції) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря та його очищенням (аспірація).

#### 2.1.4. Вентиляція виробничих приміщень

**Вентиляція** — це організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого. Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря та заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях.

За способом переміщення повітря розрізняють системи **природної, механічної та змішаної вентиляції**. Головним параметром вентиляції є повітрообмін, тобто обсяг повітря, що видаляється ( $L_B$ ) або надходить у приміщення ( $L_{II}$ ).

**Для ефективної роботи вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:**

- Обсяг припливу повітря  $L_{II}$  у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки повітря  $L_B$ . Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10-15%. Можлива організація повітрообміну, коли обсяг припливного повітря більше обсягу повітря, що видаляється. При цьому в приміщенні створюється надлишковий тиск у порівнянні з атмосферним, що виключає інфільтрацію забруднюючих речовин у дане приміщення. Така організація вентиляції здійснюється у виробництвах, що пред'являють підвищені вимоги до чистоти повітряного середовища (наприклад, виробництво електрон-





ного устаткування). Для виключення витоків із приміщень з підвищеним рівнем забруднення, обсяг повітря, що видаляється з них, повинен перевищувати обсяг повітря, що надходить. У такому приміщенні створюється незначне зниження тиску в порівнянні із тиском у зовнішньому середовищі.

- При організації повітрообміну необхідно свіже повітря подавати в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон. Якщо щільність шкідливих газів нижче щільності повітря, то видалення забрудненого повітря виконується з верхньої частини приміщення, при видаленні шкідливих речовин із щільністю більшою ніж у повітря — з нижньої зони.

- Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегріву, шуму, вібрації, пожежовибухонебезпечності).

- Система вентиляції повинна бути надійною в експлуатації та економічною.

### ***Визначення необхідного повітрообміну при загальнообмінній вентиляції.***

Відповідно до санітарних норм усі виробничі та допоміжні приміщення повинні вентилуватися.

***Необхідний повітрообмін (кількість повітря, що подається чи видаляється з приміщення) в одиницю часу ( $L$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ ) може бути визначений різними методами в залежності від конкретних умов.***

***1. При нормальному мікрокліматі та відсутності шкідливих речовин*** необхідний повітрообмін може бути визначений за формулою:

$$L = n \cdot L', \quad (2.2)$$

де  $n$  - число працюючих;

$L'$  - витрата повітря на одного працюючого, прийнята в залежності від об'єму приміщення, що приходить на одного працюючого  $V'$ ,  $\text{м}^3$  (при  $V' < 20 \text{ м}^3$   $L' = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ ; при  $V' = 20 \dots 40 \text{ м}^3$   $L' = 20 \text{ м}^3/\text{год}$ ; при  $V' > 40 \text{ м}^3$  і при наявності природної вентиляції повітрообмін не розраховують); при відсутності природної вентиляції (герметичні кабіни)  $L' = 60 \text{ м}^3/\text{год}$ ).

***2. При видаленні шкідливих речовин з приміщення*** необхідний повітрообмін визначається, виходячи з їхнього розведення до допус-



тимих концентрацій. Розрахунок повітрообміну проводиться виходячи з балансу утворюваних у приміщенні шкідливих речовин та речовин, що видаляються з нього, за формулою:

$$L = G_{\text{шр}} / (C_{\text{внд}} - C_{\text{гр}}), \quad (2.3)$$

де  $G_{\text{шр}}$  - маса шкідливих речовин, що виділяються у робочому приміщенні за одиницю часу, мг/год;

$C_{\text{внд}}$  і  $C_{\text{гр}}$  - концентрації шкідливих речовин у повітрі, що видається, та у припливному повітрі ( $C_{\text{внд}} \leq ГДК, C_{\text{гр}} \leq 0,3ГДК$ ).

**3. При боротьбі з надлишковим теплом** необхідний повітрообмін залежить від умов асиміляції тепла та обсягу припливного повітря і визначається за формулою:

$$L = Q_{\text{над}} / (\rho_{\text{гр}} \cdot c_{\text{п}} \cdot (t_{\text{внд}} - t_{\text{гр}})); \quad (2.4)$$

де:  $Q_{\text{над}}$  - надлишкові тепловиділення, ккал/год,  
( $Q_{\text{над}} = Q_{\text{сум}} - Q_{\text{внд}}$ , де:  $Q_{\text{сум}}$  - сумарне надходження тепла,  $Q_{\text{внд}}$  - кількість тепла, що видаляється за рахунок тепловтрат);

$\rho_{\text{гр}}$  - густина припливного повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$c_{\text{п}}$  - теплоємність повітря, ккал/(кг•град), (теплоємність сухого повітря 0,24 ккал/(кг•град);

$t_{\text{внд}}$  і  $t_{\text{гр}}$  - температура повітря, що видається та припливного повітря, °С.

**4. Для орієнтовного визначення** необхідного повітрообміну ( $L$ , м<sup>3</sup>/год) застосовується розрахунок за кратністю повітрообміну. Кратність повітрообміну ( $K$ ) показує, скільки разів за годину міняється повітря у всьому об'ємі приміщення ( $V$ , м<sup>3</sup>):

$$L = K \cdot V, \quad (2.5)$$

де:  $K$  - коефіцієнт кратності повітрообміну ( $K = 1 \dots 10$ ).

**Природна вентиляція** — система вентиляції, переміщення повітря при якій здійснюється завдяки виникаючій різниці тисків усередині і зовні приміщення, називається природною вентиляцією. Різниця тисків обумовлена різницею щільності зовнішнього та внутрішнього повітря (гравітаційний тиск чи тепловий напір  $\Delta P_T$ ) і вітровим напором ( $\Delta P_B$ ), що діє на будову. Розрахунок теплового



напорі можна провести за формулою:

$$\Delta P_T = gh(\rho_3 - \rho_B), \text{ (Па)} \quad (2.6)$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;

$h$  - вертикальна відстань між центрами припливного та витяжного отворів,  $\text{м}$ ;

$\rho_3$  і  $\rho_B$  - густина зовнішнього і внутрішнього повітря,  $\text{кг/м}^3$ .

При дії вітру на поверхнях будинку з навітряної сторони утворюється надлишковий тиск, на підвітряній стороні — розрідження. Вітровий напір може бути розрахований за формулою:

$$\Delta P_B = k_n (\nu_B^2 \rho_3) / 2, \text{ (Па)}, \quad (2.7)$$

де  $k_n$  - коефіцієнт аеродинамічного опору будинку (визначається емпіричним шляхом);

$\nu_B$  - швидкість вітрового потоку,  $\text{м/с}$ .

**Неорганізована природна вентиляція (інфільтрація)** здійснюється зміною повітря в приміщеннях через нещільності в елементах будівельних конструкцій завдяки різниці тиску зовні й усередині приміщення. Такий повітрообмін залежить від ряду випадкових факторів (сили та напрямку вітру, різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря, площі, через яку відбувається інфільтрація). Для житлових будинків інфільтрація досягає 0,5-0,75, а в промислових будинках 1-1,5 обсягу приміщень у годину. Для надійного постійного повітрообміну необхідно застосовувати організовану природну вентиляцію.

**Організована природна вентиляція (аерація)** може бути витяжна без організованого припливу повітря (канальна аерація) і витяжна з організованим припливом повітря (канальна та безканальна аерація). Канальна природна витяжна вентиляція без організованого припливу повітря широко застосовується в житлових і адміністративних будинках. Розрахунковий гравітаційний тиск таких систем вентиляції визначають при температурі зовнішнього повітря  $+5^\circ\text{C}$ , вважаючи, що весь тиск падає в тракті витяжного каналу, при цьому опір входу повітря в будинок не враховується. При розрахунку мережі повітроводів насамперед роблять орієнтований підбір їх площин, виходячи з допустимих швидкостей руху повітря в каналах верхнього поверху 0,5-0,8  $\text{м/с}$ , у каналах нижнього поверху і у забірних каналах 1,0  $\text{м/с}$ , у витяжній шахті 1-1,5  $\text{м/с}$ .

Для збільшення тиску в системах природної вентиляції на даху будівлі витяжні шахти обладнуються насадками-дефлекторами, які розташовують у зоні ефективної дії вітру (рис. 2.1).

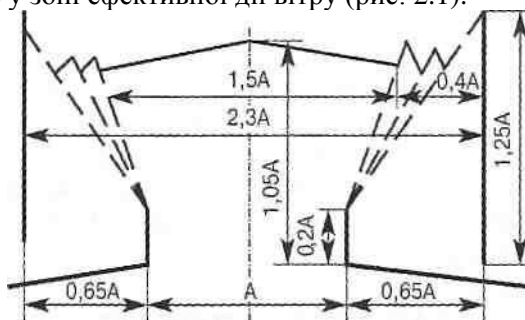


Рис. 2.1. Дефлектор

Посилення тяги відбувається завдяки розрідженню, яке виникає при обтіканні дефлектора потоком повітря, що набігає. Орієнтовно продуктивність дефлектора може бути розрахована за формулою:

$$L_D = 113173 \cdot D^2 \cdot v_B, \text{ (м}^3\text{/ч)}, \quad (2.8)$$

де:  $D$  — діаметр підвідного патрубку, (м);

$v_B$  — швидкість вітру, (м/с).

Як правило, організована природна загальнообмінна вентиляція виробничих приміщень здійснюється в результаті надходження і видалення повітря через фрамуги вікон та аераційні ліхтарі - безканальна аерація (рис. 2.2).

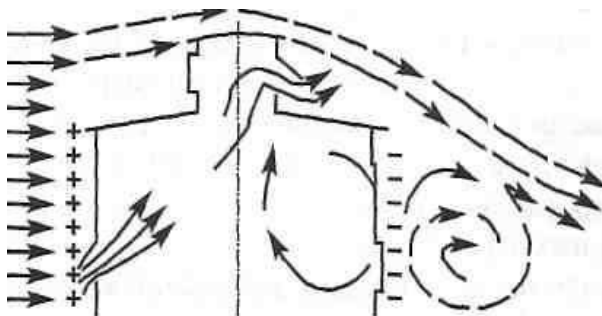


Рис.2.2. Аерація приміщень

Повітрообмін регулюють різним ступенем відкривання фрамуг

(у залежності від температури зовнішнього повітря чи швидкості і напрямку вітру). Цей спосіб вентиляції знайшов застосування в промислових будинках, що характеризуються технологічними процесами з великими тепловиділеннями (прокатні, ливарні, ковальські цехи).

Основною перевагою аерації є можливість здійснювати великі повітрообміни без витрат механічної енергії. До недоліків аерації слід віднести те, що в теплий період року її ефективність може істотно знижуватись через зниження перепаду температур зовнішнього і внутрішнього повітря, а також те, що повітря, яке надходить у приміщення, не піддається попередньому очищенню, підігріву чи охолодженню в залежності від пори року, а повітря, що видаляється, в окремих випадках може забруднювати повітряну атмосферу.

**Механічна вентиляція** — вентиляція, за допомогою якої повітря подається в приміщення чи видаляється з них з використанням механічних побудовників руху повітря, називається механічною вентиляцією.

Якщо система механічної вентиляції призначена для подачі повітря, то вона називається припливною (рис. 2.3, а), якщо ж вона призначена для видалення повітря - витяжною (рис. 2.3, б). Можлива організація повітрообміну з одночасною подачею та видаленням повітря - припливно-витяжна вентиляція (рис. 2.3, в). В окремих випадках для скорочення експлуатаційних витрат на нагрівання повітря застосовують системи вентиляцій з частковою рециркуляцією (до свіжого повітря підмішується повітря, вилучене із приміщення).

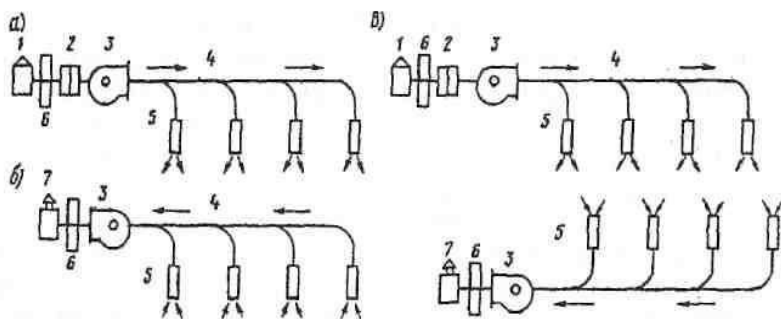


Рис. 2.3. Схеми механічної вентиляції:



а - припливна; б - витяжна; в - припливно-витяжна; 1 - повітрязабірний пристрій; 2 - повітряонагрівач та зволожувач; 3 - вентилятор; 4 - магістральні повітроводи; 5 - насадки для регулювання припливу та забору повітря; 6 - очищувач; 7 - шахта для викиду забрудненого повітря

**За місцем дії вентиляція може бути загальнообмінною і місцевою.** При загальнообмінній вентиляції необхідні параметри повітря підтримуються у всьому об'ємі приміщення. Таку систему доцільно застосовувати, коли шкідливі речовини виділяються рівномірно по всьому приміщенню. Якщо робочі місця мають фіксоване розташування, то з економічних міркувань можна організувати оздоровлення повітряного середовища тільки в місцях перебування людей (наприклад, душировання робочих місць у гарячих цехах). Витрати на повітрообмін значно скорочуються, якщо уловлювати шкідливі речовини в місцях їх виділення, не допускаючи їх поширення на весь об'єм приміщення. З цієї метою поруч із зоною утворення шкідливих речовин встановлюють пристрої забору повітря (витяжні шафи, укриття-бокси, відсмоктувачі відкритого та закритого типів, і т. ін.). Така вентиляція називається місцевою (рис.2.4).

**У виробничих приміщеннях, у яких можливо раптове надходження великої кількості шкідливих речовин, передбачається влаштування аварійної вентиляції.**

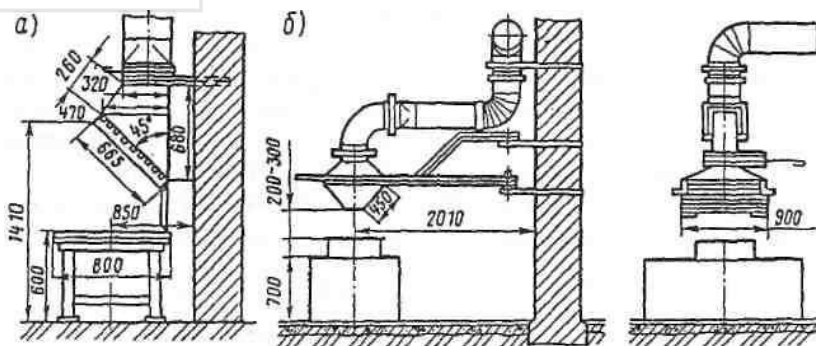


Рис. 2.4. Похилий боковий (панельний) відсмоктувач над зварювальним столом: а - одностороннього всмоктування; б - двостороннього всмоктування

**У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється в основному вентиляторами - повітродувними машинами (осьового чи радіального типу), і в деяких випадках, ежекторами.** Венти-



лятор осьового типу — це розташоване в циліндричному кожусі лопаткове колесо, при обертанні якого повітря, що надходить у вентилятор, під дією лопаток переміщується в осьовому напрямку. До переваг осьових вентиляторів відноситься простота конструкції, велика продуктивність, можливість реверсування потоку повітря. До їх основних недоліків відноситься мала величина тиску (30-300 Па) та підвищений шум. Вентилятор радіального типу складається зі спірального корпусу з розміщеним усередині лопатковим колесом, при обертанні якого повітря, що припливає через вхідний отвір, попадає в канали між лопатками колеса і під дією центробіжної сили переміщується по цих каналах, збирається корпусом та викидається через випускний отвір. Тиск вентиляторів такого типу може досягати більш 10000 Па. У залежності від складу переміщуваного повітря вентилятори можуть виготовлятися з різних матеріалів і мати звичайне, пилозахисне, антикорозійне чи вибухобезпечне виконання. При підборі вентиляторів потрібно знати необхідну продуктивність, створюваний тиск і в окремих випадках, конструктивне виконання. Повний тиск, що розвиває вентилятор, витрачається в основному на подолання аеродинамічних опорів у всмоктувальному та нагнітальному повітроводах при переміщенні повітря.

Вентиляційна система (припливна, витяжна, припливно-витяжна), як правило, складається з повітрозабірних пристроїв та пристроїв для викиду повітря (розташованих зовні будинку), пристроїв для очищення повітря від пилу та газів, калориферів — для підігріву повітря в холодний період, повітроводів, вентилятора, пристроїв подачі та видалення повітря в приміщенні, дроселів та засувок. Розрахунок вентиляційної мережі полягає у визначенні втрат тиску в повітроводах (втрати на тертя повітря ( $P_{TP}$ ) в повітроводах, в місцевих опорах ( $P_{MO}$ ) — повороти, зміни площ, перетини, фільтри, калорифери і т. ін.). Повні втрати тиску  $P_{\Sigma}$  (Па) визначаються підсумовуванням втрат тиску на окремих розрахункових ділянках:

$$P_{\Sigma} = P_{TP} + P_{MO} = \left( \sum_1^n I \cdot \lambda / d + \sum_1^m \xi \right) \cdot \rho \cdot v_{\Pi}^2 \quad (2.9)$$

де:  $I$  - довжина ділянки повітроводу, що характеризується сталістю втрат тиску та швидкості повітря, м;

$d$  - діаметр перерізу повітроводу, м;





$\lambda$  - коефіцієнт опору тертя (орієнтовно  $\lambda = 0,02$ );

$\xi$  - коефіцієнт місцевого опору (довідкові дані в залежності від фазних змін повітроводів та устаткування,  $x = 0 \dots 1000$ );

$\rho$  - густина повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;

$v_{\text{п}}$  - швидкість повітря,  $\text{м/с}$ ;

$n$  - кількість ділянок магістралі;

$m$  - кількість елементів місцевих опорів.

### **Порядок розрахунку вентиляційної мережі наступний:**

➤ Вибирають конфігурацію мережі в залежності від розміщення приміщень, установок, робочих місць, які повинна обслуговувати вентиляційна система.

➤ Знаючи необхідну витрату повітря на окремих ділянках повітроводів, визначають площі їхніх поперечних перерізів, виходячи з допустимих швидкостей руху повітря (у звичайних вентиляційних системах швидкість приймають 6-12  $\text{м/с}$ , а в аспіраційних установках для запобігання засмічення — 10-25  $\text{м/с}$ ).

➤ За формулою (2.9) розраховують опір мережі, причому за розрахункову звичайно приймають найбільш протяжну магістраль.

➤ По каталогах вибирають вентилятор та електродвигун.

Якщо аеродинамічний опір мережі виявився занадто великим, розміри повітроводів збільшують та роблять перерахунок мережі.

На підставі даних про необхідну продуктивність та тиск, роблять вибір вентилятора за його аеродинамічною характеристикою, що графічно виражає зв'язок між тиском, продуктивністю та ККД при визначених швидкостях обертання ( $P - L$  характеристика). При виборі вентилятора враховують, що його продуктивність пропорційна швидкості обертання робочого колеса, повний тиск — квадрату швидкості обертання, а споживана потужність — кубу швидкості обертання. Установочна потужність електродвигуна ( $N$ , кВт) для вентилятора розраховується за формулою:

$$N = k \cdot L \cdot P / (1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{п}}), \quad (2.10)$$

де:  $k$  - коефіцієнт запасу (1,05 - 1,15);  $L$  - продуктивність вентилятора,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $P$  - повний тиск вентилятора, Па;  $\eta_{\text{в}}$  - ККД вентилятора;  $\eta_{\text{п}}$  - ККД передачі від вентилятора до двигуна (для клиновидних пасів  $\eta_{\text{п}} = 0,9 - 0,95$ , для плоских пасів 0,85-0,9).

Вентиляція не тільки забезпечує чистоту повітря та задані ме-



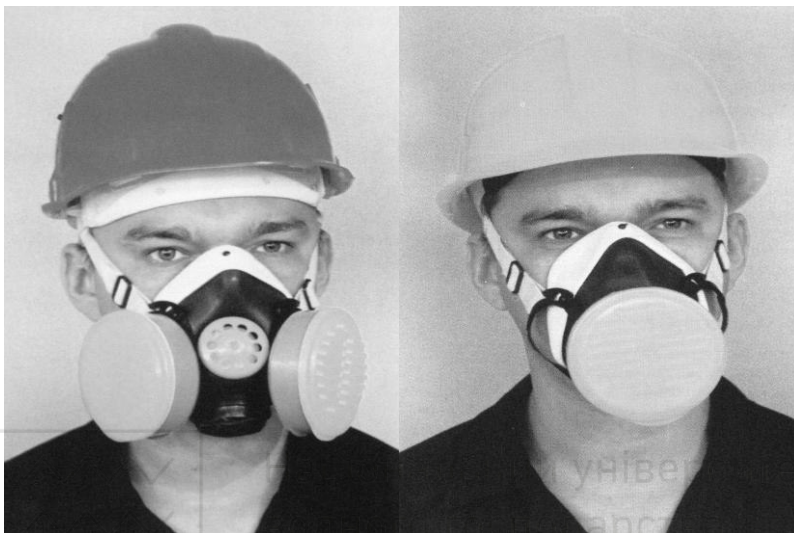
теоретичні умови у виробничих приміщеннях, але і, в разі наявності в повітрі робочої зони шкідливих та небезпечних речовин, одночасно виконує і функції засобу колективного захисту працюючих від їх негативного впливу.

### **2.1.5. Засоби індивідуального захисту від впливу шкідливих речовин**

*Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 при перевищенні гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони персонал зобов'язаний застосовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), які є одним із найбільш ефективних заходів попередження негативного впливу на працюючих шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища.*

До засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) від дії задушливих та токсичних газів, пару та пилу відносяться: респіратори, промислові протигази та ізолюючі дихальні апарати, що забезпечують очистку повітря від шкідливих речовин до рівня, який не перевищує ГДК відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005-88 та відповідають вимогам ДСТУ EN.

Серед ЗІЗОД вітчизняного виробництва найбільш поширенні: респіратори протипилові „ПУЛЬС-К” та „ПУЛЬС-М” (ЗІЗОД-ФП-210) – ТУ У 13486464.007-96 (рис.2.5); респіратори протипилові „РОСТОК” (рис.2.6), „РОСТОК-1” (ЗІЗОД-ФП-210) та „РОСТОК-3” (ЗІЗОД-ФП-310) – ТУ У 13486464.010-99; респіратори газопилозахисні „ТОПОЛЬ-А” (рис.2.7) та „ТОПОЛЬ-КД” (ЗІЗОД-ФП-310) – ТУ У 13486464.005-97 та „КЛЕН-ГП” і „СНЕЖОК-ГП”; респіратор ШБ-1 „ЛЕПЕСТОК-200” – ГОСТ 12.4.028-76; респіратор спеціальний РС (рис.2.8); апарат повітряний шланговий АПШ (рис.2.9); апарат дихальний на стисненому повітрі АСП-2; апарат дихальний повітряний для рятувальних служб хімічних підприємств АПХ (рис.2.10); респіратори з хімічно зв'язаним киснем РХ-4П, РХ-4Е (рис.2.11); респіратор ізолювальний регенеративний Р-30 (рис.2.12); саморятівник шахтний малогабаритний ШСМ-30 (рис.2.13); саморятівники шахтні ізолювальні ШСР-1П, ШСР-1Н та ШСР-1У (рис.2.14); повітряний апарат МПА (рис.2.15); універсальний ізолювальний протигаз УПП-1 (рис.2.16); система очищення та подачі повітря у зону дихання працівника „ШМЕЛЬ-40” - ТУ У 05540706-



а)

б)

Рис.2.5.Респіратор протипиловий:а-„ПУЛЬС-К”б)-„ПУЛЬС-М”

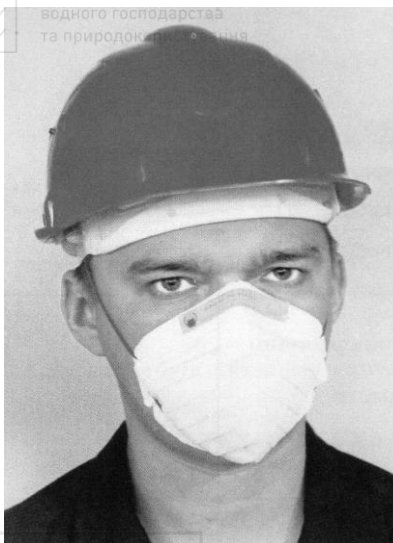


Рис.2.6. Респіратор протипиловий  
„РОСТОК”



Рис.2.7. Респіратор протипиловий  
„ТОПОЛЬ”

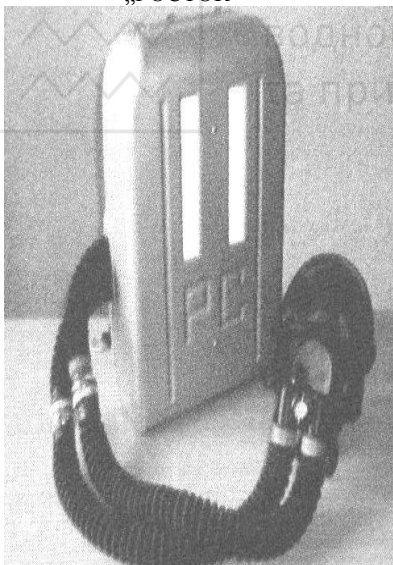


Рис.2.8. Респіратор  
спеціальний РП



Рис.2.9. Апарат повітряний  
шланговий АПП



Рис.2.10. Апарат дихальний повітряний для рятувальних служб  
хімічних підприємств АПХ



а)



б)

Рис.2.11. Респиратори з хімічно зв'язаним киснем: а - PX-4П,  
б - PX-4E



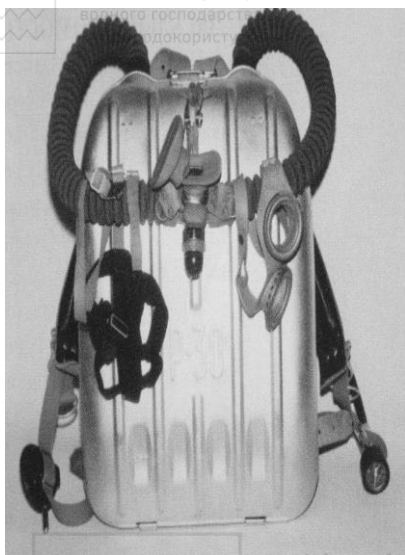
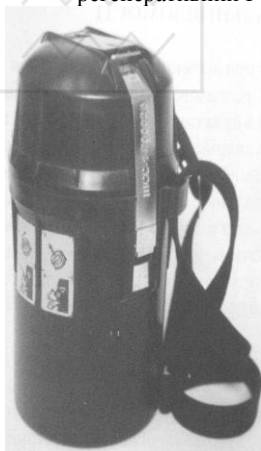


Рис.2.12. Респіратор ізолювальний  
регенеративний Р-30



Рис.2.13. Саморятівник шахтний  
малогабаритний ШСМ-30



а)



б)



в)

Рис.2.14. Саморятівники шахтні ізолювальні а - ШСР-1П;  
б - ШСР-1Н; в - ШСР-1У

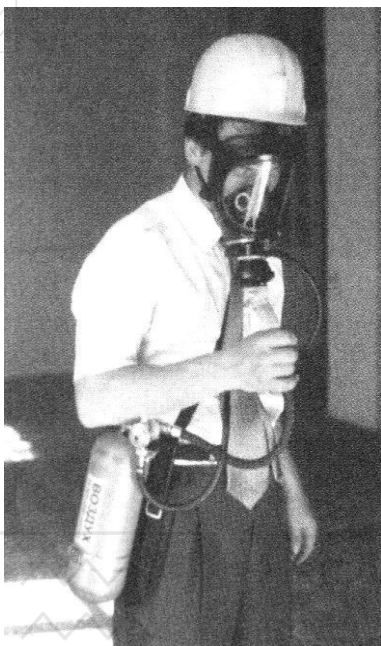


Рис.2.15. Повітряний апарат МПА



Рис.2.16. Універсальний ізолювальний протигаз УІП-1





Рис.2.17. Система очищення повітря  
„ШМЕЛЬ-40”



Рис.2.18. Апарат повітряний ізолюва-  
льний AIR-317 для пожежників

В особливо небезпечних умовах, наприклад при аваріях та виконанні профілактичних і ремонтних робіт під дією небезпечних речовин, наприклад, хлору, аміаку тощо, застосовують костюми ізолюючі та одяг спеціальний захисний. Наприклад, вітчизняна промисловість випускає костюми ізолюючі КІ-АЖ „ІНІЙ” – ТУ У 6.00209102.050-2000 та КІ-АУ „ІКАР” – ТУ У 6.00209102.026-97 О (Рис.2.19); КІ-ВЗ „АКВА” - ТУ У 6.00209102.019-97 О; КІ-К „ЮПІТЕР” та КІ-К-М „ЮПІТЕР-М” - ТУ У 6.00209102.051-2000 (Рис.2.20); одяг спеціальний захисний КС „АЗОТ” – ТУ У 6-00209102.030-97 та КС-Е-О „СУПУТНИК-О” – ТУ У 6-00209102.016-95 (Рис.2.21).



а)



б)

Рис.2.19. Костюм ізолюючий а - КІ-АЖ „ІНІЙ”; б - КІ-АУ „ІКАР”



а)



б)

Рис.2.20. Костюм ізолюючий а-КІ-К„ЮПІТЕР”;  
б-КІ-К-М „ЮПІТЕР-М



а)



б)

Рис.2.21. Одяг спеціальний захисний: а – КС „АЗОТ”;  
б – КС-Е-О „СУПУТНИК-О”

## 2.2 Санітарно-гігієнічні вимоги до параметрів мікроклімату виробничих приміщень

**Мікроклімат виробничих приміщень** - це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточуючим середовищем. Мікроклімат, який є одним з основних факторів виробничого середовища, визначає тепловий стан організму людини в процесі праці.

### 2.2.1. Параметри мікроклімату та їх дія на людину

**Параметри мікроклімату.** Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються наступними параметрами:

- *температурою повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ),*
- *відотною вологістю повітря (%),*
- *швидкістю руху повітря (м/с),*
- *інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінювання*



(Вт/м<sup>2</sup>) від поверхонь обладнання та активних зон технологічних процесів (в ливарному виробництві, при зварюванні і т. ін.).

При виконанні роботи в організмі людини відбуваються певні фізіологічні (біологічні) процеси завдяки яким і підтримується функціонування всього організму в цілому. Інтенсивність цих фізіологічних процесів залежить від загальних фізичних витрат. Супроводжуються вони тепловим ефектом, при цьому частина тепла споживається самим організмом людини, а надлишки тепла повинні відводитись в оточуюче середовище.

**Відповідно до сучасних уявлень основними видами теплообміну організму людини з навколишнім середовищем є:**

➤ **конвективний**, який залежить від температури повітря, його вологості та рухливості, завдяки чому за нормальних мікрокліматичних умов організм людини віддає у навколишнє середовище біля 20% надлишкового тепла;

➤ **випарюванням вологи** з поверхні тіла, який залежить від відносної вологості та рухливості повітря, завдяки якому у навколишнє середовище виводиться теж біля 20% надлишкового тепла;

➤ **випромінюванням**, який залежить від результуючого променевого теплового потоку, що випромінюється тілом людини у виробниче середовище та оточуючими джерелами теплового випромінювання в напрямку тіла людини, і завдяки якому за нормальних мікрокліматичних умов тіло людини може віддавати у виробниче середовище біля 50% надлишкового тепла;

➤ **кондукцією**, який залежить від температури поверхонь, що оточують людину в умовах виробництва.

Кількість надлишкового тепла, яке має віддати тіло працівника у навколишнє (виробниче) середовище залежить від енергетичних (фізичних, розумових емоційних, нервових і т. ін.) навантажень при виконанні робіт. При зміні умов праці має місце перерозподіл між засобами теплообміну людина - середовище. Так, при підвищенні важкості праці та температури середовища до температури тіла і вище, теплообмін буде здійснюватися в основному лише за рахунок випарювання (кількість поту з поверхні шкіри досягає 1-1,5 л/год).

**Значення параметрів мікроклімату суттєво впливають на самопочуття та працездатність людини** і, як наслідок цього, може змінюватися рівень травматизму. Тривала дія високої температури повітря при одночасному підвищенні його вологості приво-



дять до збільшення температури тіла людини до 38-40°C (гіпертермія), в результаті чого мають місце різноманітні фізіологічні порушення в роботі організму людини - порушення обміну речовин, в роботі серцево-судинної системи, функціонуванні внутрішніх органів (печінки, шлунка, жовчного міхура, нирок), в роботі системи дихання, центральної та периферійної нервових систем.

**При підвищенні температури** значно збільшується потовиділення, і як наслідок, має місце різке порушення водно-сольового обміну. З потом із організму людини виділяється значна кількість солей, головним образом хлористого натрію, калію та кальцію. Зростає вміст у крові молочної кислоти, мочевины. Змінюються вторинні параметри крові, внаслідок чого вона згущується, що є дуже небезпечним для людини. В умовах високої температури збільшується частота пульсу (до 100-180 поштовхів за хвилину), збільшується артеріальний тиск. Перегрів тіла людини супроводжується головними болями, запамороченням, нудотою, загальною слабкістю, іноді можуть мати місце судоми і навіть втрата свідомості.

Негативна дія високої температури збільшується при підвищенні вологості, тому що при цьому знижується процес випарювання поту, тобто погіршується тепловіддача від тіла людини. Негативні зміни в організмі людини при підвищенні температури безумовно відбиваються і на її працездатності. Так, збільшення температури повітря виробничого середовища з 20°C до 35°C приводить до зниження працездатності людини на 50-60%.

**Суттєві фізіологічні зміни в організмі мають місце також при переохолодженні організму (гіпотермія).** Найбільш виражені реакції на низку температуру є звуження судин м'язів та шкіри. При цьому знижується пульс, збільшується об'єм дихання та споживання кисню. Тривала дія знижених температур призводить до появи таких захворювань як радикуліт, невралгія, суглобного та м'язового ревматизму, інфекційних запалювань дихального тракту, алергій і та ін. Зниження температури тіла викликає порушення рефлексорних реакцій людини, її рухи уповільнюються, що також може бути причиною збільшення виробничого травматизму.

**Недостатня вологість повітря (нижче 20%)** призводить до підсихання слизових оболонок дихального тракту та очей, внаслідок чого зменшується їх захисна здатність протистояти мікробам та інфекціям.



**Фізіологічна дія рухомого потоку повітря** на робочих місцях пов'язана,

в першу чергу, із змінами температурного режиму організму людини, а також із механічною дією повітряного потоку (повітряного тиску). Встановлено, що максимальна швидкість повітря на робочих місцях не повинна перевищувати 2 м/с.

## 2.2.2. Нормування параметрів мікроклімату

*Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 (Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень), які встановлюють оптимальні та допустимі параметри мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму при виконанні робіт і періоду року, та з урахуванням виду робочого місця (постійне, непостійне).*

При санітарно-гігієнічному нормуванні умов праці виділяють два періоду року — теплий (середньодобова температура зовнішнього середовища вище  $+10^{\circ}\text{C}$ ) та холодний (середньодобова температура зовнішнього середовища не перевищує  $10^{\circ}\text{C}$ ); та два виду робочих місць — постійне (працюючий знаходиться на робочому місці не менше 50% всього робочого часу, або не менше 2 годин безперервно) та непостійне (працюючий знаходиться на робочому місці менше ніж 50% всього робочого часу, або менше ніж 2 години безперервно).

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, усі роботи, залежно від загальних енерговитрат організму, поділяються на п'ять категорії — легкі роботи (категорія I), роботи середньої важкості (категорія II) та важкі роботи (категорія III). У свою чергу роботи категорії I діляться на дві (Ia та Ib), а категорія II — на IIa та IIб (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Категорії робіт за ступенем важкості

| Характер роботи | Категорія роботи | Загальні енерговитрати організму, Вт (ккал/год) | Характеристика робіт                                               |
|-----------------|------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Легкі роботи    | Ia               | 105-140 (90-120)                                | Роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження |





|                           |     |                      |                                                                                                                                                              |
|---------------------------|-----|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Іб  | 141-175<br>(121-150) | Роботи, що виконуються сидючи, стоячи або пов'язані з ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням                                               |
| Роботи середньої важкості | Па  | 176-232<br>(151-200) | Роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидючи, і потребують певного фізичного напруження. |
|                           | Пб  | 232-290<br>(201-250) | Роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням.           |
| Важкі роботи              | ІІІ | 291-349<br>(251-300) | Роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних дрібних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.                     |

**Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання таких параметрів мікроклімату, які при тривалому та системному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану її організму без активізації механізмів терморегуляції.** Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць, при цьому параметри мікроклімату не повинні виходити за межі нормованих величин для даної категорії робіт. В табл. 2.4 приведені оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочих зонах виробничих приміщень.

Температури внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля, захисні екрани, огорожуючі конструкції і т. ін.) та зовнішніх поверхонь технологічного обладнання не повинні виходити більш ніж на 2°C за межі вказаних в табл. 2.4. оптимальних температур повітря для даної категорії робіт.





Таблиця 2.4

Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочих зонах виробничих приміщень

| Період року          | Категорія робіт       | Температура повітря, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| Холодний період року | Легка Іа              | 22-24                   | 60-40                 | 0,1                 |
|                      | Легка Іб              | 21-23                   |                       | 0,1                 |
|                      | Середньої важкості Іа | 19-21                   |                       | 0,2                 |
|                      | Середньої важкості Іб | 17-19                   |                       | 0,2                 |
|                      | Важка ІІІ             | 16-18                   |                       | 0,3                 |
| Теплий період року   | Легка Іа              | 23-25                   | 60-40                 | 0,1                 |
|                      | Легка Іб              | 22-24                   |                       | 0,2                 |
|                      | Середньої важкості Іа | 21-23                   |                       | 0,3                 |
|                      | Середньої важкості Іб | 20-22                   |                       | 0,3                 |
|                      | Важка ІІІ             | 18-20                   |                       | 0,4                 |

При виконанні робіт операторського типу, які пов'язані із значним нервово емоційним напруженням (пости керування технологічними процесами, кімнати з обчислювальною технікою і т. ін.), на робочих місцях обов'язково повинні дотримуватися тільки оптимальні умови мікроклімату.

*Допустимі мікрокліматичні умови – це поєднання таких параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану її організму, але вони швидко минають, нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації.* При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я людини, але, в той же час, можуть спостері-



гатися дискомфорту теплові відчуття, а також погіршення самопочуття та зниження працездатності. Величини показників допустимих мікрокліматичних умов встановлюються як для постійних, так і непостійних робочих місць.

Допустимі параметри мікроклімату встановлюються на робочих місцях лише у випадках, коли не можна забезпечити оптимальні параметри мікроклімату за технологічними особливостями виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочих зонах виробничих приміщень не повинні виходити за межі показників, приведених в табл. 2.5.

Перепад температури повітря по висоті робочої зони при забезпеченні допустимих умов мікроклімату не повинен бути більше ніж 3°C для всіх категорій робіт, а по горизонталі робочої зони не повинен протягом робочої зміни виходити за межі допустимих температур для даної категорії роботи (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочих зонах виробничих приміщень

| Період року          | Категорія робіт       | Температура, °С             |                               |                             |                               | Відносна вологість (%) на робочих місцях: постійних і непостійних (не більше) | Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях: постійних і непостійних |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                      |                       | Верхня межа                 |                               | Нижня межа                  |                               |                                                                               |                                                                    |
|                      |                       | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях |                                                                               |                                                                    |
| Холодний період року | Легка Іа              | 25                          | 26                            | 21                          | 18                            | 75                                                                            | не більше 0,1                                                      |
|                      | Легка Іб              | 24                          | 25                            | 20                          | 17                            | 75                                                                            | не більше 0,2                                                      |
|                      | Середньої важкості Іа | 23                          | 24                            | 17                          | 15                            | 75                                                                            | не більше 0,3                                                      |
|                      | Середньої             | 21                          | 23                            | 15                          | 13                            | 75                                                                            | не більше                                                          |



|  |                 |    |    |    |    |    |                       |
|--|-----------------|----|----|----|----|----|-----------------------|
|  | важкості<br>ІІб |    |    |    |    |    | 0,4                   |
|  | Важка<br>ІІІ    | 19 | 20 | 13 | 12 | 75 | не біль-<br>ше<br>0,5 |

*продовження табл. 2.5*

|                          |                                        |    |    |    |    |                                                                                                             |           |
|--------------------------|----------------------------------------|----|----|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Теплий<br>період<br>року | Легка<br>Іа                            | 28 | 30 | 22 | 20 | 55 – при<br>28°C<br>60 – при<br>27°C<br>65 – при<br>26°C<br>70 – при<br>25°C<br>75 – при<br>24°C<br>і нижче | 0,2 – 0,1 |
|                          | Легка<br>Іб                            | 28 | 30 | 21 | 19 |                                                                                                             | 0,3 – 0,1 |
|                          | Сере-<br>дньої<br>важ-<br>кості<br>ІІа | 27 | 29 | 18 | 17 |                                                                                                             | 0,4 – 0,2 |
|                          | Сере-<br>дньої<br>важ-<br>кості<br>ІІб | 27 | 29 | 15 | 15 |                                                                                                             | 0,5 – 0,2 |
|                          | Важка<br>ІІІ                           | 26 | 28 | 15 | 13 |                                                                                                             | 0,6 – 0,5 |

Температури внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля, захисні екрани, огорожуючі конструкції і т. ін.) та зовнішніх поверхонь технологічного обладнання не повинні виходити за межі допустимих величин температури повітря для даної категорії робіт, вказаних в табл. 2.5.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування та освітлювальних приладів не повинна перевищувати  $35,0 \text{ Вт/м}^2$  – при опромінюванні 50 та більше % поверхні тіла людини,  $70 \text{ Вт/м}^2$  – при опромінюванні від 25% до 50% поверхні тіла, та  $100 \text{ Вт/м}^2$  – при опромінюванні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

При наявності джерел з інтенсивністю  $35,0 \text{ Вт/м}^2$  та більше, температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року; на непостійних – верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінен-



ня до  $140,0 \text{ Вт/м}^2$ . Величина площі, яка опромінюється, не повинна перевищувати 25% поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

У виробничих приміщеннях, які розташовані в районах з середньою максимальною температурою найбільш жаркого місця вище  $25^\circ\text{C}$ , згідно СНіП «Будівельна кліматологія» допускаються відхилення від величин показників мікроклімату, вказаних в табл. 4.5, але не більше, ніж на  $3^\circ\text{C}$ . При цьому швидкість руху повітря повинна бути збільшена на  $0,1 \text{ м/с}$ , а відносна вологість повітря знижена на 5% при підвищенні температури на кожний градус вище верхньої межі допустимих температур повітря, вказаних в табл. 2.5.

*У виробничих приміщеннях, в яких неможливо забезпечити допустимі значення параметрів мікроклімату через технологічні вимоги до виробничого процесу, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, необхідно обов'язково передбачити додаткові заходи щодо захисту від можливого перегрівання або охолодження працюючих.*

### **2.2.3. Заходи та засоби щодо нормалізації параметрів мікроклімату на робочих місцях**

*Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов забезпечується, як правило, за допомогою будівельно-планувальних, організаційно-технологічних та інших заходів колективного захисту.*

Нормовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути забезпечені, в першу чергу, за рахунок раціонального планування виробничих приміщень та оптимального розміщення в них устаткування з тепло-, холодо- та вологовиділеннями. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

У приміщеннях із значними площами застелених поверхонь передбачаються заходи захисту від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року (орієнтація віконних прорізів за напрямком схід-захід, улаштування жалюзі та ін.), від охолодження в зимовий період (екранування робочих місць). При



температурі внутрішніх поверхонь стін та огорожуючих конструкцій вище допустимих величин робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

У виробничих приміщеннях з явним надлишком тепла використовують природну вентиляцію (аерацію). Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла. У разі неможливості застосування аерації або її неефективності встановлюють механічну загальнообмінну вентиляцію. За наявності одиничних джерел тепловиділень технологічне обладнання оснащують вбудованою місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін.

У замкнутих та невеликих за об'ємом приміщеннях (кабіни кранів, пости та пульти керування, ізольовані бокси, кімнати відпочинку, тощо) при виконанні операторських робіт використовують системи кондиціонування повітря з індивідуальним регулюванням температури та об'єму повітря, що подається на робочі місця.

При наявності на робочих місцях джерел з інтенсивним тепловим випромінюванням вживають комплекс заходів щодо теплоізоляції устаткування та нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання. Вибір теплозахисних засобів обумовлюється інтенсивністю теплового випромінювання, а також умовами технологічного процесу.

У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінювання працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, використовуються спеціальні заходи: обдування, повітряне душення, водоповітряне душення.

Також для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників широко використовуються системи кондиціонування повітря.

### 2.2.3.1. Системи кондиціонування повітря

*Системи кондиціонування повітря (СКП) забезпечують автоматичне підтримування в приміщенні, незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що змінюються), по визначеній програмі: температури, вологості, чистоти та швидкості руху повітря. У відповідності з вимогами для конкретних приміщень*



повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від забруднюючих речовин або піддають дезінфекції, дезодорації, озонуванню. Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при заданих параметрах зовнішнього повітря для теплого та холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень).

До складу СКП входять: системи приготування (охолодження, підігріву, зволоження, озонування і т. ін.), переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Більшість з них, як правило, розташовано в основному апараті СКП – кондиціонері.

**Установки для кондиціонування повітря можуть бути централізованими (рис. 2.21) – вони обслуговують, як правило, одразу декілька приміщень або будинків, та місцевими – вони обслуговують лише окремі приміщення або робочі місця.**

Продуктивність централізованих СКП може досягати 250000 м<sup>3</sup>/год та більше. В централізованих СКП приготування та обробка, як зовнішнього повітря так і частини рециркуляційного повітря, здійснюється в спеціально обладнаних для цього окремих приміщеннях з подальшим розподілом повітря по повітроводах в приміщення, що обслуговуються. Для охолодження повітря застосовується розпилена холодна вода та компресорні холодильні пристрої, а для підігріву, як правило, калорифери.

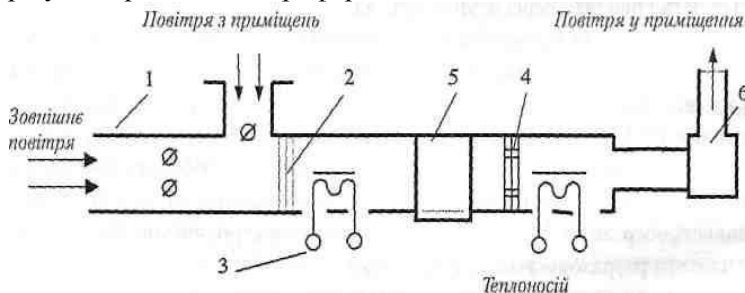


Рис. 2.21. Схематична конструкція кондиціонера:

1- корпус; 2 - фільтр; 3 - калорифер; 4-краплеуловлювач; 5 -зволожуюча та охолоджуюча камера; 6 -вентилятор

В свою чергу, місцеві СКП поділяються на автономні та неавтономні. Автономні СКП – це самодостатні системи, які мають усе не-



обхідне устаткування для оброблення повітря (охолодження, підігрів і т. ін.) і потребують лише тільки підключення до електромережі, або, в окремих випадках, також і до систем водопостачання та каналізації. На відмінну від автономних, неавтономні СКП потребують обов'язкового підключення до зовнішніх систем подачі тепла та холоду.

Найбільш поширеними є автономні місцеві СКП типу „спліт”. Така СКП має два блока, один з них (внутрішній) розташовується усередині приміщення, другий (зовнішній) на стіні будівлі. У внутрішньому блоці розташовані фільтр, вентилятор, випаровувач та підігрівач (тільки в СКП реверсивного типу), а у зовнішній частині - компресор, конденсатор та вентилятор. Компресор, випаровувач та конденсатор з'єднані між собою трубками, в яких циркулює хладагент (фреон). Робота кондиціонера здійснюється наступним чином. На вхід компресора подається газоподібний фреон під малим тиском 3..5 атмосфери. Компресор стискає фреон до 10... 15 атмосфер, при цьому фреон нагрівається і поступає в конденсатор, що розташований у зовнішній частині. При інтенсивному обдуві конденсатора зовнішнім вентилятором, фреон охолоджується та переходить у фазу легкої рідини. Далі з конденсатора він прямує через клапан, що знижує тиск, до випаровувача, де і поглинає тепло за рахунок випаровування. Температура поверхні радіатора - випаровувача знижується, що, в свою чергу, охолоджує повітря, яке прямує через радіатор за допомогою внутрішнього вентилятора до приміщення. Далі цикл повторюється. Таким чином, ця система лише охолоджує внутрішнє повітря приміщення (подача свіжого повітря відсутня). Очистка внутрішнього повітря здійснюється за допомогою фільтра. Нагрівання внутрішнього повітря приміщення здійснюється за допомогою СКП реверсивного типу, які мають у внутрішньому блоці спеціальні електричні підігрівачі і, завдяки цьому, спроможні не тільки охолоджувати, а і, при необхідності, нагрівати повітря приміщень.

Вибір СКП типу „спліт” здійснюють за його можливою максимальною потужністю щодо охолодження з урахуванням всіх тепловиділень в робочому приміщенні. Орієнтовно, розрахунок потрібної потужності ( $Q_K$ ) СКП типу „спліт” можна зробити за формулою:

$$Q_K = Q_3 + Q_O + Q_P, \quad (2.11)$$





де  $Q_3$  - зовнішній приплив тепла; орієнтовно  $Q_3 = q \cdot V$ , де:  $q$  - коефіцієнт (30...40 Вт/м<sup>3</sup>), для вікон південної орієнтації  $q = 40$  Вт/м<sup>3</sup>, для північної -  $q = 30$  Вт/м<sup>3</sup>, середнє значення  $q = 35$  Вт/м<sup>3</sup>;

$V$  - об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$Q_o$  - виділення тепла від обладнання, кВт (орієнтовно для персонального комп'ютера та копіювального пристрою  $Q_o = 0,3$  кВт, для інших електричних приладів  $Q_o = 0,55 \cdot P$ , де  $P$  - паспортна потужність, кВт);

$Q_p$  - виділення тепла від робітників (при спокійній роботі  $Q_p = 0,1$  кВт).

Далі вибирають ближчу за потужністю марку кондиціонера або розраховують необхідну кількість заданих за потужністю кондиціонерів.

#### 2.2.4. Засоби індивідуального захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження

*При неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи теплового опромінення на робочих місцях використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) — спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук. В залежності від призначення передбачаються наступні ЗІЗ:*

- *для постійної роботи в гарячих цехах* — спецодяг (повстяний), а при ремонті гарячих печей та агрегатів — автономна система індивідуального охолодження в комплекті з повстяним спецодягом;

- *при аварійних роботах* — тепловідбиваючий комплект спецодягу з металізованої тканини (протитеплові костюми);

- *для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор та бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями* — взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;

- *для захисту рук від опіків* — рукавиці суконні, брезентові, комбіновані (з надолонниками із шкіри);

- *для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу* — повстяний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;

- *для захисту очей та обличчя* — щиток теплозахисний сталева-



ра, з прикладними захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні, козиркові з світлофільтрами.

Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 313° K (40°C) у відповідності з ГОСТ 12.4.176-89, ГОСТ 12.4.016-87 та ДСТУ ISO.

Деякі з вищеназваних ЗІЗ, які виробляються вітчизняною промисловістю, приведені нижче: це костюм чоловічий КС-17 – ГОСТ 12.4.045-87, призначений для захисту від підвищених температур працівників гарячих цехів та зварників (рис.2.22); костюми чоловічі для захисту сталеварів та горнових у металургійному виробництві від підвищених температур – ТУ У 00309335-95 (рис.2.23); костюми робочі зварювальників (тип А та тип В) – ТУ У 51.7-25585987-005-2003 (рис.2.24); протитеплові костюми ТК-60М та ПТК-80 (рис.2.25); протитеплова куртка ТК-50 (рис.2.26); щитки захисні НСП-1 (рис.2.27), КБТ-1 та КС-1 (рис.2.28) – ГОСТ 12.4.023-84; щиток зварника КН-С-405 У1, РН-С-701 У1 та НН і РН – ГОСТ 12.4.035-84 (рис.2.29); рукавиці робочі (суконні та брезентові) і рукавички шкіряні – ГОСТ 12.1.4.010-75 (рис.2.30); взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах – чоботи чоловічі юхтові мод. 43041080/В6 ТУ 17 УССР 54-02-91, напівчоботи чоловічі юхтові мод. 43030260 ТУ 17 УССР 54-02-91, чоботи чоловічі юхтові мод. 43041680/А0 ГОСТ 5394-89 (рис.2.31).



Рис. 2.22. Костюм чоловічий КС-17



Рис.2.23. Костюми чоловічі для  
захисту сталеварів та горнових



а)



б)

Рис.2.24. Костюм робочий зварювальника: а - тип „А”,  
б - тип „В” зі спілком



а)



б)

Рис.2.25. Протитепловий костюм: а - ТК-60М, б - ПТК-80



Рис.2.26. Протитеплова куртка ТК-50

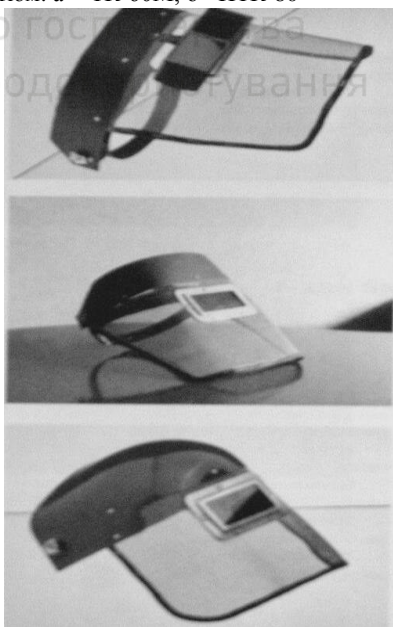
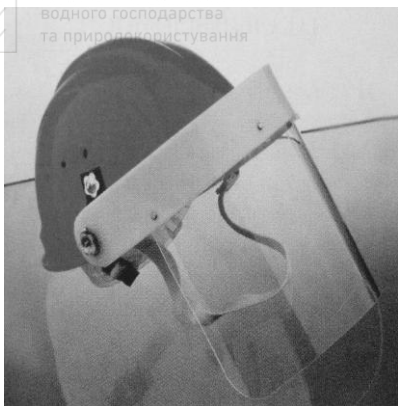
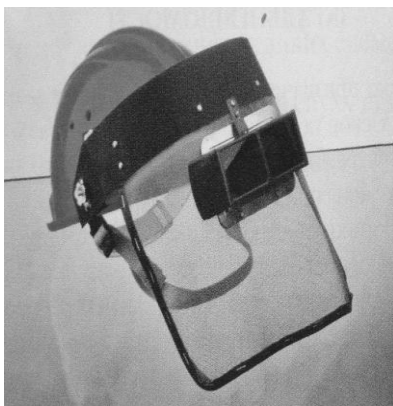


Рис.2.27. Щитки захисні НСП-1



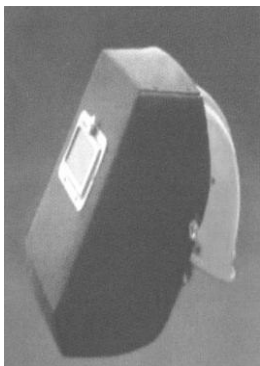
а)



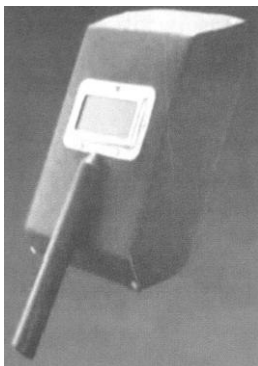
б)

Рис.2.28. Щиток захисний: а - КБТ-1, б - КС-1

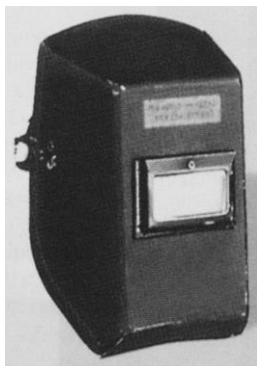
В умовах підвищеної температури, крім застосування ЗІЗ, також доцільно вживати на робочих місцях газовану підсолену (0,5%) воду, що запобігає значним втратам води організмом людини, а також необхідних для неї солей та мікроелементів. Одночасно, рекомендується підвищувати споживання білкової їжі. Ці заходи покращують самопочуття та працездатність робітників в умовах дії підвищеної температури на робочих місцях.



а)



б)



в)

Рис.2.29. Щиток зварника: а - КН-С-405 У1, б - РН-С-701 У1,  
в - тип РН і РН

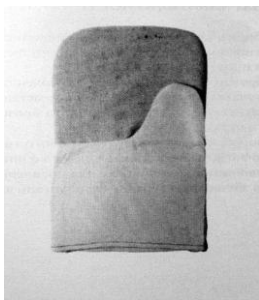


Рис. 2.30. Рукавиці робочі (суконі та брезентові) та рукавички шкіряні

**Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) працюючих від переохолодження застосовують при роботі в умовах охолоджувального мікроклімату** – поєднання параметрів мікроклімату, при якому відбувається зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі ( $<0,87$  кДж/кг) в результаті зниження температури „ядра” та (або) „оболонки” тіла (температура „ядра” і „оболонки” тіла відповідно температура глибоких та поверхневих шарів тканин організму).

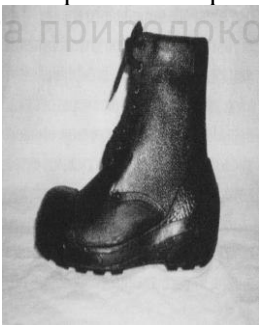


Рис.2.31. Чоботи та напівчоботи чоловічі юхтові

**ЗІЗ працюючих від переохолодження представляють собою, або „звичайний” одяг з відповідною теплоізоляцією (не менше 1 кло), або „спеціальний обігрівач” одяг, наприклад від електричних джерел.**

$$1\hat{e}\hat{e}\hat{t} = 0,155\hat{E} \cdot \frac{\hat{i}^2}{\hat{A}\hat{\delta}} \quad (2.12)$$

Як приклад, нижче приведені зразки вітчизняних ЗІЗ від переохолодження.





холодження: куртка ватяна 1КР-1 – ГОСТ 29335-92 (рис.2.32) та електрообігрівачий комплект „ПІНГВІН-М” з електронагрівачем на основі вуглецевої тканини та напругою живлення 12В і потужністю 60 Вт (рис.2.33).



Рис.2.32. Куртка ватяна 1КР-1

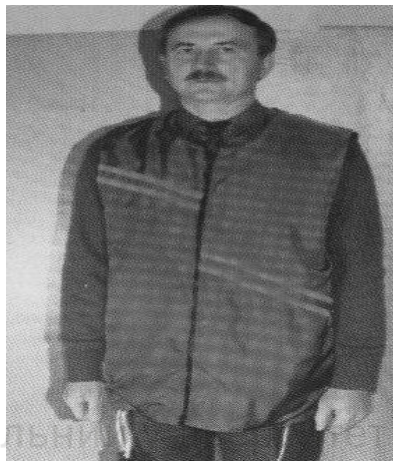


Рис.2.33. Електрообігрівачий комплект „ПІНГВІН-М”

Одночасно з використанням теплоізолюючого або обігрівачого одягу необхідно дотримуватись необхідної регламентації часу роботи в несприятливому середовищі, а також загального режиму праці, затвердженого відповідним територіальним закладом санепідагляду.

### **2.3.Санітарно-гігієнічні вимоги до освітлення виробничих приміщень**

*Одним із суттєвих чинників виробничого середовища є світло, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80% всієї інформації про навколишнє середовище надходить до людини через очі - наш зоровий апарат. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, а також зниженню виробничого травматизму і т. ін. Наприклад, збільшення освітленості від 100 до 1000 люкс при на-*





пруженій зоровій роботі приводить до підвищення продуктивності праці на 10-20%, зменшення браку на 20%, зниження кількості нещасних випадків на 30%. Вважається, що 5% травм спричиняється такою професійною хворобою як робоча міокопія (короткозорість).

### 2.3.1. Основні світлотехнічні терміни та поняття

*Світлові випромінювання - це електромагнітні випромінювання лише певної частки оптичного діапазону, які сприймаються органами зору людини і мають діапазон довжин хвиль від 380 до 760 нм. Оптичне ж випромінювання, до складу якого входять також ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання займає діапазон довжин хвиль від 10 до 340000 нм.*

*Слід відмітити особливо важливу роль в життєдіяльності людини природного освітлення, до спектрального складу якого входить не лише світлове, а і ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання. Воно стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, і саме завдяки наявності ультрафіолетової частини спектру йому властива протибактерицидна дія. У зв'язку з цим при недостатньому природному освітленні в умовах виробництва санітарно-гігієнічні нормативи вимагають у системі штучного освітлення застосовувати джерела штучного світла з підвищеною складовою ультрафіолетового випромінювання - еритемні джерела світла.*

Спроможність зорового сприйняття визначається енергетичними, просторовими, часовими та інформаційними характеристиками світлових сигналів, що надходять до людини. Видимість об'єкту залежить від властивості ока, а також освітлення (або власного світла об'єкту).

*Акцентоване освітлення* – виділення світлом окремих деталей на менш світлому фоні.

*Під час здійснення будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей залежить, в основному, від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття, так званої зорової напруженості, або напруженості зорової роботи. До таких процесів відносяться адаптація, акомодация та конвергенція.*

*Адаптація* – здатність ока пристосовуватися до різної освітленості звуженням і розширенням зіниці ока в діапазоні 2 - 8 мм .



**Акомодація** – пристосування ока до чіткого бачення предметів, що знаходяться від нього на різній відстані, за рахунок зміни кривизни кришталика.

**Конвергенція** – здатність ока при розгляданні близько розташованих предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

**Для створення оптимальних умов зорової роботи слід враховувати не лише кількість та якість освітлення, а й кольорове оточення.** Діючи на око, світлові випромінювання, що мають різну довжину хвилі, викликають і різні відчуття кольорів. Межі кольірних смуг світлового випромінювання наступні: фіолетовий колір – це довжина хвилі світлового електромагнітного випромінювання 380-450 нм, синій – 450-480 нм, блакитний – 480-510 нм, зелений – 510-550 нм, жовтий – 575-585 нм, оранжевий – 585-620 нм, червоний – 620-780 нм.

Для ока людини найбільш відчутним є жовто-зелене випромінювання із довжиною хвилі 555 нм. Спектральний склад світла впливає на продуктивність праці та психічний стан людини. Так, якщо продуктивність людини при природному освітленні прийняти за 100%, то при червоному та оранжевому освітленні (довжина хвилі 585 – 780 нм) вона становить лише 76%.

**Кольоропередача** – загальне поняття, яке характеризує вплив спектрального складу джерела світла на зорове сприйняття кольорових об'єктів, свідомо або несвідомо порівнюване із сприйняттям тих самих об'єктів, освітлених стандартними джерелами світла.

**Індекс кольоропередачі** – міра відповідності зорового сприйняття кольорового об'єкта, який освітлюється дослідним і стандартним джерелом світла за певних умов спостереження.

**При надмірній яскравості джерел світла та оточуючих предметів може мати місце ефект засліплення працюючих. Нерівномірність освітлення та неоднакова яскравість оточуючих предметів призводять до частой переадаптації очей під час виконання роботи і, як наслідок цього, - до швидкого стомлення органів зору.** Тому поверхні, що добре освітлюються, краще фарбувати в ті кольори, які забезпечують коефіцієнт відбивання від 0,4 до 0,6, а також бажано, щоб вони мали матову або напівматову поверхню.

**До основних світлотехнічних величин, які використовуються**



*при нормуванні та розрахунках освітлення, відносяться: світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість, фон, контраст та видимість, індекс кольоропередачі, коефіцієнт пульсації освітленості, циліндрична освітленість, показник дискомфоту, показник осліпленості.*

**Світловий потік (  $F$  )** – це потік випромінювання, який оцінюється за його дією на людське око. За одиницю світлового потоку прийнято люмен (лм). Наприклад, лампа розжарювання потужністю 40 Вт створює світловий потік 415-460 лм, а люмінесцентна лампа ЛД 40 такої же потужності – 2340 лм.

**Сила світла (  $I$  )** – просторова густина світлового потоку, яка визначається відношенням світлового потоку  $F$  (лм) до тілесного кута  $\omega$ , у якому цей потік поширюється:  $I = F/\omega$ . За одиницю сили світла прийнято канделу (кд). Тілесний кут – частина простору сфери, обмежена конусом, що спирається на поверхню сфери з вершиною у її центрі. За одиницю тілесного кута прийнято стерadian (ср). Кут в 1 ср вирізає на поверхні сфери площину рівну квадрату радіуса сфери. Кандела – це сила світла еталонного джерела площиною  $0,5305 \text{ мм}^2$  в перпендикулярному напрямку при температурі затвердіння платини  $2046,65^\circ\text{K}$  та тиску  $P = 101325 \text{ Па}$ .

**Освітленість (  $E$  )** – поверхнева густина світлового потоку. При рівномірному розподілі світлового потоку  $F$ , перпендикулярного освітлюваній поверхні  $S$ , освітленість  $E = F/S$ . Наприклад, освітленість поверхні у повний місяць дорівнює 0,2-0,3 лк, під час білої ночі 2-3 лк, опівдні (літо) – 68000-99000 лк.

**Яскравість поверхні (  $B$  )** – поверхнева густина сили світла, визначається як відношення сили світла  $I$  у даному напрямі до проекції поверхні, що світиться, на площину, перпендикулярну до напрямку спостереження.  $B = I/S \cos \alpha$ , де  $\alpha$  – кут між нормаллю до поверхні та напрямом зору. За одиницю яскравості прийнято канделу на квадратний метр ( $\text{кд/м}^2$  або нт). Наприклад, яскравість люмінесцентних ламп –  $5 \cdot 10^3 - 10^5 \text{ кд/м}^2$ , лампи розжарювання –  $5,5 \cdot 10^6 \text{ кд/м}^2$ . Око людини спроможне функціонувати у діапазоні яскравостей  $10^{-6} - 10^4 \text{ кд/м}^2$ . Засліплююча яскравість залежить від розміру поверхні, яка світиться, яскравості сигналу та рівня адаптації зору і має розбіг  $6,4 \cdot 10 - 15,9 \cdot 10^4 \text{ кд/м}^2$ . Для ефективного бачення об'єкту фоновая яскравість повинна знаходитися у діапазоні 10-500



**Коефіцієнти відбиття  $\rho$ , поглинання  $\beta$  та пропускання  $\tau$**  для будь-яких поверхонь вимірюються у процентах або частках одиниці ( $\rho + \beta + \tau = 1$ ):  $\rho = F_{\rho} / F$ ;  $\beta = F_{\beta} / F$ ;  $\tau = F_{\tau} / F$ , де:  $F_{\rho}$ ,  $F_{\beta}$ ,  $F_{\tau}$ , - відповідно відбитий, поглинений та той, що пройшов через поверхню, світлові потоки;  $F$  – світловий потік, що падає на поверхню. Наприклад, коефіцієнт відбиття білої поверхні дорівнює 0,8-0,75, світло синьої – 0,55, коричневої – 0,23, чорної – 0,1-0,07.

**Фон** – поверхня, що безпосередньо прилягає до об'єкта розрізнення. Він оцінюється коефіцієнтом відбиття. Фон вважають світлим при  $\rho > 0,4$ , середнім – при 0,4 та темним при  $\rho \leq 0,2$ .

**Контраст (К)** об'єкта розрізнення та фону визначається різницею між їх яскравостями:  $K = (B_o - B_{\phi}) / B_{\phi}$ , де  $B_o$  та  $B_{\phi}$  – відповідно яскравості об'єкта розрізнення та фону. Контраст вважають великим при  $K > 0,5$ , середнім при  $0,2 < K < 0,5$ , малим при  $K < 0,2$ .

**Видимість (V)** характеризує здатність ока сприймати об'єкт розрізнення. Видимість залежить від освітлення, розміру об'єкта розрізнення, його яскравості, контрасту між об'єктом розрізнення та фоном, тривалості експозиції:  $V = K / K_{\text{ПОР}}$ , де  $K$  – контраст між об'єктом розрізнення та фоном;  $K_{\text{ПОР}}$  – пороговий контраст, тобто найменший контраст, що розрізняється оком за даних умов. Для нормального зорового сприйняття  $V$  повинна бути рівною 10-15.

Час зберігання зорового відчуття – 0,2-0,3 с. Сприйняття мерехтливого світла має специфічні особливості. Серія світлових імпульсів сприймається як безупинний сигнал, якщо інтервали між імпульсами знаходяться у порівнянні з часом інерції зору. Критична частота мерехтіння дорівнює 15-70 Гц. Таким чином, для забезпечення стабільного зображення частота регенерації сигналу повинна бути не нижчою 70 Гц. Наприклад, у сучасних моніторах частота регенерації зображення складає 85 Гц та вище.

**Коефіцієнт пульсації освітленості ( $K_n$ )** – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості внаслідок зміни у часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом, який визначається як  $K_n = (E_{\text{MAX}} + E_{\text{MIN}}) / (2 * E_{\text{СЕР}}) * 100\%$ , де:  $E_{\text{MAX}}$ ,  $E_{\text{MIN}}$  – відповідно максимальне та мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк;  $E_{\text{СЕР}}$  – середнє значення освітленості за той



**Напівциліндрична освітленість** – характеристика насиченості світлом простору і тінестворюючого ефекту освітлення для спостерігача, який рухається по дорозі між будівлями паралельно її осі. Визначається як середня щільність світлового потоку на поверхні вертикально розташованого на поздовжній лінії дороги на висоті 1,5 м напівциліндра, радіус і висота якого наближається до нуля. Розрахунок напівциліндричної освітленості виконується інженерним методом.

**Показник дискомфорту ( $M$ )** – критерій оцінки дискомфортної блискості, яка викликає неприємні почуття при нерівномірному розподілі яскравості в полі зору і розраховується як  $M = B_c \omega^{0.5} / (\phi_0 B_{ad}^{0.5})$ , де:  $B_c$  – яскравість блиского джерела, кд/м<sup>2</sup>;  $\omega$  – кутовий розмір блиского джерела, стерadian;  $\phi_0$  – індекс позиції блиского джерела відносно лінії зору;  $B_{ad}$  – яскравість адаптації, кд/м<sup>2</sup>.

**Показник осліпленості ( $P$ )** – критерій оцінки сліпучої дії освітлювальної установки, що визначається виразом  $P = (S - 1)1000$ , де:  $S$  – коефіцієнт осліпленості, що дорівнює відношенню порогових різниць яскравості за наявності та відсутності сліпучих джерел світла в полі зору.

**Стробоскопічний ефект** – явище перекручення зорового сприйняття об'єктів, що обертаються, рухаються або змінюються в мигаючому світлі. Це явище виникає при збігу кратності частотних характеристик руху об'єктів і зміни світлового потоку в часі в освітлювальних установках. Часто стробоскопічний ефект спостерігається, коли рухомі об'єкти освітлюються газорозрядними джерелами світла, що живляться змінним струмом.

### 2.3.2. Системи виробничого освітлення та основні вимоги до нього

*Залежно від джерел світла, які використовуються у виробничих приміщеннях, освітлення може бути природним, штучним та суміщеним.*

**Природне освітлення** створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу.

**Штучне освітлення** створюється електричними джерелами світла.



**Суміщене освітлення** – це освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

**За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на:**

➤ **робоче** – створює необхідні умови для нормальної трудової діяльності людини;

➤ **чергове** – має знижений рівень освітлення, оскільки його використовують лише у неробочий час, і для його реалізації допускається використовувати частину світильників інших видів освітлення;

➤ **аварійне** – вмикається тільки в разі вимикання робочого освітлення, при цьому світильники аварійного освітлення повинні живитися лише від автономних електричних джерел та забезпечувати освітленість на робочих поверхнях у виробничих приміщеннях не менше 5% величини робочого освітлення, але не менше ніж 2 лк для внутрішніх приміщень та не менше ніж 1 лк на території підприємства;

➤ **евакуаційне** – вмикається у разі евакуації людей з приміщення під час виникнення небезпеки і встановлюється у виробничих приміщеннях з кількістю працюючих більше 50, а також у приміщеннях громадських та допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них одночасно можуть знаходитися більше 100 чоловік, при цьому освітленість у приміщеннях під час евакуації має бути не менше 0,5 лк, а поза приміщеннями – не менше 0,2 лк;

➤ **охоронне** – використовується вздовж територій, що охороняються, і має забезпечувати освітленість не менше 0,5 лк.

В свою чергу, природне освітлення конструктивно виконується за системою бокового, верхнього чи комбінованого освітлення:

➤ **бокове (одно- або двобічне)** – здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах;

➤ **верхнє освітлення** – здійснюється через отвори (ліхтарі) у даху та перекриттях;

➤ **комбіноване** – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне робоче освітлення також, в свою чергу, поділяється на:

➤ **загальне** – воно передбачає розміщення світильників у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) для здійснення **загального рівномірного** або **загального локалізованого** освітлення (з урахуванням розташування обладнання та робочих місць);



➤ **місцеве** – створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосереднього на робочих місцях;

➤ **комбіноване** – складається із загального та місцевого і його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла.

Використання лише тільки одного місцевого освітлення на робочих місцях у виробничих приміщеннях заборонено.

**Для створення сприятливих умов зорової роботи на робочих місцях освітлення виробничих приміщень повинне відповідати наступним загальним вимогам:**

- освітленість робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи;
- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність освітленості робочих місць, відсутність різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, відсутність на робочій поверхні різких тіней (особливо рухомих);
- у полі зору предмети не повинні створювати засліплюючого блиску;
- штучне світло, що використовується на підприємствах, за своїм спектральним складом має наближатися до природного;
- системи освітлення, які використовуються у виробничих приміщеннях, не повинні створювати небезпечних та шкідливих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпеку ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність) та бути надійними, простими в експлуатації та економічними.

**Нормування рівнів виробничого освітлення здійснюється відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006.**

Ці Норми поширюються на проектування виробничих територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд різного призначення, місць виконання робіт на відкритих просторах, територій промислових та сільськогосподарських підприємств, залізничних колій площ підприємств, а також на проектування пристроїв місцевого освітлення, які постачаються комплексно зі станками, машинами і виробничими меблями.

Ці норми не поширюються на проектування спеціального технологічного і охоронного освітлення при застосуванні технічних засобів охорони.





На базі цих Норм також розробляються галузеві норми освітлення, які враховують специфічні особливості технологічних процесів і будівельних рішень будівель і споруд галузі, які погоджуються і затверджуються відповідно до чинного законодавства.

Нормативні показники освітленості в цих Нормах наведені в точках її мінімального значення на робочій поверхні у виробничих приміщеннях для газорозрядних джерел світла, крім окремих випадків; для зовнішнього освітлення – для різних джерел світла. Нормовані значення яскравості дорожніх покриттів також наведені для різних джерел світла.

У цих Нормах нормовані значення освітленості в люксах, що відрізняються на один ступінь, слід сприймати за шкалою: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормовані значення яскравості поверхні в  $\text{кд/м}^2$ , що відрізняються на один ступінь, слід сприймати за шкалою: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 2500.

Для природного освітлення в цих Нормах наведені значення коефіцієнта природної освітленості (КПО).

Вимоги до освітлення приміщень промислових підприємств (КПО, нормована освітленість, допустимі поєднання показників осліпленості і коефіцієнта пульсації освітленості) слід приймати за таблицею 1 та з урахуванням вимог пп.4.5 і 4.6 діючих Норм. Нормовані показники освітлення загально промислових приміщень і споруд наведені в додатку И цих Норм.

Вимоги до освітлення приміщень адміністративно-побутових споруд (КПО, нормована освітленість, циліндрична освітленість, показники дискомфорту і коефіцієнт пульсації освітленості) слід приймати за таблицею 2 та з урахуванням вимог пп. 4.22 і 4.23 діючих Норм. Нормовані значення для основних приміщень громадських, житлових і допоміжних споруд наведені в додатку К цих Норм.

Штучне і суміщене освітлення слід проектувати з урахуванням вимог до ультрафіолетового випромінювання згідно з чинними нормативними документами, затвердженими МОЗ України.

### 2.3.3. Нормування штучного освітлення



Штучне освітлення використовується у всіх виробничих та допоміжних приміщеннях будівель, а також на відкритих робочих ділянках, місцях проходів людей та руху транспорту.

*При штучному освітленні нормативною величиною є абсолютне значення освітленості (Е) на робочих поверхнях.*

*Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 в основу нормування освітлення виробничих приміщень промислових підприємств покладена залежність необхідного рівня освітлення від характеристики, розряду та підрозряду зорової роботи, що визначаються найменшим або еквівалентним розміром об'єкта розрізнення, контрастом між об'єктом розрізнення і фоном, та характеристикою фона, а також залежність від системи освітлення у робочому приміщенні (природне, суміщене, бокове, верхнє, загальне, комбіноване).*

*Для виробничих приміщень згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначено всього вісім розрядів зорової роботи (I-VIII - див. Таблицю 1 діючих Норм у додатку А). Найвищу точність забезпечує I розряд зорової роботи (розмір об'єкту розрізнення менше 0,15 мм.). Найнижчу, грубу або дуже малу точність, мають VI-VII розряди (розмір об'єкту розрізнення більше 5 мм.). VIII розряд зорової роботи – це лише загальне спостереження за ходом виробничого процесу. В свою чергу, розряди I-V та VIII мають по чотири підрозряди (а, б, в, г), перші – в залежності від контрасту між об'єктом розрізнення і фоном, а також від характеристики фона (коефіцієнта відбиття робочої поверхні), а останній – в залежності від того, як здійснюється загальне спостереження за ходом виробничого процесу (постійно, періодично і т. ін.). Найбільша нормована освітленість для штучного освітлення складає 5000 лк, а найменша відповідно 20 лк. Нормативні значення освітлення для виробничих приміщень приведені нижче у таблиці 2.6. Ця таблиця є стислим варіантом таблиці 1 діючих Норм, приведеної у додатку А).*

Таблиця 2.6

Нормативні значення освітлення для виробничих приміщень

| Характеристика та розряд зорової роботи | Найменший лінійний розмір | Штучне освітлення, лк | Природне освітлення, КПО % |
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|



|                                                                       | об'єкта<br>розпізнавання<br>мм | комбіно-<br>ване | загальне     | вер-<br>хнє | бо-<br>кове |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|
| Найвищої точності - I                                                 | менше<br>0,15                  | 5000-<br>1250    | 1200-<br>300 | Суміщене    |             |
|                                                                       |                                |                  |              | 6           | 2           |
| Дуже високої точності - II                                            | 0,15-0,3                       | 4000-<br>750     | 750-200      | 4,2         | 1,5         |
| Високої точності - III                                                | 0,3-0,5                        | 2000-<br>400     | 500-200      | 3           | 1,2         |
| Середньої точності - IV                                               | 0,5-1                          | 750-400          | 300-200      | Природне    |             |
|                                                                       |                                |                  |              | 4           | 1,5         |
| Малої точності - V                                                    | 1-5                            | 400              | 300-200      | 3           | 1           |
| Груба – VI                                                            | більше 5                       | —                | 200          | 3           | 1           |
| Робота з матеріалами, що<br>світяться - VII                           | більше 5                       | —                | 200          | 3           | 1           |
| Загальне спостереження за<br>ходом технологічного проце-<br>су - VIII | —                              | —                | 200-20       | 3-<br>0,3   | 1-<br>0,1   |

***Норми освітленості на робочих місцях слід підвищувати на один ступень шкали освітленості по табличним значенням ДБН В.2.5-28-2006 в наступних випадках:***

- при зоровій роботі I-VI розрядів, якщо вона виконується більше половини робочого дня;
- при підвищеній небезпеці травматизму, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 150 лк і менше;
- при спеціальних підвищених санітарних вимогах, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 500 лк і менше;
- за відсутності в приміщенні природного світла і постійному перебуванні у виробничому приміщенні працюючих, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 750 лк і менше;
- при спостереженні за деталями, що обертаються зі швидкістю, яка дорівнює або більше 500 об/хв., або об'єктами, що рухаються зі швидкістю, яка дорівнює або більша 1,5 м/хв.;
- при постійному пошуку об'єктів розрізнення на поверхні розміром 0,1 м<sup>2</sup> і більше.

За наявності одразу декількох із перелічених вище ознак, норми освітленості все одно слід підвищувати тільки на один ступінь.

***У виробничих приміщеннях, де виконуються роботи IV-VI розрядів, норми освітленості слід знижувати на один ступінь при***



**короткочасному перебуванні людей, або за наявності перебування у виробничому приміщенні устаткування, яке не потребує постійного обслуговування.**

**Нормування освітлення у приміщеннях громадських, адміністративно-побутових і житлових будівель та споруд має особливості у порівнянні з нормуванням освітлення у виробничих приміщеннях.**

**В основу нормування освітлення в приміщеннях громадських, адміністративно-побутових та житлових будівель та споруд покладена залежність необхідного рівня освітленості від характеристики зорової роботи, розряду та підрозряду зорової роботи, які визначаються найменшим або еквівалентним розміром об'єкта розрізнення та відносною тривалістю зорової роботи в напрямку зору на робочу поверхню, а також залежність від системи освітлення, що використовується.**

**Для приміщень громадських, адміністративно-побутових та житлових будівель та споруд, згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначено також вісім розрядів зорової роботи (А,Б,В,Г,Д,Е,Ж,З - див. табл.2 діючих Норм у додатку А) в залежності від характеристики зорової роботи та розміру об'єкта розрізнення. Розрізнення об'єктів при фіксованій та нефіксованій лінії зору – це розряди А, Б і В, з яких розряд А має найвищу, дуже високу точність (розмір об'єкта розрізнення від 0,15мм до 0,3мм), а В – найменшу, середню точність (розмір об'єкта розрізнення більше 0,5мм). Огляд оточуючого середовища та загальне орієнтування у просторі – це розряди Г, Д, Е, Ж і З. В свою чергу розряди А, Б та В мають по два підрозряди (1 і 2) в залежності від відносної тривалості зорової роботи (%) в напрямку зору на робочу поверхню (1 підрозряд – не менше 70%, 2 підрозряд – менше 70%). Також по два підрозряди (1 і 2) мають розряди Ж і З, але вже в залежності від скупчення людей (1 підрозряд – велике, 2 підрозряд – мале).**

Як вже було сказано вище, нормовані значення освітленості як для виробничих приміщень, так і для приміщень громадських, адміністративно-побутових та житлових будівель і споруд залежать від систем освітлення, які використовуються в цих приміщеннях.

#### **2.3.4. Нормування природного та суміщеного освітлення**



**Оскільки природне освітлення не є постійним у часі, то його кількісна оцінка здійснюється за відносним показником - коефіцієнтом природної освітленості (КПО):**

$$КПО = (E_{BH} / E_{ЗОВ}) \cdot 100\%, \quad (2.13)$$

де:  $E_{BH}$  (лк) – природна освітленість в даній точці площини середині приміщення, яка створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу (безпосереднього або після відбиття);

$E_{ЗОВ}$  (лк) – зовнішня горизонтальна освітленість, що має місце в той же самий час при повністю відкритому небосхилі.

**За системи бокового природного освітлення (через віконні прорізи у стінах) нормується мінімальне значення КПО.** В разі використання бокової однієї системи освітлення у виробничих приміщеннях глибиною до 6м – це КПО у точці розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлових прорізів.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше 6м при боковому освітлені нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, що віддалена від світлових прорізів:

- на 1,5м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I-IV розрядів;
- на 2м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V-VII розрядів;
- на 3м більше висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

**В разі використання бокової двобічної системи освітлення** – це КПО у точці, яка розташована на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення та умовної робочої поверхні робочої поверхні і знаходиться по центру між протилежними світловими прорізами.

**За системи верхнього природного освітлення (через ліхтарі, світлові прорізи у даху будівлі), або комбінованої системи верхнього та бокового природного освітлення нормується середній КПО,** який обчислюється за результатами вимірювань у  $n$  точках (не менш 5), які розташовані на перетині вертикальної площини ха-

ракетного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша та остання точка повинні бути розташовані на відстані 1 м від поверхні стін. Середнє значення КПО обчислюється за формулою:

$$KPO_1 = (KPO_1 / 2 + KPO_2 + KPO_3 + \dots + KPO_{n-1} + KPO_n / 2) / (n-1), \quad (2.14)$$

де:  $KPO_n$  – коефіцієнт природного освітлення у n-й контрольній точці, n – кількість контрольних точок у площині характерного перерізу приміщення.

На рівень природного освітлення виробничих приміщень впливають, в першу чергу, світловий клімат, який залежить від географічного розташування даного місця, площа та орієнтація світлових отворів, конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбиваючі властивості його внутрішніх поверхонь, а також зовнішнє та внутрішнє затінення світла різними об'єктами.

Нормоване значення КПО ( $e_N$ ) для будинків, розташованих у різних районах світлового клімату, слід визначати за формулою:

$$e_N = e_n \cdot m_N \quad (2.15)$$

де:  $e_n$  – нормоване значення КПО за ДБН В.2.5-28-2006;

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату;

N – номер групи забезпеченості природним світлом (окремо для автономної республіки Крим і Одеської області та для решти території України, і в залежності від виду світлових прорізів та їх орієнтації за сторонами горизонту). Нормативні значення коефіцієнту світлового клімату ( $m_N$ ) приведені в таблиці 2.7 (таблиця 4 у чинних Норммах).

Таблиця 2.7

Нормативні значення коефіцієнту світлового клімату ( $m_N$ )

| Світлові прорізи            | Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту | Коефіцієнт світлового клімату, $m_N$       |                         |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
|                             |                                                      | Автономна республіка Крим, Одеська область | Решта території України |
| В зовнішніх стінах будинків | ПН                                                   | 0,85                                       | 0,9                     |
|                             | ПНС, ПНЗ                                             | 0,85                                       | 0,9                     |
|                             | З, С                                                 | 0,8                                        | 0,85                    |
|                             | ПДС, ПДЗ                                             | 0,8                                        | 0,85                    |
|                             | ПД                                                   | 0,75                                       | 0,85                    |
| В прямокутних і             | ПН-ПД                                                | 0,8                                        | 0,8                     |

|                           |                    |      |      |
|---------------------------|--------------------|------|------|
| трапецієподібних ліхтарях | ПНС-ПДЗ<br>ПДЗ-ПНЗ | 0,75 | 0,8  |
|                           | С-З                | 0,7  | 0,75 |
| В ліхтарях типу „Швед”    | ПН                 | 0,8  | 0,8  |
| В зенітних ліхтарях       | -                  | 0,7  | 0,8  |

\* *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.

Найбільше нормоване значення коефіцієнта природної освітленості для природного освітлення складає 4% (розряд IV), а найменше – 0,1% (розряд VIII г).

**У виробничих приміщеннях із зоровою роботою I-III розрядів слід використовувати суміщене освітлення. Для суміщеного освітлення найбільше значення коефіцієнта природного освітлення складає 6% (розряд I), а найменше – 0,1 (розряд VIII г).**

**Також суміщене освітлення слід використовувати у наступних випадках:**

– для виробничих та інших приміщень у випадках, коли за умов технології, організації виробництва або клімату на місці необхідні об'ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення КПО (багатоповерхові будинки великої ширини тощо), а також у випадках, коли техніко-економічна доцільність суміщеного освітлення порівняно з природним підтверджена відповідними розрахунками;

– відповідно до нормативних документів з будівельного проектування будівель та споруд окремих галузей промисловості, затверджених в установленому порядку.

### **2.3.5. Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень та експлуатація освітлювальних установок**

**Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень займає важливе місце в системі заходів щодо забезпечення комфортних та безпечних умов праці.**

**Штучні джерела світла.** Як джерела світла при штучному освітленні в основному використовуються лампи розжарювання та газорозрядні лампи. Хоча останнім часом все більше місця знахо-





дять світлодіодні джерела світла вони поки ще не знайшли належного застосування. Основними характеристиками джерел світла є номінальна напруга, потужність споживання, світловий потік, питома світлова віддача та строк служби.

У **лампи розжарювання** видиме світло випромінює нагріта до високої температури нитка з тугоплавкого матеріалу, що робить їх простими у виготовленні та надійними в експлуатації. До їх недоліків можна віднести малу світлову віддачу (10-15 лм/Вт), невеликий строк служби (близько 1000 год), високу температуру поверхні колби та не дуже сприятливий для людського ока спектральний склад світла, в якому переважають жовтий та червоний кольори при нестачі синього та фіолетового порівняно з природним світлом, що безумовно ускладнює процес розпізнавання кольорів.

У **газорозрядних лампах** балон наповнюється парами ртуті та інертним газом, а на внутрішню поверхню балона додатково може бути нанесений люмінофор. В залежності від технології виготовлення, газорозрядні лампи бувають низького (люмінесцентні) та високого тиску. Люмінесцентні лампи мають великий строк служби (більше 10000 год), більшу світлову віддачу (50-80 лм/Вт), меншу ніж у ламп розжарювання яскравість робочої поверхні, що світиться, та кращий спектральний склад світла, який максимально наближений до денного. До недоліків люмінесцентних ламп відноситься: підвищена пульсація світлового потоку, нестійка робота при низьких температурах та зниженій напрузі в електромережі та більш складна схема підключення до електромережі. Підвищена пульсація світлового потоку газорозрядних ламп негативно впливає на стан зору людини, а також може викликати так званий стробоскопічний ефект, який полягає у тому, що частини обладнання, які обертаються, здаються нерухомими або такими, що обертаються у протилежному напрямі, а це, в свою чергу, може призвести до підвищення рівня травматизму на робочих місцях. Для зменшення негативної дії цих явищ на працюючих, необхідно або вмикати сусідні газорозрядні лампи у різні фази електромережі, що значно зменшить коефіцієнт пульсації їх сумарного світлового потоку, або, враховуючи інерційну характеристику формування зорового образу у людини, підвищувати частоту струму живлення газорозрядних ламп до 1 кГц та вище.

Розрізняють кілька типів люмінесцентних ламп залежно від спек-



тального складу світла: ЛД – лампи денного світла, ЛБ – білого світла, ЛДЦ – денного світла з правильною кольоровою передачею, ЛТБ – тепло-білого світла, ЛХБ – холодно-білого світла.

**Лампи високого тиску**, це дугові ртутні (ДРЛ) та натрієві лампи (ДНаТ) мають строк служби більш 10000 год та світловіддачу відповідно 50 та 130 лм/Вт.

У **галогенних лампах** колби наповнені парами галогену (йоду або броду). За принципом дії вони поділяються на лампи розжарювання, газоразрядні і металогалогенові. Галогенні лампи мають строк служби (2000-5000 год) і світловіддачу (20-75 лм/Вт).

**Джерело світла (лампи) разом з освітлюваною арматурою складає світильник**. Він забезпечує кріплення лампи, подачу до неї електричної енергії, запобігання забрудненню, механічному пошкодженню, а також необхідний ступінь щодо електробезпеки та вибухової і пожежної безпеки. **Здатність світильника захищати очі працюючого від надмірної яскравості джерела світла характеризується захисним кутом** (це кут між горизонталлю та лінією, яка з'єднує нижню точку джерела світла та нижній край відбиваючої непрозорої поверхні світильника).

**При проектуванні освітлювальних установок** необхідно, дотримуючись норм та правил освітлення виробничих приміщень, визначити потребу в освітлювальних пристроях, установчих матеріалах та конструкціях, а також необхідні об'єми споживання електричної енергії. Проект, як правило, складається з чотирьох частин: світлотехнічної, електричної, конструктивної та кошторисно-фінансової.

**Світлотехнічна частина передбачає виконання наступних робіт:**

**знайомство з об'єктом проектування**, яке полягає в оцінці характеру й точності зорової роботи на кожному робочому місці; при цьому обов'язково треба встановити роль зору у виробничому процесі, мінімальні розміри об'єктів розрізнювання та відстань від них до очей працюючого; визначити коефіцієнти відбиття робочих поверхонь та об'єктів розрізнення, розташування робочих поверхонь у просторі, бажану спрямованість світла, наявність об'єктів розрізнювання, що рухаються, можливість збільшення контрасту об'єкта з фоном, можливість виникнення травматично небезпечних ситуацій, стробоскопічного ефекту; виявити конструкції та об'єкти, на яких можна розмістити освітлювальні прилади, а також конструкції та об'єкти,



які можуть утворювати тіні тощо;

**вибір системи освітлення**, який визначається вимогами до якості освітлення та економічності установок освітлення;

**вибір джерела світла**, що визначається вимогами до спектрального складу випромінювання, питомою світловою віддачею, одиничною потужністю ламп, а також пульсацією світлового потоку;

**визначення норм освітленості** та інших нормативних параметрів освітлення для даного виду робіт відповідно до точності робіт, системи освітлення та вибраного джерела світла;

**вибір приладу освітлення**, що регламентується його конструктивним виконанням за умовами середовища, кривою світлорозподілу, коефіцієнтом корисної дії та величиною відблиску;

**вибір висоти підвісу світильників** здійснюється, як правило, сумісно з вибором варіанту їх розташування і визначається в основному найвигіднішим відношенням відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу ( $L:h$ ), а також умовами засліплення (залежно від кривої світлорозподілу, яка залежить від типу світильника, відношення  $L:h$  прийнято від 0,9 до 2,0).

Після визначення основних параметрів освітлювальної установки (нормованої освітленості, системи освітлення, типу освітлювальних приладів та схеми їх розташування) приступають до світлотехнічних розрахунків.

**Ретельний та регулярний догляд за устаткуванням природного та штучного освітлення має важливе значення для створення раціональних умов освітлення на робочих місцях, і в першу чергу, для забезпечення нормованих величин освітленості на робочих місцях без додаткових витрат електроенергії.**

В приладах з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за належним станом схем вмикання та пускорегулюючих апаратів, про несправність яких свідчить значний шум дроселів та блимання і мигтіння світла. Діючими нормами передбачаються відповідні терміни чищення світильників та віконного скла, в залежності від рівня пилу та газів в повітряному середовищі. Так, для віконного скла – від двох до чотирьох разів на рік; для світильників – від чотирьох до дванадцяти раз на рік. Також повинна проводитися своєчасна заміна несправних ламп та ламп, що відпрацювали свій робочий строк. Після заміни ламп та чищення світильників необхідно перевіряти рівень освітленості в контрольних точках приміщення не рідше одно-



го разу на рік. Фактичні рівні освітленості на робочих місцях повинні бути більше або дорівнювати нормативним рівням освітленості з урахуванням коефіцієнту запасу відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006.

Для вимірювання рівнів освітленості на робочих поверхнях використовують люксметри (наприклад, Ю-116). Шкали цих приладів градується в одиницях освітленості – люксах, що дає змогу безпосередньо за показаннями приладу оцінити величину освітленості на заданій поверхні.

### 2.3.5. Методи розрахунку систем освітлення

**При розрахунках природного освітлення у виробничих приміщеннях враховуються як вимоги нормативних документів, так і конструктивні особливості цих приміщень:** площа та орієнтація світлових отворів, конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбиваючі властивості його внутрішніх поверхонь, а також зовнішнє та внутрішнє затінення світла різними об'єктами.

**Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових отворів, що мають забезпечити в приміщенні нормативні значення КПО<sub>н</sub>.** При боковому освітленні розрахунок проводиться за формулою:

$$100(S_B / S_{\Pi}) = (КПО_{\text{н}} \cdot k_3 \cdot h_B \cdot k_{\text{БУД}}) / (t_{\text{ЗАГ}} \cdot r), \quad (2.16)$$

де:  $S_B, S_{\Pi}$  – площі вікон та підлоги у приміщенні;

$КПО_{\text{н}}$  – нормативний коефіцієнт природного освітлення;

$k_3$  – коефіцієнт запасу, враховує зниження світлопропускання вікон і повітряного середовища у приміщенні,  $k_3 = 1,2-1,5$ ;

$h_B$  – світлова характеристика вікон, залежить від відношення розмірів приміщення (довжини до глибини та глибини до висоти, від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна),  $h_B = 6,5 - 66,0$ ;

$k_{\text{БУД}}$  – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані напроти (залежить від відношення відстані між будівлями до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконником),  $k_{\text{БУД}} = 1,0 - 1,7$ ;



$t_{3\Gamma}$  – загальний коефіцієнт світлопропускання,  $t_{3\Gamma} = t_1 t_2 t_3 t_4 t_5$ ,

де:

$t_1$  – коефіцієнт світлопропускання матеріалу,  $t_1 = 0,5 - 0,9$ ;

$t_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі,  $t_2 = 0, - 0,8$ ;

$t_3$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні  $t_3 = 1,0$ );

$t_4$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях,  $t_4 = 0,6-1$ ;

$t_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями,  $t_5 = 0,9$ ;

$r$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та прилеглих будівель,  $r = 1,0 - 10$ .

**Розрахунок природного освітлення у приміщеннях, які експлуатуються, здійснюють за графіками А. М. Данилюка графоаналітичним методом**, який наводиться у ДБН В.2.5-28-2006 (СНиП П-4-79/85).

**Розрахунки систем штучного освітлення базуються на двох основних методах розрахунків: за світловим потоком та точковим.**

**Найбільш розповсюджений в проектній практиці розрахунок за методом коефіцієнта використання потоку світла. Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення і дає змогу визначити світовий потік джерел світла, необхідний для створення нормованого освітлення розрахункової горизонтальної площини. Цей метод дозволяє враховувати прямий та відбитий (від стелі, стін та підлоги) потік світла.**

Потік світла  $F$ , який повинні випромінювати лампи в кожному світильнику, визначають за формулою:

$$F = EkSz/(N\eta\gamma), \quad (2.17)$$

де:  $E$  – нормована мінімальна освітленість, лк;

$k$  – коефіцієнт запасу (приймають за ДБН В.2.5-28-2006 (СНиП П-4-79/85) в межах від 1,2 до 2,0 в залежності від вмісту пилу в повітрі, типу джерела світла і регламентованих строків очищення



світильників – 2-18 раз на рік);

$S$  – площа, що освітлюється,  $\text{м}^2$ ;

$Z = E_{CP} / E_{MIN}$  – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення ( $E_{CP}, E_{MIN}$  – середня та мінімальна освітленість), приймають таким, що дорівнює: 1,0 при розрахунку на середню освітленість; 1,15 - для ламп розжарювання та ДРЛ; 1,1 - для рядків світильників з люмінесцентними лампами;

$N$  – кількість світильників, передбачена ще до розрахунку відповідно до найвигіднішого співвідношення  $L: h$ ;

$\eta$  – коефіцієнт використання випромінюваного світильниками потоку світла на розрахунковій площині (визначають за довідковими таблицями залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття підлоги, стін, стелі та індексу приміщення  $i$ , який розраховується за формулою  $i = AB / (h(A+B))$ , де  $A$  і  $B$  - розміри приміщення згідно плану,  $\text{м}$ ;

$h$  – розрахункова висота підвісу світильника над робочою поверхнею,  $\text{м}$ ;

$\gamma$  – коефіцієнт затінення (може вводиться для приміщень з фіксованим розташуванням працівників і приймається таким, що дорівнює 0,8).

Обчислений за формулою (2.17) розрахунковий потік світла лампи (або світильника з кількома лампами) порівнюють із стандартним (за ГОСТ на джерела світла) і приймають найближче значення. У практиці світло-технічних розрахунків допускається відхилення потоку світла вибраної лампи від розрахункового у межах від – 10 до + 20%.

**Різновидом методу коефіцієнта використання потоку світла є метод питомої потужності.** Питома потужність – це потужність установки освітлення приміщення, у відношенні до площі його підлоги. **Цей метод застосовують тільки для приблизних розрахунків.** Він дає змогу визначити потужність кожної лампи  $P$  (Вт) для створення нормованого освітлення:

$$P = \omega S / N, \quad (2.18)$$

де:  $\omega$  – питома потужність лампи,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;

$S$  – площа приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$N$  – кількість ламп системи освітлення, шт.

Значення питомої потужності знаходять за спеціальними табли-



цями залежно від нормованої освітленості, площини приміщення, висоти підвісу та типів світильників, а також коефіцієнта запасу.

**Точковий метод дає найбільш правильні результати і використовується для розрахунку локалізованого та місцевого освітлення, а також освітлення негоризонтальних площин та великих територій.** Цей метод дає змогу визначити освітленість у будь-якій точці приміщення незалежно від числа освітлювальних приладів. До недоліків методу слід віднести важкість урахування відбитих складових потоку світла.

Розрахункове рівняння точкового методу має вигляд:

$$E_A = I_A \cos \alpha / r^2, \quad (2.19)$$

де:  $E_A$  – освітленість горизонтальної площини у даній точці А, лк;

$I_A$  – сила світла в напрямі точки А, кд (значення сили світла знаходяться за кривими світлорозподілу даного освітлювального приладу);

$\alpha$  – кут між нормаллю до робочої площини і напрямом вектора сили світла в точку А;

$r$  – відстань від світильника до розрахункової точки А, м.

Для зручності розрахунків, особливо на ЕОМ, рівняння може бути перетворено. Приймаючи  $r = h / \cos \alpha$  (де  $h$  – розрахункова висота підвісу світильника, м) та вводячи коефіцієнт запасу  $k$ , маємо:

$$E_A = (I_A \cos^3 \alpha) / (k h^2), \quad (2.20)$$

У тому випадку, коли розрахункова точка А розташована на будь-якій негоризонтальній площині, її освітленість ( $E_A$ ) можна знайти з рівняння  $E_H = E_A \psi$ , де  $\psi$  – перехідний коефіцієнт, що визначається за спеціальними номограмами.

При розрахунках освітлення, що утворюється кількома світильниками, підраховують освітленість в даній точці від кожного з цих приладів та сумують ці результати.

**Різновидом точкового методу розрахунку є метод ізолюкс** (ізолюкса – це крива, що являє собою геометричне місце точок у даній площині з однаковими рівнями освітленості). У цьому випадку точковим методом розраховують освітленість у горизонтальній площині від одного світильника чи компактної їх групи. Отримують сімейство ізолюкс, виконаних в масштабі, у якому накреслений план тієї чи іншої території, що підлягає освітленню. Накладають їх на





план даної території таким чином, щоб вони заповнили всю територію. Цей прийом дає змогу графічно розрахувати не тільки освітлення, а й координати місць встановлення опор світильників.

## 2.4 . Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів шуму, ультра- та інфразвуку на робочих місцях, нормування та заходи і засоби захисту

### 2.4.6. Основні характеристики шуму, ультра- та інфразвуку

*Шум – це хаотичне сполучення звуків різної частоти та інтенсивності, які знаходяться в межах чутливості органів слуху людини щодо частотного діапазону. Що стосується ультра- та інфразвуку, які теж вважаються звуковими коливаннями, то вони, на відміну від шуму, виходять за межі чутливості органів слуху людини за своїм частотним діапазоном.* З фізичної точки зору будь який звук (шум, ультра- чи інфразвук) – це хвильові коливання пружного середовища, що поширюються з певної швидкістю в газоподібній, рідкій або твердій фазі. Звукові хвилі виникають при порушенні стаціонарного стану середовища внаслідок впливу на них сили збудження та поширюючись у ньому утворюють звукове поле. Джерелами цих порушень можуть бути, наприклад, механічні коливання конструкцій або їх частин, нестаціонарні явища в газоподібних або рідких середовищах і т. ін.

Основними характеристиками таких коливань служить амплітуда звукового тиску ( $p$ , Па) та частота ( $f$ , Гц).

**Звуковий тиск** – це різниця між миттєвим значенням повного тиску у середовищі при наявності звуку та середнім тиском в цьому середовищі за відсутності звуку. Поширення звукового поля супроводжується переносом енергії, яка може бути визначена **інтенсивністю звуку**  $J$  (Вт/м<sup>2</sup>), тобто відношенням енергії звукової хвилі, що переноситься через площадку, перпендикулярну напрямку розповсюдження хвилі, до площі цієї площадки. У вільному звуковому полі інтенсивність звуку та звуковий тиск зв'язані між собою співвідношенням

$$J = p \cdot V = p^2 / (\rho \cdot C), \quad (2.21)$$

де:  $J$  – інтенсивність звуку, Вт/м<sup>2</sup>;

$p$  – звуковий тиск, Па;



$V$  – коливальна швидкість, м/сек (це швидкість, з якою коливаються частки середовища - газу, рідини чи твердої речовини відносно свого положення рівноваги і знаходиться вона із співвідношення  $V=p/(\rho \cdot C)$ );

$\rho$  – густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;

$C$  – швидкість звукової хвилі в даному середовищі, м/с.

За частотою звукові коливання поділяються на три діапазони: інфразвукові з частотою коливань менше 20 Гц, звукові (ті, що ми чуємо) – від 20 Гц до 20 кГц та ультразвукові – більше 20 кГц. Швидкість поширення звукової хвилі  $C$  (м/с) залежить від властивостей середовища і насамперед від його густини. Так, в повітрі при нормальних атмосферних умовах  $C \sim 344$  м/с; швидкість звукової хвилі в воді  $\sim 1500$  м/с, у металах  $\sim 3000-6000$  м/с.

Людина сприймає звуки, які чує (в подальшому просто звук), в широкому діапазоні звукового тиску та інтенсивності (від нижнього порога чутності до верхнього – болювого порога), при цьому звуки різних частот сприймаються неоднаково (рис. 2.34). Найбільша чутність звуку людиною має місце у діапазоні 800- 4000 Гц. Найменша – в діапазоні 20-100 Гц.

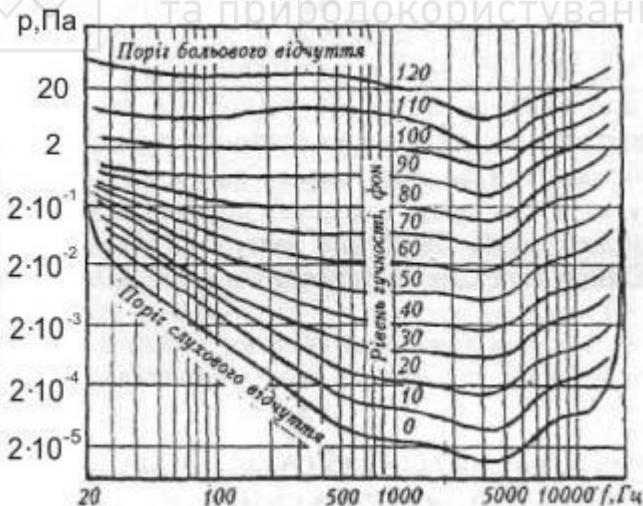


Рис. 2.34. Залежність рівня звукового тиску, що однаково сприймається людиною, від частоти звуку (криві рівної гучності)



**Як видно з залежності, що наведена на рис.2.34 динамічний діапазон звукового тиску, в якому людина відчуває звук без шкоди своєму здоров'ю, може сягати  $10^7$  (це відношення звукового тиску верхнього больового порогу до звукового тиску нижнього порогу чутності на частоті 1000 Гц), при цьому еквівалентний йому динамічний діапазон інтенсивності дорівнює  $10^{14}$ . Враховуючи цей факт, а також те, що слухове сприйняття людиною пропорційне логарифму кількості звукової енергії, для характеристики звуку використовують логарифмічні значення рівня звукової інтенсивності ( $L_i$ ) та рівня звукового тиску ( $L_p$ ), які виражаються у децибелах (дБ) і по абсолютному значенню дорівнюють один одному ( $L_i = L_p$ ).**

Таким чином, рівень інтенсивності та рівень тиску звука визначаються за наступними формулами:

$$L_i = 10 \lg J / J_0, \text{ дБ}; \quad (2.22)$$

$$L_p = 20 \lg P / P_0, \text{ дБ}; \quad (2.23)$$

де:  $J_0$ , - значення інтенсивності звука на нижньому порозі його чутності людиною на частоті 1000 Гц,  $J_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ ;

$P_0$  - значення звукового тиску на нижньому порозі його чутності людиною на частоті 1000 Гц,  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ .

На верхньому порозі больового відчуття на частоті 1000 Гц значення інтенсивності дорівнює  $J_{II} = 10^2 \text{ Вт/м}^2$ , а звукового тиску  $p_{II} = 2 \cdot 10^2 \text{ Па}$ .

**Оскільки сприйняття звуку людиною залежить від його частоти, то з метою приближення результатів об'єктивних вимірів до суб'єктивного сприйняття людиною вводять поняття коректованого рівня звукового тиску (рівня інтенсивності звуку).** Корекція здійснюється за допомогою поправок, які додаються до існуючого рівня звукового тиску (рівня інтенсивності звуку) у відповідних октавних смугах частот. Ширина таких частотних смуг відповідає співвідношенню  $f_B / f_H = 2$ , де  $f_B$  - верхня частота смуги,  $f_H$  - нижня частота тієї ж смуги. Центральну частоту смуги визначають за її середньо геометричним значенням  $f_{CPГ} = \sqrt{f_B \cdot f_H}$ .



Стандартні значення корекції в цих частотних смугах наведені у таблиці 2.8.

**Значення загального рівня шуму з урахуванням вказаної корекції по частотним смугам називають рівнем звуку (дБА).**

Таблиця 2.8

Стандартні значення корекції (А) рівнів звукового тиску  
в октавних частотних смугах

| Середньо геометричні значення частоти в октавних смугах, Гц | 31,5 | 63    | 125   | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|-------------------------------------------------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Корекція, дБ                                                | -42  | -26,3 | -16,1 | -8,6 | -3,2 | 0    | 1,2  | 1,0  | -1,1 |

На практиці спектральну характеристику шуму звичайно визначають як сукупність рівнів звукового тиску (інтенсивності звука) у вище згаданих октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями частот від 31,5 Гц до 8000 Гц.

**За характером спектра розрізняють шуми: широкосмугові – з безперервним спектром шуму шириною більше октави; дискретні (тональні) – коли в спектрі шуму є ярко вираженні дискретні тон.**

**За часовими характеристиками шуми поділяють на постійні та непостійні.**

**До постійних шумів належать шуми, у яких рівень звуку протягом робочого дня змінюється не більше ніж на 5 дБА.**

**До непостійних шумів належать шуми, у яких рівень звуку протягом робочого дня змінюється більше ніж на 5 дБА.**

**Непостійні шуми, в свою чергу, поділяються на шуми з коливаннями у часі, переривчасті та імпульсні. Шуми з коливаннями у часі – це шуми, рівень звуку яких безперервно змінюється у часі. При переривчастому шумі рівень звуку може різко змінюватися (на 5 дБА та більше), а довжина інтервалів, коли рівень залишається постійним досягає 1 с та більше. До імпульсних відносять шуми, які представляють собою один або кілька звукових сигналів тривалістю менше 1 с кожний.**



Джерело шуму характеризують звуковою потужністю  $W$  (Вт), під якою розуміють кількість енергії, яка випромінюється цим джерелом у вигляді звуку в одиницю часу.

**Рівень звукової потужності (дБ) джерела** визначають за формулою:

$$L_w = 10 \lg W / W_0, \quad (2.24)$$

де:  $W_0$  – порогове значення звукової потужності, яке дорівнює  $10^{-12}$  Вт.

У випадку, коли джерело випромінює звукову енергію в усі сторони рівномірно середня інтенсивність звуку в будь-якій точці простору буде дорівнювати:

$$J_{cp} = W / (4 \cdot \pi \cdot r^2), \quad (2.25)$$

де:  $r$  - відстань від центра джерела звуку до поверхні сфери, що віддалена на таку достатньо велику відстань, щоб джерело можна було вважати точковим.

Якщо випромінювання відбувається не в сферу, а в обмежений простір, то вводиться таке поняття, як кут випромінювання  $\Omega$ , який вимірюється в стерadianах. У цьому випадку:

$$J_{cp} = W / (\Omega \cdot r^2) \quad (2.26)$$

Якщо джерело шуму представляє собою пристрій, який розташований на поверхні землі, то  $\Omega = 2\pi$ , у двогранному куті  $\Omega = \pi$ , у тригранному  $\Omega = \pi / 2$ .

Фактором направленості джерела звуку називають відношення інтенсивності звуку, який випромінюється в даному напрямі, до середньої інтенсивності

$$\Phi = J / J_{cp} \quad (2.27)$$

**Шумові характеристики обов'язково встановлюють в стандартах або технічних умовах на машини і вказують їх у паспортах. Значення шумових характеристик встановлюють виходячи з вимог забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях, прилеглих житлових територіях та будинках.**

Розрахунок очікуваної шумової характеристики є необхідною складовою частиною конструювання машин та транспортних засобів.



#### 2.4.7. Дія шуму на людину

***Будь який шум в умовах виробництва негативно впливає на стан здоров'я людей та знижує їх працездатність, а в окремих випадках, внаслідок погіршення сприйняття зовнішньої інформації під його дією, може навіть сприяти отриманню травм, особливо при виконанні небезпечних технологічних операцій.***

***Шум один з основних шкідливих факторів в умовах сучасного виробництва.*** Збільшення потужності устаткування, насиченість виробництва високошвидкісними механізмами, різке збільшення транспортного потоку приводить до збільшення рівня шуму як у побуті так і на виробництві.

***Шкідливий вплив шуму на організм людини досить різноманітний. Реакція і сприйняття шуму людиною залежить від багатьох факторів: рівня інтенсивності, частоти (спектрального складу), тривалості дії, часових параметрів звукових сигналів, стану організму.***

***Негативна дія шуму на людину, і перш за все на її психічний стан, обумовлена тим, що скрізь волокна слухових нервів роздратування шумом передається в центральну та вегетативну нервові системи, а через них впливає і на внутрішні органи, приводячи до значних змін у функціональному стані всього організму.*** Причому вплив шуму на нервову систему виявляється навіть при невеликих рівнях звуку (30...70 дБА). Крім того, тривалий вплив інтенсивного шуму (вище 80 дБА) на людину може призвести навіть до часткової або повної втрати слуху. У працюючих в умовах тривалого шумового впливу можуть мати місце зниження пам'яті, запаморочення, підвищена стомлюваність, дратівливість і т. ін.

***До об'єктивних симптомів шумової хвороби відносяться:*** зниження слухової чутливості, зміна функцій травлення, що виражається в порушенні кислотно-лужного балансу у шлунку, серцево-судинна недостатність, нейроендокринний розлад. Також відмічаються порушення в роботі зорового та вестибулярного апарату. Встановлено, що загальна захворюваність у робочих гучних виробництв, як правило, вище на 10-15%.

Порушення в роботі ряду органів і систем організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини, що також впливає на якість та безпеку його праці. Крім того, шум заважає



відпочинку людини, знижує його працездатність, особливо при розумовій діяльності, перешкоджає сприйняттю звукових інформаційних сигналів, що підвищує вірогідність появи травми у небезпечних ситуаціях. В окремих випадках зниження продуктивності праці може перевищувати 20%.

*Таким чином, зменшення рівня шуму до допустимих величин і поліпшення шумового клімату в умовах виробництва та в інших сферах життєдіяльності людини – це один із найважливіших заходів щодо оздоровлення умов праці на виробництві та охорони навколишнього середовища.*

#### **2.4.8. Нормування, контроль та вимірювання шуму**

*Санітарно-гігієнічне нормування, контроль та вимірювання шумів здійснюється у відповідності до ДСН 3.3.6.037-99 (ГОСТ 12.1.003-83).*

Шкідливість шуму як фактора виробничого середовища і середовища життєдіяльності людини приводить до необхідності обмежувати його рівні. *Санітарно-гігієнічне нормування та вимірювання шумів здійснюється методом граничних спектрів (ГС) та методом рівня звуку ( $L_A$ ).*

*Метод граничних спектрів, який застосовують для нормування, контролю та вимірювання постійного шуму, передбачає обмеження рівнів звукового тиску в октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 і 8000 Гц.*

*Сукупність цих граничних октавних рівнів називають граничним спектром. Позначають той чи інший граничний спектр рівнем його звукового тиску на частоті 1000 Гц. Наприклад, «ГС-75» означає, що даний граничний спектр має на частоті 1000 Гц рівень звукового тиску 75 дБ.*

*Метод рівнів звуку застосовують для орієнтовної гігієнічної оцінки, контролю та вимірювання як постійного, так і непостійного шуму, наприклад, зовнішнього шуму транспортних засобів, міського шуму і т.ін.*

*Так, для орієнтовної оцінки постійного широкопasmового шуму на робочих місцях допускається застосовувати рівень звуку в (дБА), який вимірюється на часовій характеристиці „повільно”*





*шумоміра та знаходиться за формулою  $L_A = 20 \lg P_A / P_0$ , дБ, де:*

*$P_A$  – середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням корекції „А” шумоміра, Па. У цьому випадку вимірюють коректований за частотами у відповідності з чутливістю органів слуху людини, загальний рівень звукового тиску у всьому діапазоні частот, що відповідає перерахованим вище октавним смугам. Виміряний таким чином рівень звуку дає змогу характеризувати величину шуму не дев'ятьма цифрами рівнів звукового тиску, як у методі граничних спектрів, а однією. Вимірюють рівень звуку в децибелах А (дБА) шумоміром із стандартною коректованою частотною характеристикою, в якому за допомогою відповідних фільтрів знижена чутливість на низьких та високих частотах (див. табл. 2.8).*

*Для характеристики непостійного шуму на робочих місцях використовують такий параметр, як еквівалентний (за енергією) рівень звуку, який є інтегральним параметром і знаходиться за формулою:*

$$L_{\text{екв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \quad (2.28)$$

де:  $L_{\text{екв}}$  - еквівалентний рівень звуку, дБА;

$T$  - час дії шуму;

$P_A(t)$  - значення середньоквадратичного звукового тиску з урахуванням корекції „А” шумоміра, Па;

$P_0$  - значення звукового тиску на нижньому порозі чутності ( $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па);

*Таким чином, непостійний шум характеризують еквівалентним (за енергією) рівнем звуку (дБА<sub>екв</sub>), тобто рівнем звуку постійного широкосмугового шуму, що має такий самий вплив на людину, як і даний непостійний шум.*

Еквівалентний рівень звуку (дБА<sub>екв</sub>) для непостійного переривчастого шуму знаходиться за спрощеною формулою:

$$L_{\text{екв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 L_i} \quad (2.29)$$

де:  $L_{\text{екв}}$  - еквівалентний рівень звуку, дБА;

$T$  - час дії шуму;



$t_i$  - час дії  $i$ -го рівня;

$L_i$  - рівень звуку, дБА  $i$ -го рівня;

$n$  - кількість рівнів непостійного переривчастого шуму.

Порядок вимірювання рівнів звуку за допомогою шумомірів та порядок розрахунку еквівалентного рівня звуку регламентовані ДСН 3.3.6.037-99.

**Для імпульсного шуму нормується також максимальний рівень шуму (дБА).**

**Контроль рівня шуму на робочих місцях згідно вимог ДСН 3.3.6.037-99 повинен здійснюватися не рідше одного разу на рік.**

Вимірювання шуму може здійснюватися як за допомогою стандартного шумоміра, до складу якого входить мікрофон, підсилювач, фільтри (корекції, октавні) та індикатор, так і за допомогою сучасного комп'ютерного обладнання.

Вимірювання шуму проводиться на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах (в кабінах, на пультах управління і т. п.). Результати вимірювань на робочих місцях повинні характеризувати шумовий вплив на працюючих за період робочої зміни (робочого дня) та оформлятися у вигляді протоколу.

**Для контролю відповідності фактичних рівнів шуму на робочих місцях допустимим рівням необхідно вимірювати шум, коли працює не менше 2/3 розташованого у даному виробничому приміщенні одиниць технологічного обладнання при найбільш характерному режимі його роботи. Також при цьому повинні працювати вентиляційні установки та інше постійно працююче у даному приміщенні обладнання, яке є джерелом шуму.**

При проведенні вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо робота виконується стоячи) чи на висоті, яка відповідає відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконується сидячи чи лежачи). Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання.

Тривалість вимірювання непостійного шуму:

- для переривчастого шуму – час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв;



- для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох десятихвилинних циклів;
- для імпульсного шуму – 30 хвилин.

В таблиці 2.9 для прикладу наведені гранично допустимі рівні шуму в деяких приміщеннях. Для тонального шуму, оскільки він є більш неприємний для людини, ніж широкосмуговий, допустимі рівні зменшують на 5 дБ.

#### 2.4.9. Заходи та засоби захисту від шуму

*Питання боротьби із шумом слід починати вирішувати вже на етапі проектування підприємства, робочого місця, устаткування.* Для його вирішення, як правило, використовують організаційні, технічні та медично-профілактичні заходи.

*До організаційних заходів відносять раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць, постійний контроль режиму праці та відпочинку працівників, обмеження у використанні обладнання та робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.*

*Технічні заходи дають змогу значно зменшити вплив шуму на працівників і поділяють на заходи, що використовують в джерелі виникнення (конструктивні та технологічні), на шляху розповсюдження (звукоізоляція, звукопоглинання, глушники шуму, звукоізоляційні укриття) та в зоні сприйняття (засоби колективного та індивідуального захисту).*

Таблиця 2.9

Нормовані рівні звукового тиску (дБ) та рівні звуку (дБА) на робочих місцях відповідно до ДСН 3.3.6.037-99

| Вид трудової діяльності | Рівні звукового тиску (дБ),<br>в октавних смугах з середньогоме-<br>тричними частотами, Гц |    |     |     |     |      |      |      | Р<br>і<br>в<br>е<br>н<br>ь<br><br>з<br>в<br>у<br>к<br>у |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|---------------------------------------------------------|
|                         | 31,5                                                                                       | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000                                                    |



|                                                                                                                                                                 |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1.Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання, викладання, проектно-конструкторські бюро, програмування на ЕОМ. | 86  | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |
| 2.Висококваліфікована робота, вимірювання та аналітична робота в лабораторіях.                                                                                  | 93  | 79 | 70 | 63 | 58 | 55 | 52 | 50 | 49 | 60 |
| 3. Робота, що виконується з вказівками та акустичними сигналами. Приміщення диспетчерських служб, машинописних бюро.                                            | 96  | 83 | 74 | 68 | 63 | 60 | 57 | 55 | 54 | 65 |
| 4. Робочі місця за пультами у кабінах нагляду та дистанційного керування безмовного зв'язку. Приміщення лабораторій з шумним устаткуванням.                     | 103 | 91 | 83 | 77 | 73 | 70 | 68 | 66 | 64 | 75 |
| 5. Постійні робочі місця у виробничих приміщеннях та на території підприємств.                                                                                  | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

**Захист від шуму необхідно забезпечувати, в першу чергу, за рахунок використання шумобезпечної техніки, і тільки в разі неможливості вирішення цього питання, за рахунок використання заходів та засобів колективного та індивідуального захисту.**

**Для зниження шуму необхідно використовувати насамперед конструктивні та технологічні методи зниження шуму у самому джерелі походження звуку. Надзвичайно ефективним методом**



зниження шуму в джерелі його виникнення в деяких випадках може стати зміна технологій, наприклад, за допомогою заміни ударної взаємодії на безударну (заміна клепання зварюванням, кування – штампуванням, літерного методу друку – лазерним, тощо). При конструюванні механічного обладнання, в першу чергу, слід намагатися зменшити рівень коливань конструкції або її елементів.

Для зниження **шуму механічного походження** в вузлах, у яких здійснюються ударні процеси, необхідно зменшувати сили збурення, збільшувати час контакту елементів, що взаємодіють між собою, збільшувати внутрішні втрати в коливальних системах, зменшувати площу випромінювання звуку і т. ін. Це може бути досягнуто:

- заміною зворотно - поступального переміщення обертовим;
- підвищенням якості балансування обертових деталей;
- підвищенням класу точності виготовлення деталей;
- поліпшенням змашування;
- заміною підшипників кочення на підшипники ковзання;
- використанням негучних матеріалів (наприклад, пластмаси);
- використанням вібродемпфуючих матеріалів (мастики);
- здійснюванням віброізоляції машин від фундаменту;
- використанням гнучких сполучень;
- використанням зубчатих передач із спеціальним профілем або їх заміною на мало шумні передачі (клиноремінну, гідравлічну).

**Джерелами аеродинамічного шуму** можуть бути нестационарні явища при течії газів та рідин. Засоби боротьби з аеродинамічним шумом у джерелі його виникнення досягаються:

- зменшенням швидкості руху газів;
- згладжуванням гідроударних явищ, за рахунок збільшення часу відкриття затворів;
- зменшенням вихрів у струменях за рахунок вибору профілів тіл що обтікаються;
- дробленням струменів за допомогою насадок;
- використанням ежекторів, що зніжують випромінювання шуму на межі струмів – довкілля.

У гідродинамічних установках (насоси, турбіни) слід запобігати виникненню кавітації, яка викликає **гідродинамічний шум**.

Можливе також зниження рівня суб'єктивного сприйняття шуму за рахунок зсуву частотного спектра або в зону низьких частот, або в недоступну для людського слуху ультразвукову зону.



**Джерелами електромагнітного шуму** є механічні коливання електротехнічних пристроїв або їх частин, які збуджуються перемінними магнітними та електричними полями. До методів боротьби з цим шумом відносять застосування феромагнітних матеріалів з малою магнітострикцією, зменшення щільності магнітних потоків у електричних машинах за рахунок належного вибору їх параметрів, добру затяжку пакетів пластин в осередках трансформаторів, дроселів, якорів двигунів тощо; косі пази для обмоток у статорах і роторах електричних машин, які зменшують імпульси сил взаємодії обмоток та розтягують ці імпульси в часі.

**Якщо рівень шуму в джерелі все-таки високий, то застосовуються методи зниження шуму на шляху розповсюдження, і насамперед такий метод, як ізоляція джерела чи робочого місця.**

**Для зниження звуку, що відбивається від поверхонь у середині приміщення, застосовують матеріали з високим рівнем поглинання звуку, тобто використовують так званий метод зниження шуму звукопоглинанням.**

Шум з приміщення, де розташовано джерело шуму проникає через перегородку в сусіднє приміщення трьома напрямками: через перегородку, яка під впливом змінного тиску падаючої хвилі коливається, випромінюючи в сусіднє приміщення шум; безпосередньо по повітрю через щілини та отвори; завдяки вібрації, що утворюється в будівельних конструкціях. В першому та другому випадку виникають звуки, які розповсюджуються по повітрю (повітряний шум). У третьому випадку енергія виникає і розповсюджується при пружних коливаннях конструкцій (стіни, перекриття, трубопроводах), і такі коливання називаються ще структурними або ударними звуками.

**Звукова ізоляція від повітряного шуму здійснюється за допомогою кожухів, екранів, перегородок.** Звукоізолюючі перепони відбивають звукову хвилю і тим самим перешкоджають розповсюдженню шуму. Вони бувають одношарові та багатошарові.

Звукоізоляція будь-якої конструкції (перепони, стіни, вікна, тощо) як фізична величина дорівнює послабленню інтенсивності звуку при проходженні його через цю конструкцію:

$$R = 10 \lg(J_{\text{пад}} / J_{\text{пр}}), \quad (2.30)$$

де  $R$  – фізичне значення звукоізоляції конструкції, дБ;

$J_{\text{пад}}$  – інтенсивність звукової хвилі, яка падає на конструкцію, дБ;



$J_{\text{ЛР}}$  – інтенсивність звукової хвилі, яка пройшла через конструкцію, дБ.

Звукоізоляція одношарової перегородки без повітряних проміжків може бути визначена за формулою:

$$R = 20 \lg Gf - 47,5, \quad (2.31)$$

де:  $G$  - поверхнева маса,  $\text{кг/м}^2$ ;

$f$  - частота, Гц.

З формули 2.30 видно: звукоізолююча здатність одношарової перегородки тим вища, чим більше її маса та вище частота звуку. Слід зауважити, що ця формула придатна лише для орієнтовних розрахунків. Як правило, на низьких та високих частотах виникають резонансні явища, які знижують величину звукоізоляції.

**Підвищення звукоізоляції огороження при збереженні незмінною його маси досягається наступними шляхами:**

- застосуванням огорожень, які складаються з двох та більше прошарків, розділених повітряними проміжками або прошарком легкого волокнистого матеріалу;

- зміною його жорсткості підвищенням внутрішнього тертя у конструкції завдяки використанню відповідного матеріалу огороження, або нанесенням вібродемпфуючого шару, що дає змогу зменшити вплив резонансних коливань у конструкції.

**Зниження передачі звуку через перегородки здійснюють також:**

- ліквідацією усякого роду нещільностей та щілин, особливо в дверях та вікнах, а також у місцях з'єднання різних конструкцій (наприклад, примикання перекриття до стіни);

- ущільненням притворів, подвійним та потрійним заскленням, влаштуванням тамбурів біля дверей тощо, тобто старанною звукоізоляцією «слабкої ланки» огорожень – вікон, дверей;

- зменшенням непрямої передачі звуку (вибір відповідних будівельних конструкцій, встановленням пружних елементів та елементів, що поглинають вібрації на шляху передачі звуку, раціональним розташуванням конструкцій з малою та великою масою, шарнірною закладкою конструкцій замість жорсткої там, де це допустимо, тощо).

**Щоб захистити від шуму обслуговуючий персонал на виробничих ділянках з шумними технологічними процесами або особливо шумним устаткуванням влаштовують спеціальні кабінки**





**для спостереження і дистанційного керування.** Їх виготовляють із звичайних будівельних матеріалів у вигляді ізольованих приміщень, обладнаних вентиляцією, оглядовими вікнами, дверми з щільними притворами та віброізоляторами для запобігання проникнення в кабінні структурного шуму. Нерідко в кабінах стелю, або частину стелі облицьовують звукопоглинальними матеріалами. Особливу увагу звертають на замазування щілин та отворів в місцях проходів комунікацій.

**Найбільш простим та дешевим засобом зниження шуму в виробничих приміщеннях є використання звукоізолюючих кожухів, які повністю закривають найбільш шумні агрегати.** Суттєва перевага цього засобу – це можливість зниження шуму на значну величину. Кожухи можуть бути такими, що знімаються, або розбірними, мати оглядові вікна, функціонуючі дверці та отвори для введення комунікацій. Виготовляють їх із сталі, дюралюмінію, фанери, тощо. З внутрішнього боку кожухи необхідно облицьовувати звукопоглинальними матеріалами товщиною 30-50 мм.

**Звукоізолююча властивість огороження залежить від його розмірів, форми, розташування, матеріалу тощо і може досягати 60 дБ (табл. 2.10).**

Звукоізоляція від повітряного шуму забезпечується за допомогою звичайних будівельних матеріалів – цегли, бетону та залізобетону, металу, фанери, плит із деревних стружок, скла, тощо.

У якості звукоізолюючих матеріалів, які застосовують у конструкціях перекриттів для зниження передачі структурного (ударного) звуку переважно в житлових та громадських будівлях, використовують мати та плити зі скляного волокна, м'які плити з деревних стружок, картон, гуму, металеві пружини, утеплений лінолеум тощо.

**Якщо необхідно додатково знизити звукову енергію, що відбивається від внутрішніх поверхонь приміщення, використовують звукопоглинальні конструкції та матеріали.** Це, як правило, конструкції, які складені з шпаристих матеріалів. В шпаринах таких матеріалів енергія звукових хвиль переходить у теплову енергію. Звукопоглинальні матеріали застосовують у вигляді облицювання внутрішніх поверхонь приміщень, або ж у вигляді самостійних конструкцій – штучних поглиначів, які, як правило, підвішують до стелі (рис. 2.35). У якості штучних поглиначів використовують також драпірування, м'які крісла і т. п.



Таблиця 2.10

Звукоізолююча властивість деяких матеріалів

| Матеріал огороження                                  | Середня звукоізолююча властивість, дБ |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Брезент                                              | 4 – 8                                 |
| Повстіна волосяна завтовшки 15 мм<br>в кілька шарів: |                                       |
| два                                                  | 9                                     |
| три                                                  | 13                                    |
| чотири                                               | 17                                    |
| Картон:                                              |                                       |
| звичайний завтовшки 4 мм                             | 16                                    |
| азбестовий завтовшки 25 мм                           | 18                                    |
| Тканина вовняна товщиною 2 мм                        | 5 – 6                                 |
| Залізо листове завтовшки, мм:                        |                                       |
| 0,7                                                  | 25                                    |
| 2,0                                                  | 33                                    |
| Фанера товщиною 3 мм                                 | 17                                    |
| Залізобетон завтовшки, мм:                           |                                       |
| 80                                                   | 44                                    |
| 110                                                  | 47                                    |
| Перегородка поштукатурена:                           |                                       |
| із дощок завтовшки 40 мм                             | 30 – 34                               |
| із шлакобетонних блоків завтовшки<br>90 мм           | 42                                    |
| Кладка цегляна:                                      |                                       |
| в 1 цеглину (25 см)                                  | 43                                    |
| в 1,5 цеглини (37 см)                                | 49                                    |
| в 4 цеглини (100 см)                                 | 60                                    |
| Стіна з двох гіпсових плит завтов-<br>шки по 8 см:   |                                       |
| без проміжку                                         | 44                                    |
| з проміжком 6 см                                     | 49                                    |
| з проміжком 10 см                                    | 51                                    |
| Скло дзеркальне завтовшки 3-4 мм                     | 28                                    |

Поверхня звукопоглинального облицювання характеризується коефіцієнтом звукопоглинання  $\alpha$ , який дорівнює відношенню інтенсивності поглинутого звуку до інтенсивності звуку, що падає на поверхню цього облицювання



$$\alpha = J_{\text{погл}} / J_{\text{пад}}$$

(2.32)

Коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$  залежить від виду матеріалу, його товщини, шпаристості, величини зерен або діаметра волокон, частоти та кута падіння звуку, розмірів конструкцій звукопоглинання, а також від наявності за шаром матеріалу повітряного зазору, тощо. Для відкритого вікна  $\alpha = 1$ . Коефіцієнти звукопоглинання деяких матеріалів наведені в таблиці 2.11.

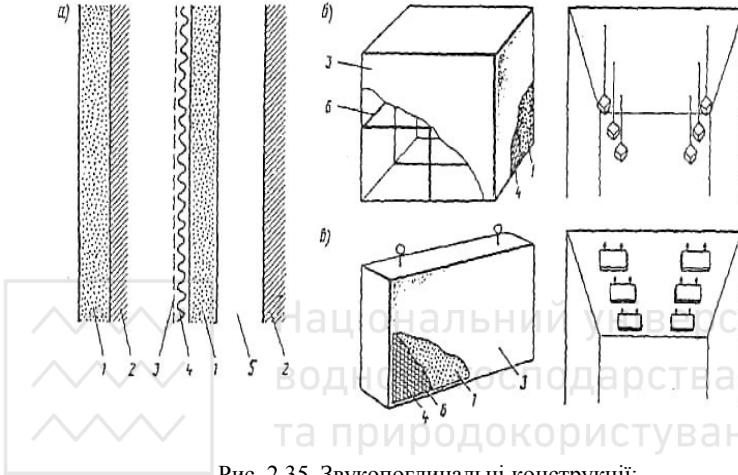


Рис. 2.35. Звукопоглинальні конструкції:

а - облицювання огорожень приміщень; б - штучні поглиначі у вигляді кубів; в - штучні поглиначі у вигляді куліс; 1 - звукопоглинальний матеріал; 2 - будівельна конструкція; 3 - перфорований металевий або вапняковий лист (на б і в перфорація не показана); 4 - захисний шар (склотканина); 5 - повітряний проміжок; 6 - каркас

Звукопоглинанням поверхні огороження  $A$  на даній частоті називають добуток площини огороження  $S$  на її коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$ :

$$A = \alpha S \quad (2.33)$$

Звукопоглинання приміщення складається із суми звукопоглинання поверхонь та звукопоглинання  $A_j$  штучних поглиначів.

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i + \sum_{j=1}^m A_j, \quad (2.34)$$

де:  $n$  – кількість звукопоглинальних поверхонь;

$m$  – кількість штучних поглиначів;



Таблиця 2.11

Звукоізолююча властивість деяких матеріалів

| Виріб<br>або конструкція                                         | Товщина<br>шару<br>матеріалу<br>виробу,<br>мм | По-<br>віт-<br>ря-<br>ний<br>за-<br>зор,<br>мм | Коефіцієнт звукопоглинання при середньо<br>геометричних частотах октавних смуг, Гц |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                  |                                               |                                                | 63                                                                                 | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Плити мінераловатні, акустичні                                   | 20                                            | 0                                              | 0,02                                                                               | 0,03 | 0,17 | 0,68 | 0,98 | 0,86 | 0,45 | 0,20 |
| Теж саме                                                         | 20                                            | 50                                             | 0,02                                                                               | 0,05 | 0,42 | 0,98 | 0,90 | 0,79 | 0,45 | 0,19 |
| Бетонна конструкція, оштукатурена та пофарбована масляною фарбою | -                                             | -                                              | 0,01                                                                               | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

Сталою В приміщення називають величину

$$B = A_{\text{ПРИМ}} / (1 - \alpha), \quad (2.35)$$

де:  $\alpha$  - середній коефіцієнт звукопоглинання, який складає

$$\alpha = A_{\text{ПРИМ}} / \sum_1^n S_i, \quad (2.36)$$

Коефіцієнт зниження шуму звукопоглинальним облицюванням у децибелах визначають вдалині від джерела шуму у відбитому звуковому полі за формулою:

$$\Delta L_{\text{обл}} = 10 \lg(B_2 / B_1), \quad (2.37)$$

де:  $B_2, B_1$  – сталі приміщення відповідно до та після проведення акустичних заходів.

**Використання звукопоглинальних конструкцій може дати ефект зниження шуму на 12-15 дБА поблизу від цих конструкцій.** Поблизу джерела шуму ефект зниження шуму не перевищує 2-5 дБА. Однак, при цьому, за рахунок зміни структури звукового по-



ля знижуються дискомфортні акустичні умови і поліпшується слухова адаптація людини в приміщенні.

**Метод зниження шуму звукопоглинанням застосовують, якщо неможливо забезпечити нормальних акустичних умов методами зниження шуму в джерелі випромінювання та звукоізоляції.** Цей метод доцільно застосовувати, якщо у приміщенні доля прямого та відбитого звуку майже дорівнюють один одному (дифузне акустичне поле), та є можливість облицювання звукопоглинальним матеріалом більше 60% поверхонь у приміщенні.

**Для зниження шуму газодинамічного обладнання найчастіше використовують глушники шуму.**

Глушники є обов'язковою складовою частиною установок з двигунами внутрішнього згоряння, газотурбінними та пневматичними двигунами, вентиляторних та компресорних установок, аеродинамічних пристроїв тощо. **Розрізняють глушники із звукопоглинальним матеріалом (активні), які поглинають звукову енергію, та без звукопоглинального матеріалу (реактивні), які відбивають звукову енергію назад до джерела.** Глушники з поглинаючими матеріалами (трубчаті, пластинчаті, екранні) використовують в компресорних та вентиляційних установках. На високих частотах їх ефективність може досягати 10-25 дБ. Глушники без звукопоглинального матеріалу (з розширюючими камерами, резонансні) використовують переважно в поршневіх машинах, пневматичних та ротаційних двигунах і двигунах внутрішнього згоряння. Ці конструкції настроюються на окремі частотні смуги, які мають найбільшу енергію випромінювання, і мають при цьому ефект зниження шуму до 30 дБ.

**Використання засобів індивідуального захисту від шуму здійснюють у випадках, якщо інші (конструктивні та колективні) методи захисту не забезпечують допустимих рівнів звуку.** Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) дозволяють знизити рівні звукового тиску на 7-45 дБ. Найчастіше використовують вкладишні ЗІЗ у вигляді тампонів, які встромляються у слуховий канал, та протишумові навушники, які закривають вушну раковину зовні, а також шлеми та каски. Наприклад, для зниження середньочастотних та високочастотних шумів найбільш доцільно використовувати навушники типу ПШН-Б та ВЦННІОТ-2М, або вкладишні ЗІЗ типу «Беруши СТ-1» або типу «Грибок». Як приклад, нижче приведений зовнішній вигляд наступних вітчизняних ЗІЗ: протишумових наву-



шників ПШН-Б, які призначені для захисту органів слуху від дії середньо частотних та високочастотних шумів з рівнем до 115 дБА і мають ефективність (середнє послаблення шуму) в залежності від частоти від 5 до 32 дБ – ГОСТ 12.4.051-87 (рис.2.36); протишумових вкладишів „БЕРУШИ СТ-1”, що призначені для захисту органів слуху від виробничих і побутових шумів і є виробами одноразового користування з гарантійним строком зберігання 5 років з моменту виготовлення – ТУ У 25513947.002-99 (рис.2.37).



Рис.2.36 Протишумові навушники ПШН-Б



Рис.2.37.Протишумові вкладиші „БЕРУШИ СТ.-1”

#### 2.4.10. Нормування ультра- та інфразвуку, методи захисту

Ультразвук застосовується у самих різних галузях виробництва. Наприклад у техніці його використовують для диспергування рідин, очищення поверхонь, зварювання пластмас, дефектоскопії металів, очищення газів від шкідливих домішок і т. ін.

*Згідно ДСН 3.3.6.037-99 (ГОСТ 12.1.001-83) ультразвуковий частотний діапазон поділяється на низькочастотний (від  $1,12 \cdot 10^4$  до  $1,0 \cdot 10^5$  Гц), коли ультразвукові коливання поширюються як повітряним, так і контактним шляхом, та високочастотний (від  $1,0 \cdot 10^5$  до  $1,0 \cdot 10^9$  Гц), коли ультразвукові коливання поширю-*



**На організм людини ультразвук впливає, головним чином, при безпосередньому контакті з обладнанням, що генерує ультразвук, а також через повітря.** При дотриманні заходів безпеки робота з ультразвуком на стані здоров'я не позначається. Допустимі рівні звукового тиску ультразвуку нормовані ДСН 3.3.6.037-99 (таблиця 2.12) і складають при восьмигодинному робочому дні:

Таблиця 2.12

Допустимі рівні тиску ультразвуку

|                                                |    |      |            |
|------------------------------------------------|----|------|------------|
| Середньогеометрична частота октавних смуг, кГц | 16 | 31,5 | 63 та вище |
| Допустимі рівні тиску, дБ                      | 88 | 106  | 110        |

**Для зниження шкідливого впливу підвищених рівнів ультразвуку зменшують шкідливе випромінювання звукової енергії у джерелі, а також локалізують дію ультразвуку за допомогою конструктивних та планувальних рішень і здійснюють організаційно-профілактичні заходи.** Зменшення шкідливого випромінювання у джерелі може досягатися, наприклад, підвищенням номінальних робочих частот джерел ультразвуку та виключенням паразитного випромінювання звукової енергії. Для локалізації дії ультразвуку конструктивними та планувальними рішеннями використовують: звукоізолюючі кожухи, напівкожухи, екрани; окремі приміщення та кабін, де розміщують ультразвукове обладнання; блокування, що відключає генератор ультразвуку у разі порушення звукоізоляції; дистанційне керування; облицювання приміщень та кабін звукопоглинальними матеріалами. Організаційно-профілактичні заходи включають інструктаж про характер дії підвищених рівнів ультразвуку та про засоби захисту від нього, а також організацію раціонального режиму праці та відпочинку.

**Для індивідуального захисту від ультразвуку**, як правило, використовують подвійні рукавиці з повітряним прошарком, які частково відбивають ультразвук шаром повітря, а також протишуми при захисті від ультразвуку, який поширюється повітряним шляхом.

Вимоги щодо безпеки праці при використанні ультразвукового обладнання регламентуються ГОСТ 12.2.051-80 „ССБТ. Оборудование технологического ультразвукового. Требования безопасности”.





**Інфразвук є одним із найбільш несприятливих факторів виробничого середовища. Він характеризується високою проникаючою біологічною здатністю.** При рівнях звукового тиску більше 110-120 дБ має місце дуже негативний його вплив на стан та здоров'я людини.

Зовнішні коливання частотою менш 0,7 Гц порушують у людини нормальну діяльність вестибулярного апарата. Інфразвукові коливання (менш 16 Гц), впливаючи на людину, пригнічують центральну нервову систему, викликаючи почуття тривоги, страху. За певної інтенсивності на частоті 6...7 Гц інфразвукові коливання, втягуючи у резонанс внутрішні органи і систему кровообігу, здатні викликати травми, розриви артерій, тощо.

На виробництві коливання інфразвукових частот виникають під час роботи компресорів, двигунів внутрішнього згоряння, великих вентиляторів, руху локомотивів та автомобілів. Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах наведені у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Допустимі рівні тиску інфразвуку в октавних смугах частот

| Допустимі рівні звукового тиску<br>у дБ в октавних смугах з середньо геометричними значеннями частот, Гц |     |     |     | Загальний<br>Рівень звукового тиску, дБ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------|
| 2                                                                                                        | 4   | 8   | 16  |                                         |
| 105                                                                                                      | 105 | 105 | 105 | 110                                     |

**Завдяки дуже малому затуханню інфразвуку в повітрі, він поширюється на дуже значні відстані. Практично неможливо зупинити інфразвук за допомогою будівельних конструкцій на шляху його поширення. Неефективні також засоби індивідуального захисту. Дієвим засобом захисту є тільки зниження рівня інфразвуку в самому джерелі його випромінювання.** Це внесення конструктивних змін в будову джерел, що дозволяє перейти з області інфразвукових коливань в область звукових, наприклад, за рахунок збільшення частот обертання валів до 20 та більше обертів на секунду; підвищення жорсткості конструкцій; усунення причин низькочастотних вібрацій та резонансних явищ; застосування звукоізоляції та звукопоглинання; зниження інтенсивності аеродинамічних процесів; зменшення швидкості витікання в атмосферу робочих тіл і т. ін.



## **2.5. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів вібрацій на робочих місцях, нормування та заходи і засоби захисту**

### **2.5.1 Загальні характеристики вібрації та її вплив на людину**

*Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем, які проявляються у їх переміщенні в просторі або в змінні їх форми.* Джерелами вібрації на виробництві можуть бути різноманітні технологічні процеси, верстати, допоміжні механізми, електродвигуни, вентилятори, вібростенди, трансформатори, насоси, компреси і т. ін. З фізичної точки зору немає принципової різниці між вібрацією та шумом. Різниця полягає у сприйнятті цих явищ людиною. Шум ми сприймаємо органами слуху, а вібрацію – тактильно, через шкіру, або всім тілом завдяки вестибулярному апарату. *Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має для її здоров'я досить негативні наслідки.*

*Основні причини появи вібрації – це невраховані сили та ударні процеси в діючих механізмах.* Створення високопродуктивних потужних машин і швидкісних транспортних засобів при одночасному зниженні їх матеріалоемності неминуче призводить до збільшення інтенсивності та розширення спектру вібраційних та віброакустичних полів. Цьому сприяє також широке використання в промисловості і будівництві високоефективних механізмів вібраційної та віброударної дії.

Крім негативного впливу на людину, дія вібрацій може призводити до трансформування внутрішньої структури і поверхневих шарів матеріалів, зміни умов тертя і зносу на контактних поверхнях деталей машин, нагрівання конструкцій. Через вібрацію збільшуються динамічні навантаження в елементах конструкцій, стиках і сполученнях, знижується несуча здатність деталей, ініціюються тріщини, виникає руйнування обладнання. Усе це приводить до зниження строку служби устаткування, зростання ймовірності аварійних ситуацій і зростання економічних витрат. Вважається, що 80% аварій в машинах і механізмах має місце саме внаслідок дії ві-



брації. Крім того, коливання конструкцій часто є джерелом небажаного шуму. Захист від вібрації є складною і багатоплановою науково-технічною задачею, яка потребує свого вирішення.

Для визначення характеру впливу вібрації, в першу чергу, необхідно визначити інтенсивність її коливань, частоту або спектральний склад, тривалість впливу та напрямок дії.

**Показниками інтенсивності вібрації є середньоквадратичні або амплітудні значення віброприскорення ( $a$ ), віброшвидкості ( $v$ ), віброзміщення ( $x$ ).** Параметри  $x$ ,  $v$ ,  $a$  – взаємозалежні, і для синусоїдальних вібрацій величина кожного з них може бути обчислена за значеннями іншого із співвідношення:

$$a = v(2\pi f) = x(2\pi f)^2, \quad (2.38)$$

де:  $2\pi f$  – кругова частота вібрації,  $\omega$ .

**Для оцінки рівнів вібрації використовується логарифмічна шкала (дБ).** Логарифмічні рівні віброшвидкості ( $L_v$ ) в дБ визначають за формулою:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0}, \quad (2.39)$$

де:  $v$  – середньоквадратичне значення віброшвидкості, м/с,

$$(v = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n v_i^2}, \quad v_i - \text{миттєві значення віброшвидкості за період } T);$$

$v_0$  – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює  $5 \times 10^{-8}$  м/с (для локальної та загальної вібрацій).

Логарифмічні рівні віброприскорення ( $L_a$ ) в дБ визначають за формулою:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \quad (2.40)$$

де:  $a$  – середньоквадратичне значення віброприскорення, м/с<sup>2</sup>;

$a_0$  – опорне значення віброприскорення, що дорівнює  $3 \times 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.

**За способом передачі на тіло людини розрізняють загальну та локальну (місцеву) вібрації.** Загальна вібрація це та, що викликає коливання всього організму, а місцева (локальна) – втягує в колива-



льні рухи лише окремі частини тіла (руки, ноги).

Локальна вібрація, що діє на руки людини, утворюється багатьма ручними машинами та механізованим інструментом, а також при керуванні засобами транспорту та машинами, при будівельних та монтажних роботах.

***Загальну вібрацію за джерелом виникнення поділяють на три категорії:***

***Категорія 1 – транспортна вібрація***, яка діє на людину на робочих місцях самохідних та причіпних машин, транспортних засобів під час їх руху по місцевості, агрофонах і дорогах (в тому числі при їх будівництві).

До джерел транспортної вібрації відносяться, наприклад, сільськогосподарські та промислові трактори, самохідні сільськогосподарські машини, автомобілі вантажні (в тому числі тягачі-скрепери, грейдери, катки та ін.), снігоприбирачі, самохідний гірничошахтний рейковий транспорт тощо.

***Категорія 2 – транспортно-технологічна вібрація***, яка діє на людину на робочих місцях машин з обмеженою рухливістю та таких, що рухаються тільки по спеціально підготовленим поверхням виробничих приміщень, промислових майданчиків та гірничих виробок.

До джерел транспортно-технологічної вібрації можна віднести, наприклад, екскаватори (в тому числі роторні), крани промислові та будівельні, машини для завантаження мартенівських печей (завалочні), гірничі комбайни, самохідні бурильні каретки, шляхові машини, бетоноукладачі, транспорт виробничих приміщень.

***Категорія 3 – технологічна вібрація***, яка діє на людину на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації.

До джерел технологічної вібрації відносяться, наприклад, верстати та метало-, деревообробне та пресувально-ковальське обладнання, ливарні машини, електричні машини, окремі стаціонарні електричні установки, насосні агрегати та вентилятори, обладнання для буріння свердловин, бурові верстати, машини для тваринництва, очищення та сортування зерна (у тому числі сушарні), обладнання промисловості будматеріалів (крім бетоноукладачів), установки хімічної та нафтохімічної промисловості і т. ін.

***У свою чергу, загальну технологічну вібрацію за місцем дії***



**поділяють на такі типи:**

- а) на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств;
- б) на робочих місцях складів, їдалень, побутових, чергових та інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації;
- в) на робочих місцях заводууправління, конструкторських бюро, лабораторій, учбових пунктів, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат та інших приміщень для працівників розумової праці.

**За джерелом виникнення локальну вібрацію поділяють на таку, що передається від:**

- ручних машин або ручного механізованого інструменту, органів керування машинами та устаткуванням;
- ручних інструментів без двигунів (наприклад, рихтувальні молотки) та деталей, які оброблюються.

**За напрямком дії загальну та локальну вібрації характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат  $X, Y, Z$  (рис. 2.38).**

**За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:**

- постійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 3 дБ) за робочу зміну;
- непостійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (3 дБ і більше) за робочу зміну.

Характер вібрації, діючої на людину від машин (об'єктів) представлений у таблиці 2.14.

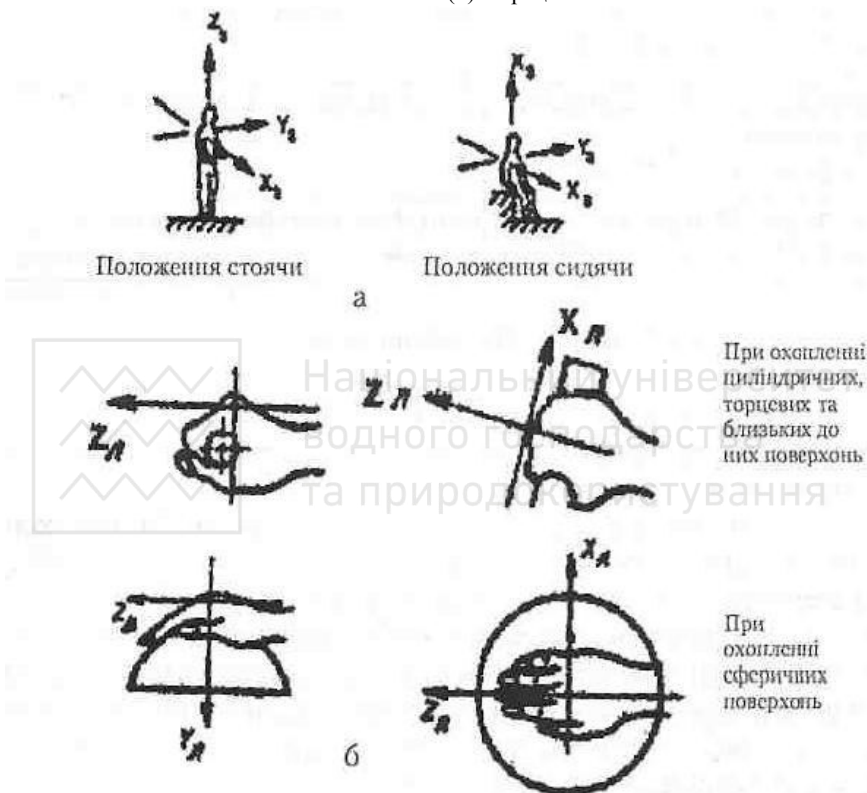
**Вплив вібрації на людину залежить від її спектрального складу, напрямку дії, місця прикладення, тривалості впливу, а також від індивідуальних особливостей людини.**

При оцінці вібраційного впливу потрібно враховувати, що коливальні процеси притаманні і живим організмам. Так в основі серцевої діяльності, кровообігу та протікання біострумів мозку лежать ритмічні коливання. Внутрішні органи людини можна розглядати як коливальні системи з пружними зв'язками, при цьому їх власні резонансні частоти лежать у діапазоні 3...6 Гц. Що стосується власних резонансних частот плечового пояса, стегон і голови щодо опорної поверхні (положення стоячи), то вони складають 4...6 Гц, а голови щодо



пліч (положення сидячи) 25...30 Гц. Таким чином, при впливі на людину зовнішніх коливань (хитами, струсів, вібрації) відбувається їхня взаємодія з внутрішніми хвильовими процесами, а це призводить до виникнення резонансних явищ.

Рис. 2.38. Напрями координатних осей при дії загальної (а) та локальної (б) вібрації



Вібрація, що діє на людину, має дуже широкий діапазон частот – від десятих часток до декількох тисяч Гц. Характерними рисами шкідливого впливу вібрації на людину є можливі зміни у його функціональному стані. Це, в першу чергу, підвищення втоми, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції. Медичними дослідженнями встановлено, що вібрація є подразником периферичних нервових закінчень, розташованих на ділянках тіла людини,



Таблиця 2.14

## Характер вібрації, збуджуваної машинами

| Машини (об'єкти)                                                                                     | Характер вібрації                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Автомобілі, літаки, судна                                                                            | Випадкова широкосмугова                  |
| Будівельні машини, трактори, комбайни, трамваї, залізничний транспорт                                | Випадкова вузькосмугова                  |
| Металообробні верстати, компресори, текстильні машини, двигуни внутрішнього згоряння, електродвигуни | Детермінована полігармонійна             |
| Бурові машини, підймальні крани, відбійні молотки, землерийні машини                                 | Випадкова і детермінована полігармонійна |

Адекватним фізичним критерієм оцінки її впливу на організм людини є коливальна енергія, що виникає на поверхні контакту, а також енергія, поглинена тканинами і передана опорно-руховому апарату й іншим органам. У результаті впливу вібрації виникають нервово-судинні розлади, ураження кістково-суглобної та інших систем організму. Відзначаються, наприклад, зміни функції щитовидної залози, сечостатевої системи, шлунково-кишкового тракту.

Як показали медичні дослідження у цій галузі, у працюючих в умовах вібрації відбуваються значні зміни кістково-суглобної системи, які виражаються у функціональній перебудові кісткової тканини, регіональному остеопорозі, кистоподібних утвореннях у кістках, хронічних переломах. Терміни виникнення змін в кістках у працівників вібраційних професій коливаються в межах від 6-8 місяців до 2-5 років.

Необхідно зауважити, що **шкідливість вібрації збільшується при одночасному впливі на людину таких факторів, як знижена температура, підвищені рівні шуму, запиленість повітря, тривала статична напруга м'язів і т. ін.**

Сучасна медицина розглядає виробничу вібрацію як значний стрес-фактор, що має негативний вплив на психомоторну працездатність, емоційну сферу і розумову діяльність людини, що підвищує





ймовірність виникнення різних захворювань і нещасних випадків. Особливо небезпечний тривалий вплив вібрації для жіночого організму. Цей широкий комплекс патологічних відхилень, викликаний впливом вібрації на організм людини, кваліфікується як **віброзахворювання**.

Дослідження показали, що **вібраційна хвороба** може тривалий час протікати непомітно, при цьому хворі зберігають працездатність і не звертаються за лікарською допомогою. З часом систематичний вплив вібрації обумовлює загострення вже існуючої хвороби, яка може мати три стадії (ступеня) тяжкості. Відзначається, що ефективне лікування віброзахворювання можливе лише на ранніх стадіях, при цьому відновлення порушених функцій протікає, як правило, дуже повільно, а в окремих випадках настають незворотні зміни, що приводить до інвалідності. Таким чином, вібрація має дуже негативний вплив як на працездатність людини, так і на стан її здоров'я. **Серед професійних патологій вібраційна хвороба займає одне з перших місць.**

## 2.5.2. Нормування та методи гігієнічної оцінки виробничої вібрації

*Для гігієнічної оцінки вібрації, яка діє на людину у виробничих умовах, рекомендується використовувати один з наступних методів аналізу:*

- частотний (спектральний) аналіз її параметрів;
- інтегральну оцінку за спектром частот параметрів, що нормуються;
- дозу вібрації.

*При дії постійної локальної та загальної вібрації параметром, що нормується, є середньоквадратичне значення віброшвидкості ( $v_{\text{сер кв}}$ ) та віброприскорення ( $a$ ) або їх логарифмічні рівні  $L_v$ ,  $L_a$  у дБ в діапазоні октавних смуг із середньгеометричними частотами  $f_{\text{сер}}$ : 8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125,0; 250,0; 500,0; 1000,0 Гц – для локальної вібрації; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц або в діапазоні 1/3 октавних смуг 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц – для загальної вібрації.*

Середньоквадратичне значення віброшвидкості ( $v_{\text{сер кв}}$ ) за період



Т визначається за формулою:

$$v_{\text{серкв}} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_t^{t+T} v^2(t) dt} \quad (2.41)$$

Середньгеометрична частота визначається за формулою:

$$f_{\text{серг}} = \sqrt{f_B \cdot f_H} \quad (2.42)$$

де:  $f_B, f_H$  - верхня та нижня межі частотної смуги.

У таблицях 2.15 та 2.16 приведені нормативні значення відповідно для локальної та загальної вібрацій.

Таблиця 2.15

Гранично допустимі рівні локальної вібрації

| Середньо-геометричні частоти октавних смуг, Гц  | Гранично допустимі рівні локальної вібрації по осям $X_L, Y_L, Z_L$ |                  |                   |                  |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|
|                                                 | віброшвидкість                                                      |                  | віброприскорення  |                  |
|                                                 | $v, \text{м/с} \times 10^{-2}$                                      | $L_v, \text{дБ}$ | $a, \text{м/с}^2$ | $L_a, \text{дБ}$ |
| 8                                               | 2,8                                                                 | 115              | 1,4               | 73               |
| 16                                              | 1,4                                                                 | 109              | 1,4               | 73               |
| 31,5                                            | 1,4                                                                 | 109              | 2,7               | 79               |
| 63                                              | 1,4                                                                 | 109              | 5,4               | 85               |
| 125                                             | 1,4                                                                 | 109              | 10,7              | 91               |
| 250                                             | 1,4                                                                 | 109              | 21,3              | 97               |
| 500                                             | 1,4                                                                 | 109              | 42,5              | 103              |
| 1000                                            | 1,4                                                                 | 109              | 85,0              | 109              |
| Коректований, еквівалентний коректований рівень | 2,0                                                                 | 112              | 2,0               | 76               |

**Параметрами, що нормуються, при інтегральній оцінці за спектром частот є коректоване значення віброшвидкості ( $v$ ) або віброприскорення ( $a$ ), або їх логарифмічних рівнів ( $L$ ), які вимірюються за допомогою коректуючих фільтрів або розраховуються.**

Коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення ви-



значається за формулою:

$$\sum_1^n V = \sqrt{\sum_1^n (v_i \times K_i)^2} ; \quad (2.43)$$

де:  $v_i$  – середньоквадратичне значення віброшвидкості або віброприскорення

в і-й частотній смузі;

$n$ - загальна кількість частотних смуг (1/3 або 1/1 октавних) у частотному діапазоні, що нормується;

$K_i$  - ваговий коефіцієнт для і-й частотної смуги (відповідно до абсолютних значень віброшвидкості та віброприскорення локальної та загальної вібрації наведені у ДСН 3.3.6-039-99).

Таблиця 2.16

Гранично допустимі рівні загальної вібрації категорії 3  
(технологічна типу «В»)

| Середньо-геометричні частоти<br>$\frac{1}{3}$<br>Октавних смуг, Гц | Гранично допустимі рівні по осях $X_3, Y_3, Z_3$ |          |                  |          |                                |          |                  |          |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------|------------------|----------|--------------------------------|----------|------------------|----------|
|                                                                    | віброприскорення                                 |          |                  |          | віброшвидкість                 |          |                  |          |
|                                                                    | $a, \text{м/с}^2$                                |          | $L_a, \text{дБ}$ |          | $v, \text{м/с} \times 10^{-2}$ |          | $L_v, \text{дБ}$ |          |
|                                                                    | 1/3 окт.                                         | 1/1 окт. | 1/3 окт.         | 1/1 окт. | 1/3 окт.                       | 1/1 окт. | 1/3 окт.         | 1/1 окт. |
| 1,6                                                                | 0,0125                                           |          | 32               |          | 0,13                           |          | 88               |          |
| 2,0                                                                | 0,0112                                           | 0,02     | 31               | 36       | 0,089                          | 0,18     | 85               | 91       |
| 2,5                                                                | 0,01                                             |          | 30               |          | 0,063                          |          | 82               |          |
| 3,15                                                               | 0,009                                            |          | 29               |          | 0,0445                         |          | 79               |          |
| 4,0                                                                | 0,008                                            | 0,014    | 28               | 33       | 0,032                          | 0,063    | 76               | 82       |
| 5,0                                                                | 0,008                                            |          | 28               |          | 0,025                          |          | 74               |          |
| 6,3                                                                | 0,008                                            |          | 28               |          | 0,02                           |          | 72               |          |
| 8,0                                                                | 0,008                                            | 0,014    | 28               | 33       | 0,016                          | 0,032    | 70               | 76       |
| 10,0                                                               | 0,01                                             |          | 30               |          | 0,016                          |          | 70               |          |
| 12,5                                                               | 0,0125                                           |          | 32               |          | 0,016                          |          | 70               |          |
| 16,0                                                               | 0,016                                            | 0,028    | 34               | 39       | 0,016                          | 0,028    | 70               | 75       |
| 20,0                                                               | 0,0196                                           |          | 36               |          | 0,016                          |          | 70               |          |
| 25,0                                                               | 0,025                                            |          | 38               |          | 0,016                          |          | 70               |          |
| 31,5                                                               | 0,0315                                           | 0,056    | 40               | 45       | 0,016                          | 0,028    | 70               | 75       |

продовження табл. 2.16

|                                                 |       |       |    |    |       |       |    |    |
|-------------------------------------------------|-------|-------|----|----|-------|-------|----|----|
| 40,0                                            | 0,04  |       | 42 |    | 0,016 |       | 70 |    |
| 50,0                                            | 0,05  |       | 44 |    | 0,016 |       | 70 |    |
| 63,0                                            | 0,063 | 0,112 | 46 | 51 | 0,016 | 0,028 | 70 | 75 |
| 80,0                                            | 0,08  |       | 48 |    | 0,016 |       | 70 |    |
| Коректований, еквівалентний коректований рівень |       | 0,014 |    | 33 |       | 0,028 |    | 75 |

**У разі дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, що нормується, є вібраційне навантаження (доза вібрації  $D$ , еквівалентний коректований рівень), одержане робітником протягом зміни та зафіксоване спеціальним приладом або обчислене для кожного напрямку дії вібрації ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) за формулами:**

$$D = \int_0^t V^2(t) dt \quad (2.44)$$

У разі дії непостійної вібрації (крім імпульсної), параметром, що нормується, є вібраційне навантаження (доза вібрації  $D$ , еквівалентний коректований рівень  $L_{\text{кор.екв.}}$ ).

$$L_{\text{кор.екв.}} = L_{\text{кор}} + 10 \lg(t/t_{\text{зм}}) \quad (2.45)$$

де:  $D$  – доза вібрації;

$L_{\text{кор.екв.}}$  – коректоване значення рівнів вібрації, дБ;

$V(t)$  – коректоване за частотою значення вібраційного параметру (віброшвидкості або віброприскорення);

$t$  – час дії вібрації, год.;

$t_{\text{зм}}$  – тривалість зміни; год.

**Еквівалентний коректований рівень віброшвидкості або віброприскорення розраховується шляхом енергетичного додавання рівнів з урахуванням тривалості дії кожного з них.**

**При дії імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину) в залежності від тривалості імпульсу.**

Нормативні значення вібрації встановлені згідно з ДСН 3.3.6.039-99 за її дії протягом робочого часу 480 хвилин (8 год). При впливі вібрації, яка перевищує встановлені нормативи, тривалість її дії на людину протягом робочої зміни зменшують згідно даних таблиці 2.17.



### 2.5.3. Заходи та засоби захисту від вібрацій на робочих місцях

**Основні заходи щодо захисту людини від шкідливої дії вібрацій у виробничих умовах можуть бути поділені на технічні, організаційні і лікувально-профілактичні, а також на колективні та індивідуальні.**

Таблиця 2.17

Допустимий сумарний час дії локальної вібрації в залежності від перевищення її гранично допустимого рівня

| Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ | Допустимий сумарний час дії вібрації, хв. | Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ | Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв. |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1                                                   | 384                                       | 7                                                   | 95                                                 |
| 2                                                   | 302                                       | 8                                                   | 76                                                 |
| 3                                                   | 240                                       | 9                                                   | 60                                                 |
| 4                                                   | 191                                       | 10                                                  | 48                                                 |
| 5                                                   | 151                                       | 11                                                  | 38                                                 |
| 6                                                   | 120                                       | 12                                                  | 30                                                 |

**До технічних заходів відносять:**

- зниження вібрації в джерелі її виникнення (вибір на стадії проектування кінематичних і технологічних схем, які знижують динамічні навантаження в устаткуванні і т. ін.);
- зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція).

**До організаційних заходів відносять:**

- організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації, дистанційне керування вібронебезпечним обладнанням);
- організаційно-режимні (забезпечення відповідного режиму праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт



*осіб молодших 18 років, тощо);*

*До лікувально-профілактичних заходів відносять:*

- *періодичні медичні огляди;*
- *лікувальні процедури (фізіологічні процедури, вітамінотерапія).*

*Найбільш важливим напрямком захисту від вібрації є застосування конструктивних методів зниження вібраційної активності машин та механізмів, наприклад, за рахунок зменшення діючих змінних сил у конструкції та зміні її параметрів (жорсткості, приведеної маси, сили тертя, використання демпферних пристроїв).*

Проаналізуємо рівняння, яке описує коливання машин для спрощеного випадку, коли має місце коливання системи з одним ступенем свободи при гармонійному законі діючої сили. Таке рівняння має наступний вид:

$$m(dv/dt) + \mu(dx/dt) + qx = F\sin(\omega t), \quad (2.46)$$

де  $m$  – маса системи, кг;

$q$  – жорсткість пружини, Н/м;

$x$  – коливальне зміщення пружини, м;

$\mu$  – коефіцієнт тертя, Нс/м;

$F_m$  – діюча сили, Н;

$\omega$  – кругова частота діючої сили, рад/с;

$dv/dt$  – поточне значення прискорення коливань, м/с<sup>2</sup>;

$dx/dt$  – поточне значення швидкості коливань, м/с.

Розв'язання цього рівняння відносно амплітуди швидкості ( $v_m$ ) коливання дає:

$$v_m = \frac{F_m}{\sqrt{\mu^2 + (m\omega - q/\omega)^2}} \quad (2.47)$$

де:  $v$  – амплітудне значення віброшвидкості, м/с.

Амплітуда коливання системи різко збільшується, коли у рівнянні 2.47 виконується умова резонансу  $m\omega = q/\omega$  або  $\omega_0 = \sqrt{q/m}$ . При цьому резонансна частота визначається як:  $\omega_0 = \sqrt{q/m}$ .

Аналіз рівняння 2.47 показує, що *основними методами боротьби з вібрацією машин є:*

- *зниження вібрації у джерелі виникнення за рахунок зменшення діючих змінних сил ( $F_m$ ) (наприклад, за рахунок врівноваження мас, заміни уда-*



*рних технологій на безударні, використання спеціальних видів зчеплення у приводах машин і т. ін.);*

➤ *відстроювання від резонансних режимів за рахунок раціонального вибору приведеної маси  $m$  (при  $\omega > \omega_0$ ) або жорсткості  $q$  (при  $\omega < \omega_0$ ) системи або зміна частоти збуджуючої сили ( $\omega$ );*

➤ *вібродемпфування – збільшення механічних втрат ( $\mu$ ) при коливаннях поблизу режимів резонансу, наприклад, за рахунок використання у конструкціях матеріалів з великим внутрішнім тертям: пластмас, сплавів марганцю та міді, нанесення на вібруючі поверхні шару пружно-в'язких матеріалів і т. ін.;*

➤ *динамічне гасіння – введення в коливальну систему додаткових мас та зміна її жорсткості, що дає змогу кріплення на вібруючому об'єкті, додаткової коливальної системи, яка рухається в „протифазі” з коливаннями самого об'єкту.*

Для зниження дії вібрації на обладнання та людину також широко використовують метод віброізоляції, який полягає у введенні в коливальну систему додаткового пружного зв'язку, який послаблює передавання вібрації об'єкту, що підлягає захисту. Для віброізоляції машин з вертикальною збуджуючою силою використовують віброізолюючі опори у вигляді пружин, пружних прокладок, наприклад гума, та їх комбінації (рис.2.39).

Як правило, основною частиною ізолятора (рис. 2.39, а) є пружина 3, що спирається на гумову прокладку 1. Пружина і прокладка розміщені у металевому стакані 2. Для запобігання ударам з дуже великою амплітудою коливань передбачені обмежувачі 4 і 5. Гумове кільце 4 запобігає також ударам металу об метал при бокових вібраціях. Опорна конструкція 7 використовується для кріплення віброізолятора до основи. Кріплення установки, що ізолюється, до ізолятора здійснюється за допомогою болта 6. Пружина 3 слугує для ізоляції від коливань низьких частот, а гумова прокладка 1 для ізоляції від коливань високих частот.

Досить простим за конструкцією є віброізолятор (рис.2.39,б), що представляє собою гумовий брусок 2, розміщений між металевими пластинами 1 та 3, які можуть бути приклеєні до цього бруска. Висоту  $H$  вибирають за величиною потрібного статичного стиску з урахуванням забезпечення стійкості та міцності гумового бруска 2, а розмір металевої пластини 1, визначають виходячи з допустимого на-



вантаження на один віброізолятор. При значному збільшенні розміру пластини 1 порівняно з висотою бруска Н, швидко зростає жорсткість віброізолятора і його робота стає малоефективною. З тієї ж причини малоефективні віброізолятори, які складаються з суцільних тонких гумових листів. Замість них краще використовувати гумові килимки з гофрованої гуми, що випускаються промисловістю.

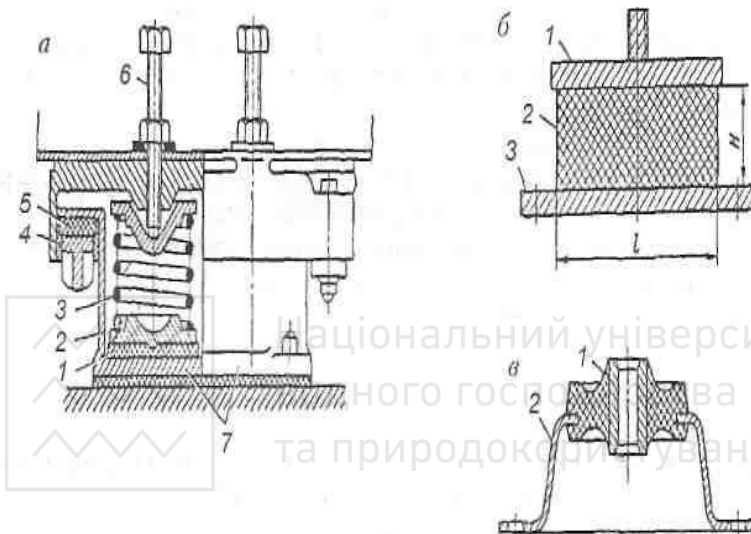


Рис. 2.39. Конструкції віброізоляторів для механічного устаткування

На рис. 2.39, в, зображено чашковий віброізолятор, який складається із гумової втулки 1, що закріплена на металевому держаку 2. Як правило, цей віброізолятор використовують у приладах.

Загалом гумові та гумово-металеві віброізолятори використовуються дуже широко і мають багато модифікацій. Перевагами гумових віброізоляторів є простота їх конструкції та невисока вартість, а недоліками – швидке старіння гуми, можливість її руйнування нафтопродуктами, низька ефективність при захисті від низькочастотних вібрацій.

У ряді випадків можуть застосовуватися також і пневматичні або гідравлічні віброізолятори.

**Ефективність віброізоляції залежить від відношення частоти збудження ( $f_z$ ) та власної частоти( $f_0$ ) коливань системи. Віб-**



*роізолятори можуть знижувати коефіцієнт передачі динамічних сил на об'єкт, що захищається, тільки за умови  $(f_z/f_0) > \sqrt{2}$ .*

*Коефіцієнт передачі (КП), який вказує на співвідношення сили діючої на об'єкт у разі існування гнучкого зв'язку (віброізолятора) і без нього, при гармонійних коливаннях визначається за формулою:*

$$КП = 1/[ (f_z/f_0)^2 - 1 ] \quad (2.48)$$

*Оптимальні умови для віброізоляції досягаються при  $КП=1/8...1/15$ .*

Віброізоляцію людини можна забезпечити, наприклад, за допомогою віброзахисних крісел, віброізоляційних кабін та платформ. Одна з конструкцій віброзахисного крісла показана на рис. 2.40.

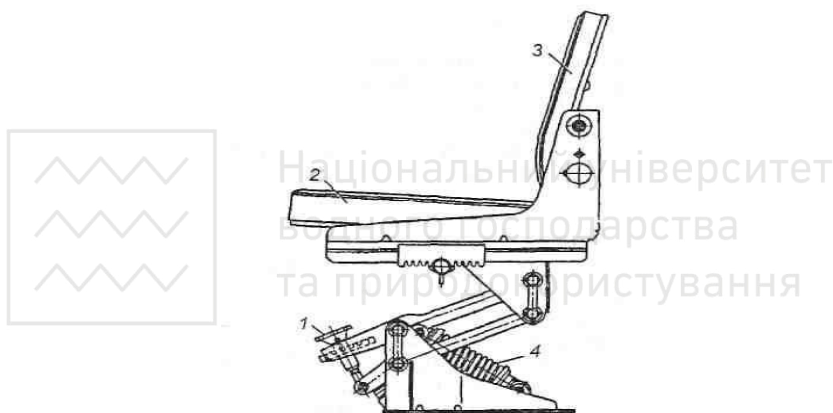


Рис. 2.40. Віброзахисне крісло машиніста

Для захисту від низькочастотних вібрацій використовують пружини 4, які забезпечують необхідну величину статичного стиснення та низьку власну резонансну частоту системи. Амортизатор 1 вносить тертя у коливальну систему і пом'якшує передачу поштовхів та ударів завдяки забезпеченню в ньому нелінійної залежності сили тертя від швидкості деформації. Для забезпечення комфорту та захисту людини від високочастотної вібрації застосовується м'яке сидіння 2 та спинка 3.

Ефективною додатковою мірою захисту, наприклад для трактористів, є віброізолятори, що встановлюються між кабіною та рамою, а також між органами керування та кабіною.

На рисунку 2.41 показана, як типовий випадок, віброізоляція

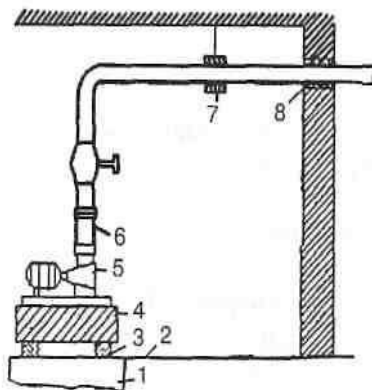


Рис. 2.41. Віброізоляція насосної установки

Насосний агрегат 5 монтують на залізобетонній плиті 4 товщиною 100-250 мм, яка збільшує масу установки, що, в свою чергу, призводить до зниження її власної резонансної частоти, а значить, і до зменшення рівня вібрації самого агрегату. Плиту 4 необхідно встановлювати на віброізолятори 3. Фундамент 1 не є обов'язковим – невеликі агрегати можна встановлювати прямо на підлогу або перекриття 2. Гнучкі вставки 6 використовуються для зменшення передачі вібрацій по комунікаціях (у даному випадку трубопроводах), а також для роз'єднання в силовому відношенні насосної установки та приєднаних до неї трубопроводів. Гнучкі вставки є обов'язковою складовою частиною віброізоляції установки будь-якого розміру. В місцях проходів трубопроводів через конструкції (огороження) будинків необхідно передбачати їх додаткову віброізоляцію 8 від цих конструкцій. Також слід передбачати додаткову віброізоляцію трубопроводів від підвісок на стелі за допомогою пружних прокладок 7.

**У випадках, коли технічними засобами не вдається зменшити рівень вібрації до норми, передбачають забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.** Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) можуть застосовуватися як для всього тіла людини, так і окремо для ніг та рук. У якості таких засобів використовують віброізолюючі рукавиці і віброізолююче взуття, які мають пружні прокладки, що захищають працівника від впливу височастотної місцевої вібрації. Ефективність таких рукавиць та взуття не дуже



висока, тому що товщина вказаних прокладок не може бути дуже великою. Через це вони не дають помітного зменшення вібрацій на низьких частотах, а на високих (більш 100 Гц) їх ефективність зменшується за рахунок хвильових властивостей тканин людського тіла. Засоби індивідуального захисту від шкідливого впливу загальної та локальної вібрації (взуття, рукавиці і т. ін.) повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.024-76. «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная» та ГОСТ 12.4.002-74 «ССБТ Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования». Для зниження впливу локальної вібрації, що діє під час роботи з перфораторами та відбійними молотками використовують спеціальні пристрої до органів керування. Це можуть бути пристрої з елементами пружності, які згинаються, стискаються або скручуються, або пристрої з телескопічними або шарнірними елементами.

## **2.6. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів електромагнітних полів у виробничому середовищі, нормування та заходи і засоби захисту**

### **2.6.1 Основні поняття та характеристики електромагнітного поля**

**Електромагнітні поля (ЕМП) – це особлива форма організації матерії.** Як відомо, нашу планету вже мільярди років пронизують потоки електромагнітних випромінювань – космічного, навколоземного та земного походження. Довжини хвиль електромагнітного спектру цих випромінювань лежать в діапазоні від десятих часток міліметра до тисяч кілометрів, при цьому кожна з ділянок цього надзвичайно широкого спектра зіграла свою неповторну роль в розвитку біосфери Землі.

Коротко зупинимося на характеристиці **основних складових частин електромагнітної частини біосфери Землі (природного та штучного електромагнітного фону).**

**Електричне поле Землі.** Електричне поле Землі спрямовано нормально до земної поверхні (зарядженої від'ємно відносно верхніх шарів атмосфери). Напруженість електричного поля у поверхні землі  $E_{\text{зем}} \approx 130 \text{ В/м}$  і зменшується з висотою за експоненціальним законом (на висоті 9 км  $E_{\text{зем}} \approx 5 \text{ В/м}$ ). Зміни  $E_{\text{зем}}$  на



протязі року схожі за характером на всій земній кулі: величини  $E_{\text{зем}}$  досягають максимуму в січні – лютому (до 150...250 В/м) і мінімуму в червні – липні (100...120 В/м). Добові зміни електричного поля атмосфери пов'язані як з сумарною, так і з місцевою грозовою активністю на земній кулі.

**Магнітне поле Землі.** Напруженість магнітного поля Землі характеризують двома складовими. Горизонтальна складова максимальна біля екватора (20...30 А/м) і зменшується в напрямі полюсів (до одиниць А/м). Вертикальна складова біля полюсів складає 50...60 А/м, зменшуючись у напрямі екватора до мізерної величини. На земній кулі існують окремі області, де величина вертикальної складової набагато вище (позитивні аномалії) або нижче (негативні аномалії) середнього значення.

**ЕМП атмосфериків.** Частотний спектр атмосфериків сягає від сотень герц до десятків мегагерц. Максимум інтенсивності їх знаходиться поблизу 10 кГц і зменшується з частотою. Інтенсивність грозової діяльності завжди і скрізь мінімальна в ранкові часи і підвищується ближче до ночі. Під час спалахів на Сонці активність атмосфериків значно посилюється.

**Радіовипромінювання Сонця і галактик.** Спектр радіовипромінювання Сонця і галактик займає область приблизно від 10 МГц до 10 ГГц. У спокійному стані інтенсивність сонячного випромінювання знаходиться в межах від  $10^{-10}$  до  $10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup>·МГц. Під час спалахів випромінювання посилюється у декілька десятків разів. Спектр і інтенсивність радіовипромінювання галактик близькі до спектру та інтенсивності спокійного Сонця.

Розглянуті вище складові частини ЕМП біосфери утворюють так званий природний електромагнітний фон Землі.

**ЕМП штучних джерел.** До найбільш потужних штучних джерел ЕМП радіочастотного діапазону, в першу чергу, відносяться телевізійні станції та станції радіомовлення, системи космічного та стільникового зв'язку, радіолокаційні та радіорелейні станції, і т. ін. Інтенсивність радіовипромінювання таких штучних джерел знаходиться у безпосередній залежності від потужності генераторів, частки енергії переданої на випромінювання, а також від коефіцієнта спрямованої дії випромінювачів і відстані до випромінювачів. Інтенсивність антенних полів може змінюватися (в залежності від перерахованих чинників) від долей мікроватт до



декількох ват на квадратний сантиметр, від сотень мікровольт до сотень вольт на метр. На інтенсивність радіовипромінювання штучних джерел мають також вплив і так звані „паразитні” випромінювання апаратури, які визначаються якістю їх екранування.

Характерною рисою цього виду радіовипромінювання, на відміну від природного, є висока когерентність – частотна і фазова стабільність, що означає також високу концентрацію енергії в дуже вузьких областях спектру (наприклад, десятки герців для телеграфної, одиниці кілогерц для радіотелефонної, одиниці мегагерц для радіолокаційної апаратури і т.д.).

Джерелами електростатичного поля та постійного магнітного поля є різноманітне виробниче та технологічне обладнання, в тому числі електромережі та електродвигуни постійного струму, магнітні пристрої та матеріали, відео-термінали електронно-обчислювальних машин на електронно-променевих трубках і т. ін.

Джерелами електромагнітних полів промислової частоти є будь-яке електрообладнання та лінії електропередач, особливо високовольтні ЛЕП.

Класифікація електромагнітних випромінювань по частотах приведена в табл.2.18.

**Основні характеристики ЕМП і середовища його розповсюдження.**

**Напруженість електричного поля (E).** Одиницею вимірювання напруженості електричного поля (точніше, абсолютного значення вектора E) є вольт на метр [В/м].

**Напруженість магнітного поля (H).** Одиницею вимірювання напруженості магнітного поля (точніше, абсолютного значення вектора H) є ампер на метр [А/м].

**Вектор Умова-Пойтінга ( $\vec{P}$ ):**

$$\vec{P} = \frac{1}{2} [\vec{E} \times \vec{H}] \quad (2.49)$$

**Вектор Умова-Пойтінга характеризує величину та напрямок енергії, яку переносить електромагнітна хвиля.** Вектори  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$  і  $\vec{P}$  утворюють праву трійку векторів (рис.2.42).



Таблиця 2.18

Класифікація електромагнітних випромінювань по частотах

| Найменування частотного діапазону    | Границі частотного діапазону | Границі хвильового діапазону |
|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Статичні електричні та магнітні поля | 0 Гц                         | –                            |
| Інфранизькі, ІНЧ                     | 0,3-3 Гц                     | 1000 – 100 Мм                |
| Крайньонизькі, КНЧ                   | 3 - 30 Гц                    | 100 – 10 Мм                  |
| Наднизькі, ННЧ                       | 30 - 300 Гц                  | 10 – 1 Мм                    |
| Звукові, ЗЧ                          | 0,3 - 3 кГц                  | 1000 – 100 км                |
| Дуже низькі, ДНЧ                     | 3-30 кГц                     | 100 – 10 км                  |
| Низькі частоти, НЧ                   | 30 - 300 кГц                 | 10 – 1 км                    |
| Середні, СЧ                          | 0,3 - 3 МГц                  | 1 – 0,1 км                   |
| Високі частоти, ВЧ                   | 3 - 30 МГц                   | 100 – 10 м                   |
| Дуже високі, ДВЧ                     | 30 - 300 МГц                 | 10 – 1 м                     |
| Ультрависокі, УВЧ                    | 0,3-3 ГГц                    | 1 - 0,1 м                    |
| Надвисокі, НВЧ                       | 3 - 30 ГГц                   | 10 – 1 см                    |
| Надзвичайно високі, НЗВЧ             | 30 - 300 ГГц                 | 10 – 1 мм                    |
| Гіпервисокі, ГВЧ                     | 300 - 3000 ГГц               | 1 – 0,1 мм                   |

Напрямок ЕМП в просторі визначається орієнтацією векторів  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$  і  $\vec{P}$ . Так як ці три вектора пов'язані між собою співвідношенням (2.49), то для завдання поля у просторі достатньо вказати напрямок двох векторів, за котрі приймають вектори  $\vec{E}$  і  $\vec{P}$ . Площину, що проходить через вектори  $\vec{E}$  і  $\vec{P}$ , називають площиною поляризації. Відповідно розрізняють вертикально поляризовану і горизонтально поляризовану хвилю, а коли вектор  $\vec{E}$  утворює з вертикаллю деякий кут  $0 < \alpha < 90^\circ$ , – лінійно- або плоскополяризова-





ну хвилю. Якщо ж хвиля утворена суперпозицією двох плоскополяризованих хвиль, площини поляризації яких утворюють кут, що дорівнює  $90^\circ$ , і ці хвилі мають часовий зсув фаз, що дорівнює  $90^\circ$ , то в такій хвилі вектор  $\vec{E}$  буде обертатися навколо вектора  $\vec{P}$  і окреслюватиме своїм кінцем при рівних амплітудах складових хвиль коло, при нерівних – еліпс. У цих випадках кажуть, відповідно, про кругову та еліптичну поляризації. Якщо, дивлячись на зустріч хвилі, обертання вектора  $\vec{E}$  відбувається за годинниковою стрілкою, то поляризацію вважають правою (рис. 2.42 б), якщо проти – лівою.

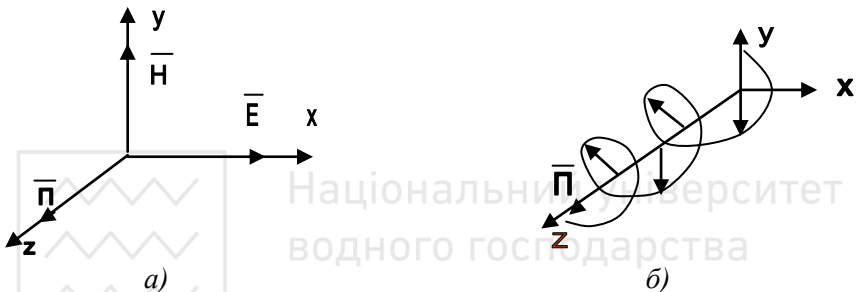


Рис. 2.42. Просторове зображення векторів ЕМП: а - взаємна орієнтація векторів  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$  і  $\vec{P}$ ; б - електромагнітна хвиля з правою електричною поляризацією

Надалі буде розглядатись скалярна величина – **потік вектора Умова-Пойтінга**, що проходить через одиницю поверхні, перпендикулярної вектору  $\vec{P}$ , в одиницю часу, яку будемо називати густина потоку енергії (ГПЕ). ГПЕ вимірюється у ватах на метр квадратний  $[\text{Вт}/\text{м}^2]$ . Основними похідними одиницями є:  $[\text{мВт}/\text{см}^2]$ ,  $[\text{мкВт}/\text{см}^2]$ .

**Комплексна діелектрична проникність :**

$$\dot{\varepsilon} = \varepsilon' - j\varepsilon'' = \varepsilon' - j\frac{\sigma}{\omega} = |\dot{\varepsilon}|e^{-j\Delta}, \quad (2.50)$$

де:  $j$  – це уявна частина комплексного числа.

$\varepsilon' = |\dot{\varepsilon}| \cos \Delta$  – **дійсна частина комплексної діелектричної проникності**, що характеризує діелектричні властивості середовища;



$\varepsilon'' = |\varepsilon| \sin \Delta = i\sigma / \omega$  – коефіцієнт при уявній частині комплексної діелектричної проникності, який пропорційний втратам енергії поля за рахунок наявності струмів провідності і називається коефіцієнтом електричних втрат в середовищі;

$\sigma$  – питома провідність середовища,  $[\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$ ;  $[\text{См/м}]$ ;

$\omega = 2\pi f$  – кругова частота,  $[\text{рад/с}]$ ;

$f$  – циклічна частота,  $[\text{Гц}]$ ;

$\Delta$  – кут електричних втрат.

**Тангенс кута електричних втрат:**

$$\text{tg} \Delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \frac{\sigma}{\omega \cdot \varepsilon} \quad (2.51)$$

**Тангенс кута електричних втрат, що дорівнює відношенню амплітуд щільності струму провідності і щільності струму зміщення, є мірою оцінки властивостей середовища при даній частоті.** На різниці значень  $\text{tg} \Delta$  базується розподіл середовищ на діелектрики і провідники: якщо  $\text{tg} \Delta \ll 1$  середовище вважається діелектриком, і в ньому мають перевагу струми зміщення; якщо  $\text{tg} \Delta \gg 1$  – провідником і в ньому має перевагу струм провідності; якщо  $\text{tg} \Delta \approx 1$  – напівпровідником і тоді струми зміщення і провідності порівнянні між собою. З точки зору електродинаміки розподіл середовищ на провідники та діелектрики в значній мірі є відносним, оскільки питання про належність до одного з цих класів вирішується в залежності від частоти поля. В тому величезному діапазоні частот, якими користується сучасна радіотехніка, властивості середовищ змінюються досить помітно. Наприклад, морська вода і вологий ґрунт, котрі на низьких частотах є провідниками, на надвисоких частотах стають чітко виявленими діелектриками. Окрім того, не можна вважати незалежними від частоти також і такі характеристики середовища як  $\varepsilon$  і  $\sigma$ . Однак до межі дуже високих частот, поки коливання часток матерії ще далекі від своїх резонансів,  $\varepsilon$  і  $\sigma$  можуть вважатися практично частотно незалежними.

**Комплексна магнітна проникність:**

$$\dot{\mu} = \mu' - j\mu'' = |\dot{\mu}| e^{-j\alpha} = \begin{cases} \mu' = |\dot{\mu}| \cos \alpha \\ \mu'' = |\dot{\mu}| \sin \alpha \end{cases} \quad (2.52)$$

де:  $\mu'$  – дійсна частина комплексної магнітної проникності, що характеризує магнітні властивості середовища;



$\mu''$  – коефіцієнт при уявній частині комплексної магнітної проникності, що пропорційний втратам енергії поля в середовищі на перемагнічування і який називають коефіцієнтом магнітних втрат в середовищі;

$\alpha$  – кут магнітних втрат.

По аналогії з  $tg\Delta$  розглядається  $tg\alpha = \mu' / \mu''$  - тангенс кута магнітних втрат в середовищі.

**Комплексне хвильове число (комплексна постійна розповсюдження поля в даному середовищі):**

$$\kappa = \omega \sqrt{\hat{\epsilon} \hat{\mu}} = \omega \sqrt{(\epsilon' - j\epsilon'')(\mu' - j\mu'')} = \kappa' - j\kappa'' \quad (2.53)$$

де:  $\kappa'$  і  $\kappa''$  – дійсні функції від  $\epsilon'$ ,  $\epsilon''$ ,  $\mu'$  і  $\mu''$ ;

$\kappa'$  – дійсна частина комплексного хвильового числа:

$$\kappa' = \omega / \mathcal{G} = 2\pi / \lambda, \quad (2.54)$$

$\mathcal{G}$  – швидкість розповсюдження поля в середовищі, фазова швидкість [м/с]:

$$\mathcal{G} = \frac{1}{\operatorname{Re} \sqrt{\hat{\epsilon} \cdot \hat{\mu}}}, \quad (2.55)$$

$\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі, [м]:

$$\lambda = \mathcal{G} / f = \mathcal{G} \cdot T, \quad (2.56)$$

$\kappa''$  – коефіцієнт при уявній частині комплексного хвильового числа, що називається коефіцієнтом поглинання енергії поля в середовищі (з урахуванням електричних та магнітних втрат) або коефіцієнтом затухання.

Якщо хвиля розповсюджується в діелектрику ( $tg\Delta \ll 1$ )

$$\kappa' \cong \omega \sqrt{\mu' \epsilon'} \quad , \quad \kappa'' \cong \frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu'}{\epsilon'}} \quad (2.57)$$

Оскільки величина  $\kappa''$  є коефіцієнтом згасання (поглинання), то відношення

$$\frac{Em(z)}{Em(z+l)} = e^{\kappa'' l} \quad (2.58)$$

показує, у скільки разів зменшилась амплітуда хвилі на відстані  $l$ . Де:

$Z$  – точка простору, що досліджується;

$L$  – відстань, м.



$E_m$  – напруженість електричного поля, (В/м).

Під згасанням  $L_3$  по напруженості розуміють величину, що знаходиться як натуральний логарифм або двадцять десяткових логарифмів цього відношення. В першому випадку вона вимірюється в неперах [ Нп ], а в другому – в децибелах [ дБ ] :

$$L_3 = \ln e^{\kappa'' l} = \kappa'' l \text{ [Неп]}, \quad L_3 = 20 \lg e^{\kappa'' l} = \kappa'' l 20 \lg e \text{ [дБ]} \quad (2.59)$$

Число  $20 \lg e \approx 8,69$  дає співвідношення між двома одиницями виміру.

У вакуумі фазова швидкість

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \approx 2,998 \cdot 10^8 \quad \text{м/с}$$

тобто дорівнює швидкості світла.

Тут:  $\varepsilon_0 \cong (1/36 \cdot \pi) \cdot 10^{-9}$  фарад на метр, [Ф/м] – електрична стала, що означає діелектричну проникність вакууму;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  генрі на метр, [Гн/м] – магнітна стала, що має зміст магнітної проникності вакууму.

В середовищі з відносними проникностями  $\varepsilon_r = \varepsilon / \varepsilon_0$  і  $\mu_r = \mu / \mu_0$  фазова швидкість виявляється в  $\sqrt{\varepsilon_r \cdot \mu_r}$  разів менша.

**Комплексний хвильовий опір середовища  $\dot{W}$  :**

$$\dot{W} = \frac{\dot{E}m}{\dot{H}m} = \sqrt{\frac{\dot{\mu}}{\dot{\varepsilon}}} = \sqrt{\frac{\mu' - j\mu''}{\varepsilon' - j\varepsilon''}} = \sqrt{\frac{|\mu|}{|\varepsilon|}} \cdot e^{j\varphi_W} \quad (2.60)$$

В середовищах без втрат ( $\varepsilon''=0$ ,  $\mu''=0$ ,  $\dot{\varepsilon}=\varepsilon'=\varepsilon$ ,  $\dot{\mu}=\mu'=\mu$ ) хвильовий опір

$$W = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \quad (2.61)$$

дійсний, з чого витікає, що електричне і магнітне поля коливаються у фазі.

В поглинаючих середовищах  $\varepsilon'' \neq 0$ ,  $\mu'' \neq 0$ . В цьому разі, як витікає з (2.60), хвильовий опір комплексний, і вектори  $E$  і  $H$  зсунуті між собою по фазі на кут  $\varphi$ .

**Для вакууму**



$$W = W_0 = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 120\pi \quad [\text{Ом}] \quad (2.62)$$

## 2.6.2. Методи розрахунків інтенсивності електромагнітних полів на робочих місцях

*Інтенсивність ЕМП у довільній точці спостереження залежить від цілого ряду чинників: від параметрів випромінювача (потужності випромінювання, довжини хвилі, відстані, діаграми спрямованості випромінювача), від ступеня впливу середовища поширення ЕМП, а також від розподілу поля поблизу точки спостереження, тобто від місцевих предметів.* Зручніше усього розділити ці чинники на дві групи: перша – залежить від параметрів випромінювача і визначає інтенсивність ЕМП у точці вільного простору, що співпадає геометрично з точкою спостереження; друга – від умов поширення на трасі і розподілу поблизу землі, вона враховується за допомогою поправочних коефіцієнтів до інтенсивності ЕМП у вільному просторі.

*Такі методи розрахунку рівня ЕМП, як апертурний та струмовий, дозволяють з достатньою точністю оцінити його рівень на робочих місцях, якщо точно задані вихідні дані.* Проте створити на їхній основі прості інженерні методики практично неможливо через наступні недоліки цих методів:

- значної кількості вихідних даних, необхідних для розрахунку;
- складністю математичного апарата;
- високі вимоги, щодо точності заданих вихідних даних.

*На практиці більше використовуються спрощені методи розрахунку, що дозволяють приблизно розраховувати інтенсивність ЕМП на робочих місцях.*

*Методика розрахунку інтенсивності опромінювання залежить від типу випромінювача та від того, в якій зоні випромінювача (ближній, проміжній, дальній) знаходиться робоче місце.*

*Спочатку визначають межі зон випромінювача.*

*Для ізотропних випромінювачів:* ближня зона (зона індукції) випромінювача знаходиться від нього на відстані



$$r_{\text{б.з.}} \leq \frac{\lambda}{2\pi};$$

дальня зона знаходиться від випромінювача на відстані

$$r_{\text{д.з.}} \geq \frac{\lambda}{\pi} \text{ (на практиці приймається } r_{\text{д.з.}} \geq \lambda \text{)}.$$

**Для параболічних та круглих спрямованих випромінюючих антен**

$$r_{\text{б.з.}} \leq \frac{D^2}{4\lambda}; \quad r_{\text{д.з.}} \geq \frac{D^2}{\lambda},$$

де:  $D$  - максимальний розмір (діаметр) розкриву антени.

**Для інших типів спрямованих випромінюючих антен**

$$r_{\text{б.з.}} \leq \frac{L_1 L_2}{4\lambda}; \quad r_{\text{д.з.}} \geq \frac{L_1 L_2}{\lambda},$$

де:  $L_1$  і  $L_2$  - максимальні розміри розкриву антени.

Далі визначають, в якій зоні знаходиться робоче місце, і для даної зони розраховується напруженість електричного ( $E$ , В/м) та магнітного ( $H$ , А/м) полів або густина потоку енергії (ГПЕ, Вт/м<sup>2</sup>) в залежності від частотного діапазону роботи випромінювача.

**Якщо визначається інтенсивність ЕМП у діапазоні  $f < 300$  МГц ( $\lambda > 1$  м), у якому нормуються напруженості  $E$  і  $H$ , то без урахування спотворення поля поблизу розрахункової точки від сторонніх предметів:**

**- напруженості  $E$  і  $H$  для ближньої зони лінійного ізотропного випромінювача** можуть бути визначені за формулами

$$E_{\text{бл}} = I^* / (2\pi \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot r^3); \quad (2.63)$$

$$H_{\text{бл}} = I^* l / (4\pi r^2); \quad (2.64)$$

де:  $I$  – сила струму в провіднику (антені), А;

$l$  – довжина провідника (антени), м;

$\omega$  – кругова частота поля, ( $\omega = 2\pi f$ );

$\varepsilon$  – діелектрична проникність середовища, Ф/м;

$r$  – відстань від джерела випромінювання до робочого місця, м;

**- напруженості  $E$  і  $H$  для дальньої зони ізотропного або спрямованого випромінювача** можуть бути визначені за формулами

$$E_0 = \sqrt{30PG} / r \quad (2.65)$$



$$H_0 = \sqrt{PG/30}/(4\pi r) \quad (2.66)$$

де:  $P$  – потужність випромінювання; Вт;

$G$  – коефіцієнт підсилення антени (для ізотропного випромінювача  $G=1$ );

$r$  – відстань від джерела випромінювання до робочого місця, м.

**Якщо визначається інтенсивність ЕМП у діапазоні  $f > 300$  МГц ( $\lambda > 1$  м), у якій нормується ГПЕ, то для ізотропних та направлених випромінювачів, без урахування спотворення поля поблизу розрахункової точки від сторонніх предметів і впливу землі, можуть бути використані наступні формули:**

**для ближньої зони - (спрямований випромінювач)**

$$ГПЕ_{бл} = 3P_{сер}/S; \quad (2.67)$$

**для зони Френеля (проміжної зони) – (спрямований випромінювач)**

$$ГПЕ_{пр} = 3P_{сер}/S(r_{0r}/r^2); \quad (2.68)$$

**для дальньої зони - (спрямований або ізотропний випромінювач)**

$$ГПЕ_0 = P_{сер} G / (4\pi r^2 L_{\kappa}); \quad (2.69)$$

де:  $P_{сер}$  – середня потужність випромінювання, Вт;

$G$  – коефіцієнт підсилення антени (для ізотропного випромінювача  $G=1$ );

$$P_{сер} = P_{имп} \tau / T;$$

$P_{имп}$  – потужність випромінювання в імпульсі, Вт;

$T$  – тривалість імпульса с;

$T$  – період повторення імпульсів, с;

$S$  – площа випромінювання антени, м<sup>2</sup>;

$R$  – відстань від джерела випромінювання до робочого місця, м;

$\sigma$  – коефіцієнт підсилення антени ( для ізотропних випромінювачів  $\sigma=1$ );

$L_{\kappa}$  – затухання (послаблення) ЕМП на шляху його розповсюдження.

Реальне середовище, у котрому можливо опромінення людей ЕМП, завжди відмінно від вільного повітряного простору і в першу чергу тим, що на деяких кінцевих відстанях від випромінюючої антени знаходяться: земля, виробничі будинки, різноманітне устаткування, прилади і самі люди. Всі вони мають електродинамічні властивості, що відмінні від властивостей повітряного середовища, і таким чином суттєво впливають на





поширення електромагнітних хвиль у цьому середовищі, відбиваючи, преломляючи і поглинаючи їх.

Для того щоб врахувати вплив землі на поширення електромагнітних хвиль над нею, у формулу (2.69), у відповідності з теорією розповсюдження електромагнітних хвиль, вводиться коефіцієнт  $F$ , що враховує зміну поля в точці прийому за рахунок складання прямого та відбитого електромагнітного поля:

$$ГПЕ = \frac{P \cdot G}{4\pi r^2 L} \cdot F^2. \quad (2.70)$$

Коефіцієнт  $F$  у загальному випадку є складною періодичною функцією багатьох змінних і використовувати його для інженерних розрахунків у загальному виді досить важко. Проте для найбільш поширених на практиці окремих випадків, у разі виконання відповідних умов, формула для знаходження коефіцієнта  $F$  значно спрощується.

I. При дифузійному відбитті від негладкої поверхні землі (при великій висоті нерівностей, зокрема трав'яного покриву), відбиття безпосередньо в напрямку на точку спостереження, особливо при вертикальній поляризації хвилі, невелике і умови поширення наближаються до умов у вільному просторі ( $F=1$ ). В цьому разі можна користуватися формулою (2.69).

II. При відбитті від гладкої, рівної поверхні землі, коли виконується критерій Релея  $h < \frac{\lambda}{8 \cdot \sin \gamma}$  – висота нерівностей поверхні землі,  $\gamma$  – кут між падаючим променем і поверхнею землі, існують 4 різні формули для визначення ГПЕ з урахуванням впливу землі:

1) для великих  $\gamma$  і  $r \leq \frac{4h_a h_c}{\lambda}$  (де  $h_a$  – висота антени над поверхнею землі,  $h_c$  – висота розрахункової точки спостереження,  $\lambda$  – довжина хвилі,  $r$  – відстань) у точках максимумів функції  $F$ :

$$ГПЕ_0 = \frac{P \cdot G}{4\pi \cdot r^2} (1 + R)^2, \quad (2.71)$$

де:  $R=f(\sigma; \varepsilon')$  – коефіцієнт відбиття радіохвиль від землі;

2) для  $\gamma \leq 3^\circ$  і  $r \leq \frac{4h_a h_c}{\lambda}$  в точках максимумів функції  $F$



$$ГПЕ_{\partial} = \frac{P \cdot G}{\pi \cdot r^2}; \quad (2.72)$$

3) для малих  $\gamma$  і  $\frac{4h_a h_c}{\lambda} \leq r \leq \frac{18h_a h_c}{\lambda}$

$$ГПЕ_{\partial} = \frac{P \cdot G}{\pi \cdot r^2} \sin^2 \left( \frac{2\pi h_a h_c}{\lambda r} \right)^2; \quad (2.73)$$

4) для малих  $\gamma$  і  $r \geq \frac{18h_a h_c}{\lambda}$

$$ГПЕ_{\partial} = \pi P \cdot G \left( \frac{2h_a h_c}{\lambda r^2} \right)^2. \quad (2.74)$$

**Приведені вище формули дозволяють робити розрахунок інтенсивності ЕМП у заданій точці вільного простору з урахуванням впливу землі з задовільною точністю.**

Спроби розрахунку інтенсивності ЕМП з урахуванням впливу довільно розташованих поблизу розрахункової точки сторонніх предметів (радіоконтрастних середовищ), а також розрахунку інтенсивності ЕМП з урахуванням паразитного випромінювання поки що не призвели до задовільних результатів.

**Найкращим методом оцінки інтенсивності ЕМП в цих випадках все ще залишається метод вимірювання.**

### 2.6.3. Дія електромагнітних полів на людину

Варіанти впливу ЕМП на біоекосистеми, включаючи людину, дуже різноманітні. Наприклад, це може бути безперервне і переривчасте опромінення ЕМП, загальне і місцеве, комбіноване від декількох джерел та взаємодіюче з іншими несприятливими факторами виробничого середовища і т. ін.

**Механізми взаємодії ЕМП із живими організмами теж дуже різноманітні і протікають вони на всіх рівнях: молекулярному, клітинному, організменному і популяційному. При цьому розрізняють термічну (теплову) дію та морфологічні й функціональні зміни.**

Внутрішньоклітинне і міжклітинне середовище мають питомий електричний опір рівний 100-300 Ом·см та відносну діелектричну проникність  $\varepsilon_{\text{відн}} \approx 80$ . Оболонки (мембрани) клітин мають питомий

поверхневий опір до  $1 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$ , їх питома поверхнева ємність  $0,1\text{--}3 \text{ мкф/см}^2$ . Якщо таку тканину помістити в постійне електричне поле, то вона в тій чи іншій мірі поляризується, при цьому заряджені частки – іони, які завжди є наявні в рідких середовищах тканин, внаслідок електролітичної дисоціації молекул будуть переміщатися уздовж силових ліній поля в сторони полюсів, які мають протилежні по відношенню до них заряди. Що стосується діпольних молекул, то вони теж приймуть відповідну орієнтацію. У змінних ЕМП електричні властивості живих тканин в основному залежать від частоти цих полів, причому зі зростанням частоти вони все більш втрачають властивості діелектриків і отримують властивості провідників. Необхідно відзначити що така зміна властивостей відбувається досить нерівномірно, що особливо помітно на прикладі залежності провідності м'язової тканини людини від частоти, яка представлена на рис.2.43.

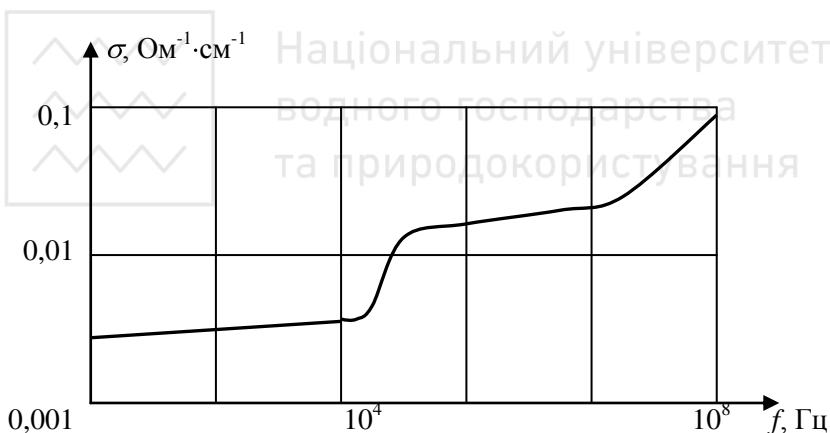


Рис. 2.43. Залежність провідності м'язової тканини від частоти

**Існування втрат енергії ЕМП на струми провідності та зміщення в тканинах організму людини при її опроміненні ЕМП призводить до виділення тепла.** Кількість тепла, що виділяється в одиницю часу в тілі людини із середньою питомою провідністю  $\sigma_{\text{ср}} (\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1})$ , при впливі на неї роздільно електричної і магнітної складових ЕМП на частоті  $f$  (Гц), визначається наступними залежностями:



$$\left. \begin{aligned} Q_E &= 8,4 \cdot 10^{-20} \cdot \sigma^{-1} \cdot f^2 \cdot E^2 \\ Q_H &= 8,4 \cdot 10^{-16} \cdot \sigma^{-1} \cdot f^2 \cdot H^2 \end{aligned} \right\} (\text{Дж/хвил}) \quad (2.75)$$

**Наявність відбиття на межі "повітря-тканина" призводить до зменшення теплового ефекту на всіх частотах приблизно однаково.** Значення коефіцієнта відбиття  $\rho$  на межах поділу між деякими тканинами приведені в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19

Значення коефіцієнта відбиття  $\rho$  на межах поділу  
між деякими тканинами

| Межа поділу     | Частота, МГц |       |       |       |      |       |       |
|-----------------|--------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|                 | 100          | 200   | 700   | 1000  | 3000 | 10000 | 24500 |
| Повітря – шкіра | 0,758        | 0,684 | 0,623 | 0,57  | 0,55 | 0,53  | 0,47  |
| Шкіра – жир     | 0,34         | 0,227 | -     | 0,231 | 0,19 | 0,23  | 0,22  |
| Жир – м'язи     | 0,355        | 0,351 | 0,3   | 0,26  | -    | -     | -     |

З урахуванням  $\rho$  поглинута енергія дорівнюватиме

$$E_{\text{пог}} = E_0(1 - \rho), \quad (2.76)$$

де:  $E_0 = ГПЕ \cdot S_{\text{ефф}}$  – падаюча на тіло людини енергія ЕМП;

$S_{\text{ефф}}$  - ефективна поверхня тіла людини, м<sup>2</sup>;

ГПЕ – густина потоку енергії, Вт/м<sup>2</sup>.

**Глибина проникнення ЕМП у глиб тканин залежить від резистивних і діелектричних властивостей тканин та від частоти (таблиця 2.20).**

Існування між різноманітними тканинами організму областей із меншою діелектричною проникністю (радіоконтрастні області) призводить до виникнення резонансів (стоячих хвиль великої амплітуди) і, у кінцевому рахунку, до локальних нагрівань (мікронагрівів).

При експериментальних опроміненнях ЕМП помічався як негативний, так і позитивний градієнт зміни температури від поверхні у середину тіла людини. Якщо при цьому механізм терморегуляції тіла не спроможний шляхом розсіювання надлишкового тепла попереджати перегрівання тіла, то виникає так званий тепловий ефект впливу ЕМП. Відомо, що **перегрівання тіла**



**негативно відбивається на функціональному стані організму людини, і підвищення його температури на 1°C і вище неприпустимо.** У таблиці 2.21 приведені мінімальні граничні інтенсивності ЕМП різних частот, що викликають тепловий ефект.

Таблиця 2.20

Глибина проникнення ЕМП у різні тканини в долях довжин хвиль

| Тканина        | Довжина хвилі $\lambda$ , см |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 300                          | 150   | 75    | 30    | 10    | 3     | 1,25  | 0,86  |
| Головний мозок | 0,012                        | 0,028 | 0,028 | 0,064 | 0,048 | 0,053 | 0,059 | 0,043 |
| Кришталік ока  | 0,026                        | 0,03  | 0,056 | 0,098 | 0,05  | 0,057 | 0,055 | 0,043 |
| Скловидне тіло | 0,007                        | 0,011 | 0,019 | 0,042 | 0,054 | 0,063 | 0,036 | 0,036 |
| Жир            | 0,068                        | 0,083 | 0,12  | 0,21  | 0,24  | 0,37  | 0,27  | -     |
| М'язи          | 0,011                        | 0,015 | 0,025 | 0,05  | -     | 0,1   | -     | -     |
| Шкіра          | 0,012                        | 0,018 | 0,029 | 0,056 | 0,066 | 0,063 | 0,058 | -     |

**Через знижений відвід тепла від деяких органів, наприклад очі та тканини сім'яників, ці органи тіла є найбільш уразливими для опромінення ЕМП.**

**Крім найпростіших фізико-хімічних механізмів впливу ЕМП не менший вплив на організм людини у цілому мають ефекти, що засновані на біофізичних і фізіологічних механізмах дії ЕМП, що сумарно виявляються в так званих специфічних або інформаційних ефектах. Це – кумуляційний, стимуляційний, сенсibilізаційний і дезадаптаційний ефекти.**

**Кумуляція** – накопичення сумарного ефекту при впливі



тривалого або переривчастого опромінення ЕМП.

Таблиця 2.21

Мінімальні граничні інтенсивності ЕМП, що викликають тепловий ефект у тканинах живих організмів

| Частота (довжина хвилі)          | Гранична інтенсивність                 |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| 500 кГц                          | 160 А/м, 8000 В/м, 17                  |
| 14,83 МГц                        | Вт/см <sup>2</sup>                     |
| 69,7 МГц                         | 2500 В/м, 1,7 Вт/см <sup>2</sup>       |
| 300-3000 МГц (дециметрові хвилі) | 200 В/м, 11 мВт/см <sup>2</sup>        |
| 3 ГГц (10-сантиметрові хвилі)    | 40 мВт/см <sup>2</sup> , 380 В/м       |
| 10 ГГц (3-сантиметрові хвилі)    | 10 мВт/см <sup>2</sup> , 190 В/м       |
| 30-300 ГГц (міліметрові хвилі)   | 5-10 мВт/см <sup>2</sup> , 135-190 В/м |
|                                  | 7 мВт/см <sup>2</sup> , 170 В/м        |

**Сенсибілізація** полягає у підвищенні чутливості організму щодо опромінення його ЕМП після попереднього слабкого опромінення.

**Стимуляція** – поліпшення під впливом ЕМП загального стану організму або чутливості окремих його органів. Наприклад, при нетеплових інтенсивностях може спостерігатися стимулююча дія мікрохвиль на окремих частотах.

**Дезадаптуюча дія ЕМП** – це зниження пристосовуваності організму при його опроміненні ЕМП до інших видів впливу негативних та шкідливих виробничих факторів, зокрема шуму, рентгенівського випромінювання, теплового впливу тощо. Таким чином, ЕМП при відповідних умовах може мати навіть стресову дію.

**На біологічні реакції людини мають вплив наступні параметри ЕМП :**

- **інтенсивність;**
- **частота випромінювання;**
- **тривалість опромінення;**
- **модуляція сигналу;**
- **сукупність частот випромінювання;**
- **періодичність дії.**

**Сполучення перерахованих вище параметрів в різних комбінаціях може давати істотно розрізнені наслідки щодо реакції біологічного об'єкта, який піддається опроміненню ЕМП.**



Численні дослідження в області біологічної дії ЕМП дозволили визначити найбільш чутливі системи організму людини: нервова, імунна, ендокринна і статева. Ці системи організму є критичними до впливу ЕМП і реакції цих систем повинні обов'язково враховуватися при оцінці ризику впливу ЕМП.

При тривалій дії ЕМП функціональні зміни в організмі людини можуть проявлятися у вигляді головного болю, порушення сну, підвищеного стомлення, дратівливості, пітливості, випадіння волосся, болю у ділянці серця, зниження статевої потенції і т. ін.

Слід мати на увазі, що біофізичні та фізіологічні механізми дії ЕМП в умовах тривалого багаторічного впливу мають тенденцію накопичуватися в організмі людини. У результаті можливий розвиток віддалених наслідків, включаючи незворотні процеси у діяльності центральної нервової та серцево-судинної систем, рак крові (лейкози), пухлини мозку, гормональні захворювання, гіпотонія, брадикардія, захворювання печінки тощо.

***Кількісно ризик дії електромагнітного поля на людину може оцінюватися величиною поглинутої їй тілом електромагнітної енергії в одиницю часу ( $W$ , Вт), або питомої енергії, що поглинається в одиницю часу на одиницю маси тіла,  $W$ , Вт/кг.*** Так, наприклад, для оцінки ризику дії електромагнітного поля від радіотелефонів та телефонів стільникового та супутникового зв'язку визначають потужність ЕМП, що поглинається на один кілограм мозку – параметр SAR (Specific Absorbing Rate).

#### **2.6.4. Нормування, контроль та вимірювання електромагнітних полів**

***Нормування ЕМП здійснюється згідно:*** ГОСТ 12.1.006-84 „ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”; ДСНіП №239-96 „Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань”; ДСНіП №476-2002 (ДСН 3.3.6.096-2002) „Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів”; ГОСТ 12.1.002-84 „ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах”; ГОСТ 12.1.045-84 „ССБТ. Электростатические поля.





Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»; СН №1757-77 „Санітарно-гігієнічні норми допустимої напруженості електростатичного поля”; СН № 3206-85 „Санітарно-гігієнічні норми гранично допустимих рівнів магнітних полів частотою 50 Гц”; .

*Відповідно до цих документів:*

❖ *постійні електричні та магнітні поля, а також змінні ЕМП частотою 50 Гц (промислової частоти) нормуються інтенсивністю (напруженістю електричного  $E$  та магнітного  $H$  полів); одиницею напруженості електричного поля є вольт на метр (В/м), а магнітного поля – ампер на метр (А/м);*

❖ *електромагнітні поля радіочастотного діапазону з частотами 1 кГц – 300 МГц нормуються по інтенсивності (напруженістю електричної  $E$  та магнітної  $H$  складової) й по енергетичним навантаженням електричних і магнітних полів з урахуванням часу впливу ( $E H_E; E H_H$ ); одиницею напруженості електричного поля є В/м, магнітного поля – А/м, енергетичне навантаження – добуток квадрата напруженості ЕМП на час його впливу, яке має розмірність  $(В/м)^2 \cdot год$  – для електричного поля та  $(А/м)^2 \cdot год$  – для магнітного поля;*

❖ *електромагнітні поля радіочастотного діапазону з частотами 300 МГц – 300 ГГц нормуються інтенсивністю (густиною потоку енергії – ГПЕ) та енергетичним навантаженням густини потоку енергії ( $E H_{ГПЕ}$ ); одиницею виміру ГПЕ є  $Вт/м^2$  (можливі одиниці  $мВт/см^2$ ,  $мкВт/см^2$ ). Енергетичне навантаження – добуток ГПЕ падаючого випромінювання на час його впливу протягом робочої зміни в годинах (год) і виражається в  $Вт год/м^2$  ( $мВт год/см^2$ ,  $мкВт год/см^2$ ); у випадку імпульсно модульованих випромінювань нормованим параметром, що характеризує інтенсивність впливу ЕМП, є середнє значення ГПЕ.*

*Електростатичні поля. Гранично допустимий рівень (ГДР) електростатичного поля ( $E_{зд}$  [кВ/м]) залежить від часу дії цього фактора на організм людини протягом робочого дня:*

$$E_{гд} = 60 / \sqrt{t} ; \quad (2.77)$$

де:  $E_{гд}$  (кВ/м) – гранично допустиме значення напруженості електричного поля в контрольованій зоні;

$t$  (год) – час дії електростатичного поля на організм людини.



**Нормування електростатичних полів на робочих місцях з відео дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин здійснюється відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.31-99 та ДСанПіН 3.3.2-007-98.** Згідно з цими нормативними документами поверхневий електростатичний потенціал ВДТ не повинен перевищувати 500 В, а напруженість електростатичного поля на робочих місцях з ВДТ не повинна перевищувати 20 кВ/м.

**Постійні магнітні поля. Гранично допустимий рівень (ГДР) постійного магнітного поля ( $H_{гд}$ , кА/м) протягом робочого дня не повинен перевищувати 8 кА/м.**

Для магнітних полів, що створюються випрямленим трифазним струмом, гранично допустимий рівень визначається за формулою:

$$H_{гд} = (E_{H_{гд}}/T)^{1/2} \quad (2.78)$$

де:  $H_{гд}$  (кА/м) – гранично допустиме значення напруженості магнітного поля;

$E_{H_{гд}}$  (кА<sup>2</sup>·год/м<sup>2</sup>) – гранично допустиме значення енергетичного навантаження протягом робочого дня, яке дорівнює 144 кА<sup>2</sup>·год/м<sup>2</sup>;

$T$  (год) – час дії магнітного поля, що створюється випрямленим трифазним струмом.

**ЕМП промислової частоти. Згідно існуючих норм гранично допустимий рівень (ГДР) ЕМП промислової частоти (50 Гц) визначається гранично допустимими значеннями напруженостей його електричної та магнітної складових, тобто електричного та магнітного полів, і це значення залежить від часу дії цього фактора на організм людини протягом робочого дня.**

Перебування в електричному полі промислової частоти напруженістю до 5 кВ/м включно допускається протягом 8-часового робочого дня.

При рівнях напруженості електричного поля промислової частоти від 5 до 20 кВ/м включно припустимий час перебування в ньому визначається за формулою:

$$T_{пр} = \frac{50}{E} - 2, \quad (2.79)$$

де:  $T_{пр}$  (год) – припустимий час перебування в електричному полі промислової частоти при заданому рівні напруженості електричного поля ( $E$ ) в контрольованій зоні;



$E$  (кВ/м) – напруженість електричного поля промислової частоти в контрольованій зоні.

При напруженості електричного поля промислової частоти від 20 до 25 кВ/м час перебування персоналу в контрольованій зоні не повинен перевищувати 10 хвилин.

***Перебування в електричному полі промислової частоти напруженістю понад 25 кВ/м без застосування засобів захисту забороняється.***

Гігієнічні норми щодо гранично допустимих значень напруженості електричного поля на робочих місцях персоналу, що за умовами роботи систематично (протягом кожного робочого дня) знаходиться в зоні дії електричного поля промислової частоти, наведені в таблиці 2.22.

Таблиця 2.22

Гранично допустимі напруженість електричного поля промислової частоти і припустимий час опромінення (ГОСТ 12.1.002-75)

| Напруженість електричного поля промислової частоти, кВ/м | Припустимий час перебування людини в електричному полі промислової частоти протягом однієї доби, хв. |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Менше 5                                                  | Без обмеження                                                                                        |
| Від 5 до 10                                              | Не більше 180                                                                                        |
| Понад 10 до 15                                           | Не більше 90                                                                                         |
| Понад 15 до 20                                           | Не більше 10                                                                                         |
| Понад 20 до 25                                           | Не більше 5                                                                                          |

Зазначені норми повинні виконуватися при додатковій умові: інший час доби людина повинна знаходитися в місцях, де напруженість електричного поля не перевищує 5 кВ/м, а також виключена можливість впливу на організм людини електричних розрядів.

При необхідності визначення гранично допустимої напруженості електричного поля промислової частоти при заданому часі перебування в контрольованій зоні може бути використана формула:

$$E_{\text{гд}} = \frac{50}{T + 2}, \quad (2.80)$$

де:  $E_{\text{гд}}$  (кВ/м) – припустиме значення напруженості електричного поля промислової частоти протягом робочого дня;



$T$  (год) – регламентований час роботи в ЕМП промислової частоти.

Розрахунок за цією формулою допускається робити при часі роботи від 0,5 до 8 год.

При перебуванні персоналу протягом робочого дня в зонах із різною напруженістю електричного поля промислової частоти загальний еквівалентний час роботи обчислюють за формулою:

$$T_{\text{екв}} = 8 \left( \frac{t_{E_1}}{T_{E_1}} + \frac{t_{E_2}}{T_{E_2}} + \dots + \frac{t_{E_n}}{T_{E_n}} \right), \quad (2.81)$$

де:  $T_{\text{екв}}$  (год) – час, еквівалентний за біологічним ефектом перебуванню в електричному полі промислової частоти нижньої границі нормованої напруженості;

$t_{E_1}, t_{E_2} \dots t_{E_n}$  (год) – час перебування в контрольованих зонах з напруженістю електричного поля промислової частоти  $E_1, E_2 \dots E_n$ ;

$T_{E_1}, T_{E_2} \dots T_{E_n}$  (год) – припустимий час перебування в електричному полі промислової частоти для відповідних контрольованих зон.

Кількість контрольованих зон визначається перепадом рівнів напруженості електричного поля промислової частоти на робочому місці. Розходження в рівнях напруженості електричного поля у контрольованих зонах повинно бути не менше 1 кВ/м.

Для **магнітного поля промислової частоти** гранично допустимі рівні його напруженості при постійному впливі не повинні перевищувати 1,4 кА/м протягом робочого дня (8 год).

Час перебування людини в магнітному полі промислової частоти напруженістю понад 1,4 кА/м регламентується відповідно до табл.2.23.

Таблиця 2.23

Припустимий час перебування людини в магнітному полі промислової частоти напруженістю понад 1,4 кА/м

| Час перебування персоналу, год.    | 1   | 2    | 3   | 4   | 5    | 6   | 7   | 8    |
|------------------------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| Напруженість магнітного поля, кА/м | 6,0 | 4,9  | 4,0 | 3,2 | 2,5  | 2,0 | 1,6 | 1,4  |
| Магнітна індукція, мТл             | 7,5 | 6,13 | 5,0 | 4,0 | 3,13 | 2,5 | 2,0 | 1,75 |



При локальному впливі магнітного поля промислової частоти на кисті рук його гранично допустимий рівень визначається за формулою:

$$H_{\text{Гд лок}} = H_{\text{Гд заг}} \cdot 5, \quad (2.82)$$

де:  $H_{\text{Гд лок}}$  (А/м) – гранично допустимий рівень змінного магнітного поля частотою 50 Гц при локальному впливі (кисті рук);

$H_{\text{Гд заг}}$  (А/м) – гранично допустимий рівень змінного магнітного поля частотою 50 Гц при загальному впливі (табл.2.25).

**ЕМП радіочастотного діапазону.** Згідно існуючих норм гранично допустимий рівень (ГДР) ЕМП у діапазоні частот 1 кГц – 300 МГц визначається гранично допустимими значеннями напруженостей його електричної та магнітної складових, тобто електричного та магнітного полів, і ці значення залежать від часу дії ЕМП на організм людини протягом робочого дня та гранично допустимим енергетичним навантаженням і визначається за формулами:

$$E_{\text{Гд}} = (E_{\text{Н}_{\text{Егд}}} / T)^{1/2}, \quad H_{\text{Гд}} = (E_{\text{Н}_{\text{Нгд}}} / T)^{1/2} \quad (2.83-2.84)$$

де:  $E_{\text{Гд}}$  (В/м) і  $H_{\text{Гд}}$  (А/м) – гранично допустимі значення напруженості електричного і магнітного полів;

$T$  (год) – час впливу ЕМП;

$E_{\text{Н}_{\text{Егд}}}$  ((В/м)<sup>2</sup>·год) і  $E_{\text{Н}_{\text{Нгд}}}$  ((А/м)<sup>2</sup>·год) – гранично допустиме енергетичне навантаження протягом робочого дня відповідно для електричної та магнітної складових ЕМП.

Максимальні гранично допустимі значення  $E_{\text{Гд max}}$ ,  $H_{\text{Гд max}}$  (тобто такі значення електричної та магнітної складових ЕМП, перевищення яких не допускається незалежно від часу його дії) та гранично допустимі значення  $E_{\text{Н}_{\text{Егд}}}$ ,  $E_{\text{Н}_{\text{Нгд}}}$  наведені в таблиці 2.24, а в таблиці 2.25 наведені значення гранично допустимих рівнів напруженості електричної ( $E_{\text{Гд}}$ ) і магнітної ( $H_{\text{Гд}}$ ) складових в залежності від часу дії ЕМП радіочастотного діапазону.

Гранично допустимі рівні напруженості електричної ( $E_{\text{Гд}}$ ) та магнітної ( $H_{\text{Гд}}$ ) складових **імпульсних електромагнітних полів (ІЕМП)** у спектральному діапазоні частот до 1000 МГц на робочих місцях персоналу також визначаються виходячи з гранично допустимого енергетичного навантаження ( $E_{\text{Н}_{\text{Егд}}}$ ,  $E_{\text{Н}_{\text{Нгд}}}$ ) і часу впливу за формулами 2.83-2.84. При цьому максимальні гранично допустимі



значення  $E_{гд\text{ мах}}$ ,  $H_{гд\text{ мах}}$  та гранично допустимі значення  $EH_{гд}$ ,  $EH_{гд}$  необхідно визначати за даними табл.2.26.

Таблиця 2.24

Максимальні гранично допустимі значення  $E_{гд\text{ мах}}$ ,  $H_{гд\text{ мах}}$  та гранично допустимі значення  $EH_{гд}$ ,  $EH_{гд}$  для ЕМП радіочастотного діапазону

| Параметри і<br>одиниці виміру       | Діапазон частот |              |               |             |                    |
|-------------------------------------|-----------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
|                                     | 1-10<br>кГц     | 10-60<br>кГц | 0,06-3<br>МГц | 3-30<br>МГц | 30 -<br>300<br>МГц |
| $E_{гд\text{ мах}}$ , В/м           | 1000            | 700          | 500           | 300         | 80                 |
| $EH_{гд}$ , (В/м) <sup>2</sup> .год | 12000<br>0      | 40000        | 20000         | 7000        | 800                |
| $H_{гд\text{ мах}}$ , А/м           | 75              | 57           | 50            | -           | 3,0*               |
| $EH_{гд}$ , (А/м) <sup>2</sup> .год | 675             | 390          | 200           | -           | 0,72*              |

\* Примітка: гранично допустимий рівень енергетичного навантаження магнітного поля поширюється на діапазон частот 30-50 МГц.

Таблиця 2.25

Гранично допустимі рівні напруженості електричної ( $E_{гд}$ ) і магнітної ( $H_{гд}$ ) складових в залежності від часу дії ЕМП радіочастотного діапазону

| Час перебув-ання пе-<br>рсона-лу в зоні дії<br>ЕМП, год | $E_{гд}$ , В/м |              |               |             |                 | $H_{гд}$ , А/м |              |               |              |
|---------------------------------------------------------|----------------|--------------|---------------|-------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|--------------|
|                                                         | 1 – 10<br>кГц  | 10-60<br>кГц | 0,06-3<br>МГц | 3-30<br>МГц | 30 – 300<br>МГц | 1-10<br>кГц    | 10-60<br>кГц | 0,06-3<br>МГц | 30-50<br>МГц |
| 8                                                       | 120            | 70           | 50            | 30          | 10              | 9,0            | 7,0          | 5,0           | 0,30         |
| 7                                                       | 130            | 75           | 53            | 32          | 11              | 9,8            | 7,5          | 5,3           | 0,32         |
| 6                                                       | 140            | 82           | 58            | 34          | 12              | 10,6           | 8,1          | 5,8           | 0,34         |
| 5                                                       | 155            | 90           | 63            | 37          | 13              | 11,6           | 8,8          | 6,3           | 0,38         |



|   |     |     |    |    |    |      |     |     |      |
|---|-----|-----|----|----|----|------|-----|-----|------|
| 4 | 175 | 110 | 71 | 42 | 14 | 13,0 | 9,9 | 7,1 | 0,42 |
|---|-----|-----|----|----|----|------|-----|-----|------|

продовження табл. 2.25

|      |      |     |     |     |    |      |      |      |      |
|------|------|-----|-----|-----|----|------|------|------|------|
| 3    | 200  | 115 | 82  | 48  | 16 | 15,0 | 11,4 | 8,2  | 0,49 |
| 2    | 250  | 140 | 100 | 59  | 20 | 18,4 | 14,0 | 10,0 | 0,60 |
| 1    | 350  | 200 | 141 | 84  | 28 | 26,0 | 19,7 | 14,2 | 0,85 |
| 0,5  | 500  | 280 | 200 | 118 | 40 | 37,6 | 27,9 | 20,0 | 1,20 |
| 0,25 | 700  | 400 | 283 | 168 | 57 | 52,0 | 39,5 | 28,3 | 1,70 |
| 0,12 | 1000 | 580 | 400 | 240 | 82 | 75,0 | 57,0 | 40,8 | 2,45 |
| 0,08 |      | 700 | 500 | 296 | 80 |      |      | 50,0 | 3,00 |

**Згідно існуючих норм гранично допустимий рівень ЕМП радіочастотного діапазону на частотах 300 МГц-300 ГГц визначається гранично допустимим значенням густини потоку енергії ЕМП і це значення залежить від часу дії цього фактора на організм людини протягом робочого дня та гранично допустимого енергетичного навантаження і визначається за формулою:**

$$ГПЕ_{гд} = K \cdot ЕН_{ГПЕгд} / T, \quad (2.85)$$

де: ГПЕ<sub>гд</sub> (Вт/м<sup>2</sup>, мВт/см<sup>2</sup>, мкВт/см<sup>2</sup>) – гранично допустима величина густини потоку енергії;

ЕН<sub>ГПЕгд</sub> – гранично допустима величина енергетичного навантаження, яка згідно норм складає 2 Вт · год/м<sup>2</sup> (200 мкВт · год/см<sup>2</sup>);

K – коефіцієнт послаблення біологічної ефективності, який дорівнює:

1 – для усіх випадків впливу, крім опроміненнь від обертових і скануючих антен;





10 – для випадків опромінення від обертових і скануючих антен з частотою не більш 1 Гц і шпаруватістю не менш 50;

T – час перебування в зоні опромінення за робочу зміну, год.

Таблиця 2.26

Максимальні гранично допустимі значення  $E_{гд\ max}$ ,  $H_{гд\ max}$  та гранично допустимі значення  $EH_{гд}$ ,  $EH_{гд}$  для ІЕМП радіочастотного діапазону

| Параметр                                   | Діапазон частот         |                         |                         |                 |                  |                   |                 |                   |                  |
|--------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|
|                                            | 0- 5<br>Гц              | 5-<br>50<br>Гц          | 0,0<br>5-1<br>кГц       | 1-<br>10<br>кГц | 10-<br>60<br>кГц | 0,0<br>6-3<br>МГц | 3-<br>30<br>МГц | 30-<br>300<br>МГц | 0,3-<br>1<br>ГГц |
| $E_{гд\ max}$ , В/м                        | 600<br>00               | 350<br>00               | 350<br>0                | 100<br>0        | 300              | 200               | 150             | 100               | 80               |
| $EH_{гд}$ ,<br>(В/м) <sup>2</sup> .<br>год | 3,2·<br>10 <sup>9</sup> | 2,0·<br>10 <sup>8</sup> | 1,6·<br>10 <sup>6</sup> | 120<br>000      | 720<br>0         | 320<br>0          | 180<br>0        | 800               | 500              |
| $H_{гд\ max}$ , А/м                        | 300<br>00               | 100<br>00               | 850                     | 100             | 85               | 70                | -               | -                 | -                |
| $EH_{гд}$ ,<br>(А/м) <sup>2</sup> .<br>год | 1,4·<br>10 <sup>8</sup> | 1,6·<br>10 <sup>7</sup> | 700<br>00               | 130<br>0        | 900              | 400               | -               | -                 | -                |

**В усіх випадках максимальне значення  $GPE_{гд}$  не повинне перевищувати 10 Вт/м<sup>2</sup> (1 мВт/см<sup>2</sup>).**

Значення гранично допустимих рівнів густини потоку енергії ( $GPE_{гд}$ ) в залежності від тривалості дії ЕМП радіочастотного діапазону приведені в табл.2.27.

Таблиця 2.27

Гранично допустимі рівні густини потоку енергії ( $GPE_{гд}$ ) в залежності від тривалості дії ЕМП радіочастотного діапазону

| Час опромінення персоналу, год. | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,20 |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|------|------|
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|------|------|

|                                             |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |      |
|---------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| ГПЕ <sub>ГД</sub> ,<br>мкВт/см <sup>2</sup> | 25 | 29 | 33 | 40 | 50 | 67 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 |
|---------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|

Гранично допустимі рівні ЕМП (крім телебачення) ( $E_{ГД}$ , В/м) для населення представлені в таблиці 2.28.

Гранично допустимі рівні ЕМП ( $E_{ГД}$ , В/м), які створюються телевізійними радіостанціями в діапазоні частот від 48 до 1000 МГц, визначаються за формулою:

$$E_{ГД} = 21f^{-0,37}; \quad (2.86)$$

де:  $f$  (МГц) – несуча частота телевізійного каналу.

Таблиця 2.28

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (крім телебачення) для населення, згідно з ДСНіП №239-96

| Діапазон частот | Діапазон довжин хвиль | ГДР( $E_{ГД}$ )      |
|-----------------|-----------------------|----------------------|
| 30 ...300 кГц   | 10...1 км             | 25 В/м               |
| 0,3 ...3 МГц    | 1...0,1 км            | 15 В/м               |
| 3 ... 30 МГц    | 100...10м             | $31g \lambda$ , В/м* |
| 30 ... 300 МГц  | 10...1 м              | 3 В/м                |

\*Примітка:  $\lambda$  (м)- довжина хвилі.

**Гранично допустимі рівні електромагнітних полів для населення в діапазоні частот  $>300$  МГц (ГПЕ<sub>20</sub>) не повинні перевищувати 2,5 мкВт/см<sup>2</sup>.**

**У населеній місцевості гранично допустимі рівні ЕМП промислової частоти ( $E_{20}$ , В/м) не повинні перевищувати 5 кВ/м, а в середині житлових будинків – 0,5 кВ/м.**

Також згідно вимог ДСНіП №239 встановлюються захисні санітарні зони поблизу ліній електропередач (ЛЕП) в залежності від їхніх робочих напруг: 20 м для ЛЕП з напругою 330 кВ, 30 м для ЛЕП з напругою 500 кВ та 55 м для ЛЕП з напругою 1150 кВ.

**Порядок контролю та вимірювання ЕМП регламентується ГОСТ 12.1.006-84, згідно з яким контроль та вимірювання інтенсивності ЕМП потрібно проводити періодично, не рідше ніж один раз на рік в порядку поточного санітарно-гігієнічного на-**



**гляду, а також в наступних випадках:**

- **при прийомі в експлуатацію нових установок, випромінюючих електромагнітну енергію;**
- **при внесенні змін в конструкцію діючих установок, випромінюючих електромагнітну енергію;**
- **при зміні конструкцій засобів захисту від впливу ЕМП;**
- **при внесенні змін в схему підключення випромінюючих елементів і режимів роботи установок, випромінюючих електромагнітну енергію;**
- **при організації нових робочих місць;**
- **після проведення ремонтних робіт на установках, випромінюючих електромагнітну енергію.**

Вимірювання необхідно виконувати при найбільшій потужності джерела ЕМП. У випадках, коли джерело має декілька робочих режимів, вимірювання необхідно проводити в кожному режимі.

Вимірювання ЕМП від обертових і скануючих антен повинні проводитися при зупиненій антені, орієнтованій на робочі місця і місця можливого знаходження персоналу.

**Результати вимірювань потрібно фіксувати в спеціальному журналі або в протоколі, в якому повинні міститися:**

- дата проведення вимірювань;
- найменування, тип і порядковий номер установки по системі нумерації підприємства-виготовлювача;
- рік випуску;
- потужність, частота;
- режим роботи установки;
- джерело ЕМП;
- місце вимірювання;
- висота точки вимірювання від підлоги або поверхні землі;
- результати вимірювань;
- напруженість електричної складової, В/м;
- напруженість магнітної складової, А/м;
- ГПЕ ЕМП, Вт/м<sup>2</sup> (мкВт/см<sup>2</sup>);
- вимірювальні прилади, що використовуються;
- висновки.



Протокол повинен бути підписаний керівником дільниці (цеху, відділення), представником служби охорони праці, особою, призначеною адміністрацією підприємства для проведення вимірювань.

Санітарно-гігієнічний контроль та вимірювання рівнів ЕМП на робочих місцях працюючих проводяться атестованими атестаційною комісією Міністерства охорони здоров'я України санітарними лабораторіями підприємств, організацій, а також установами і закладами системи державної санітарно-епідеміологічної служби України.

***Якщо на робочому місці працюючого можливе опромінення ЕМП одразу від декількох одночасно працюючих установок, сумарна інтенсивність опромінення визначається в такий спосіб:***

- при робочих частотах < 300 МГц проводяться виміри напруженості ЕМП на робочому місці від кожного джерела окремо при відключених інших джерелах. Сумарна інтенсивність опромінення в кожній вимірювальній точці при застосуванні  $n$ -джерел, що працюють у однакових частотних діапазонах для яких встановлені однакові ГДР, розраховують за формулами:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}, \quad (2.87)$$

$$H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + \dots + H_n^2}, \quad (2.88)$$

- в діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц вимірюється ГПЕ, яка створюється в даній точці кожним із  $n$ -джерел окремо, а отримані результати додаються один до одного згідно з формулою:

$$\text{ГПЕ} = \text{ГПЕ}_1 + \text{ГПЕ}_2 + \dots + \text{ГПЕ}_n. \quad (2.89)$$

***У випадках, коли в робочому приміщенні застосовується одразу декілька джерел ЕМП, що працюють у різних частотних діапазонах для яких встановлені різні ГДР, необхідно обов'язкове виконання наступної вимоги:***

$$E_1^2/\text{ГДР}_1^2 + E_2^2/\text{ГДР}_2^2 + \dots + E_n^2/\text{ГДР}_n^2 + H_1^2/\text{ГДР}_1^2 + H_2^2/\text{ГДР}_2^2 + \dots + H_n^2/\text{ГДР}_n^2 + \text{ГПЕ}_1/\text{ГДР}_1 + \text{ГПЕ}_2/\text{ГДР}_2 + \dots + \text{ГПЕ}_n/\text{ГДР}_n \leq 1,$$

де:  $E$  та  $H$  – виміряне значення напруженості електричної та магнітної складових ЕМП;

ГПЕ – виміряне значення густини потоку енергії ЕМП;

ГДР – гранично допустимі рівні ЕМП для відповідних частотних діапазонів.

***У випадку змінної дії ЕМП одночасно від двох або декіль-***



**кох обертових або скануючих антен обрахування сумарного значення ГПЕ на робочому місці за формулою (2.89) не проводиться в зв'язку з дуже малою імовірністю одночасного опромінення даної точки діаграмами двох або декількох антен. Опромінення персоналу в цих випадках визначається сумарним енергетичним навантаженням за формулою:**

$$EH = EH_{ГПЕ1} + EH_{ГПЕ2} + \dots + EH_{ГПЕn}, \quad (2.90a)$$

де:  $EH_{ГПЕ1}, EH_{ГПЕ2} \dots EH_{ГПЕn}$  – енергетичні навантаження від кожної антени.

Якщо інтенсивність діючих на персонал ЕМП у діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц за робочий день змінюється, енергетичне навантаження на організм працюючих визначається сумою енергетичних навантажень за окремі періоди часу, при цьому сумарне енергетичне навантаження не повинно перевищувати нормативне значення.

**У випадку, якщо має місце послідовне або одночасне опромінення персоналу в безперервному і змінному (від обертових і скануючих антен) режимах роботи обладнання, то сумарне енергетичне навантаження в цьому випадку розраховують за формулою:**

$$EH = EH_{ГПЕб} + EH_{ГПЕзо}, \quad (2.90б)$$

де:  $EH$  – сумарне енергетичне навантаження;

$EH_{ГПЕб}$  – енергетичне навантаження від джерела безперервного опромінення;

$EH_{ГПЕзо}$  – енергетичне навантаження від джерела змінного опромінення.

**Гранично допустимий рівень сумарного енергетичного навантаження не повинен перевищувати  $2 \text{ Вт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$  ( $200 \text{ мкВт} \cdot \text{год}/\text{см}^2$ ).**

Апаратура, що використовується для контролю та вимірювання ГДР ЕМП, повинна мати посвідчення про державну атестацію, нормативно-методичне забезпечення і дозвіл Міністерства охорони здоров'я для використання і проведення відповідних досліджень.

Результати санітарно-гігієнічних досліджень повинні відповідати вимогам ГОСТ 8.207 „Прямі виміри з багаторазовими спостереженнями. Методи обробки результатів спостережень”, п.1.3, і оформлятися протоколом за формою (421/0), затвердженою наказом Міністерства охорони здоров'я України від 11.07.2000 № 160 „Про за-

твердження форм облікової статистичної документації, що використовується в санітарно-епідеміологічних закладах” або протоколом проведення досліджень електромагнітного поля за формою (333/0) – додаток 18 до „Положення про проведення органами, установами та закладами державної санепідемслужби Міністерства охорони здоров’я України атестації санітарних лабораторій підприємств і організацій на право проведення санітарно-гігієнічних досліджень факторів виробничого середовища і трудового процесу для атестації робочих місць за умовами праці”, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров’я України від 21.04.99 № 91, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.10.99 за № 686/3979.

***На першу вимогу вся документація щодо результатів вимірів рівнів ЕМП на робочих місцях повинна бути пред’явлена органам і установам, що здійснюють державний санітарний контроль.***

#### **2.6.5. Заходи та засоби захисту від дії електромагнітних полів**

Захист персоналу від впливу ЕМП досягається шляхом проведення організаційних, інженерно-технічних заходів, а також використанням засобів індивідуального захисту.

До організаційних заходів відносяться: вибір раціональних режимів роботи установок, обмеження місця і часу перебування персоналу в зоні опромінення і т. ін.

Інженерно-технічні заходи включають раціональне розміщення устаткування, використання засобів, що обмежують проникнення електромагнітної енергії на робочі місця персоналу (поглинаючі матеріали, екранування і т. ін).

***До основних заходів щодо захисту від ЕМП відносяться: захист часом, захист відстанню, екранування джерел випромінювання, зменшення потужності випромінювання в самому джерелі випромінювання, виділення зон випромінювання, екранування робочих місць, застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).***

***Захист часом передбачає обмеження часу перебування людини в робочій зоні і застосовується лише тоді, коли немає можливості знизити інтенсивність випромінювання до допустимих значень.*** Припустимий час перебування в робочій зоні при наявності ЕМП визначається за допомогою формул: (2.77) – для електрос-



татичного поля, (2.80) – для ЕМП промислової частоти; (2.83-2.84) – для ЕМП радіочастотного діапазону на частотах до 300 МГц та (2.85) – на частотах більше 300 МГц.

**Захист відстанню застосовується лише у тому випадку, коли нема іншої можливості послабити дію ЕМП іншими заходами, в тому числі і захистом часом.** У цьому випадку збільшують відстані між випромінювачем ЕМП і персоналом. Припустима відстань до джерела ЕМП, що забезпечує гранично допустимі значення інтенсивності випромінювання, визначається за допомогою вище наведених формул (2.63-2.70) і обов'язково перевіряється експериментальними вимірюваннями рівнів ЕМП на робочих місцях.

**Зменшення потужності випромінювання у самому джерелі випромінювання може бути реалізовано наступними заходами.**

В системах зв'язку, це, в першу чергу, підвищення чутливості приймальних пристроїв, застосування завадостійких видів кодування і модуляції сигналу в передавально-приймальних системах, застосування близьких до оптимальних алгоритмів обробки сигналів та вибір діапазону частот, в якому мінімальні зовнішні завади. Все це дозволяє знижувати випромінювану потужність передавачів і одночасно отримувати необхідну завадостійкість та дальність роботи систем зв'язку.

При юстіровці антен і знятті їхніх діаграм спрямованості можлива заміна основного (потужного) генератора передавача допоміжним (малопотужним), потужність якого визначається із співвідношення

$$P_{\text{випр.доп}} \leq \frac{4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L_z}{G} \cdot ГПЕ_{\text{норм}}, \quad (2.91)$$

де:  $ГПЕ_{\text{норм}}$  – нормативне значення ГПЕ для роботи протягом визначеного часу;

$r$  – відстань від джерела випромінювання до робочого місця, м;

$G$  – коефіцієнт підсилення антени ( для ізотропних випромінювачів  $G=1$ );

$L_z$  – затухання (послаблення) ЕМП на шляху його розповсюдження.

Цей метод застосовується, наприклад, при необхідності проведення антенних вимірювань поблизу антен. Для зменшення опромінення персоналу ЕМП при випробуваннях скануючих антенних систем із круговим режимом огляду їх переводять у режим секторного сканування.





Також можлива заміна антен їх узгодженими еквівалентами, які повністю поглинають енергію, що генерується передавачем. Еквіваленти антен представляють собою відрізки коаксиальних або хвильоводних ліній частково заповнених поглинаючими матеріалами, які відбивають лише незначну частку енергії (рис.2.44). При їх застосуванні енергія, що генерується передавачем, поглинається в заповнювачі і перетворюється на теплову. Заповнювачами можуть бути: графіт, чистий або в суміші з цементом, піском, гумою; пластмаси; порошкове залізо в бакеліті, кераміка, вода і т.ін.

Таким чином, зменшення потужності випромінювання у самому джерелі випромінювання, як правило, досягається за рахунок застосування спеціальних пристроїв: поглиначів потужності, еквівалентів антен, а також атенуаторів, спрямованих відгалуджувачів, подільників потужності, хвильоводних послаблювачів, бронзових прокладок між фланцями хвильоводів, дросельних фланців і т. ін.

Поглиначі потужності та еквіваленти антен випускаються промисловістю на поглинання ЕМП потужністю 5, 10, 30, 50, 100, 250 Вт у діапазоні довжин хвиль 3,1...3,5 та 6... 1000 см. Атенуатори дозволяють послабити ЕМВ в межах від 0 до 120 дБ потужністю 0,1; 1,5; 10; 50; 100 Вт у діапазоні довжин хвиль 0,4...0,6; 0,8...300 см. Спрямовані відгалуджувачі дають послаблення потужності випромінювання на 20...60 дБ. Фланцеві з'єднання є джерелом побічних випромінювань. Застосування бронзових прокладок між фланцями підвищує послаблення паразитних випромінювань від 40 до 60 дБ, а застосування дросельних фланців – до 70...80 дБ

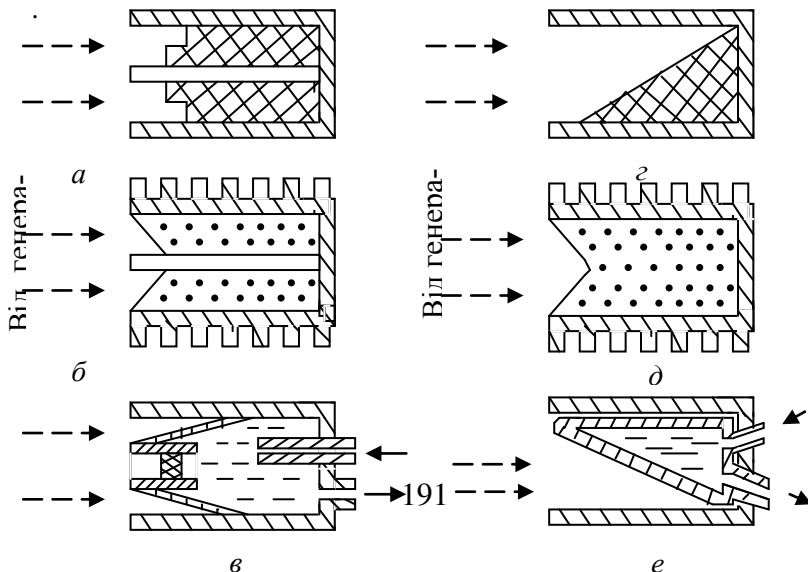




Рис. 2.44. Коаксиальні (зліва) і хвилеводні (праворуч) еквіваленти антен: а,г – для поглинання малої потужності (до декількох ват), поглинач – порошкове залізо; б,д – для поглинання значної потужності (до 1 кВт), поглинач – графітова суміш; в,е – для поглинання великої потужності (до 1 кВт), поглинач – вода

**Виділення небезпечних зон випромінювання.** Для кожної установки, що випромінює ЕМП вище гранично допустимих значень, повинні виділятися зони, у яких інтенсивність випромінювання є небезпечною для людини. Границі таких зон, де інтенсивність ЕМП може перевищувати гранично допустимі рівні, визначають експериментально для кожного конкретного випадку розміщення установки чи апаратури під час їх роботи на максимальну потужність випромінювання. Крім того, у відповідності з ГОСТ 12.4.026-76 небезпечні зони випромінювання із інтенсивністю ЕМП більше гранично допустимих рівнів огорожуються і встановлюються попереджуючі знаки з написом: „Не заходити, небезпечно!”. Також, в разі необхідності, ці зони можна додатково позначати по границях широкими червоними лініями на підлозі приміщення чи територій, а також застосовувати попереджувальну сигналізацію відповідно до ГОСТ 12.1.006-84.

**Для зменшення опромінення персоналу ЕМП відповідно до вимог ДСНіП №476-2002 зони випромінювання ЕМП розташованих поруч установок не повинні перекриватися або ці установки повинні працювати на випромінювання у різний час.**

**Екранування джерел випромінювання застосовують для зниження інтенсивності ЕМП на робочих місцях.** Необхідно підкреслити, що захист екрануванням вважається основним та найбільш ефективним методом захисту.

**Екрани поділяють на відбиваючі і поглинаючі. Безумовно, що такий розподіл є досить умовний, тому що будь-який екран у більший або менший мірі і відбиває і поглинає падаючу на нього електромагнітну хвилю.** Потужність падаючої на екран електромагнітної хвилі ( $GPE_{пад}$ ) поділяється на потужність відбитої від екрана хвилі ( $GPE_{від}$ ), потужність хвилі поглиненої у товщі екрана ( $GPE_{погл}$ ) і потужність хвилі, що пройшла крізь екран  $GPE_{пр}$

(рис.2.45).

У залежності від того, яка частка падаючої потужності ЕМП переважає, відбита або поглинута, екран відносять до типу відбиваючих або поглинаючих.

**Для оцінки екрануючих властивостей екранів використовуються наступні характеристики.**

**Втрати на поглинання** – це втрати частини потужності падаючої хвилі в товщі матеріалу за рахунок вихрових струмів ( $A$  – *absorption*).

**Втрати при відбитті** – це втрати частини потужності падаючої хвилі за рахунок часткового відбиття від поверхні екрану ( $R$  – *reflection*).

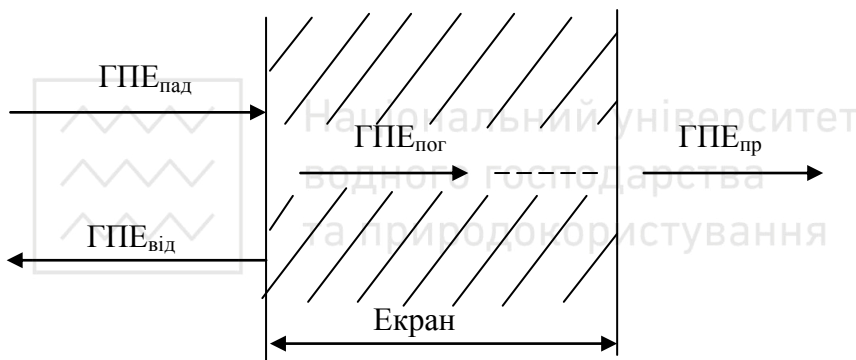


Рис. 2.45. Ослаблення ГПЕ екраном

**Загальні екранні втрати** (екранне послаблення ЕМП –  $L$ ) - це втрати потужності падаючої хвилі ( $\Gamma_{ПЕ_{нао}}$ ) в екрані за рахунок як поглинання, так і відбиття:

$$L = A + R = 10 \cdot \lg \left\{ ch k \delta_e \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{Z_n}{Z_M} + \frac{Z_M}{Z_n} \right) th k \delta_e \right] \right\}, \text{ дБ} \quad (2.92)$$

де:  $k = \sqrt{j\omega\mu\sigma}$  – коефіцієнт вихрових струмів,

$\delta_e$  – товщина екрану.

$Z_n$  – хвильовий опір повітря;

$Z_M$  – хвильовий опір матеріалу екрану.

**Поглинання ЕМП в екрані збільшується із зростанням час-**



*тоти поля, товщини, магнітної проникності і провідності матеріалу екрану, а відбиття в основному визначається невідповідністю хвильових характеристик повітря і матеріалу екрану.*

Саме тому відбиваючі екрани, як правило, і виготовляються з металів, так як вони мають хвильові опори, що істотно відрізняються від хвильового опору повітря.

*За конструктивним виконанням відбиваючі екрани поділяються на суцільні та сітчасті.*

**Суцільні екрани** виготовляються з листів міді, алюмінію та деяких марок сталі. З метою підвищення провідності екрану і, отже, наскрізного згасання, екрани з боку випромінювача покривають шаром срібла. Місце встановлення і форма екрану визначаються взаємним розташуванням випромінюючих елементів (антен) і робочих місць та орієнтацією їх діаграм спрямованості.

Для одержання необхідного значення екранного послаблення ЕМП ( $L$ ), товщина суцільного плоского екрану  $\delta_e$  (при нормальному падінні електромагнітної хвилі на екран без врахування дифракції електромагнітної хвилі на краях екрану) визначається за формулою:

$$\delta_e = \frac{L}{8,74 \sqrt{\frac{\omega \mu \sigma}{2}}} = \frac{L}{15,4 \sqrt{f \mu \sigma}}. \quad (2.93)$$

де:  $f$  (Гц) – частота ЕМП;

$\mu$  (Гн/м) – магнітна проникність матеріалу екрану;

$\sigma$  (См/м) – питома провідність матеріалу екрану.

Товщина екрану  $\delta_e$ , яка необхідна для забезпечення екранного послаблення ГПЕ ЕМП до гранично допустимих значень (ГПЕ<sub>гд</sub>, Вт/м<sup>2</sup>), при використанні антени з коефіцієнтом спрямованої дії  $G$ , яка випромінює потужність  $P_{випр}$  (Вт) на частоті  $f$  (Гц) і знаходиться на відстані  $r$  (м) від суцільного екрану з параметрами  $\mu$  (Гн/м) і  $\sigma$  (См/м) (рис. 2.46), визначається за формулою:

$$\delta_e = \frac{5,17 \cdot 10^{-3} \cdot G}{r^2 \cdot \sqrt{f \mu \sigma}} \cdot (P_{випр} / ГПЕ_{гд}) \quad (2.94)$$

Світлові, оглядові і вентиляційні вікна та отвори в суцільних замкнутих екранах, а також інші технологічні отвори, наприклад, для

введення в простір, що екранується, електричних кабелів і проводів чи для виносу органів дистанційного керування, можуть істотно зменшити екранне послаблення ( $L$ ). Ступінь цього зменшення залежить від числа отворів і від співвідношення між їхніми розмірами і довжиною хвилі ЕМП. Для того щоб у цьому випадку екранне згасання зменшувалося лише в допустимих межах, отвори в суцільних екранах закриваються сітчастими екранами або в них встановлюються відрізки позамежових хвильоводів (рис. 2.47).

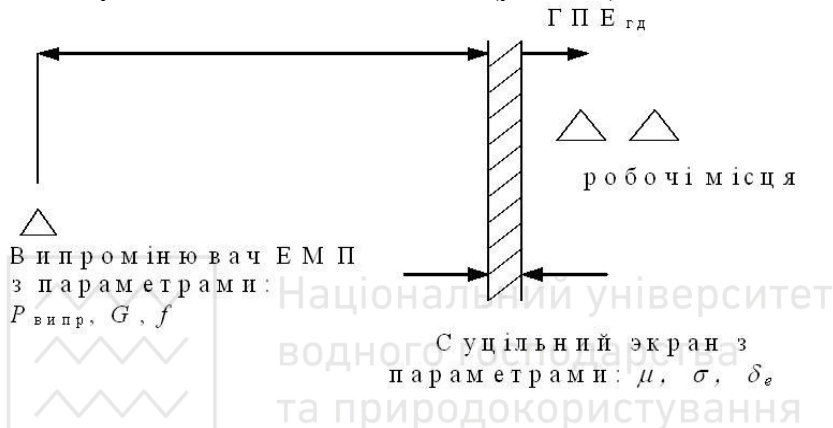


Рис. 2.46. Визначення товщини суцільного відбиваючого екрану  $\delta_e$

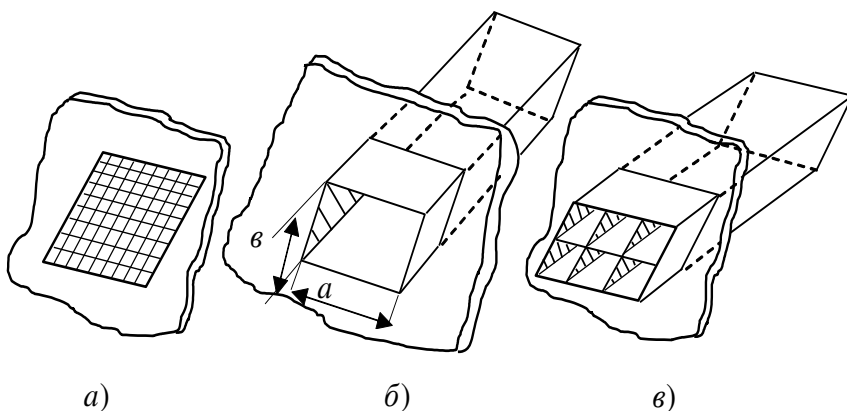


Рис. 2.47. Додаткове екранування технологічних отворів у суцільних екранах: а –



сітчастим екраном; б – позамежовим хвилеводом простої конструкції; в – позамежовим хвилеводом стільникової конструкції

У позамежових хвилеводах ЕМП з довжиною хвилі  $\lambda > \lambda_{кр}$  швидко згасає вздовж хвилеводу. Критична довжина хвилі для прямокутного хвилеводу  $\lambda_{кр} = 2a$ , де  $a$  – розмір більшої сторони поперечного перерізу хвилеводу; для круглого хвилеводу –  $\lambda_{кр} = 3,413R$ , де  $R$  – радіус хвилеводу. У таблиці 2.29 наведені рекомендації щодо вибору розмірів позамежових хвилеводів. Додаткове послаблення ( $L_{доп}$ ) інтенсивності ЕМП позамежовими хвилеводами стільникової конструкції можна обчислити за наступними формулами:

– квадратні хвилеводи:

$$L_{доп} = 20 \lg \sqrt{n_1}, \quad (2.95)$$

– прямокутні хвилеводи:

$$L_{доп} = 20 \lg \sqrt{n_2}, \quad (2.96)$$

де  $n_1$  і  $n_2$  – числа, які показують скільки разів довга сторона

поперечного перерізу одного стільника хвилеводу укладається відповідно на стороні квадратного та на широкій стороні прямокутного хвилеводів.

Таблиця 2.29

Рекомендації щодо вибору розмірів позамежових хвилеводів

| Діапазон частот<br>(довжина хвилі)                    | Розмір сторони квадратного, широкої сторони прямокутного ( $a$ , см) або діаметра круглого хвилеводу ( $D$ , см) | Послаблення випромінювання, дБ/см     |                    |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
|                                                       |                                                                                                                  | квадратного чи прямокутного хвилеводу | круглого хвилеводу |
| До 20 МГц<br>( $\lambda \geq 1,5$ м)                  | $a \leq \frac{\lambda_{\min}}{20}; D \leq \frac{\lambda_{\min}}{17}$                                             | $\frac{27,3}{a}$                      | $\frac{32}{D}$     |
| Від 20 до 150 МГц<br>( $\lambda = 15 \dots 2$ м)      | $a \leq \frac{\lambda_{\min}}{10}; D \leq \frac{\lambda_{\min}}{8,5}$                                            | $\frac{26,6}{a}$                      | $\frac{31,2}{D}$   |
| Від 150 до 1000 МГц<br>( $\lambda = 200 \dots 30$ см) | $a \leq \frac{\lambda_{\min}}{5}; D \leq \frac{\lambda_{\min}}{4,3}$                                             | $\frac{25}{a}$                        | $\frac{29,3}{D}$   |



|                                                          |                                                                      |                  |                  |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Від 1000 до 10000<br>МГц<br>( $\lambda = 30 \dots 3$ см) | $a \leq \frac{\lambda_{\min}}{3,5}; D \leq \frac{\lambda_{\min}}{3}$ | $\frac{21,5}{a}$ | $\frac{25,2}{D}$ |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|

**Сітчасті екрани мають набагато гірші екрануючі властивості, ніж суцільні.** При лінійній поляризації ЕМП і виконанні деяких вимог, які будуть приведені нижче, загальне екранне послаблення ЕМП, яке можуть дати сітчасті екрани, можна обчислити за наступними формулами:

– при нормальному падінні хвилі і векторі  $\vec{E}$  паралельному дротам сітки одного з напрямків (рис.2.48) за формулою:

$$L = 10 \lg \frac{4 \left( \frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2}{1 + 4 \left( \frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2}; \quad (2.97)$$



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

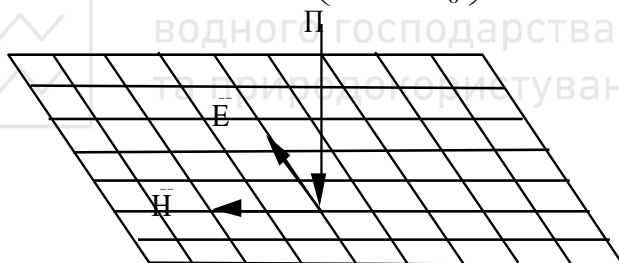


Рис. 2.48

– при похилому падінні хвилі і векторі  $\vec{E}$ , який залишається в процесі зміни кута падіння паралельним дротам сітки одного з напрямків (рис.2.49) за формулою:

$$L = 10 \lg \frac{4 \left( \frac{d \cos \beta}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2}{1 + 4 \left( \frac{d \cos \beta}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2}; \quad (2.98)$$



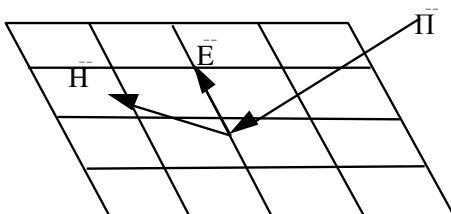


Рис. 2.49

– при похилому падінні хвилі, векторі  $\vec{E}$  перпендикулярному дротам сітки одного з напрямків і векторі  $\vec{H}$ , який залишається в процесі зміни кута падіння паралельним площині сітки (рис. 2.50), за формулою:

$$L = 10 \lg \frac{1 - \cos \beta + 4 \left( \frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2}{1 + 4 \left( \frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right)^2} \quad (2.99)$$

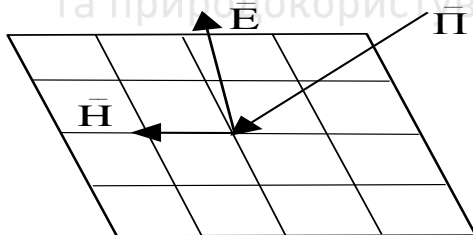


Рис. 2.50

У цих формулах:  $d$  – відстань між сусідніми дротами (крок сітки);  $r_0$  – радіус дротів;  $\beta$  – кут падіння хвилі на сітку;  $\lambda$  – довжина хвилі.

Формули (2.97-2.99) справедливі при виконанні наступних умов:

- 1) відношення кроку сітки до довжини хвилі повинно задовольняти нерівності  $d/\lambda < 0,5$ ;
- 2) відношення радіуса дроту до довжини хвилі повинно відповідати нерівності  $r_0/\lambda < 0,04$ ;



3) відношення радіуса дроту до кроку сітки повинно відповідати нерівності  $r/d < 0,1$ ;

4) сітка повинна знаходитися в дальній зоні випромінюючої антени;

5) довжина і ширина плоского сітчастого екрану повинні перевищувати довжину хвилі більш ніж у п'ять разів;

6) кут падіння хвилі ( $\beta_n$ ) повинен знаходитися в межах  $0 \dots 75^\circ$ .

Для розрахунку послаблення інтенсивності ЕМП сітчастими екранами у випадку нормального падіння ЕМП на сітку, коли вектор електричного поля  $\vec{E}$  паралельний дротам сітки одного з напрямків, може також використовуватися наступна емпірична формула:

$$L = 10 \lg(\Gamma_{\text{ПЕ}_{\text{пад}}} / \Gamma_{\text{ПЕ}_{\text{пр}}}) = 10 \lg \frac{B^2}{4}, \quad (2.100)$$

де:

$$B = \frac{\lambda}{d} \left( \ln \frac{0,83 \exp \frac{2\pi r_0}{d}}{\exp \left( \frac{2\pi r_0}{d} \right) - 1} \right)^{-1}$$

При виборі сіток для екранів необхідно орієнтуватися на типи сіток, які випускаються промисловістю (таблиця 2.30).

Таблиця 2.30

Екрануюча здатність деяких сіток при кутах падіння радіохвиль від  $0^\circ$  до  $60^\circ$  (експериментальні дані)

| Характеристика сітки |          |       |          |                   | Послаблення ЕМП, дБ |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |
|----------------------|----------|-------|----------|-------------------|---------------------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| ГОСТ                 | Матеріал | Номер | Крок, мм | Діаметр дроту, мм | Довжина хвилі, см   |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |
|                      |          |       |          |                   | 3,2                 |        |       | 10,6   |        |       | 35,0   |        |       | 70,0   |        |       |
|                      |          |       |          |                   | парал.              | поляр. | перп. | парал. | поляр. | перп. | парал. | поляр. | перп. | парал. | поляр. | перп. |
| 3584-53              | Латунь   | 01    | 0,17     | 0,07              | 40                  |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |
| 3584-53              |          | 02    | 0,33     | 0,13              |                     |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |

[illegible][illegible]



|        |        |    |      |     |       |       |            |            |           |           |           |           |           |           |
|--------|--------|----|------|-----|-------|-------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| —<br>— | —<br>— | 8  | 8,7  | 0,7 | 4,5-9 | 4,5-3 | 13-<br>19  | 13-<br>10  | 21-<br>29 | 21-<br>17 | 30-<br>35 | 30-<br>20 | 32-<br>38 | 32-<br>21 |
| —<br>— | —<br>— | 10 | 10,7 | 0,7 |       |       | 11-<br>17  | 11-<br>8,5 | 21-<br>28 | 21-<br>16 | 29-<br>35 | 29-<br>20 | 31-<br>37 | 31-<br>21 |
| —<br>— | —<br>— | 14 | 15,4 | 1,4 |       |       | 9-16       | 9-6,5      | 19-<br>25 | 19-<br>16 | 26-<br>31 | 26-<br>20 | 28-<br>34 | 28-<br>30 |
| —<br>— | —<br>— | 20 | 21,5 | 1,4 |       |       | 5,5-<br>10 | 5,5-4      | 15-<br>20 | 15-<br>12 | 19-<br>26 | 19-<br>13 | 23-<br>30 | 23-<br>13 |

Примітки: 1. Слова «паралельна поляризація» і «перпендикулярна поляризація» означають, що площина поляризації падаючої хвилі при зміні кута падіння хвилі залишається відповідно паралельною і перпендикулярною площині сітки одного з напрямків. 2. В інтервалах розмірів послаблення перше число відповідає куту падіння  $0^\circ$ , друге -  $60^\circ$ .

**Поглинаючі екрани.** У ряді випадків відбиття від екранів є небажаним і навіть неприпустимим, так як відбита електромагнітна хвиля може створювати небажані завади для радіоелектронної апаратури та збільшувати інтенсивність опромінення персоналу на робочих місцях. Зниження інтенсивності відбитої хвилі може бути досягнуто шляхом покриття відбиваючих предметів матеріалами, які володіють незначною відбиваючою і великою поглинаючою здатністю. Для забезпечення таких співвідношень  $A$  і  $R$  (див. формулу 2.92) поглинаючий матеріал повинен задовольняти наступним вимогам:

➤ мати найбільш плавний перехід між хвильовими опорами повітря і поглинаючого матеріалу, це  $W_{\text{пов}} \cong W_{\text{пог.м.}}$ :

$$\sqrt{\frac{\mu_{\text{пог.м.}}}{\varepsilon_{\text{пог.м.}}}} \cong \sqrt{\frac{\mu_{\text{пов}}}{\varepsilon_{\text{пов}}}} \cong 377 \text{ Ом};$$

➤ мати високе значення коефіцієнта поглинання „ $k$ ” (у формулі 2.92 коефіцієнт  $k$  зветься коефіцієнтом вихрових струмів).

У природі немає речовин, які би відповідали цим вимогам. Всі радіопоглинаючі матеріали створені штучно. Оскільки найбільше поглинання мають провідники, у матеріал-основу (каучук, поролон, полістирол і т. ін.) вводяться провідні добавки – активоване вугілля, сажа, порошок карбонільного заліза і т. ін. Концентрація провідної добавки в матеріалі і визначає його поглинаючі можливості. Для виконання першої вимоги  $W_{\text{пов}} \cong W_{\text{пог.м.}}$ , яка забезпечує мінімальну



інтенсивність відбитої хвилі, використовують різні шляхи.

Наприклад, поглинаючому матеріалу надається форма, яка збільшує його активну поверхню, що звернута до джерела випромінювання (активна поверхня покривається пірамідами або конусами). При цьому падаюча електромагнітна хвиля багаторазово відбивається від цієї поверхні. Саме за рахунок наявності цих багатьох послідовних падінь електромагнітної хвилі на поглинаючу поверхню, загальна поглинута електромагнітна енергія (ЕМЕ) виявляється значно більшою, ніж при однократному падінні хвилі на гладку рівну поверхню того ж поглинаючого матеріалу (рис. 2.51).

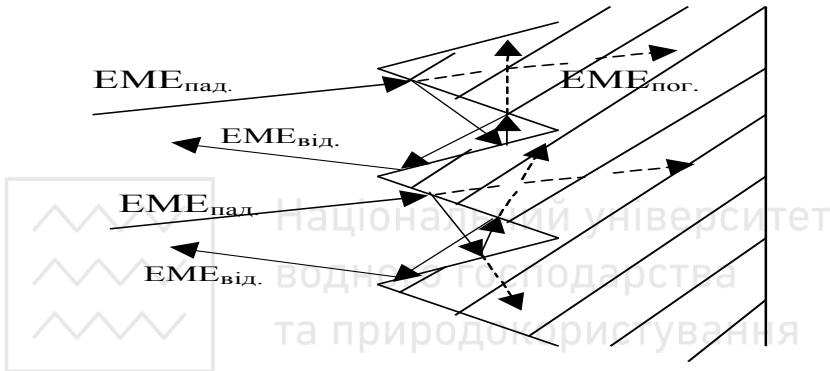


Рис. 2.51. Збільшення числа відбиттів від матеріалу із складною активною поверхнею

Можливе виконання поглинаючого матеріалу багатошаровим, при цьому перший прошарок має  $W_{\text{пог.ш.1}} \cong W_{\text{пов}}$ , а в наступних прошарках концентрація поглинаючих вкраплень поступово збільшується, тобто зростає їх  $\mu$  і  $\sigma$ , а отже, і коефіцієнт поглинання „ $k$ ”. Цим забезпечується повільність зростання поглинаючих властивостей по товщині матеріалу і мінімум інтенсивності відбитої хвилі (рис. 2.52). Поглинаючі матеріали, які виготовлені за цим способом, є широкосмуговими.

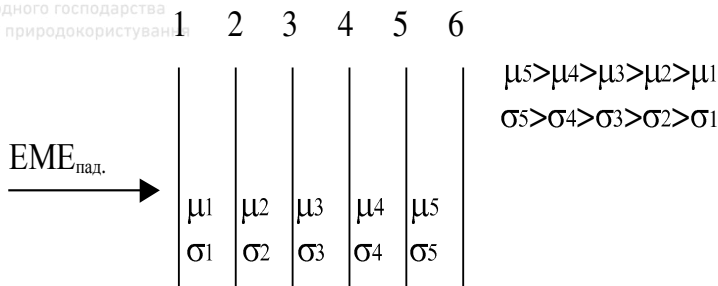


Рис. 2.52. Багатошарова структура поглинаючого матеріалу

Ще один метод створення радіопоглинаючих матеріалів – використання принципу чвертьхвильового узгодження. Поглинаючий екран із чвертьхвильовим покриттям представляє собою сітчастий або суцільний металевий екран, на який наклеюється діелектричне поглинаюче покриття, товщиною в  $1/4$  довжини хвилі ЕМП (рис. 2.53).

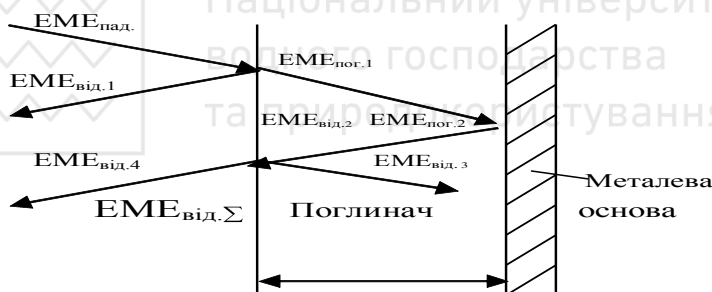


Рис. 2.53. Будова поглинаючого екрану на основі чвертьхвильового узгодження.

При опроміненні такого екрану ЕМП з боку чвертьхвильового покриття радіохвиля частково відіб'ється від межі поділу середовищ „повітря – поглинач” ( $ЕМЕ_{від.1}$ ), частково пройде усередину поглинача і в деякій ступені поглинеться в ньому ( $ЕМЕ_{пог.1}$ ), відіб'ється від металевої основи ( $ЕМЕ_{від.2}$ ), знову частково поглинеться ( $ЕМЕ_{пог.2}$ ), досягне межі поділу середовищ „поглинач – повітря”, частково відіб'ється в напрямку поглинача ( $ЕМЕ_{від.3}$ ) і частково вийде в повітря ( $ЕМЕ_{від.4}$ ). Так як товщина поглинаючого покриття дорівнює  $\lambda/4$ , то різниця ходу хвилі, яка була відбита від межі поділу середовищ «повітря - поглинач» ( $ЕМЕ_{від.1}$ ), і хвилі, яка була відбита від



металевої основи і потім вийшла із поглинача ( $ЕМЕ_{від.4}$ ), складе  $\lambda/2$ , а це означає, що ці хвилі інтерферують у протифазі. Відповідним добором коефіцієнта відбиття ЕМЕ від межі поділу середовищ «повітря - поглинач» і коефіцієнта поглинання поглинача домагаються рівності інтенсивностей електромагнітних хвиль, що інтерферують. При цьому інтенсивність результуючої відбитої хвилі ( $ЕМЕ_{від.Σ}$ ) буде близька до нуля.

Основні характеристики деяких існуючих радіопоглинаючих матеріалів приведені в таблиці 2.31.

Гумові килимки типу Б2Ф-2 і інші відносяться до матеріалів із складною поверхнею, як правило, вкритою конусами, а матеріали типу «Болото» та ВРПН пористі.

Магнітодіелектричні пластини призначені для використання тільки з металевою основою, отже вони призначені для роботи в якості чвертьхвильового покриття. Вони ефективно працюють на фіксованих довжинах хвиль із розкидом по частоті  $\pm 10\%$ .

Металокерамічний матеріал СВЧ-0,68 має високу термостійкість і розрахований на поглинання значних рівнів ГПЕ ЕМП.

Таблиця 2.31

Основні характеристики існуючих радіопоглинаючих матеріалів.

| Найменування матеріалів                | Марка          | Діапазон хвиль, см | Коефіцієнт відбиття по потужності, % |
|----------------------------------------|----------------|--------------------|--------------------------------------|
| Гумові килимки                         | Б2Ф-2          | 0,8-4              | 2                                    |
|                                        | Б2Ф-3          | 0,8-4              | 2                                    |
|                                        | ВКФ-1          | 0,8-4              | 2                                    |
| Магнітодіелектричні пластини           | ХВ-0,8         | 0,8                | 2                                    |
|                                        | ХВ-2,0         | 2,0                | 2                                    |
|                                        | ХВ-3,2         | 3,2                | 2                                    |
|                                        | ХВ-10,6        | 10,6               | 2                                    |
| Поглинаюче покриття на основі поролону | «Болото»; ВРПМ | 0,8 і більше       | 1-2                                  |
|                                        |                | 3,0 і більше       | 1-2                                  |
| Ферритові пластини                     | СВЧ-0,68       | 15-200             | 3-4                                  |

**Засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) слід користуватися у тих випадках, коли застосування інших способів запобігання впливу ЕМВ неможливе.** В якості ЗІЗ застосовують радіозахисний одяг та окуляри. У якості матеріалу для радіозахисного одягу засто-





совується спеціальна радіотехнічна тканина, що побудована за принципом сітчастого екрану і представляє собою бавовняну тканину з мікродротом. В структурі такої тканини тонкий мідний дріт скручений з бавовняними нитками, які захищають його від зовнішніх впливів і одночасно є ізоляцією. Послаблення ЕМП поля цією тканиною в діапазоні частот 600-10000 МГц складає від 40 до 20 дБ.

Із захисної бавовняної тканини з мікродротом виготовляються такі засоби індивідуального захисту, як радіозахисний капюшон (шолом), радіозахисний халат, радіозахисний комбінезон і т. ін. На середніх частотах НВЧ діапазону такі індивідуальні засоби захисту забезпечують загальне послаблення 25-30 дБ, на крайніх частотах НВЧ діапазону їхні захисні властивості дещо знижуються.

Як приклад, нижче приведений зовнішній вигляд ЗІЗ від ЕМВ НВЧ діапазону та ЕМВ промислової частоти. Це захисний костюм вітчизняного виробництва для захисту від електромагнітних випромінювань персоналу радіолокаційних станцій, радіотрансляційних та телевізійних центрів при роботі з джерелами ЕМВ підвищеної потужності в діапазоні НВЧ (Рис. 2.54), а також комплекти індивідуальні екрануючі від ЕМВ промислової частоти – ТУ У 34.02071375.002-97 (Рис. 2.55) и ТУ У 34.02071375.005-97 (рис. 2.56).



Рис. 2.54.  
Костюм захисний від  
ЕМВ НВЧ  
діапазону

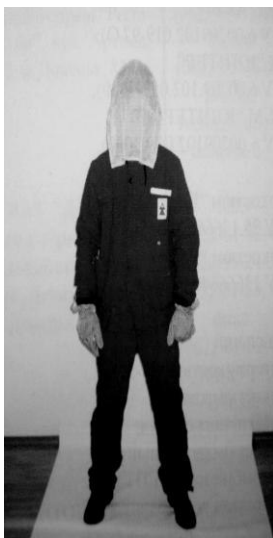


Рис. 2.55.  
Комплект індивідуаль-  
ний екрануючий від  
ЕМВ 50Гц



Рис. 2.56.  
Комплект індивідуаль-  
ний екрануючий від  
ЕМВ 50Гц

При інтенсивному опроміненні обличчя ЕМП застосовуються радіозахисні окуляри, які використовуються окремо або вшиті в шолом костюма. Це можуть бути сітчасті окуляри, які мають конструкцію напівмасок з мідною або латунною сіткою, або ОРЗ-5, у яких застосовується спеціальне радіозахисне скло, яке вкрите двооксидом олова. Захисні властивості таких окулярів оцінюються на підставі даних про загальне послаблення застосованого скла, яке, як правило, знаходиться в межах 25-35 дБ.

## **2.7. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів випромінювань оптичного діапазону у виробничому середовищі, нормування та заходи і засоби захисту**

*До небезпечних випромінювань оптичного діапазону відносяться електромагнітні випромінювання інфрачервоного (ІЧ) та ультрафіолетового (УФ) діапазону, створювані різними джере-*



### **2.7.1. Біологічна дія, нормування та захист від ІЧ випромінювання**

**Основні характеристики ІЧ випромінювання.** ІЧ випромінювання (теплове) виникає скрізь, де температура вище абсолютного нуля, і є функцією теплового стану джерела випромінювання. *Нагріті тіла віддають своє тепло менш нагрітим трьома способами: теплопровідністю, тепловипромінюванням та конвекцією.* Близько 60% тепла, що втрачається нагрітим тілом, приходить саме на частку теплового випромінювання. Так як більшість виробничих процесів супроводжується виділенням тепла, джерелами якого є виробниче устаткування, матеріали, заготовки і т. ін., то в результаті поглинання випромінюваної енергії підвищується температура тіла людини, конструкцій приміщень, устаткування, що в значній мірі впливає на метеорологічні параметри повітря робочих зон у виробничих приміщеннях.

*Джерела ІЧ випромінювання поділяються на природні (природна радіація сонця, неба) та штучні – будь-які поверхні технологічного обладнання, конструкцій будівлі, матеріалів, температура яких вища порівняно з поверхнями, що опромінюються.* Для людини це поверхні з  $t^{\circ} > 36-37^{\circ}\text{C}$ .

За фізичною природою ІЧ випромінювання представляє собою потік матеріальних часток, яким притаманні як квантові, так і хвильові властивості. ІЧ випромінювання охоплює область спектра з довжиною хвилі 0,76...540 мкм. Енергія квантів лежить у межах 0,0125... 1,25 еВ.

*За законом Стефана-Больцмана інтегральна густина потоку випромінювання ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) абсолютно чорного тіла пропорційна четвертому ступеню його абсолютної температури:*

$$q_c = C_0 (T/100)^4,$$

де:  $C_0 = 5.67 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;

$T$  (K) - абсолютна температура.

Густина потоку випромінювання будь-якого матеріалу описується рівнянням:

$$q_m = \epsilon C_0 (T/100)^4, \quad (2.101)$$



де:  $E (K^{-4})$  – ступінь чорності матеріалу (табл. 2.32).

Таблиця 2.32

Ступінь чорності матеріалів

| Матеріал          | Температура, $t^{\circ}C$ | Ступінь чорності матеріалу, $E$ |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Алюміній          | 225-575                   | 0,039-0,057                     |
| Сталь луджена     | 25                        | 0,043-0,064                     |
| Азбестовий картон | 24                        | 0,96                            |
| Цегла червона     | 20                        | 0,93                            |

**Випромінювальною здатністю чи спектральною густиною енергетичної світимості тіла називають величину  $E_{\lambda}$ , яка чисельно дорівнює поверхневій щільності потужності теплового випромінювання тіла в інтервалі частот одиничної ширини (спектральна характеристика теплового випромінювання).**

Випромінювальною здатністю тіла в напрямку нормалі є

$$q_n = \frac{E}{\pi} C_o(T/100)^4. \quad (2.102)$$

Густина потоку випромінювання  $q_r$  на відстані  $r$  від теплового джерела обернено пропорційна квадрату відстані:

$$q_r = q_1 / r^2 = (0,91 S(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4) / r^2, \quad (2.103)$$

де:  $q_1$  - густина потоку випромінювання на відстані одиниці довжини від випромінювача;

$S$  - площа випромінюючої поверхні;

$T_1 (K)$  - температура випромінюючої поверхні;

$T_2 (K)$  - температура сприймаючої поверхні.

На практиці випромінювання є інтегральним, тому що тіла випромінюють одночасно різні довжини хвиль. Однак, максимум випромінювання завжди відповідає хвилям визначеної довжини. В міру збільшення температури тіла довжина хвилі зменшується. Між температурою  $T$  та довжиною хвилі  $\lambda$  виконується співвідношення Віна:

$$\lambda \cdot T = b, \quad (2.104)$$

де:  $b = 0,002898$  м·град.

**Спектр теплового випромінювання твердих та рідких тіл су-**



**цільний і характеризується діапазоном довжин хвиль випромінювання та довжиною хвилі  $\lambda_{\max}$ , що відповідає максимуму інтенсивності випромінювання.** Спектр випромінювання у газів, що мають не менше трьох атомів у молекулі (вуглекислий газ, водяна пара та ін.), носить смугастий характер.

**Біологічна дія ІЧ випромінювання на людину. ІЧ випромінювання має на організм в основному тепловий вплив. Ефект дії ІЧ випромінювання залежить від довжини хвилі, що обумовлює глибину його проникнення.** У зв'язку з цим діапазон ІЧ випромінювань розбитий на три області – А ( $\lambda = 0,76-1,5$  мкм), В ( $\lambda = 1,5-3,0$  мкм) і С ( $\lambda > 3$  мкм). Перша область (А) має велику проникність через шкіру і позначається як короткохвильова. Області В та С відносять до довгохвильових. Довгохвильові ІЧ випромінювання поглинаються в епідермісі шкіри, а короткохвильові – в шарах дерми і підшкірній жировій клітковині. Дія ІЧ випромінювань при поглинанні їх у різних шарах шкіри зводиться в основному до її нагрівання. При цьому активізується обмін речовин, збільшується вміст натрію та фосфору у крові, зменшується число лейкоцитів. ІЧ випромінювання впливає також на функціональний стан центральної нервової системи, призводить до змін у серцево-судинній системі, учащається пульс і дихання, підвищується температура тіла, посилюється потовиділення. ІЧ випромінювання мають негативну дію на слизову оболонку очей, кришталик і можуть привести до патологічних змін в органах зору: помутніння рогівки та кришталика, кон'юнктивіту, опіку сітківки. Найбільш тяжкі ураження зумовлюються короткохвильовими ІЧ випромінюваннями. У разі інтенсивного впливу цих випромінювань на непокриту голову може статися так званий сонячний удар, головний біль, запаморочення, частішання пульсу і дихання, непритомність, порушення координації рухів, ураження мозкових тканин аж до менінгіту й енцефаліту.

**У разі тривалого перебуванні в зоні ІЧ випромінювань відбувається порушення теплового балансу в організмі людини.** Порушується робота терморегулюючого апарату, активізується діяльність серцево-судинної і дихальної систем, посилюється потовиділення, має місце втрата дуже потрібних для організму людини солей. Втрата організмом солей позбавляє кров здатності утримувати воду, що призводить до швидкого виділення з організму випитої рідини. Порушення теплового балансу викликає захворювання, що



називається гіпотермією. Температура тіла людини в цьому випадку може досягати  $40^{\circ}$  і супроводжуватися запамороченнями, частішанням пульсу і дихання, втратою свідомості, зміною зорового відчуття. При систематичних перегріваннях підвищується сприйнятливність до застуд, спостерігається зниження уваги, підвищується стомлюваність, значно знижується продуктивність праці.

**Нормування ІЧ випромінювань.** Інтенсивність ІЧ випромінювання необхідно вимірювати на робочих місцях чи у робочій зоні поблизу джерела випромінювання. *Нормування ІЧ випромінювань здійснюється згідно санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.1.005-88 і ГОСТ 12.4.123-83.*

*Нормування ІЧ випромінювання здійснюється у трьох характерних областях А, В, та С (діапазон 760 нм – 540 мкм):*

- область А (довжина хвилі від 760 нм до 1500 нм);
- область В (довжина хвилі від 1500 нм до 3000 нм);
- область С (довжина хвилі більше 3000 нм).

Гранично допустимі рівні (ГДР, Вт/м<sup>2</sup>) інфрачервоного випромінювання у цих діапазонах наведені в таблиці 2.33.

Таблиця 2.33

Гранично допустимі рівні (ГДР) ІЧ випромінювання

| Характерна область ІЧ випромінювання | Довжина хвилі, нм | ГДР ІЧ випромінювання, Вт/м <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|
| А                                    | 760-1500          | 100                                      |
| В                                    | 1500-3000         | 120                                      |
| С                                    | 3000-4500         | 150                                      |
| С                                    | >4500             | 120                                      |

Припустима тривалість дії ІЧ випромінювання на людину наведена у таблиці 2.34.

Таблиця 2.34

Припустима тривалість дії на людину ІЧ випромінювання

| Інтенсивність ІЧ опромінювання, Вт/м <sup>2</sup> | Тривалість безперервних періодів опромінювання, хв | Тривалість перерв, хв | Сумарне опромінювання протягом зміни, % |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|



|                                      |      |                   |       |
|--------------------------------------|------|-------------------|-------|
| 350,0                                | 20,0 | 8,0               | до 50 |
| 700,0                                | 15,0 | 10,0              | до 45 |
| 1050,0                               | 12,0 | 12,0              | до 40 |
| 1400,0                               | 9,0  | 13,0              | до 30 |
| 1750,0                               | 7,0  | 14,0              | до 25 |
| 2100,0                               | 5,0  | 15,0              | до 15 |
| 2450,0                               | 3,5  | 12,0              | до 15 |
| ІЧ випромінювання, Вт/м <sup>2</sup> |      | Тривалість дії, с |       |
| 280-560 (слабке)                     |      | Довготривала      |       |
| 560-1050 (помірне)                   |      | 180-300           |       |
| 1050-1600 (середнє)                  |      | 40-60             |       |
| Більше 3500 (дуже сильне)            |      | 2-5               |       |

**Теплове випромінювання з густиною потоку випромінювання 560-1050 Вт/м<sup>2</sup> є тією граничною межею, яку ще може переносити людина.**

**Згідно діючим санітарним нормам допустима щільність потоку ІЧ випромінювань у виробничих приміщеннях не повинна перевищувати 350 Вт/м<sup>2</sup>.** Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів та інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати: 35 Вт/м<sup>2</sup> – при опроміненні 50 та більше % поверхні тіла; 70 Вт/м<sup>2</sup> – при величині поверхні тіла, що опромінюється, від 25 до 50%; 100 Вт/м<sup>2</sup> – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

За наявності джерел з інтенсивністю 35 Вт/м<sup>2</sup> і більше температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року, на непостійних робочих місцях – верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

За наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140 Вт/м<sup>2</sup>, при цьому величина опромінюваної площі не повинна



перевищувати 25% поверхні тіла працюючого з обов'язковим використанням індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

Для виміру густини потоку випромінювання на робочому місці застосовують актинометр. Для визначення спектральної інтенсивності ІЧ випромінювань застосовують спектрометри (ІЧС-10).

**Захист від ІЧ випромінювань.** Основні способи захисту від ІЧ випромінювань наступні: *захист часом, захист відстанню, усунення джерела тепловиділень, теплоізоляція, екранування і охолодження гарячих поверхонь, використання індивідуальних засобів захисту.*

Перші три способи очевидні і впливають з раніше наведених залежностей та табличної залежності  $q = f(t)$  (табл. 2.34). Що стосується інших способів, то розглянемо їх більш докладніше.

*Теплоізоляція та екранування є найефективнішими та найбільш економічними заходами щодо зменшення рівнів ІЧ випромінювання, запобігання опіків, скорочення витрат палива.*

*Згідно діючих СН температура нагрітих поверхонь устаткування та огорожень не повинна перевищувати 45°C.*

*Для зниження температур робочих поверхонь конструкцій та устаткування застосовують внутрішню теплоізоляцію – футеровку.*

*В залежності від принципу дії теплозахисні засоби поділяються на:*

➤ *Тепловідбивні – металеві листи (сталь, алюміній, цинк, поліровані або покриті білою фарбою, і т. ін.), які можуть бути одинарні або подвійні; загартоване скло з плівковим покриттям; металізовані тканини; склотканини; плівковий матеріал та ін.;*

➤ *Тепловбираючі – сталеві і алюмінієві листи або коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, вермикулітових плит та інших теплоізоляторів; загартоване силікатне органічне скло; сталева сітка (одинарна або подвійна з загартованим силікатним склом); та ін.;*

➤ *Тепловідвідні – екрани водоохолоджувальні (з металевого листа або коробів з проточною водою), водяні завіси, тощо;*

➤ *комбіновані.*

*В залежності від особливостей технологічних процесів застосовують прозорі та напівпрозорі екрани.*



**Вибір теплозахисних засобів обумовлюється інтенсивністю та спектральним складом випромінювання, а також умовами технологічного процесу.**

Теплозахисні екрани повинні забезпечувати нормовані величини опромінення працівників; бути зручними в експлуатації; не ускладнювати огляд, чищення та змащування агрегатів; гарантувати безпечну роботу з ним; бути міцними та надійними; зручними щодо виготовлення та монтажу; мати достатньо тривалий строк експлуатації; при експлуатації зберігати свої теплозахисні якості.

Для зниження інтенсивності випромінювань від зовнішніх поверхонь застосовується водяне охолодження. Недолік методу – небезпека вибуху паротворення у разі контакту води з рідкими металами та матеріалами, які нагріті до дуже високих температур.

**Для теплових екранів визначають наступні параметри: кратність послаблення ( $m$ ), кратність зниження температури ( $\mu$ ), коефіцієнт пропускання теплового потоку ( $\tau$ ), коефіцієнт ефективності екрану ( $\eta$ ) - (рис. 2.57).**

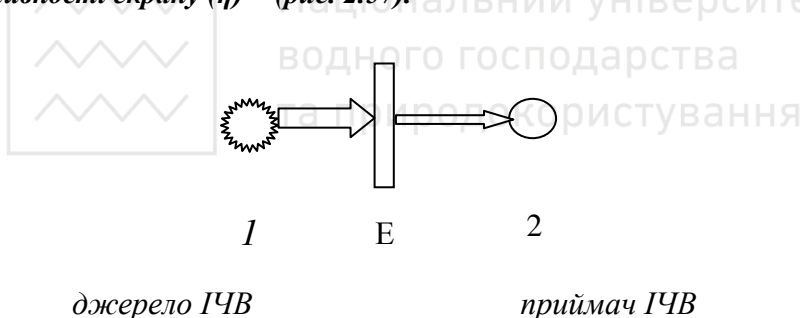


Рис. 2.57. Визначення параметрів теплових екранів: Е – екран; 1, 2 – рівнобіжні площини

**Кратність послаблення** теплового потоку відбиваючим екраном визначається за формулою:

$$m = q_{12} / q_{e2}, \quad (2.105)$$

де:  $q_{12}$  – густина теплового потоку між рівнобіжними площинами 1,2 у разі відсутності екрана;

$q_{e2}$  – густина теплового потоку між екраном і площиною 2.

**Кратність зниження температури** випромінюючої поверхні  $\mu$



$$\mu = \sqrt{\frac{m}{1 + (T_2 / T_1)^4 + m(T_2 / T_1)^4}} \quad (2.106)$$

**Коефіцієнт пропускання теплового потоку**

$$\tau = 1/m \quad (2.107)$$

**Коефіцієнт ефективності екрана**

$$\eta = 1 - \tau = (m - 1)/m. \quad (2.108)$$

Ефективність деяких теплових екранів наведена у таблиці 2.35.

*Таблиця 2.35*

Ефективність деяких теплових екранів

| Тип екрана                                                                      | Граничне теплове навантаження, $E_{ad}$ , кВт/м <sup>2</sup> | Ефективність екрана             |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Футеровані екрани:<br>матеріал футеровки - цегла<br>матеріал футерівки – азбест | 10,5                                                         | 0,3<br>0,6                      |
| Теплоізоляційні екрани:<br>сітки                                                | 1,05                                                         | 0,67 – 0,7<br>0,7<br>0,9<br>0,9 |
| чіпки (ланцюги)                                                                 | 4,9                                                          |                                 |
| силікатне і кварцове скло                                                       | 0,7-1,4                                                      |                                 |
| водяна плівка                                                                   | 1,7                                                          |                                 |
| Тепловідвідні екрани                                                            | 14,0                                                         |                                 |

**У разі неможливості забезпечити технічними засобами допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) – спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.**

**В залежності від призначення передбачаються наступні ЗІЗ:**

➤ **для постійної роботи в гарячих цехах – спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а під час ремонту гарячих печей та агрегатів – автономна система індивідуального охолодження в комплекті з повстяним костюмом;**

➤ **під час аварійних робіт – тепловідбиваючий комплект з металізованої тканини;**

➤ **для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор та бризок розплавленого металу та контакту з нагрітими поверх-**



**нями – взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;**

- **для захисту рук від опіків – вачеги, рукавиці суконні, брезентові та комбіновані з надолонниками із шкіри;**
- **для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу – повстийний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;**
- **для захисту очей та обличчя – щиток теплозахисний сталевара, з приладнаними до нього захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні козиркові з світлофільтрами.**

Зовнішній вигляд вище перелічених ЗІЗ приведений у розділі 2.2.4. **Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь якій ділянці до температури  $313\text{ K}^0$  ( $40^\circ\text{C}$ ) у відповідності із ГОСТ 12.4.176-89 та ГОСТ 12.4.016-87.**

У виробничих приміщеннях, у яких на робочих місцях неможливо забезпечити регламентовані інтенсивності теплового опромінення працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, може використовуватися обдування, повітряне душування, водоповітряне душування і т. ін.

У разі наявності теплового опромінення від  $140$  до  $350\text{ Вт/м}^2$  необхідно на постійних робочих місцях збільшувати швидкість руху повітря на  $0,2\text{ м/с}$  по відношенню до нормованої величини; у разі теплового опромінення, що перевищує  $350\text{ Вт/м}^2$ , доцільно застосовувати повітряне душування робочих місць (ДНАОП 0.03-1.23-82), охолодження стелі, підлоги, вживати підсолену воду (водний розчин  $0,5\%$  NaCl), застосовувати раціональний питний режим, гідропроцедури.

## **2.7.2. Біологічна дія, нормування та захист від УФ випромінювання**

**Основні характеристики УФ випромінювань.** Частотний спектр ультрафіолетового (УФ) електромагнітного випромінювання розташований між світловим видимим та іонізуючим (рентгенівським) випромінюваннями. Довжина хвилі УФ випромінювання лежить в межах  $400\text{--}10\text{ нм}$ , а енергія кванта  $3,56\text{--}123\text{ еВ}$ . **За способом генерації УФ випромінювання відносяться до теплових випромінювань, так як**



***будь-яке тіло починає генерувати УФ випромінювання за температури вище 1900°C, а по дії на речовини – УФ випромінювання ближче до дії іонізуючої радіації, хоча при цьому одночасно має місце також і тепловий ефект.*** Безумовно, що по відношенню до іонізуючої радіації, УФ випромінювання викликає іонізацію в значно меншій мірі. В той же час, енергії кванта УФ випромінювання вже достатньо для порушення зв'язків деяких атомів. Так, енергія хімічних зв'язків, що утримують атоми в молекулах більшості хімічних сполук, що входять до складу організму людини, як правило, не перевищує 4 еВ. Таким чином, фотони УФ випромінювання з енергією 12-15 еВ здатні викликати іонізацію, наприклад, води, атомів водню, азоту, вуглецю. Виходячи з того, що вода і перераховані атоми складають основу живої тканини, УФ випромінювання з енергією кванта 12 еВ можна розглядати як нижню межу іонізації для високоорганізованих біологічних систем.

Інтенсивність УФ випромінювання і його спектральний склад на робочому місці, в першу чергу, залежить від температури джерела випромінювання, а також від наявності газів (озону), пилу і відстані від робочого місця до джерела випромінювання. Пил, газ, дим інтенсивно поглинають УФ випромінювання і змінюють його спектральний склад. Так, повітря практично не прозоре для УФ випромінювання з довжиною хвилі  $\lambda < 185$  нм через його поглинання киснем. У зв'язку з тим, що УФ випромінювання інтенсивно розсіюється і поглинається в запиленому середовищі й у газах, розрахувати рівні УФ випромінювання на визначеній відстані від його джерела дуже складно. Як правило, у виробничих умовах використовується лише експериментальне вимірювання рівнів УФ випромінювання.

УФ випромінювання має місце під час роботи електровакуумних пристроїв, ртутних випрямлячів, експлуатації ОКГ, під час обслуговування ртутно-кварцових ламп, під час зварювальних робіт і т. ін.

***Наявність у повітрі робочої зони УФ випромінювання викликає зміни в складі виробничої атмосфери. Утворюються озон, оксиди азоту, перекис водню, також відбувається іонізація повітря.*** Хімічна й іонізуюча дія УФ випромінювання обумовлює також утворення в атмосфері виробничих приміщень ядер конденсації, що призводить до виникнення туманів, які розсіюють світло та знижують рівень освітленості робочих місць.

**Біологічна дія УФ випромінювання.**      УФ випромінювання



має низьку проникаючу здатність і впливає безпосередньо тільки на верхні шари біологічної тканини. Серед біомолекул, здатних поглинати УФ- випромінювання, найбільше значення мають білки і нуклеїнові кислоти. Важливу роль у поглинанні грають пиримідинові кільця нуклеїнових кислот і ароматичні амінокислоти білків тирозин і триптофан (максимум спектра поглинання нуклеїнових кислот складає 265 нм, тирозину – 275 нм, триптофану – 280 нм). У нуклеїнових кислотах під дією УФ випромінювання утворюються атипічні молекулярні зв'язки, що порушують кодуєчі властивості ДНК і викликають мутації.

**Дія УФ випромінювання на шкіру людини викликає появу дерматитів, екзем, набряклостей і т. ін. Ступінь ураження шкіри УФ випромінюванням залежить від кількості поглиненої енергії.** Для появи ледь помітного почервоніння шкіри достатній потік енергії 30 Дж/см<sup>2</sup> (в окремих випадках 8 Дж/см<sup>2</sup>). Для характеристики біологічної дії УФ випромінювання на шкіру використовують таке поняття, як мінімальна еритемна доза (МЕД) – найменша енергетична доза опромінення, яка через 8 годин після опромінення призводить до почервоніння шкіряного покриву (еритеми), що зникає наступної доби. Максимальний еритемний ефект приходить на УФ випромінювання з довжиною хвилі 260 нм. При довжині хвилі  $\lambda < 290$  нм УФ випромінювання майже цілком поглинається верхніми шарами шкіри. Більш глибоких тканин досягає лише 10% енергії УФ випромінювання з довжиною хвилі 290-320 нм і до 50% при  $\lambda = 320-380$  нм. Багаторазове, триваюче роками УФ опромінення прискорює старіння шкіри та збільшує ймовірність розвитку раку шкіри.

**Біологічна дія повторних УФ опромінь значно відрізняється від ефектів однократної експозиції, тобто має кумулятивний характер. У цілому вплив УФ випромінювання на організм людини може проявлятися і як доброякує (тонізуюче, засмагнє, вітамінізує, антирадіаційне), і як шкідливе (еритемне, канцерогенне) в залежності від спектра і дози випромінювання.**

**Внаслідок обмеженої проникаючої здатності УФ випромінювання первинні ефекти опромінення індукуються насамперед у шкірних покривах і органах зору. Саме органи зору, в силу своїх фокусуючих властивостей, особливо піддаються впливу шкідливої дії УФ випромінювання.**



Спеціальними дослідженнями встановлено, що роговиця ока найбільш чутлива до УФ випромінювання з довжиною хвилі 270-280 нм. УФ випромінювання з довжинами хвиль, що перевищують 290 нм, досягає кришталика ока і може взаємодіяти з його тканинами. Найбільший вплив на кришталик створює УФ випромінювання в діапазоні довжин хвиль 295—320 нм. Треба враховувати і той факт, що не тільки потужний однократний вплив УФ випромінювання, а також і його тривала низькоінтенсивна дія можуть індукувати зміни прозорості кришталика. Так, УФ складова сонячного випромінювання також може бути причиною розвитку катаракти кришталика. Один з видів катаракти, так звана ядерна катаракта, скоріше за все ініціюється фотохімічним впливом УФ випромінювання на амінокислоту триптофан, що призводить до утворення характерного коричневого пігменту і розвитку помутніння кришталика. Цей ефект найбільш інтенсивно виявляється при впливі УФ випромінювання з довжиною хвилі 300 нм, але тільки лише у випадку перевищення граничного дозового рівня.

Треба зауважити, що мінімальна величина енергії, що викликає відповідну реакцію в кришталику, в 2-3 рази вища, ніж відповідна величина для рогівки ока. Тобто опік рогової оболонки відбувається раніше, ніж виникне ураження кришталика.

При УФ опроміненні довжиною хвилі 280-303 нм існує найбільша ймовірність утворення ракових пухлин. УФ випромінювання також впливає на центральну нервову систему людини, в результаті мають місце такі симптоми, як головний біль, підвищення температури, стомленість, нервові порушення.

***Враховуючи той факт, що разом з негативною дією УФ випромінювання має і добродійну дію, а саме – антибактерицидну, терапевтичну та тонізуючу, згідно вимог СН у виробничих приміщеннях, де існує недостатній рівень УФ випромінювання, наприклад, у разі використання тільки штучного освітлення, необхідно застосовувати разом із загальним освітленням також і додаткове ультрафіолетове освітлення спеціальними еритемними лампами.*** Величина еритемного опромінення визначається поверхневою густиною еритемного потоку в мер/м<sup>2</sup>, для якого припустимо значення відповідно до вимог СН дорівнює 7,5 мер/м<sup>2</sup>. Для лікувального опромінення УФ випромінюванням використовують також і спеціальні світлолікувальні кабінети – фотарії.





**Нормування УФ випромінювання.** *Нормування УФ випромінювання у виробничих приміщеннях здійснюють згідно з санітарними нормами СН 4557-88 (ДНАОП 0.03-3.17-88).*

Враховуючи той факт, що розповсюдження в повітрі УФ випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 10 до 200 нм неможливе, за рахунок значного поглинання його киснем, **нормування УФ випромінювання здійснюється у трьох характерних областях А, В, та С (діапазон 200-400 нм):**

- УФ-А (довгохвильове), з довжиною хвилі від 400 до 315 нм;
- УФ-В (середньохвильове), з довжиною хвилі від 315 до 280 нм;
- УФ-С (короткохвильове), з довжиною хвилі від 280 до 200 нм.

Допустимі значення рівнів ультрафіолетового випромінювання у цих діапазонах наведені в таблиці 2.36.

Таблиця 2.36

Допустимі значення рівнів УФ випромінювання

| Діапазон ультрафіолетового випромінювання, нм | Допустимі значення ГДР УФ випромінювання, Вт/м <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 200-280 (УФ-С)                                | 0,001                                                       |
| 280-315 (УФ-В)                                | 0,01                                                        |
| 315-400 (УФ-А)                                | 10,0                                                        |

**Захист від УФ випромінювань** досягається наступними методами:

- **захистом відстанню;**
- **екрануванням робочих місць;**
- **засобами індивідуального захисту;**
- **спеціальним фарбуванням приміщень та раціональним розташуванням робочих місць.**

Визначаючи захисну відстань від джерел УФ випромінювання, використовують дані безпосередніх вимірів у конкретних виробничих умовах. **Найбільш раціональним методом захисту є екранування джерел випромінювання за допомогою різноманітних матеріалів та світлофільтрів.** Екрани виконуються у вигляді щитів, ширм, кабін. Повний захист від УФ випромінювання усіх областей





спектру забезпечує флінтглас (скло, яке вміщує оксид свинцю).

**У якості ЗІЗ використовують:** спецодяг (куртки, брюки, рукавички, фартухи), які виготовлені із спеціальних тканин, що не пропускають УФ випромінювання (льняні, бавовняні, поплін); захисні окуляри та щитки із світлофільтрами. Для захисту рук застосовують мазі із вмістом спеціальних речовин, що служать світлофільтрами (салол, саліцилово-метиловий ефір і т. ін.).

### 2.7.3. Біологічна дія, нормування та захист від лазерного випромінювання

**Основні характеристики лазерного випромінювання (ЛВ).** В сучасному виробництві лазерна техніка знаходить дуже широке застосування. Зараз нараховується більше 200 галузей застосування оптичних квантових генераторів (ОКГ). Вони використовуються в системах передачі інформації, телебаченні, спектроскопії, в електронній та обчислювальній техніці, , біології, медицині, металообробці, металургії, будівництві для забезпечення термоядерних процесів під час обробки твердих і надтвердих матеріалів, під час зварювальних робіт і т. ін. Мала кутова розбіжність ЛВ дозволяє здійснити його фокусування на площах дуже малих розмірів (порівняних з довжиною хвилі) і одержувати щільність потужності світлового потоку, достатньої для інтенсивного розігрівання і випаровування матеріалів (густина потужності випромінювання досягає  $10^{11}$  -  $10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>). Висока локальність нагрівання дозволяє використовувати лазери для збирання мікросхем (зварювання металевих виводів і напівпровідникових матеріалів і т. ін.). В мікроелектронній промисловості за допомогою лазерного променя здійснюють проплав багат шарових матеріалів, приєднання резисторів, конденсаторів, виготовлення друкованих схем і т. ін. Також широко використовують ОКГ для одержання мікроотворів у надтвердих матеріалах.

Розширене застосування лазерних установок у найрізноманітніших галузях діяльності людини сприяє залученню великої кількості працівників для їх обслуговування. Поряд із унікальними властивостями ОКГ (спрямованість і величезна густина потоку енергії в промені) та перевагами перед іншим устаткуванням, лазерні установки створюють певну небезпеку для здоров'я обслуговуючого персоналу.



**Принцип дії лазерного випромінювання заснований на використанні генерованого електромагнітного випромінювання, одержуваного від робочої речовини в результаті збудження її атомів енергією зовнішнього джерела.**

**Основні властивості лазерного випромінювання:**

➤ **висока ступінь когерентності** (сталість різниць фаз між коливаннями);

➤ **монохроматичність** (ширина смуги випромінювання до 2 Гц);

➤ **мала розбіжність променя** (22" - теоретична, 2' - практична);

➤ **значна густина потужності** (до  $10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>).

У залежності від характеру робочої речовини розрізняють наступні основні типи ОКГ: твердотільні (робоча речовина – рубін, скло з неодимом і т. ін.); напівпровідникові (ZnO, CaSe, Te, Pb і т. ін.); рідинні (з рідко земельними активаторами і т. ін.); газові (He-Ne, Ar, Xe, CO<sub>2</sub> і т. ін.).

За режимом роботи лазери підрозділяються на лазери безперервної дії та імпульсні. Найбільш поширені лазери, які працюють в діапазоні довжин хвиль від 0,6 мм до 10 нм – це субміліметровий, ІЧ, видимий та УФ діапазони згідно існуючої класифікації. Вже створенні лазери з рентгенівським випромінюванням (10 нм – 0,01 нм) і ведуться роботи із створення лазерів працюючих в області гамма-випромінювань (0,01-0,0005 нм). Лазерне випромінювання в цих діапазонах крім монохроматичності та когерентності, гострої спрямованості та високої густини потужності буде мати ще і високу проникаючу здатність, що робить їх ще більш небезпечними для обслуговуючого персоналу.

Лазерне випромінювання сконцентровано у вузько спрямованому промені і має значну густину потужності, яка може досягати дуже великих величин за рахунок сумарної енергії безлічі когерентних променів від окремих атомів, що приходять в обрану точку простору з однаковою фазою.

**Густина потужності лазерного випромінювання** на малій площині об'єкта визначається за формулою:

$$P_s = \frac{P \cdot D^2}{\lambda^2 \cdot f^2} \quad (2.109)$$

де: P – вихідна потужність випромінювання лазера;



$D$  – діаметр об'єкта оптичної системи;

$\lambda$  – довжина хвилі;

$f$  – фокусна відстань оптичної системи.

**Напруженість електричного поля ( $E_n$ )** лазерного випромінювання визначається за формулою:

$$E_n = \sqrt{\eta_0 \cdot \rho_s} = \sqrt{2 \cdot \rho_s \cdot \sqrt{\mu / \varepsilon}} \quad (2.110)$$

де  $\mu$  – магнітна проникність середовища (для повітря  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м);

$\varepsilon$  – діелектрична проникність середовища (для повітря  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м).

**За рахунок значної густини потужності лазерне випромінювання може руйнувати і випаровувати матеріали.** Одночасно в області падіння лазерного випромінювання на поверхні матеріалу створюється світловий тиск у сотні тисяч мегапаскалей (мільйони атмосфер), так як лазерний промінь – це потік фотонів, кожний з яких може мати енергію й імпульс сили. Температура в області падіння лазерного випромінювання може сягати декількох мільйонів Кельвінів. При фокусуванні лазерного променя в газі відбувається утворення високотемпературної плазми, що є джерелом довгохвильового рентгенівського випромінювання (1 нм).

При проходженні променя ОКГ через неоднорідне середовище, наприклад повітря, відбувається його розбіжність і блукання за рахунок ефекту відбиття. Розрізняють дзеркальне і дифузне відбиття лазерного променя. Для оцінки дифузного відбиття лазерного випромінювання слід враховувати геометричні розміри поверхні, що відбиває лазерний промінь (крапкова чи протяжна).

**Густина енергії для прямого лазерного випромінювання** визначається за формулою:

$$E = \frac{4 \cdot I_0}{\pi \cdot (R \cdot \varphi)} \cdot e^{-\sigma R} \quad (2.111)$$

де:  $I_0$  – вихідна енергія ОКГ, Дж;

$\varphi$  – кут розбіжності випромінювання;

$R$  – відстань ОКГ до розрахункової точки, м;

$\sigma$  – коефіцієнт послаблення випромінювання ОКГ повітряним середовищем



(залежить від дальності видимості -V),  $\sigma = 3,9/V$ .

**В умовах відбитого лазерного випромінювання** густину енергії в заданій точці можна визначити за формулою:

$$E = \frac{I_n \cdot K \cdot \cos \beta}{\pi \cdot R^2 \cdot K_1} \quad (2.112)$$

де:  $I_n$  – енергія, що падає на відбиваючу поверхню, Дж;

$K$  – коефіцієнт відбиття поверхні;

$\beta$  – кут між нормаллю до поверхні і напрямком візування;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує розміри плями, наприклад, якщо  $R > 30r$  ( $r$  – радіус плями), то  $K_1 = 1$  (точкове джерело).

**Біологічна дія лазерного випромінювання (ЛВ).** Під біологічною дією ЛВ розуміють сукупність структурних, функціональних та біохімічних змін, що виникають у живому організмі під впливом даного випромінювання. ЛВ впливає на шкіру, внутрішні органи і особливо небезпечне для органів зору. Результат впливу ЛВ визначається як фізіологічними властивостями окремих тканин (відбиваючою і поглинаючою здатністю, теплоємністю, акустичними та механічними властивостями), так і характеристиками ЛВ (енергія в імпульсі, щільність потужності, довжина хвилі, тривалість дії, площа опромінювання).

**При дії лазерного випромінювання на біологічні об'єкти розрізняють термічний та ударний ефекти.**

**Термічний (тепловий) ефект.** Цей ефект схожий з тепловим опіком – відбувається омертвіння тканин. Для термічного ураження ЛВ характерні різкі границі уражених ділянок і можливість концентрації енергії ЛВ в глибоких шарах тканини. На характер ушкодження сильно впливає ступінь пігментації тканини, її мікроструктура і щільність. Максимальному ураженню піддаються тканини, що мають безбарвну речовину – меланін (пігмент шкіри), який має максимальне поглинання при довжині хвилі  $\lambda_{\max} = 0,5 - 0,55$  мкм, тобто в діапазоні випромінювань найбільш розповсюджених ОКГ. Специфікою печінки та селезінки є те, що вони мають максимальне поглинання при  $\lambda = 0,48$  та  $0,51$  мкм – це характерні частоти аргонних ОКГ (синьо-зелене забарвлення). Для ОКГ із  $\lambda = 0,48-10,6$  мкм гранична щільність лазерної енергії для біологічної тканини дорівнює  $50$  Дж/см<sup>2</sup>.

**Залежність ступеня термічного ураження біологічної ткани-**



**ни від потужності випромінювання лазерів близька до лінійної.**

**Прояви теплової дії ЛВ:** від опікових міхурів і випаровування поверхневих шарів тканини до ураження внутрішніх органів. Ступень ураження поверхні тіла і, в першу чергу, органів зору залежить від того, сфокусоване чи несфокусоване лазерне випромінювання. Для внутрішніх органів фокусування ЛВ має менше значення.

**Як правило, тепловий ефект ЛВ характерний для випадку використання ОКГ з безперервним режимом роботи.**

**Ударний ефект. Причиною багатьох видів ураження ЛВ є ударні хвилі.** Різке підвищення тиску призводить до виникнення ударної хвилі, яка поширюється з надзвуковою швидкістю і може викликати руйнування внутрішніх органів без будь-яких зовнішніх проявів. Взаємодія ЛВ з біологічною тканиною призводить до появи не тільки ударної хвилі, а також і ультразвукових хвиль, що можуть викликати кавітаційні процеси та руйнування тканин. Ударний ефект характерний для імпульсного режиму роботи ОКГ.

Вплив ЛВ невеликої інтенсивності призводить до різних функціональних зрушень у серцево-судинній системі, ендокринних залозах, центральній нервовій системі. З'являються симптоми підвищеної стомлюваності, великі стрибки артеріального тиску, головні болі і т. ін.

**При локальній дії найбільшу небезпеку ЛВ становить для органів зору.** Для  $\lambda < 0,4$  мкм і  $\lambda > 1,4$  мкм ЛВ найбільше впливає на рогівку очей і шкіру, а у значеннях  $\lambda = 0,4 - 1,4$  мкм - на сітківку ока. Обумовлено це тим, що кришталік ока діє, як додаткова фокусуюча лінза, що підвищує концентрацію енергії на сітківці ока. Все це значно, у 5-10 разів, знижує максимально припустимий рівень опромінювання для зіниці ока.

**Нормування лазерного випромінювання. Нормування лазерного випромінювання здійснюється згідно санітарних норм і правил СНиП 5804-91 та ГОСТ 12.01.040-83 „ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения”.** За нормативами для проектування лазерної техніки має бути діючим принцип відсутності впливу на людину прямого, дзеркально та дифузно відбитого випромінювань.

При визначенні класу небезпеки лазерного випромінювання необхідно враховувати спектральний діапазон роботи лазера: I –  $180\text{нм} < \lambda < 380\text{нм}$ , II –  $380\text{нм} < \lambda < 1400\text{нм}$ , III –  $1400\text{нм} < \lambda < 10^5\text{нм}$ .

**Нормованими параметрами ЛВ з точки зору небезпеки є енер-**



**гія  $W$  (Дж) і потужність  $P$  (Вт) випромінювання**, що пройшли обмежуючу апертуру діаметрами  $d_a = 1,1$  мм (у спектральних діапазонах I і II) та  $d_a = 7$  мм (у діапазоні III); енергетична експозиція  $H$  і інтенсивність опромінення  $E$ , усереднені по обмежуючій апертурі:

$$H = W/S_a; E = P/S_a, \quad (2.113)$$

де:  $S_a$  — площа обмежуючої апертури.

**Згідно нормативам лазерне устаткування за ступенем небезпеки поділяється на 4 класи:**

**1 клас** – повністю безпечні лазери, які не мають шкідливої дії на очі та шкіру;

**2 клас** – лазери, що становлять небезпеку для очей та шкіри у випадку прямої дії колімірованим, тобто замкнутим у малому куті розповсюдження пучком, а дзеркальне або дифузно відбите випромінювання таких лазерів безпечно для людини;

**3 клас** – це лазери, які діють у видимому діапазоні спектру і становлять небезпеку як для очей (пряме і дзеркальне відбите випромінювання на відстані 10 см від відбиваючої поверхні), так і шкіри (тільки пряме випромінювання);

**4 клас** – найбільш потужні лазери, які небезпечні при дифузно відбитому випромінюванні для очей і шкіри на відстані 10 см від дифузно відбиваючої поверхні.

Згідно СНиП 5804-91 регламентуються гранично допустимі рівні (ГДР) ЛВ в залежності від режиму роботи лазера, його спектрального діапазону, тривалості впливу, однократна чи багатократна дія ЛВ. Гранично допустимі рівні випромінювання нормуються окремо для шкіри, сітківки та рогівки ока. Наприклад, відповідно до санітарних норм, під час роботи з ОКГ ГДР випромінювання для очей при однократній дії ЛВ є енергія  $W$  (Дж), яка нормується в залежності від довжини хвилі і тривалості впливу ЛВ (таблиця 2.37 – випадок колімірованого (прямого) ЛВ у діапазоні 380 нм  $<\lambda \leq 1400$  нм).

Гранично допустимі рівні лазерного випромінювання у діапазоні 1400  $<\lambda \leq 10^5$  нм наведені у таблиці 2.38 для випадку прямого чи розсіяного ЛВ.

Таблиця 2.37

Гранично допустимі рівні у випадку однократного впливу на очі колімірованого (прямого) лазерного випромінювання

| Довжина хвилі<br>$\lambda$ , нм | Тривалість впливу<br>$t$ , с | $W_{ГДР}$ , Дж |
|---------------------------------|------------------------------|----------------|
|---------------------------------|------------------------------|----------------|



|                            |                                               |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| $380 < \lambda \leq 600$   | $t \leq 2,3 \cdot 10^{-11}$                   | $\sqrt[3]{t^2}$                   |
|                            | $2,3 \cdot 10^{-11} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$ | $8 \cdot 10^{-8}$                 |
|                            | $5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$                  | $5,9 \cdot 10^{-5} \sqrt[3]{t^2}$ |
| $600 < \lambda \leq 750$   | $t \leq 6,5 \cdot 10^{-11}$                   | $\sqrt[3]{t^2}$                   |
|                            | $6,5 \cdot 10^{-11} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$ | $1,6 \cdot 10^{-7}$               |
|                            | $5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$                  | $1,2 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$ |
| $750 < \lambda \leq 1000$  | $t \leq 2,5 \cdot 10^{-10}$                   | $\sqrt[3]{t^2}$                   |
|                            | $2,5 \cdot 10^{-10} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$ | $4 \cdot 10^{-7}$                 |
|                            | $5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$                  | $3 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$   |
| $1000 < \lambda \leq 1400$ | $t \leq 10^{-9}$                              | $\sqrt[3]{t^2}$                   |
|                            | $10^{-9} < t \leq 5 \cdot 10^{-5}$            | $10^{-6}$                         |
|                            | $5 \cdot 10^{-5} < t \leq 1$                  | $7,4 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{t^2}$ |

\*Примітки: 1. Тривалість впливу менше 1 с.,.. діаметр обмежуючої апертури  $7 \cdot 10^{-3}$  м.

Таблиця 2.38  
Гранично допустимі рівні при однократному впливі на очі і шкіру прямого чи розсіяного лазерного випромінювання

| Довжина хвилі $\lambda$ , нм | Тривалість опромінення $t$ , с | $H_{ГДР}$ , Дж·м <sup>-2</sup> ;<br>$E_{ГДР}$ , Вт·м <sup>-2</sup> |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| $1400 < \lambda \leq 1800$   | $10^{-10} < t \leq 1$          | $H_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[5]{t}$                         |
|                              | $1 < t \leq 10^2$              | $E_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 / \sqrt[5]{t}$                             |
|                              | $t > 10^2$                     | $E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$                                           |
| $1800 < \lambda \leq 2500$   | $10^{-10} < t \leq 3$          | $H_{ГДР} = 7 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$                         |
|                              | $3 < t \leq 10^2$              | $E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt[5]{t}$                             |
|                              | $t > 10^2$                     | $E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$                                           |

продовження табл. 2.38

|                           |                             |                                              |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| $250 < \lambda \leq 10^5$ | $10^{-10} < t \leq 10^{-1}$ | $H_{ГДР} = 2,5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$ |
|                           | $10^{-1} < t \leq 1$        | $H_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$   |
|                           | $1 < t \leq 10^2$           | $E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt[5]{t}$       |





*\*Примітка. Діаметр обмежуючої апертури  $1,1 \cdot 10^{-3}$  м.*

**Захист персоналу при роботі з ОКГ. Експлуатація ОКГ супроводжується цілим комплексом шкідливих та небезпечних факторів.**

**Крім дії лазерного променя (прямого, дзеркально та дифузно відбитого), це:**

➤ **висока напруга зарядних пристроїв, що живлять батарею конденсаторів великої ємності;**

➤ **забруднення повітряного середовища хімічними речовинами, що утворюються під час накачки ОКГ (озон, оксид азоту) та під час випаровування матеріалу мішені (оксид вуглецю, оксиди металів і т. ін.);**

➤ **УФ випромінювання імпульсних ламп і газорозрядних трубок (супутнє);**

➤ **світлове випромінювання при роботі ламп накачування;**

➤ **рентгенівське випромінювання (супутнє вторинне);**

➤ **утворення часток високих енергій під час опромінення мішені;**

➤ **іонізуюче випромінювання, яке використовується для накачки ОКГ;**

➤ **ЕМП, що утворюються під час роботи ВЧ генераторів;**

➤ **шуми при роботі механічних затворів, насосів, шум ударних хвиль;**

➤ **токсичні рідини (робоче тіло в рідинних ОКГ), наприклад, оксиди хлору, фосфору і т. ін.**

**Таким чином, експлуатація лазерів потребує впровадження цілого комплексу різноманітних захисних заходів.**

Діючі ОКГ слід розміщати в окремих, спеціально виділених приміщеннях, які не повинні мати дзеркальних поверхонь. Поверхні приміщень повинні мати коефіцієнт відбивання не більш 0,4. Стіни, стеля і підлога повинні мати матову поверхню. У приміщенні повинен бути високий рівень освітленості ( $K_{ПО} > 1,5\%$ ,  $E_{заг} > 150$  лк).

При використанні потужних ОКГ приміщення необхідно облаштовувати загальнообмінною та місцевою вентиляцією.

Забороняється проводити орієнтацію променя на вікна та двері.

Суворо обмежується доступ сторонніх осіб до ОКГ.

Установлюються попереджувальні знаки та система сигналізації



## про роботу ОКГ

Застосовують різні типи екранів (металеві, пластмасові) для запобігання попадання променю ОКГ в місця перебування персоналу.

Вивішують відповідні знаки в місцях розташування безпечних та небезпечних зон (ГОСТ 12.4.026-76).

Для запобігання ураженню органів зору застосовують ЗІЗ – спеціальні окуляри зі світлофільтрами. В протилазерних окулярах використовують:

- поглинаюче скло і пластмаси;
- відбиваючі діелектричні плівки, що відбивають 90-95% падаючої світлової енергії (оксиди титану і т. ін.);
- комбінації з поглинаючих і відбиваючих матеріалів.

Світлофільтри повинні мати високу вибірковість положення і відбивання, а також значну термостійкість. У цьому плані найкращі показники мають багат шарові світлофільтри. Для них граничне значення пробою може досягати  $10^{15}$  Вт/м<sup>2</sup>. Для кожної довжини хвилі ОКГ необхідно підбирати окуляри з відповідними характеристиками. Наприклад, окуляри типу СЗС-22 мають максимальну ефективність у діапазоні  $\lambda = 0,69-1,6$  нм).

Поряд із захисними окулярами в лабораторіях з використанням ОКГ необхідно використовувати і захисний одяг для того, щоб виключити попадання лазерного випромінювання на відкриті ділянки шкіри. При густині потоку енергії 50 Дж/см<sup>2</sup> у людини вже спостерігаються значні ушкодження відкритих ділянок шкіри. Для захисту шкіри застосовують фетровий одяг, шкіряні рукавички.

Для зменшення густини потоку відбитої енергії ЛВ необхідно підбирати відповідний колір фарбування стін робочого приміщення. Так, темно-синя олійна фарба відбиває 16% енергії у разі використання ОКГ з довжиною хвилі 1,06 мкм і 12% – при використанні ОКГ з довжиною хвилі 0,69 мкм. Темно-зелене фарбування стін у разі використання ОКГ з довжиною хвилі 0,69 мкм відбиває 15% енергії. Для створення екрануючих штор рекомендується використовувати чорні щільні тканини, які мають максимальне поглинання ЛВ в діапазоні довжин хвиль 1,06-0,69 мкм.

## **2.8. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо допустимих рівнів іонізуючих випромінювань у виробничому середовищі, нормування та заходи і засоби захисту**



**Радіоактивність та супутнє їй іонізуюче випромінювання (ІВ) можуть мати як природне, так і штучне походження.** Так, в біосфері Землі існує понад 60 природних джерел іонізуючого випромінювання. Сучасна людина піддається впливу іонізуючих випромінювань в основному саме від джерел природного походження (космічного та земного). На частку земного припадає 5/6 природного опромінювання. В першу чергу це випромінювання від радіоактивних нуклідів, що попадають в організм з їжею, водою та повітрям. Радіоактивні нукліди, в тому числі і ізотопи, містяться у гірничих породах (калій-40, уран-238, торій-232 та ін.), які широко використовуються в будівництві та інших галузях господарства. Останні дослідження показали, що значна частка природного радіоактивного опромінювання припадає на газ радон, який утворюється при розпаді урану та торію і який може виділятися з породи, наприклад, граніту, а також при розпилу води та спалюванні газу. В закритих приміщеннях концентрація радону може досягати кількох тисяч Бк/м<sup>3</sup>.

Додаткове опромінювання людини має місце також і за рахунок викидів твердих часток, які вміщують радіоактивні сполуки, при спалюванні вугілля і мазуту, а також за рахунок використання штучних джерел іонізуючого опромінювання в медицині, наприклад, рентгенографії та радіотерапії. Так, при рентгенографії зубів доза опромінювання черепа людини може досягати 60-130 мкЗв. У середньому рівень додаткової дози від медичних процедур досягає 0,4мЗв на рік, що складає 20% від фонового опромінювання. В промисловості та науці штучними джерелами ІВ є установки рентгеноструктурного аналізу, радіаційні дефектоскопи, товщиноміри, високовольтні електровакуумні прилади і т. ін.

Швидкий розвиток ядерної енергетики і широке використання джерел іонізуючих випромінювань у різних областях науки, техніки і народного господарства створюють додаткову потенційну загрозу радіаційної небезпеки для людини і забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами. Як відомо, в Україні більше 40% електроенергії виробляється на атомних електростанціях (АЕС), а всі компоненти ядерного паливного циклу створюють значну радіаційну проблему (добування та збагачення урану, його транспортування, спалювання уранового палива та зберігання відходів). Наслідки аварій на таких об'єктах можуть бути катастрофічними як для



окремого регіону чи країни, так і для усієї біосфери Землі. Прикладом такої катастрофи є аварія на Чорнобильській АЕС в 1986 р.

Таким чином, **питання захисту від іонізуючих випромінювань (чи радіаційна безпека) перетворюються у наш час в одну з найважливіших проблем.**

### 2.8.1. Основні поняття і характеристики іонізуючих випромінювань

**Іонізуюче випромінювання (ІВ)** – випромінювання, взаємодія якого з середовищем призводить до утворення в останньому електричних зарядів різних знаків, тобто до іонізації цього середовища. Основними характеристиками для джерел ІВ є: радіоактивність, час напіврозпаду та енергія випромінювання. Для оцінки дії ІВ використовують такі поняття, як глибина проникнення, іонізуюча здатність, доза опромінення (поглинена, еквівалентна, експозиційна), потужність дози опромінення і т. ін.

**Радіоактивність** – самовільне перетворення (розпад) атомних ядер деяких хімічних елементів (урану, торію, радію та ін.), що приводить до зміни їхнього атомного номера та масового числа. Такі елементи називаються радіоактивними.

**Радіоактивні речовини** мають строго визначений період напіврозпаду, тобто той час, протягом якого розпадається половина всіх атомів даної радіоактивної речовини. Радіоактивний розпад не може бути зупинений чи прискорений.

Число ядер даного елемента, яке розпадається за одиницю часу (A), пропорційне повному числу ядер N, тобто

$$A = -dN/dt = \lambda N, \quad (2.114)$$

де:  $\lambda$  – постійна радіоактивного розпаду, яка характеризує вірогідність розпаду на одне ядро за одиницю часу. Чим більша  $\lambda$ , тим більша швидкість розпаду.

Цей процес також може бути описаний формулою:

$$N_t = N_0 (-\lambda t), \quad (2.115)$$

де:  $N_0$  і  $N_t$  – число радіоактивних ядер в початковий момент та через період часу  $t$  відповідно.

**Швидкість розпаду (A)** характеризує активність радіонуклідів. У системі одиниць СІ за одиницю активності прийняте од-



*не ядерне перетворення за секунду. Ця одиниця одержала назву бекерель (Бк). Позасистемною одиницею виміру активності є Кюри (Ки). Це активність радіонуклідів в джерелі, в якому відбувається  $3,7 \cdot 10^{10}$  актів розпаду за одну секунду. Одиниця активності кюри відповідає активності 1 граму Ra.*

Частки, що випускаються радіоактивним джерелом утворюють потік, який вимірюється числом часток за одиницю часу. Потік, що приходить на одиницю поверхні (квадратний сантиметр), це густина потоку часток (часток/(хв • см<sup>2</sup>), часток/(сек • см<sup>2</sup>)).

У дозиметрії застосовуються питома активність  $A_{\text{п}}$  (Бк/кг), об'ємна  $A_{\text{в}}$  (Бк/м<sup>3</sup>) і поверхнева  $A_{\text{с}}$  (Бк/м<sup>2</sup>) активності джерел.

Постійна розпаду  $\lambda$  зв'язана з періодом напіврозпаду  $T_{1/2}$ , с, тобто періодом часу за який кількість активних ядер зменшується удвічі, співвідношенням:

$$T_{1/2} = 0,693 / \lambda . \quad (2.116)$$

Кожний ізотоп має свої значення  $T_{1/2}$ . Наприклад, для калію-40  $T_{1/2}=1,28 \cdot 10^9$  років, цезію-137  $T_{1/2}=30$  років, стронцію-90  $T_{1/2}=28$  років, йоду 131  $T_{1/2}=8$  діб.

*У результаті перетворень радіоактивних речовин виникає іонізуюче випромінювання, яке умовно поділяється на корпускулярне, наприклад,  $\alpha$ -(альфа),  $\beta$ -(бета) та  $n$ -(нейтронне), і електромагнітне, наприклад  $\gamma$ -(гамма) та  $R$ -(рентгенівське). Всі вони мають різні енергетичні параметри і здатність іонізувати середовище.*

**$\alpha$ -випромінювання** – потік позитивно заряджених часток (ядер атомів гелію), що утворюються при розпаді ядер або при ядерних реакціях. Вони мають велику іонізуючу дію, але малу проникаючу здатність.

**$\beta$ -випромінювання** – потік негативно заряджених часток (електронів) або позитивно заряджених часток (позитронів), що відтворюються при розпаді ядер або нестабільних часток. Пробіг  $\beta$ -часток в повітрі складає приблизно 3,8м/МеВ. Іонізуюча здатність  $\beta$ -часток на два порядки нижче  $\alpha$ - часток.

**$\gamma$ -випромінювання** – це короткохвильове електромагнітне випромінювання (фотонне). Воно утворюється при змінах енергетичного стану атомних ядер, а також при ядерних перетвореннях.



**Рентгенівське випромінювання** – також відноситься до електромагнітного випромінювання (фотонного), яке утворюється при змінах енергетичного стану електронних оболонок атома, або при гальмуванні електронів з великою кінетичною енергією в електростатичному полі ядер (гальмівне випромінювання). Гамма та рентгенівські випромінювання мають невелику іонізуючу дію, але дуже велику проникаючу здатність.

Основні характеристики іонізуючих випромінювань наведені у таблиці 2.39.

Таблиця 2.39

Основні характеристики деяких іонізуючих випромінювань (ІВ)

| Вид                | Фізична природа                             | Швидкість розповсюдження, км/с | Енергія випромінювання, MeV | Глибина проникнення |                    | Іонізуюча здатність, пар іонів на 1 мм пробігу в повітрі |
|--------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|
|                    |                                             |                                |                             | Повітря             | Біологічна тканина |                                                          |
| Альфа ( $\alpha$ ) | Ядра гелію $\text{He}^+$                    | 20000                          | 1,83-11,65                  | 2,5-11 см           | 30-130 мкм         | 1000 – 3000                                              |
| Бета ( $\beta$ )   | Електрони, позитрони                        | 290000                         | 0,0005-8                    | 0,002-34 м          | 0,003-41,3 мм      | 30-50                                                    |
| Гамма ( $\gamma$ ) | Фотонне, ЕМВ (довжина хвилі 0,01-0,0005 нм) | 300000                         | 0,01-10                     | 4,8-0,02*           | 4,99-0,02*         | 2-4                                                      |
| Рентгенівське (R)  | Фотонне, ЕМВ (довжина хвилі 6-0,01 нм)      | 300000                         | 0,001-1                     | 50-0,028*           | 52 – 0,03*         | 1-2                                                      |

\* Коефіцієнт ослаблення енергії фотонів (масовий коефіцієнт передачі енергії).

Іонізуючі випромінювання, проходячи через речовини, взаємодіють з їх атомами і молекулами. Така взаємодія призводить до порушення атомів і викидання окремих електронів з електронних оболонок нейтрального атома. У результаті атом, позбавлений одного чи декількох електронів, перетворюється в позитивно заряджений іон, тобто відбу-



вається іонізація. Електрони, що втратили в результаті багаторазових зіткнень свою енергію, залишаються вільними чи приєднуються до якого-небудь нейтрального атома, утворюючи негативно заряджені іони. **Таким чином, енергія випромінювання при проходженні через речовину витрачається, в основному, на іонізацію середовища. Число пар іонів, що створюються ІВ у речовині на одиницю шляху пробігу називається питомою іонізацією, а середня енергія, що витрачається іонізуючим випромінюванням на утворення однієї пари іонів, – середньою роботою іонізації.**

В міру просування у середовище заряджена частка втрачає свою енергію. **Відстань, пройдена часткою від місця утворення до місця втрати нею надлишкової енергії, називається довжиною пробігу.**

**Розповсюдження випромінювання у речовинні може бути охарактеризовано поняттям «шар половинного ослаблення» – тобто товщина шару певної речовини, при проходженні через який інтенсивність випромінювання послаблюється у два рази.** Таким чином можна визначити необхідну кількість шарів половинного ослаблення  $n$  для зменшення інтенсивності випромінювання в  $K$  разів:

$$K = 2^n, n = 3,322 \lg K. \quad (2.117)$$

**Ступінь, глибина і форма променевих уражень, що розвиваються в тканинах біологічних об'єктів при впливі на них ІВ, в першу чергу, залежать від величини поглиненої енергії випромінювання. Для характеристики цього показника використовується поняття поглиненої дози ( $D_{\text{погл}}$ ), тобто енергії, поглиненої одиницею маси речовини, що опромінюється:**

$$D_{\text{погл}} = dE/dm, \quad (2.118)$$

де:  $dE$  – середня енергія, що передана ІВ речовині у елементарному об'ємі;

$dm$  – елементарний об'єм маси речовини.

За одиницю поглиненої дози опромінення приймається *джоуль на кілограм* (Дж/кг) – *Грей* (Гр). Грей – поглинена доза випромінювання, а саме енергія в 1 Дж будь-якого іонізуючого випромінювання, яка передана одному кілограму речовини, що опромінюється. У радіобіології і радіаційній гігієні широке застосування одержала позасистемна одиниця поглиненої дози – *рад*. Рад – це така поглинена доза, при якій кількість поглиненої енергії в 1 г будь-якої речовини складає





100 ерг незалежно від виду й енергії випромінювання, 1 рад = 0,01 Гр.

*Для характеристики дози ІВ за ефектом іонізації у повітрі використовується так звана експозиційна доза ( $D_{\text{експ}}$ ) рентгенівського (R-) і  $\gamma$ -випромінювань – кількісна характеристика рентгенівського (R-) і  $\gamma$ -випромінювань, заснована на їх іонізуючій дії і виражена сумарним електричним зарядом іонів одного знака, утворених в одиниці об'єму повітря в умовах електронної рівноваги:*

$$D_{\text{експ}} = dQ/dm, \quad (2.119)$$

де:  $dQ$  – прирощення сумарного заряду усіх іонів одного знака, які були утворені в елементарному об'ємі повітря;

$dm$  – маса елементарного об'єму повітря.

За одиницю експозиційної дози рентгенівського (R-) і гамма ( $\gamma$ -) випромінювань приймається кулон на кілограм (Кл/кг).

*Кулон на кілограм* – експозиційна доза рентгенівського (R-) або гамма ( $\gamma$ -) випромінювань, при якій сполучена з цим випромінюванням корпускулярна емісія на кілограм сухого атмосферного повітря утворює у повітрі іони, що несуть заряд у 1 Кл електрики кожного знака.

Позасистемної одиницею експозиційної дози рентгенівського (R-) і гамма ( $\gamma$ -) випромінювань є рентген (Р).

*Рентген* – одиниця експозиційної дози фотонного випромінювання, при проходженні якого через 0,001293 г повітря в результаті завершення всіх іонізаційних процесів у повітрі утворюються іони, що несуть одну електростатичну одиницю кількості електрики кожного знака. 0,001293 г – маса 1 см<sup>3</sup> сухого атмосферного повітря за нормальних умов [температура 20°C і тиск 1013 МПа (1 атм фізична чи 760 мм рт. ст.)], у якій відбуваються первинні процеси взаємодії фотонів з повітрям. За визначенням, 1 Р відповідає заряд 1 СГСЕ =  $nq$ , де:  $n$  - число іонів,  $q$  - заряд іона ( $q = 4,8 \cdot 10^{-10}$  СГСЕ).

Таким чином, для одержання експозиційної дози в 1 Р потрібно, щоб витрачена на іонізацію в 1 см<sup>3</sup> (чи в 1 г) повітря енергія відповідно дорівнювала

$$1\text{Р} = 0,114 \text{ ерг/см}^3 = 87,7 \text{ ерг/г.}$$

Величини 0,114 ерг/см<sup>3</sup> і 87,7 ерг/г прийнято називати енергетичними еквівалентами рентгена. Співвідношення між поглиненою дозою рентгенівського (R-) і гамма ( $\gamma$ -) випромінювань, вираженої в радах, і





експозиційною дозою рентгенівського (R-) і гамма ( $\gamma$ -) випромінювань, вираженої в рентгенах, для повітря має вигляд

$$D_{\text{експ}} = 0,877 D_{\text{погл}} . \quad (2.120)$$

*Поглинена чи експозиційна дози випромінювань, віднесені до одиниці часу, називаються відповідно потужністю поглиненої чи експозиційної дози (P).* Вона характеризує швидкість накопичення дози, яка згодом може збільшуватися.

Якщо за деякий проміжок часу  $dt$  збільшення дози дорівнює  $dD$ , то середнє значення потужності дози за даний проміжок часу визначається як:

$$P = dD/dt. \quad (2.121)$$

*Різні види ІВ мають неоднакову біологічну дію на біологічні об'єкти. Для оцінки біологічної дії різних видів ІВ нормативами НРБУ-97 (Норми радіаційної безпеки України) введено поняття радіаційного зважуючого фактора –  $W_R$ , який показує у скільки разів даний вид ІВ випромінювання має більш сильну біологічну дію, ніж рентгенівське (R-) чи  $\gamma$ - випромінювання при однаковій поглиненій дозі.* Наприклад, для  $\alpha$ -випромінювання  $W_R$  складає 20, для  $\beta$ - випромінювання 1, а для нейтронного випромінювання 5-20.

*Для оцінки можливих наслідків дії на людину ІВ з урахуванням його іонізуючої здатності введено таке поняття, як еквівалентна доза (H) ІВ:*

$$H = D_{\text{погл}} \cdot W_R; \quad (2.122)$$

Одиницею виміру еквівалентної дози в СІ є *зіверт*,  $1\text{Зв} = 1\text{Дж/кг}$ . Позасистемною одиницею еквівалентної дози є *бер*,  $1\text{бер} = 0,01\text{Зв}$ .

Якщо еквівалентні дози однакові, ступінь ураження окремих органів і тканин тіла людини залежить від радіаційної чутливості цих органів і тканин. *Для оцінки ступеня радіаційного ураження людини з урахуванням радіаційної чутливості її окремих органів і тканин введено поняття ефективної дози (E), яка визначається виразом:*

$$E = \sum H_T W_T \quad (2.123)$$

де  $H_T$  – еквівалентна доза в тканині чи органі;

$W_T$  – тканинний зважуючий фактор, який характеризує відносний стохастичний ризик при опромінюванні окремих тканин ( $W_T$  для гонад – 0,2; для червоного кісткового мозку, кишечника, легень – 0,12; для більшості внутрішніх



## 2.8.2. Біологічна дія та нормування іонізуючих випромінювань

**Біологічна дія.** *Механізм взаємодії іонізуючого випромінювання (ІВ) з речовиною залежить від властивостей середовища, виду та енергії випромінювання.*

*Вивчення дії ІВ на живі організми визначило наступні його особливості.*

➤ *Дія ІВ на організм невідчутна, так як у людини відсутній орган почуття, що сприймає іонізуючі випромінювання. Таким чином, людина може вдихнути або проковтнути радіоактивну речовину без усяких первинних відчуттів. Дозиметричні прилади є як би додатковим органом почуття, призначеним для сприйняття людиною ІВ.*

➤ *Висока ефективність поглиненої енергії. Навіть мала кількість поглиненої енергії ІВ може викликати глибокі біологічні зміни в організмі людини.*

➤ *У цілому живі організми не однаково реагують на ІВ.*

➤ *Різні органи живого організму мають різну чутливість до ІВ.*

➤ *Наявність прихованого чи інкубаційного періоду прояву дії ІВ. Цей період часто називають періодом удаваного благополуччя. Тривалість його скорочується зі збільшенням дози.*

➤ *Дія малих доз ІВ може накопичуватися в організмі людини. Цей ефект називається кумуляцією.*

➤ *Вплив ІВ може проявлятися безпосередньо на живому організмі як у вигляді миттєвих уражень (соматичний ефект), так і через деякий час у вигляді різноманітних захворювань (соматично-стохастичний ефект), а також на його потомстві (генетичний ефект).*

Іонізуюче випромінювання, впливаючи на живий організм, викликає в ньому цілий ланцюг зворотних і незворотних змін, що призводять до тих чи інших біологічних наслідків залежно від виду, рівня опромінення, часу дії, властивостей організму та розміру поверхні, що опромінюється. *Первинним етапом – спусковим механізмом, що впливає на різноманітні процеси в біологічному об'єкті,*



**є іонізація і порушення молекулярних зв'язків.** У результаті дії ІВ порушується нормальне протікання біохімічних процесів та обміну речовин, блокується ділення клітин та процеси регенерації тканин. Відомо, що 2/3 загального складу тканини людини складають вода та вуглець. Вода під впливом випромінювання розщеплюється на іони водню  $H^+$  і гідроксильної групи  $OH^-$ , що безпосередньо, або через ланцюг вторинних ланцюгових перетворень призводить до утворення продуктів з високою хімічною активністю: гідратного оксиду  $HO_2$  та перекису водню  $H_2O_2$ . Ці з'єднання активно взаємодіють з молекулами органічної речовини тканин, окисляючи та руйнуючи їх на клітинному рівні.

**Залежно від величини поглиненої дози випромінювання та індивідуальних особливостей зміни в організмі людини під дією ІВ можуть бути зворотними або незворотними.** У випадку невеликих доз уражені тканини відновлюють свою функціональну діяльність. Великі дози при тривалому впливі можуть викликати незворотне ураження окремих органів або всього організму людини в цілому.

Будь-який вид ІВ викликає біологічні зміни в організмі як при зовнішньому (джерело знаходиться поза організмом), так і при внутрішньому опроміненні (радіоактивні речовини попадають усередину організму, наприклад пероральним чи інгаляційним шляхом). Найбільш небезпечними щодо внутрішнього опромінення є ІВ з великою іонізуючою здатністю, а саме  $\alpha$  - та  $\beta$  - випромінювання. Зовнішнє опромінення  $\alpha$  -, а також  $\beta$  - частками менш небезпечно, так як вони мають невеликий пробіг у тканині і не досягають кровотворних чи інших внутрішніх органів. Найбільш небезпечними при зовнішньому опроміненні є  $\gamma$  - та нейтронне ІВ, так як вони проникають у тканину на велику глибину і мають значну руйнівну силу.

**Важливим фактором впливу ІВ на організм є тривалість опромінення, оскільки можливі біологічні порушення в значній мірі залежать від сумарної поглиненої дози випромінювання.**

Поглинена доза випромінювання, що викликає ураження окремих частин тіла, а потім і смерть, перевищує смертельну поглинену дозу при опроміненні всього тіла. Так, смертельні поглинені дози при опроміненні окремих частин тіла наступні: голова – 20 Гр, нижня частина живота – 30 Гр, верхня частина живота – 50 Гр, грудна клітка – 100 Гр, кінцівки – 200 Гр. При загальному опроміненні всього тіла за короткий термін доза 5-6 Гр призводить до смертель-



ного результату майже у 100% опромінених, якщо постраждалим не була вчасно надана спеціальна медична допомога. Променеві захворювання можуть мати місце вже при дозі в 1 Гр.

**Ступінь чутливості тканин різних органів до опромінення неоднакова.** Якщо розглядати тканини органів у порядку зменшення їхньої чутливості до впливу випромінювання, то одержимо наступну послідовність: зародкові клітини, червоний кістковий мозок, селезінка, легені, лімфатична тканина, зобна залоза. Підвищена чутливість кровотворних органів до радіації лежить в основі визначення характеру променевої хвороби. Так, у разі одноразового опромінення всього тіла людини поглиненою дозою 0,5 Гр за добу може різко скоротитися число лімфоцитів. Зменшиться також і кількість еритроцитів (червоних кров'яних тілець) по закінченні двох тижнів після опромінення. У здорової людини нараховується більше  $10^{14}$  червоних кров'яних тілець (щоденне відтворення  $10^{12}$ ), а у хворого променевою хворобою таке співвідношення порушується, і в результаті гине організм.

**Ступінь ураження організму також в значній мірі залежить від розміру поверхні, що опромінюється.** Зі зменшенням її поверхні зменшується і біологічний ефект. Так, у разі опромінення фотонами ділянки тіла площею 6 см<sup>2</sup> при поглиненій дозі 4 Гр помітного ураження організму не спостерігається, а у разі опромінення такою ж дозою всього тіла має місце близько 50% смертельних випадків.

**Радіоактивні речовини можуть потрапляти всередину організму в результаті вдихання повітря, забрудненого радіоактивними елементами, із забрудненою їжею чи водою, а також через шкіру чи відкриті рани.** Найчастіше радіоактивні речовини попадають в організм через травний тракт внаслідок недотримання вимог безпеки.

**Небезпека від дії радіоактивних речовин, що попадають тим чи іншим шляхом в організм людини, тим більше, чим вище їх активність.** Ступінь небезпеки залежить також від швидкості виведення цих речовин з організму людини, яка характеризується періодом напіввиведення  $T_{\text{нв}}$  – це термін, за який активність нукліда в організмі зменшується у два рази (для калію-40  $T_{\text{нв}} = 58$  діб; цезію-137  $T_{\text{нв}} = 70$  діб; для стронцію-90  $T_{\text{нв}} = 1,8 \cdot 10^4$  діб).

Необхідно також враховувати той факт, що одні радіоактивні речовини, потрапляючи в організм, розподіляються в ньому більш-



менш рівномірно, а інші концентруються в окремих внутрішніх органах. Так, у кісткових тканинах відкладаються джерела  $\alpha$ -випромінювання (радій-226, уран-238, плутоній-239) та  $\beta$ -випромінювання (стронцій-90, ітрій-91). Ці елементи, хімічно зв'язуються з кістковою тканиною і дуже важко виводяться з організму. Тривалий час утримуються в організмі також елементи з великим атомним номером (полоній, уран та ін.). Елементи, що утворюють в організмі легкорозчинні солі, накопичуються в м'яких тканинах і відносно легко виводяться з організму. У м'язових тканинах накопичуються такі джерела  $\beta$ -випромінювання, як натрій-24 та цезій-137, а у щитовидній залозі відбувається накопичування  $\gamma$ -випромінюючого елементу йод-131. Ефект накопичування радіоактивних елементів в окремих тканинах та органах людини обумовлює з часом розвиток в них патологічних змін, наприклад злоякісних пухлин.

**Нормування іонізуючих випромінювань. Допустимі рівні ІВ регламентуються «Нормами радіаційної безпеки України НРБУ-97», які є основним нормативним документом, що встановлює радіаційно-гігієнічні вимоги щодо забезпечення прийнятих допустимих рівнів ІВ як для окремої людини, так і суспільства взагалі.**

**НРБУ-97 регламентує ситуації опромінення людини джерелами ІВ в умовах:**

- **нормальної експлуатації індустриальних джерел ІВ;**
- **медичної практики;**
- **радіаційних аварій;**
- **опромінення техногенно-підсиленими джерелами природного**

**походження.**

**Згідно з цим нормативним документом опромінюванні особи поділяються на наступні категорії:**

**А** – персонал – особи, котрі постійно або тимчасово безпосередньо працюють з джерелами ІВ;

**Б** – персонал – особи, що безпосередньо не зайняті роботою з джерелами ІВ, але у зв'язку з розміщенням робочих місць у приміщеннях і на промислових площадках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть одержувати додаткове опромінення;



**НРБУ-97 регламентують наступні величини: ліміт дози, допустимі рівні, контрольні рівні, рекомендовані рівні і т. ін.** Для контролю за практичною діяльністю, а також підтримання безпечного радіаційного стану навколишнього середовища найбільш вагомою регламентованою величиною є ліміт ефективної дози опромінення за рік (мЗв/рік). Також встановлюють ліміт річної еквівалентної дози зовнішнього опромінювання окремих органів і тканин (таблиця 2.40).

**3 метою зниження рівнів опромінювання населення Міністерство охорони здоров'я України запроваджує рекомендовані рівні медичного опромінювання.** Під час проведення профілактичного обстеження населення річна ефективна доза не повинна перевищувати 1 мЗв/рік. НРБУ-97 також регламентують ефективну питому активність природних радіонуклідів у будівельних матеріалах (за зваженою сумою активності радію-226, торію-232 і калію-40). Наприклад, коли активність в будівельних матеріалах та мінеральній сировині нижче або дорівнює  $370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ , то вони можуть використовуватися для всіх видів будівництва без обмежень. Всередині приміщень з постійним перебуванням людей потужність поглиненої в повітрі дози  $\gamma$ -випромінювання не повинна перевищувати 30 мкР/рік.

Таблиця 2.40

Ліміти дози опромінювання(мЗв·рік<sup>-1</sup>).

| Ліміти доз опромінення                               | Категорія осіб, які зазнають опромінювання |    |    |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----|----|
|                                                      | А                                          | Б  | В  |
| ЛД <sub>Е</sub> (ліміт ефективної дози)              | 20*                                        | 2  | 1  |
| Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінювання: |                                            |    |    |
| - ЛД <sub>lens</sub> (для кристалика ока)            | 150                                        | 15 | 15 |
| - ЛД <sub>skin</sub> (для шкіри)                     | 500                                        | 50 | 50 |
| - ЛД <sub>extrim</sub> (для кистей та стіп)          | 500                                        | 50 | -  |

*\*В середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50 мЗв за окремий рік.*

### 2.8.3. Методи та засоби захисту від іонізуючих випромінювань



### **Основні методи захисту від ІВ:**

- **зниження активності джерел ІВ і використання джерел з мінімальним ІВ;**
- **скорочення часу роботи з джерелами ІВ;**
- **віддалення робочого місця від джерел ІВ;**
- **екранування джерел ІВ;**
- **екранування зони знаходження людини;**
- **застосування засобів індивідуального захисту людини;**
- **впровадження санітарно-гігієнічних та лікарсько-профілактичних заходів;**
- **впровадження організаційних заходів захисту робітників, що працюють з відкритими та закритими джерелами ІВ.**

Обґрунтування і вибір доцільного комплексу заходів щодо захисту від ІВ в кожному конкретному випадку здійснюється на основі аналізу реальних особливостей джерел випромінювання та радіаційно небезпечних чинників.

**Найбільш поширеним засобом захисту від ІВ є екрани.** Екрани можуть бути пересувні або стаціонарні, призначені для поглинання або послаблення ІВ. Екранами можуть бути стінки контейнерів для перевезення радіоактивних ізотопів, стінки сейфів для їх зберігання і т. ін.

Альфа-частки екрануються шаром повітря товщиною декілька сантиметрів, шаром скла товщиною декілька міліметрів. Працюючих з альфа-активними ізотопами, як правило, необхідно також одночасно захищати і від  $\beta$ - та  $\gamma$ - випромінювань.

З метою захисту від  $\beta$ -випромінювання використовуються матеріали з малою атомною масою, що зменшує рівень вторинного ІВ, яке має місце при гальмуванні  $\beta$ -частинок в електростатичному полі ядер атомів. Як правило, використовують комбіновані екрани, у котрих з боку джерела ІВ розташовується матеріал з малою атомною масою товщиною, що дорівнює довжині пробігу  $\beta$ -частинок, а за ним – з великою атомною масою (для поглинання вторинного ІВ) .

З метою захисту від рентгенівського та  $\gamma$ -випромінювання застосовуються матеріали з великою атомною масою та з високою питомою щільністю (свинець, вольфрам).

Для захисту від нейтронного випромінювання використовують матеріали, котрі містять водень та бор, а також парафін, берилій, графіт і т. ін. Враховуючи те, що нейтронні потоки супроводжуються  $\gamma$ -





випромінюванням, слід використовувати комбінований захист у вигляді шаруватих екранів з важких та легких матеріалів (свинець-поліетилен і т. ін.).

***Дієвим захисним засобом від ІВ є використання дистанційного керування, маніпуляторів, технічних комплексів з використанням роботів.***

***В залежності від характеру виконуваних робіт вибирають засоби індивідуального захисту: халати та шапочки з бавовняної тканини, захисні фартухи, гумові рукавиці, щитки, засоби захисту органів дихання (респіратори), комбінезони, пневмокостюми, гумові чоботи.***

Як приклад, нижче наведений зовнішній вигляд комплекту одягу для захисту від радіоактивного забруднення – ДСТУ ISO 8194-2001 (рис. 2.58), та комплекту спецодягу для застосування на об'єктах атомної енергетики – ТУ У 35661375.015-99 та ТУ У 35661375.014-99 (рис. 2.59) (обоє комплекти вітчизняного виробництва).

Особливі вимоги пред'являються до приміщень, в яких ведуться роботи з джерелами ІВ. Ці приміщення необхідно розташовувати в окремих будівлях або в тих їх частинах, які мають окремий вхід з санітарними шлюзами. Біля входу обов'язково повинні бути встановлені знаки радіаційної небезпеки і вказані класи робіт, що здійснюються в цих приміщеннях. Вхід у такі приміщення повинен бути суворо заборонений для сторонніх осіб.

***Для захисту людини від дії ІВ використовують різноманітні речовини як штучного, так і природного походження, які здатні зв'язувати та виводити радіонукліди з організму людини (радіопротектори).*** До таких радіопротекторів відносяться: поліаміди, лимонна та щавлева кислота, сірчаноокислий барій, сорбенти на основі фероціанідів та ін. Для зниження негативної дії радіонуклідів велике значення має режим харчування людини, а саме використання продуктів, які мають радіозахисні властивості. До них, наприклад, відносяться продукти, які містять значну кількість пектинів (чорна смородина, агрус, шипшина, сік журавлини, яблука і т. ін.).

***Дієвим чинником забезпечення радіаційної безпеки є дозиметричний контроль за рівнями опромінення персоналу та за рівнем радіації у виробничому середовищі.***



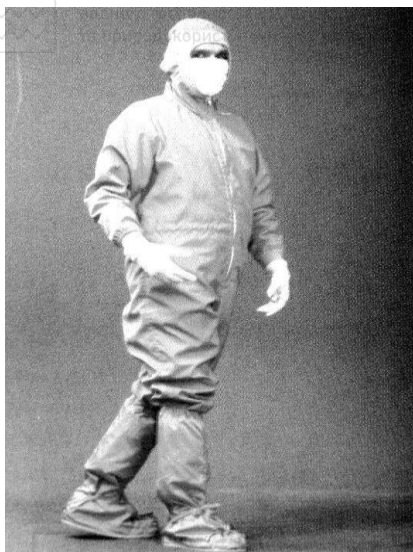


Рис. 2.58. Комплект одягу для захисту від радіоактивного забруднення



Рис. 2.59. Комплект спецодягу для застосування на об'єктах атомної енергетики

Оцінка радіаційного стану здійснюється за допомогою приладів, принцип дії котрих базується на наступних методах:

- іонізаційний (вимірювання ступеня іонізації середовища за допомогою детекторів, які вимірюють струм іонізації);
- сцинтиляційний (вимірювання інтенсивності світлових спалахів, що виникають в речовинах при проходженні через них ІВ);
- фотографічний (вимірювання оптичної густини почорніння фотопластинки під дією випромінювання);
- колориметричні методи (вимірювання кількості тепла, що виділяється в спеціальній поглинальній речовині).

Прилади радіаційного контролю розподіляються за призначенням на:

- дозиметричні прилади, які призначаються для вимірів потужності дози ІВ, наприклад, дозиметри «Рось», «РКС-104», «ДК-02» та ін.;
- радіометричні прилади, які дозволяють вимірювати поверхневі забруднення та питому активність радіонуклідів, наприклад, радіометри «Прип'ять», «Десна», «Бриз», «Белла», «Бета» та ін.
- спектрометричні прилади, які дозволяють визначити спектр (склад) радіонуклідів на забрудненому об'єкті.



### Розділ 3. ЗАГАЛЬНІ САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ, ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

#### 3.1. Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства

Згідно вимог СН 245-71(ДНАОП 0.03-3.01-71) „Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий” та ДСП 173-96 „Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів” промислові підприємства розміщують на території населених пунктів у спеціально виділених промислових районах або за межами населених пунктів на деякій відстані від них (в залежності від викиду шкідливих речовин).

*Санітарно-захисна зона створюється між підприємством та житловим районом. Це територія між місцями виділення в атмосферу виробничих шкідливостей та житловими чи громадськими будівлями, ширина якої залежить від класу підприємств, виробництв і об'єктів (табл. 3.1). Санітарними нормами встановлено п'ять класів підприємств, виробництв і об'єктів в залежності від потужності підприємства, умов технологічного процесу, характеру та кількості викидів в навколишнє середовище шкідливих речовин та речовин, що мають неприємний запах, чи шкідливих фізичних впливів, а також з урахуванням передбачуваних заходів щодо зменшення їх несприятливого впливу на довкілля.*

Таблиця.3.1

Ширина санітарно-захисної зони підприємств, виробництв і об'єктів

| Клас виробництва                  | I     | II  | III | IV  | V  |
|-----------------------------------|-------|-----|-----|-----|----|
| Ширина санітарно-захисної зони, м | 1000* | 500 | 300 | 100 | 50 |

\* Для підприємств хімічної галузі може бути до 3000 м.

Наприклад, до першого класу відносяться потужні виробництва, пов'язані із виплавою чавуну, сталі, кольорових металів та ливарні



виробництва. До другого класу - менш потужні металургійні та ливарні виробництва, виробництво свинцевих акумуляторів. До третього класу - малопотужні металургійні та ливарні виробництва, виробництва кабелю, пластмас, будівельних матеріалів. До четвертого класу відносяться виробництва металообробної промисловості та приладів електротехнічної промисловості і до п'ятого класу - виробництва приладів для електротехнічної промисловості, будівельних матеріалів, стиснених та зріджених продуктів розділення повітря і т. ін.

У межах санітарно-захисної зони дозволяється розміщувати менш шкідливі промислові підприємства, а також пожежні депо, санітарно-побутові підприємства, гаражі, склади, тощо. Територія санітарно-захисної зони має бути упорядкована та озеленена.

Промислові підприємства, що виділяють виробничі шкідливості (гази, дим, кіптяву, пил, неприємні запахи, шум), не дозволяється розміщувати по відношенню до житлового району з навітряного боку для вітрів переважного напрямку.

***Планування території промислових підприємств здійснюється у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог та вимог безпеки праці і пожежної безпеки.*** В генеральних планах промислових підприємств слід враховувати такі чинники як природне провітрювання та освітлення. Площадка промислового підприємства повинна мати відносно рівну поверхню і нахил до 0,002% для стоку поверхневих вод. За функціональним призначенням площадка підприємства розділяється на зони: перед заводську (за межами огорожі чи умовної межі підприємства), виробничу, підсобну і складську.

Забудова промислової площадки може бути суцільною або окремо розміщеними будівлями, одно- або багатоповхровими. Забороняється суцільна забудова із замкненим внутрішнім двором, бо в цьому випадку погіршується провітрювання та натуральне освітлення будівель.

Санітарні розриви між будівлями, що освітлюються через віконні прорізи, приймаються не менше найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщені напроти.

Виробничі та складські приміщення можуть мати будь-яку форму та розміри в залежності від виробничих вимог, але, виходячи з санітарно-гігієнічних умов (освітлення, вентиляція), найбільш доцільні будівлі, що мають форму прямокутника. Конструкція виробничих



будівель, число поверхів та площа обумовлюються технологічними процесами, категорією вибухопожонебезпеки, наявністю шкідливих та небезпечних факторів.

Центральних вхід на територію підприємства слід передбачати з боку основного підходу чи під'їзду працівників. Територія підприємства повинна мати впорядковані пішохідні доріжки (тротуари) від центрального та додаткових прохідних пунктів до всіх будівель та споруд. До будівель і споруд по усій їх довжині має передбачатись під'їзд пожежних автомобілів. До всіх будівель необхідно передбачити підвід мереж електроенергії, водопостачання та каналізації. Територія підприємства має бути озеленена, площа цих ділянок повинна складати не менше 10% площі підприємства.

Залежно від призначення будівлі і технології виробництва передбачають системи зовнішнього та внутрішнього водопостачання. В залежності від вимог технологічного процесу застосовують наступні системи технологічного водопостачання: оборотну повторного використання, охолодженої, дистильованої, пом'якшеної води та ін. Для скорочення витрат води на технологічні потреби слід застосовувати системи повторного та оборотного водопостачання. Пристрої питного водопостачання (фонтанчики) рекомендується розмішувати у проходах виробничих приміщень, вестибулях, кімнатах відпочинку на відкритих площадках території підприємства і, як виняток, у виробничих цехах. Мережі господарчо-питного водопостачання мають бути відділені від мереж, що подають не питну воду. Норми витрат води на господарсько-питні потреби становлять 45 л у гарячих цехах та 25 л на працівника в зміну у звичайних цехах.

Каналізація для відведення стічних вод, підрозділяється на виробничу, господарсько-фекальну та зливну. Каналізаційні системи складаються з приймальних пристроїв (лотки, раковини), каналізаційних мереж, станції перекачки, очисних споруд та допоміжних пристроїв. Забороняється спуск господарсько-фекальних та виробничих стічних вод у дренажні колодязі, щоб запобігти забрудненню водоносних шарів ґрунту.

Спуск незабруднених виробничих стічних вод (наприклад, з системи охолодження) допускається у зливну каналізацію, що призначена для стікання атмосферних опадів. Для багатьох підприємств допускається також спуск у міську каналізаційну мережу стічних вод, що вміщують шкідливі речовини, але тільки після відповідної обробки, і тільки в тому



разі, якщо концентрація шкідливих речовин у суміші стічних вод підприємства та міських стічних вод не перевищує встановлених норм.

### 3.2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень

***Виробничі приміщення відповідно до вимог чинних нормативів мають бути забезпечені, в першу чергу, достатнім природним освітленням. Обов'язковим для виробничих приміщень та будівель є також улаштування ефективної за екологічними і санітарно-гігієнічними показниками вентиляції.***

Згідно з вимогами СН 245-71 (ДНАОП 0.03-3.01-71) «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» висота виробничих приміщень повинна бути не менше 3,2 м, об'єм не менше 15 м<sup>3</sup> і площа не менше 4,5 м<sup>2</sup> відповідно на кожного працівника (для користувачів комп'ютерів згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» на одного працюючого повинно бути не менше: площі - 6 м<sup>2</sup> і об'єму - 20 м<sup>3</sup>).

Приміщення чи дільниці виробництв з надлишками тепла, а також із значними виділеннями шкідливих газів, пару чи пилу слід, як правило, розміщувати біля зовнішніх стін будівель, а у багатопверхових будівлях - на верхніх поверхах.

Підлога на робочих місцях має бути рівною, теплою, щільною та стійкою до ударів, мати неслизьку та зручну для очистки поверхню, бути стійкою до дії хімічних речовин і не вбирати у себе хімічні речовини та вологу.

Стіни виробничих приміщень мають відповідати вимогам шумота теплозахисту, легко піддаватись прибиранню та миттю, мати покриття, що виключає можливість поглинення чи осадження на них отруйних речовин (керамічна плитка, олійна фарба).

Приміщення, де розміщені виробництва з виділенням шкідливих та агресивних речовин (кислоти, луги, ртуть, бензол, сполуки свинцю та ін.), повинні мати стіни, стелю та конструкції, які виконанні і оздоблені так, щоб попереджувалась сорбція цих речовин та забезпечувалась можливість очищення та миття цих поверхонь.

У приміщеннях з великим виділенням пилу (шліфування, заточка, тощо) слід передбачити прибирання за допомогою пилососів чи



**Допоміжні приміщення, до яких відносяться приміщення адміністративні, санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, для учбових занять та громадських організацій, культурного обслуговування, а також конструкторські бюро, слід розміщувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудовах до них у місцях з найменшим впливом шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розміщувати і в окремих будівлях.**

Висота поверхів окремих будівель, прибудов чи вбудов має бути не меншою 3,3 м, висота від підлоги до низу перекриття - 2,2 м, а у місцях нерегулярного переходу людей - 1,8 м. Висота допоміжних приміщень, що розміщені у виробничих будівлях, має бути не меншою 2,4 м.

Площа допоміжних приміщень згідно вимог СНиП 2.09.04-87 має бути не меншою ніж  $4\text{ м}^2$  на одне робоче місце у кімнаті управління і  $6\text{ м}^2$  - у конструкторських бюро ;  $0,9\text{ м}^2$  на одне місце в залі нарад;  $0,27\text{ м}^2$  на одного співробітника у вестибулях та гардеробних.

До групи санітарно-побутових приміщень відносяться: гардеробні, душові, туалети, кімнати для вмивання та паління, приміщення для знешкодження, сушіння та знепилювання робочого одягу, приміщення для особистої гігієни жінок та годування немовлят, а також приміщення для обігрівання працівників. У санітарно-побутових приміщеннях підлоги мають бути вологостійкими, з неслизькою поверхнею, світлих тонів, стіни та перегородки – облицьовані вологостійким, світлих тонів матеріалами на висоту 1,8 м.

В гардеробних приміщеннях для зберігання одягу мають бути шафи розмірами: висота 1650 мм, ширина 250...400 мм, глибина 300 мм. Кількість шаф має відповідати списковій кількості працівників.

**Технічна естетика виробничих приміщень.** Науково встановлено, що колір навколишніх предметів та предметних ансамблів впливає на емоції (позитивні чи негативні), тобто на настрій людей: одні кольори діють заспокоююче, інші – подразнюючи, збуджуючи.

Умовно кольори поділені на теплі та на холодні. Теплі кольори (червоний, жовтогарячий, жовтий) впливають на людину збуджуюче, зігрівають її, бадьорять, стимулюють до активної діяльності, одночасно прискорюючи її загальну втому на роботі. Холодні кольори



(зелений, блакитний, синій) заспокоюють і зменшують зорову втому, позитивно впливають на настрій, при їх дії зменшується фізичне навантаження, вони можуть регулювати ритм дихання, заспокоювати пульс.

Загальна схема використання кольору чи групи кольорів з метою зменшення втоми працівників така: якщо виробничий процес чи фактори довкілля впливають на працівників збуджуюче, слід застосовувати заспокійливі кольори, а якщо на працівників діють будь-які гнітючі фактори, то їм має протиставлятися збуджуюче кольорове середовище.

Проектування кольорового рішення інтер'єру виробничих приміщень слід виконувати у відповідності з СН 181-70 „Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий”. Так, при роботі, що вимагає зосередженості, рекомендується вибирати неясні, малокоонтрастні відтінки, які не розсіювали б увагу, а при роботі, що вимагає інтенсивного фізичного чи розумового навантаження, рекомендуються відтінки теплих кольорів, що збуджують активність.

Таке оформлення інтер'єрів виробничих приміщень сприяє нейтралізації стомлюючого впливу виробничого процесу та послабленню відчуття стомленості і, з рештою, підвищенню працездатності та зменшенню виробничого травматизму.

### 3.3. Організація праці на робочих місцях

**Робоче місце** - це зона, яка оснащена технічними засобами і в якій відбувається трудова діяльність працівника чи групи працівників.

**Організація праці на робочому місці** - це комплекс заходів, що забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь виробництва і предметів праці. Вона полягає у виборі робочої пози та системи робочих рухів, визначення розмірів робочої зони та розміщення у ній органів керування, інструментів, заготовок, матеріалів, пристроїв і та ін., а також у виборі оптимального режиму праці та відпочинку.

**Робоча поза.** Правильно вибрана робоча поза сприяє зменшенню втоми та збереженню працездатності працівника. Робоча поза може бути вільною або заданою (табл. 3.2).





Вільна робоча поза означає можливість працювати поперемінно сидючи та стоячи. Це найбільш зручна поза, бо дозволяє чергувати завантаження м'язів та зменшує загальну втому.

Задані робочі пози – „сидючи” або „стоячи” нормуються ГОСТ 12.2.033-78. Робоча поза „сидючи” найбільш зручна, вона може застосовуватись для робіт з невеликими фізичними зусиллями, з помірним темпом, або робіт, які потребують великої точності. Пози „стоячи” є найбільш тяжкою, бо вимагає значної витрати енергії і на виконання роботи і на підтримку тіла у вертикальному чи похилому положенні, що зумовлює швидке стомлення.

Таблиця.3.2

## Характеристика робочих поз людини

| Робоча поза                 | Зусилля, Н | Рухливість під час роботи                   | Радіус робочої зони, мм | Особливості діяльності                                                                            |
|-----------------------------|------------|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сидючи-стоячи (поперемінно) | 50...100   | Середня (можливість періодичної зміни пози) | 500...750               | Достатньо великий огляд і зона досяжності рук                                                     |
| Сидючи                      | до 80      | Обмежена                                    | 380...500               | Невелика статична стомлюваність, більш спокійне положення рук, можливість виконання точної роботи |
| Стоячи                      | 100...120  | Велика (вільність пози і рухів)             | 750 та більше           | Краще використання сили, більший огляд; передчасна стомлюваність                                  |

**Система робочих рухів. Основним принципом при виборі системи робочих рухів є принцип „економії рухів”, який сприяє підвищенню продуктивності праці і, в той же час, зменшенню стомлюваності, кількості помилок і виробничого травматизму.**

**Принцип „економії рухів”** полягає у наступних положеннях: обидві руки повинні починати та закінчувати рух одночасно; руки не повинні бути бездіяльними, за винятком періодів відпочинку; рухи рук повинні виконуватись одночасно у протилежних і симетрич-



них напрямках; найкращою є така послідовність дій, яка вміщує найменше число елементарних рухів; руки слід звільняти від усякої роботи, яка може успішно виконуватись ногами чи іншими частинами тіла; при можливості об'єкт праці має закріплюватись за допомогою спеціальних пристроїв, щоб руки були вільні для виконання технологічних операцій.

Робота має організовуватись таким чином, щоб ритм робочих операцій був, за можливості, чітким та природним, а послідовність рухів такою, щоб один рух легко переходив у інші. Рух може бути менш стомлюючим, якщо він відбувається у напрямку, що співпадає з напрямком сили тяжіння. Різкі коливання швидкості та невеликі перерви у русі мають бути виключені.

Слід також враховувати ряд положень щодо швидкості руху рук людини: там, де вимагається швидка реакція, слід використовувати рух «до себе»; швидкість руху зліва направо для правої руки більша, ніж у зворотному напрямі; обертові рухи у 1,5 рази швидше, ніж поступальні; плавні криволінійні рухи рук швидше, ніж прямолінійні з миттєвою зміною напрямку; рухи з великим розмахом швидші; рухи, орієнтовані механізмами, швидші, ніж рухи, які орієнтовані «на око»; рухи слід обмежувати обмежувачами скрізь, де це можливо. Також слід уникати рухів, метою яких є точне встановлення деталей вручну, наприклад, збіг двох рисок мікрометра; вільні ненапружені рухи виконуються швидше, легше і точніше, ніж вимушені рухи, що визначаються певними обмежувачами; точні рухи краще виконувати сидячи, ніж стоячи. Максимальна частота рухів руки (при згинанні та розгинанні) - біля 80; ноги - 45, корпусу - 30 раз на хвилину, а пальця - 6 раз і долоні - 3 рази на секунду.

***Оснащення та обладнання робочого місця - залежить від виконуваної роботи (технологічних операцій), від характеру роботи (розумова, фізична, тяжка, монотонна) та від умов праці (комфортні, нормальні, несприятливі).***

Безпосередньо на робочому місці може бути розташоване: інформаційне устаткування і органи управління, також технологічна оснастка (опорні елементи, швидкодіючі затискачі, шарнірні монтажні головки, настільні бункери і касети з гніздами і та ін.); додаткове обладнання (робочий стіл, сидіння оператора, підставка для ніг, шафа для інструментів та ін.); транспортні засоби (транспортери, підвісні конвеєри і та ін.); пристрої для укладення матеріалів, заготовок, готових виробів; засоби сигналізації; засоби техніки безпеки.



Робоче місце працівника (особливо, оператора) характеризує два поля: інформаційне поле (простір із засобами відображення інформації) і моторне поле (простір з органами управління та об'єктом праці).

**В інформаційному полі зорового спостереження (рис.3.1) виділяють три зони: у зоні 1 розміщують засоби відображення інформації, які використовуються дуже часто та вимагають точного та швидкого зчитування інформації; у зоні 2 - засоби інформації, які використовуються часто і вимагають менш точного і швидкого зчитування інформації; у зоні 3 - засоби відображення інформації, які використовуються рідко.**

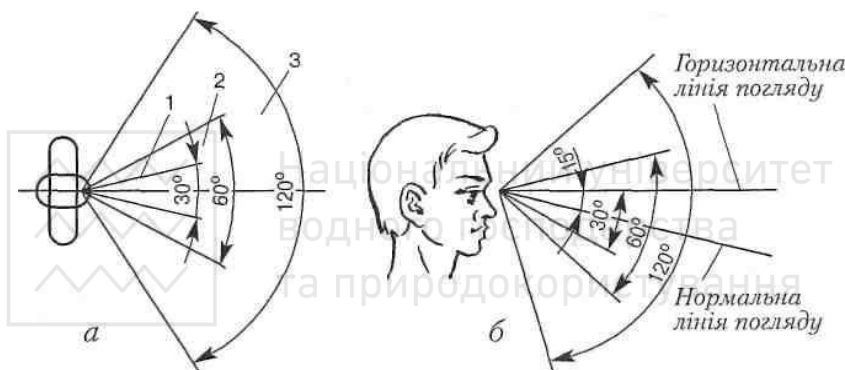


Рис. 3.1. Зони в полі зорового спостереження: а - в горизонтальній площині; б - у вертикальній площині

Загальні вимоги щодо розміщення засобів відображення інформації нормуються ГОСТ 22269-76.

Середня висота розташування засобів відображення інформації на робочому місці повинна відповідати значенням приведеним у таблиці 3.3.

Таблиця.3.2

Середня висота розташування засобів відображення інформації на робочому місці

| Стать працюючого  | Середня висота, мм |
|-------------------|--------------------|
| Жінки             | 1320               |
| Чоловіки          | 1410               |
| Жінки та чоловіки | 1365               |



Засоби відображення інформації, які використовуються дуже часто та вимагають точного та швидкого зчитування інформації (зона 1), необхідно розташовувати у вертикальній площині під кутом  $\pm 15^\circ$  від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом  $\pm 15^\circ$  від сагітальної площини (при рухах очей та повороті голови).

Засоби відображення інформації, які використовуються часто та вимагають менш точного та швидкого зчитування інформації (зона 2), необхідно розташовувати у вертикальній площині під кутом  $\pm 30^\circ$  від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом  $\pm 30^\circ$  від сагітальної площини.

Що стосується засобів відображення інформації, які використовуються зрідка (зона 3), то допускається розташовувати їх у вертикальній площині під кутом  $\pm 60^\circ$  від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом  $\pm 60^\circ$  від сагітальної площини.

***Робоче місце повинно бути організоване таким чином, щоби забезпечувати можливість виконання робочих операцій в межах зон досяжності моторного поля.***

***При виконанні робочих операцій в положенні „сидячі” та „стоячі”, в моторному полі (див. відповідно рис. 3.2 та рис.3.3) теж виділяють три зони: 1 - зона оптимальної досяжності, в якій розміщують дуже важливі і найбільш часто використовувані (більше 2 раз за хвилину) органи управління; 2 - зона легкої досяжності, в якій розміщують часто використовувані (2 рази за хвилину) органи управління; 3 - зона досяжності, в якій розміщують рідко чи епізодично використовувані (менше 2 раз за хвилину) органи управління.***

***Загальні вимоги щодо розміщення органів керування на робочих місцях визначенні в ГОСТ 22269-76.***

Органи керування на робочій поверхні у горизонтальній площині повинні бути розташовані з урахуванням наступних вимог:

- органи керування, які використовуються дуже часто і є найбільш важливими, необхідно розташовувати у зоні 1, тобто у зоні оптимальної досяжності;
- органи керування, які використовуються часто і є менш важливими, необхідно розташовувати у зоні 2, тобто у зоні легкої досяжності;
- органи керування, які використовуються часто і є менш важ-



ливими, не допускається розташовувати за межами зони 2, тобто зони легкої досяжності;

- органи керування, які використовуються зрідка, не допускається розташовувати за межами зони 3, тобто зони досяжності.

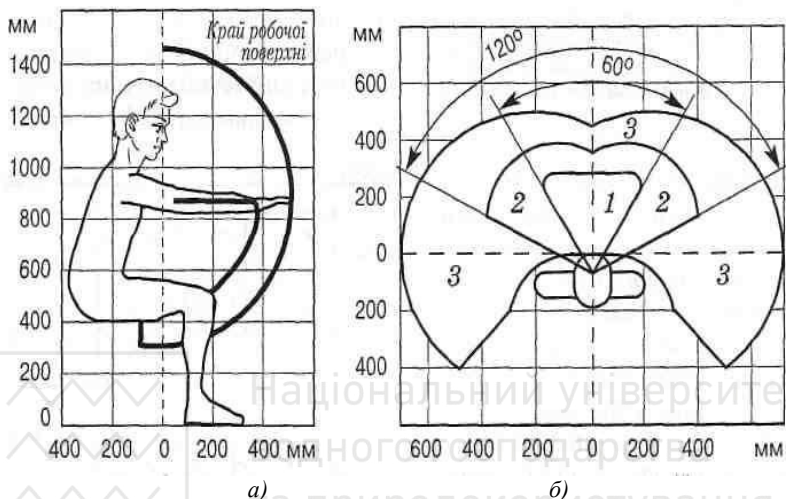


Рис. 3.2. Зони в моторному полі при виконанні ручних операцій та розміщення органів управління при робочій позі «сидячи» (а – вертикальна площина; б – горизонтальна площина) : 1 - зона оптимальної досяжності; 2 - зона легкої досяжності; 3 - зона досяжності

Також слід пам'ятати, що при роботі двома руками органи керування необхідно розташовувати таким чином, щоби була виключена можливість перехрещування рук.

**Що стосується аварійних органів керування, то їх необхідно розташовувати в зоні досягає мості моторного поля, при цьому необхідно передбачити спеціальні засоби їх розпізнавання та повністю виключити можливість їх несанкціонованого включення відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003-91.**

При організації робочого місця для виконання робіт в положенні „сидячи”, найбільш оптимальним варіантом є використання регульованої конструкції крісла, виготовленого відповідно до вимог ГОСТ 21889-76.

У тих випадках коли неможливо забезпечити регулювання висоти робочої поверхні, сидіння та підставки для ніг, допускається ви-

користання обладнання з нерегульованими вищезгаданими параметрами робочого місця. У цьому випадку значення цих параметрів знаходяться відповідно до вимог ГОСТ 12.2.032-78 (див. табл. 3.3 - табл.3.5 та рис.3.4).

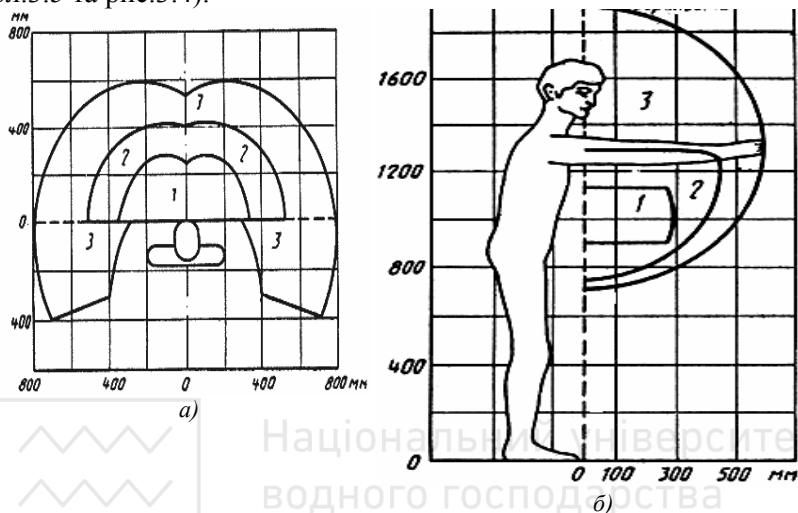


Рис. 3.3. Зони в моторному полі при виконанні ручних операцій та розміщення органів управління при робочій позі «стоячи» (а – горизонтальна площина; б – вертикальна площина) : 1 - зона оптимальної досяжності; 2 - зона легкої досяжності; 3 - зона досяжності.

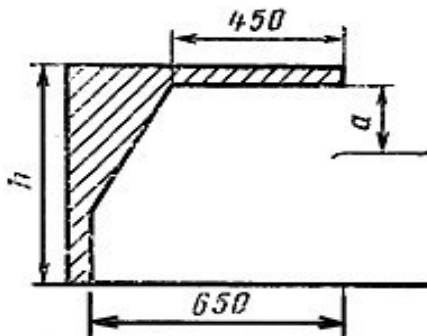


Рис 3.4. Нормовані параметри простору для ніг (ширина не менш ніж 500 мм): а - відстань від сидіння до нижнього краю робочої поверхні не менш ніж 150 мм; h - висота простору для ніг не менш ніж 600 мм



Таблиця 3.3

Нормована висота робочої поверхні при організації робочого місця в положенні „сидячі”

| Найменування роботи                                                                                                                  | Висота робочої поверхні, мм |               |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|
|                                                                                                                                      | Для жінок                   | Для чоловіків | Для жінок та чоловіків |
| Зорові роботи дуже високої точності (складання хронометрів, гравіровка, картографія, складання дуже малих за розміром деталей тощо). | 930                         | 1020          | 975                    |
| Роботи високої точності (монтаж невеликих за розміром деталей, робота на станках, що потребує високої точності тощо).                | 835                         | 905           | 870                    |
| Легкі роботи (монтаж більш великих деталей, конторська робота, робота на станках, що не потребує високої точності тощо).             | 700                         | 750           | 725                    |
| Друкування на типографських станках, перфораторах, легка монтажна робота тощо.                                                       | 630                         | 680           | 655                    |

Таблиця 3.4

Нормовані параметри висоти робочого сидіння при організації робочого місця в положенні „сидячи”

| Стать працюючого  | Висота сидіння, мм |
|-------------------|--------------------|
| Жінки             | 400                |
| Чоловіки та жінки | 420                |
| Чоловіки          | 430                |

При організації робочого місця в положенні „стоячи” нормовані параметри висоти робочої поверхні також повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.032-78 (див. табл.3.5).

Таблиця 3.5

Нормовані параметри висоти робочої поверхні при організації робочого місця в положенні „стоячи”

| Категорія робіт | Висота робочої поверхні, мм |               |                        |
|-----------------|-----------------------------|---------------|------------------------|
|                 | Для жінок                   | Для чоловіків | Для чоловіків та жінок |
| Легка           | 990                         | 1060          | 1025                   |
| Середня         | 930                         | 980           | 955                    |
| Тяжка           | 870                         | 920           | 895                    |





Приклади організації робочого місця монтажника радіоапаратури та токаря представлені відповідно на рис. 3.5 та 3.6.

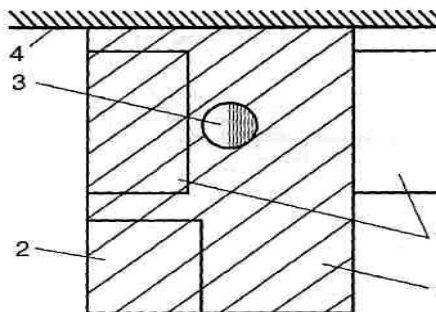


Рис 3.5. Організація робочого місця монтажника радіоапаратури (робочі столи розташовані один за одним): 1 – робочий стіл (1300 x 700 мм); 2 – шафа для зберігання матеріалів та інструментів (960 x 900 мм); 3 – стілець (діаметр сидіння 350 мм); 4 – стіна; 5 – виробнича площа, що зайнята робочим місцем (заштрихована)

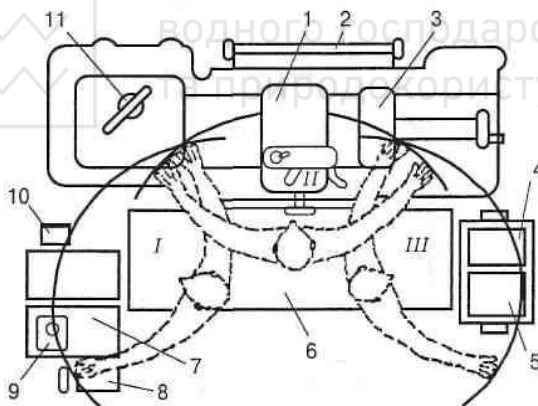


Рис 3.6. Організація робочого місця токаря: I – зона обслуговування; II – робоча зона; III - зона розміщення заготовок та деталей; 1 – верстат; 2 – екран; 3 – лоток; 4 – столик; 5 – тара; 6 – ґрати; 7 – тумбочка; 8 – стілець; 9 – пульт зв'язку; 10 – урна для сміття; 11 – планшет для креслень

**Загальні вимоги виробничої санітарії до робочого місця. Кожне робоче місце повинно:**

- **обладнуватись необхідними засобами колективного захис-**



- **укомплектовуватись необхідними засобами індивідуального захисту;**
- **мати достатнє природне та штучне освітлення;**
- **мати параметри мікроклімату відповідно до вимог санітарних норм;**
- **мати вентиляцію;**
- **мати параметри санітарно-гігієнічних факторів такими, що не перевищують гранично допустимих значень відповідних нормативних документів.**

**Вибір оптимального режиму роботи та відпочинку.** Під час роботи від працівника вимагається підвищена увага, зосередженість, точна координація рухів, певна швидкість виконання окремих технологічних операцій, швидка переробка одержаної інформації і т. ін. Все це призводить до перевантаження та перевтоми організму і зниження працездатності. До таких же наслідків призводить і монотонна робота при виконанні спрощених одноманітних операцій у примусовому режимі та заданій позі (наприклад, при роботах на конвеєрах чи поточно-механізованих лініях). Таку перевтому можна значно зменшити створенням оптимального режиму праці та відпочинку.

**Під оптимальним режимом праці та відпочинку слід розуміти таке чергування періодів праці та відпочинку, при якому досягається найбільша ефективність трудової діяльності людини, а також хороший стан її здоров'я. Оптимальний режим праці та відпочинку досягається: паузами та перервами в роботі (для прийому їжі, обігрівання, охолодження), зміною форми роботи (наприклад, розумової та фізичної), зміною умов довкілля (наприклад, роботою при низьких і нормальних температурах), усуненням монотонності в роботі, відпочинком у спеціальних кімнатах психологічного розвантаження і відпочинку з використанням психологічно позитивного впливу музики.**

**Чергування праці та відпочинку встановлюють в залежності від зміни працездатності людини на протязі робочого дня (див. рис. 3.7).**

На початку зміни завжди має місце стадія «відпрацьовування» або наростаючої працездатності (1), коли відбувається відновлення робочих навичок. Тривалість цього періоду 0,5...1,5 години в залежно-

сті від характеру праці і тривалості попередньої перерви в роботі. Швидкість і точність дій у цей період невелика. Потім настає стадія високої стійкої працездатності (2) тривалістю до 3 годин в залежності від характеру роботи, ступеню підготовки та стану працівника. Після цього настає стадія зменшення працездатності або стадія розвитку втоми (3), рухи уповільнюються, а увага розсіюється, сприйняття притупляється. В цей час, звичайно, і необхідно робити обідню перерву.

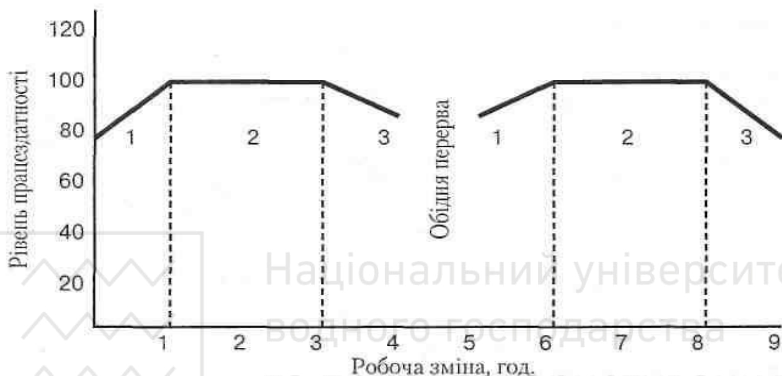


Рис. 3.7. Зміна працездатності (продуктивності праці) на протязі робочого дня: 1 - стадія «впрацювання» (наростаючої працездатності); 2 - стадія високої стабільної працездатності; 3 - стадія зменшення працездатності (розвитку втоми)

Після обідньої перерви впрацювання настає швидко - за 10... 15 хвилин, бо робочі навички не втрачені. Працездатність у другій половині дня дещо нижча, ніж до обіду, і становить 80...90% дообіднього рівня. Через 2,5...3 години після обідньої перерви працездатність зменшується і в кінці робочого дня приблизно сягає рівня, який був на початку робочого дня.

**Для зменшення стомлення встановлюють регламентовані перерви в роботі у періоди, що передують зменшенню працездатності.** Так, при тяжкій фізичній праці рекомендують часті (через 2...2,5 години) короткі перерви (по 5...10 хвилин), а при розумовій праці ефективні довгі перерви на відпочинок і переключення на фізичну роботу. Загальна тривалість відпочинку встановлюється у відсотках до тривалості робочої заміни: при фізичній роботі вона має становити 4...20%, при робот із нервовою напругою - 14...25%, а при



Національний університет

розумовій праці - до 10...12%.

Зараз, при дефіциті м'язових зусиль (рухова недостатність) з одночасним збільшенням нервової напруги така форма відпочинку, як спокій, не може задовольнити потреби організму. Тому під час перерв у роботі рекомендується активний відпочинок, наприклад, спеціально розроблені комплекси виробничої гімнастики.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



## **Розділ 4. ГІГІЄНІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПРАЦІ, ПАСПОРТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВ, АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ**

Відповідно до існуючого законодавства в галузі охорони праці для об'єктивної оцінки умов праці в обов'язковому порядку проводиться паспортизація виробництв та атестація робочих місць. Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 442 від 1.09.1992 р. для проведення атестації робочих місць на їх відповідність санітарно-гігієнічним вимогам та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовується «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 р. № 528. В разі підозри на наявність у робітників професійного захворювання чи отруєння на кожного окремого працівника додатково складається Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці, яка є одним з документів, з урахуванням якого в кожному конкретному випадку вирішується питання про зв'язок хронічного захворювання чи отруєння з впливом небезпечних та шкідливих виробничих факторів і трудового процесу. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 13.12.2004 р. № 614.

### **4.4. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу**

#### **2.1.1. Сфера застосування та загальні положення**

*Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу призначена для гігієнічної оцінки умов та характеру праці на робочих місцях з метою:*

➤ контролю умов праці працівників на відповідність діючим санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та



складання відповідного гігієнічного висновку;

- атестації робочих місць за умовами праці;
- встановлення пріоритетності в проведенні оздоровчих заходів;
- створення банку даних про умови праці на рівні підприємства, району, міста, регіону, країни;
- розробки рекомендацій для профвідбору, профпридатності;
- санітарно-гігієнічної експертизи виробничих об'єктів;
- санітарно-гігієнічної паспортизації стану виробничих та сільськогосподарських підприємств;
- застосування заходів адміністративного впливу при виявленні санітарних правопорушень, а також для притягнення винуватців до дисциплінарної та карної відповідальності;
- вивчення зв'язку стану здоров'я працюючого з умовами його праці (при проведенні епідеміологічних досліджень здоров'я, періодичних медичних оглядів);
- складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці;
- розслідування випадків професійних захворювань та отруєнь;
- встановлення рівнів професійного ризику для розробки профілактичних заходів та обґрунтування заходів соціального захисту працюючих.

Застосування Гігієнічної класифікації праці з іншою метою можливе виключно за погодженням з Міністерством охорони здоров'я України.

***Гігієнічна класифікація праці базується на принципі диференціації умов праці залежно від фактично визначених рівнів небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу в порівнянні з санітарними нормами, правилами, гігієнічними нормативами, а також з урахуванням можливого їх шкідливого впливу на стан здоров'я працюючих.***

З урахуванням Гігієнічної класифікації визначається ступінь шкідливості умов праці, виконується оцінка важкості та напруженості трудового процесу.

***Ступінь шкідливості умов праці*** встановлюється за величиною перевищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин; класом та ступенем шкідливості чинників біологічного походження; залежно від величин перевищення чинних нормативів шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку; за показником мікроклімату, який отримав найвищий ступінь шкідливості з урахуванням катего-



рії важкості праці за рівнем енергозатрат, або за інтегральним показником теплового навантаження середовища; за величиною перевищення граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів та випромінювань; за параметрами радіаційного фактора відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97); за показниками природного та штучного освітлення; за величиною недодержання необхідної кількості іонів повітря і показника їх полярності.

Для всіх зазначених чинників крім радіаційного фактору ступінь шкідливості визначається залежно від величини невідповідності фактичного значення чинника його нормативному значенню.

*При роботі з джерелами іонізуючих випромінювань необхідно здійснювати контроль та оцінку радіаційного фактора відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97). При дотриманні контрольних рівнів умови праці на даному робочому місці оцінюються як допустимі. У разі їх перевищення оцінка шкідливості та небезпечності за радіаційним фактором (до виходу спеціального документа) здійснюється органами держсанепіднагляду.*

*Оцінка важкості трудового процесу здійснюється на підставі обліку фізичного динамічного навантаження, маси вантажу, що піднімається і переміщується, загального числа стереотипних робочих рухів, величини статичного навантаження, робочої пози, ступеню нахилу корпусу, переміщень в просторі.*

*Оцінка напруженості трудового процесу здійснюється на підставі обліку факторів, що характеризують напруженість праці, а саме, інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.*

*Згідно вимог Гігієнічної класифікації праці, робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів може бути дозволена тільки за умови застосування засобів колективного та індивідуального захисту і скорочення часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом).*

*Робота в небезпечних (екстремальних) умовах праці (4 клас) не дозволяється, за винятком ліквідації аварій та проведення екстрених робіт для попередження аварійних ситуацій, але лише за умови виконання цієї роботи у відповідних засобах індивідуального захисту та регламентованих режимах виконання робіт.*





Необхідно зауважити, що Гігієнічна класифікація за радіаційним фактором ( іонізуючі випромінювання) поширюється виключно на роботи з індустриальними джерелами іонізуючих випромінювань.

Оскільки умови праці визначають ступінь захворюваності працюючих, як професійної, так і виробничо зумовленої, то контроль показників захворюваності також може відігравати важливу роль у поліпшенні умов праці.

***Гігієнічна класифікація праці використовується для:***

- установ, що здійснюють контроль за дотриманням санітарних норм і правил, гігієнічних нормативів на робочих місцях, а також проводять оцінку умов праці при атестації робочих місць (установи санепіднагляду, організації, що акредитовані та атестовані на право вимірювання і оцінки факторів виробничого середовища і трудового процесу);
- установ, що здійснюють медичне обслуговування працюючих (медико-санітарні частини, центри профпатології, центри медицини праці, поліклініки та ін.);
- роботодавців усіх організаційно-правових форм власності;
- працівників (з метою отримання повної інформації про умови праці на своїх робочих місцях як при влаштуванні на роботу, так і в процесі трудової діяльності);
- органів соціального і медичного страхування у тих випадках, коли тарифи відрахувань залежать від ступеня шкідливості та небезпечності умов праці і завданої шкоди здоров'ю.

Для окремих видів виробництва, робіт, професій, які мають виражену специфіку (плавсклад, льотний склад, водії авто- та залізничного транспорту, водолази та ін.), повинні розроблятися відповідні методичні документи з гігієнічної атестації цих професій, погоджені з МОЗ України. При цьому умови праці повинні оцінюватись відповідно до критеріїв Гігієнічної класифікації праці.

## **2.1.2. Гігієнічні критерії та класифікація умов праці**

### **4.1.2.1. Класифікація умов праці**

***Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці діляться на 4 класи - оптимальні, допустимі, шкідливі та небезпечні (екстремальні).***

**1 клас — ОПТИМАЛЬНІ умови праці** - такі умови, за яких збе-

рігається не лише здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

**2 клас — ДОПУСТИМІ умови праці** - характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

**3 клас — ШКІДЛИВІ умови праці** - характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

**Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені:**

**1 ступінь (3.1)** - умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту з шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

**2 ступінь (3.2)** - умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

**3 ступінь (3.3)** - умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворю-



ваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (з втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

**4 ступінь (3.4)** - умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (з втратою загальної працездатності).

**4 клас НЕБЕЗПЕЧНІ (ЕКСТРЕМАЛЬНІ) умови праці** - характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.

#### 4.1.2.2. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії хімічного фактора

*При дії хімічного фактора ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюється за максимальними концентраціями шкідливих речовин, а також за середньозмінними концентраціями шкідливих речовин (за наявності ГДК<sub>с.з.</sub> та відповідній тривалості робочої зміни) відповідно до даних таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації та довідкових додатків до неї.*

Дані таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації – „Класи умов праці залежно від вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин хімічного походження” приведені нижче в таблиці 4.1

Що стосується довідкових додатків до неї, то в Гігієнічній класифікації використовуються:

- Довідковий додаток 1 – „Перелік речовин з гостроспрямованим механізмом дії, зазначення їх ГДК<sub>р.з.</sub>, класи небезпеки (чинний в Україні)”;

- Довідковий додаток 2 – „Перелік подразнювальних речовин (затверджений постановою Головного державного санітарного лікаря України від 20.06.2000 р. №110”;

- Довідковий додаток 3 – „Перелік гранично допустимих концентрацій аерозолів речовин, переважно фіброгенної дії (АПФД), у повітрі робочої зони (чинний в Україні)”;



- Довідковий додаток 4 – „Перелік речовин, для яких має бути виключено інгалаційне надходження та попадання на шкіру”.

Таблиця.4.1

Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин хімічного походження (перевищення ГДК, разів)

| Шкідливі речовини                                                                                                       | Клас умов праці |           |          |          |           |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|----------|----------|-----------|-------------|
|                                                                                                                         | допустимий      | шкідливий |          |          |           | небезпечний |
|                                                                                                                         | 2               | 3.1       | 3.2      | 3.3      | 3.4       | 4           |
| Шкідливі речовини 1 – 2 класів небезпечності*, за винятком перерахованих нижче                                          | ≤ГДК            | 1,1–3,0   | 3,1–6,0  | 6,1–10,0 | 10,1–20,0 | >20,0       |
| Шкідливі речовини 3 – 4 класів небезпечності*, за винятком перерахованих нижче                                          | ≤ГДК            | 1,1–3,0   | 3,1–10,0 | >10,0    |           |             |
| Речовини, здатні спричинити гостре отруєння (з гостроспрямованим механізмом дії) або мають подразнювальні властивості** | ≤ГДК            | 1,1–2,0   | 2,1–4,0  | 4,1–6,0  | 6,1–10,0  | >10,0 x     |
| Канцерогени***                                                                                                          | ≤ГДК            | 1,1–3,0   | 3,1–6,0  | 6,1–10,0 | >10,0     |             |
| Алергени****                                                                                                            | ≤ГДК            |           | 1,1–3,0  | 3,1–10,0 | >10,0     |             |
| Речовини переважно фіброгенної дії*****                                                                                 | ≤ГДК            | 1,1–2,0   | 2,1–5,0  | 5,1–10,0 | >10,0     |             |
| Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени)*****                                                                |                 |           |          |          | +         |             |
| Наркотичні анальгетики                                                                                                  |                 |           | +        |          |           |             |

\* Чинними в Україні є значення 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, доповненнях №1-7 до нього, а також ГДК та орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ), що затверджені Головним державним санітарним лікарем України



після 1 січня 1997 року.

**\*\*Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК та ОБРВ шкідливих речовин у повітрі робочої зони, довідкові додатки 1 та 2 до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації.**

**\*\*\* Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є канцерогенна дія (позначка "К").**

**\*\*\*\* Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є алергенна дія (позначка "А").**

**\*\*\*\*\* Відповідно до чинних в Україні\* значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є фіброгенна дія (позначка „Ф”), довідковий додаток 3 до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації.**

**\*\*\*\*\* Речовини, при виготовленні та використанні яких повинен бути виключений контакт з органами дихання та шкірою працюючих з обов'язковим контролем повітря робочої зони методами, затвердженими в установленому порядку, і які мають чутливість 0,001мг/куб.м та нижче (довідковий додаток 4 до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації).**

(+) - незалежно від концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони умови праці мають бути віднесені до даного класу.

(х) – перевищення вказаного рівня для речовин з гостроспрямованим механізмом дії може призвести до гострого отруєння працюючих.

**У разі одночасної наявності в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії виходять з розрахунку суми відношень фактичних концентрацій кожної з них до їх ГДК. Якщо сума не перевищує одиницю, то умови праці відповідають допустимим.**

Перелік шкідливих речовин односпрямованої дії в повітрі робочої зони затверджується Головним державним лікарем України у встановленому порядку.

Оцінку умов праці за наявності в повітрі робочої зони двох та більшого числа шкідливих речовин різноспрямованої дії здійснюють наступним чином.

**За одночасної дії двох та більшого числа шкідливих речовин**



**різноспрямованої дії** кожна речовина оцінюється як окремий фактор, при цьому:

- присутність у повітрі робочої зони будь-якого числа речовин, рівні впливу яких дорівнюють ступеню 3.1, не підвищують загальної шкідливості умов праці;
- три речовини та більше з рівнями впливу, що відповідають ступеню 3.2, переводять умови праці до ступеня 3.3;
- дві речовини та більше з рівнями впливу, що відповідають ступеню 3.3, підвищують ступінь шкідливості до ступеня 3.4;
- за одночасної дії двох та більшого числа шкідливих речовин у рівнях, що відповідають ступеню 3.4, умови праці до 4 класу не переводяться.

Віднесення умов праці до 4 класу може бути здійснене виключно за наявності в повітрі робочої зони шкідливих речовин 1-2 класів небезпечності та речовин, здатних викликати гостре отруєння або таких, які мають подразнювальні властивості, у концентраціях, що відповідають класу 4.

У разі послідовної дії двох та більшого числа шкідливих речовин **різноспрямованої дії** умови праці оцінюють за речовиною, концентрація якої відповідає найвищому класу та ступеню шкідливості. При цьому тривалість впливу цієї речовини у концентрації, яка перевищує ГДК<sub>р.з.м.р.</sub>, повинна становити не менш ніж 1 годину (для речовин переважно фіброгенної дії – не менше 2 годин) за 8-годину робочу зміну за умов загального сумарного часу дії усіх речовин не менш ніж 50% тривалості робочої зміни.

**Якщо одна речовина має декілька специфічних ефектів** (канцерогенний, алергенний, фіброгенний, гостроспрямований механізм дії, тощо) оцінка умов праці проводиться за тим з них, який відповідає вищому ступеню та класу шкідливості.

**При роботі з речовинами, що можуть потрапляти в організм людини через шкіру і мають відповідний гігієнічний норматив** - гранично допустимий рівень (ГДР), клас умов праці встановлюється відповідно до таблиці 4.11.1 Гігієнічної класифікації за рядком „Шкідливі речовини 3-4 класів небезпечності”. Для шкідливих речовин 1 класу небезпечності використовують рядок „Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени).



### 4.1.2.3. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії факторів біологічного походження

**При дії факторів біологічного походження ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюється відповідно до даних таблиці 4.11.2 Гігієнічної класифікації.** Дані таблиці 4.11.2 Гігієнічної класифікації – „Класи умов праці залежно від вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин біологічного походження” приведені нижче у таблиці 4.2.

Таблиця.4.2

Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин біологічного походження (перевищення ГДК, разів)

| Шкідливі речовини                                                                       |                                        | Клас умов праці |           |          |     |     |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|-----------|----------|-----|-----|-------------|
|                                                                                         |                                        | допустимий      | шкідливий |          |     |     | небезпечний |
|                                                                                         |                                        |                 | 2         | 3.1      | 3.2 | 3.3 |             |
| Мікроорганізми-продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів* |                                        | ≤ГДК            | 1,1-3,0   | 3,1-10,0 | >10 |     |             |
| Патогенні мікроорганізми**                                                              | Особливо небезпечні інфекції           |                 |           |          |     |     | +           |
|                                                                                         | Збудники інших інфекційних захворювань |                 |           |          | +   |     |             |

\* Чинними в Україні є значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони, що містяться в переліку „Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» №4617, доповненнях №1-7 до нього, а також ГДК та орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ), що затверджені Головним державним санітарним лікарем України після 1 січня 1997 року.

\*\* Робота в спеціалізованих медичних, ветеринарних установах та підрозділах, спеціалізованих господарствах для хворих тварин. Види робіт, при яких можливих контакт з патогенними мікроорганізмами на підприємствах шкіряної та м'ясної промисловості, під час ремонту та обслуговування каналізаційних систем, відносять-





(+) - незалежно від концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони умови праці мають бути віднесені до даного класу.

**Оцінку умов праці при наявності в повітрі робочої зони одночасно двох або більше шкідливих факторів біологічного походження (мікроорганізми-продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів, білкові препарати), або при наявності ризику професійного контакту з патогенними мікроорганізмами здійснюють за найвищим класом та ступенем шкідливості.**

**Незалежно від кількості шкідливих факторів біологічного походження біологічний фактор у загальній оцінці умов праці за ступенем шкідливості або небезпечності враховується як один самостійний фактор.**

#### **4.1.2.4. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії віброакустичних факторів**

**При дії на працюючих віброакустичних факторів (шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку) ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюється залежно від величин перевищення чинних нормативів відповідно до даних таблиці 4.11.3 Гігієнічної класифікації. Дані таблиці 4.11.3 Гігієнічної класифікації – „Класи умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочому місці” приведені нижче у таблиці 4.3.**

**Ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії віброакустичних факторів встановлюється з урахуванням їх часових та якісних характеристик (постійний, непостійний шум, загальна та локальна вібрація, інфразвук, повітряний та контактний ультразвук).**

##### **4.1.2.4.1. Визначення класу умов праці при дії виробничого шуму**

Контроль за рівнями шуму та його оцінка здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99) та ГОСТ 12.1.050-86, ГОСТ



Таблиця 4.3

Класи умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочому місці

| Назва фактора, показник, одиниця виміру                                                                                                              | Класи умов праці |                        |         |         |          |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|---------|---------|----------|----------------|
|                                                                                                                                                      | допус-тимий      | шкідливий              |         |         |          | не-без-печ-ний |
|                                                                                                                                                      |                  | 3.1                    | 3.2     | 3.3     | 3.4      |                |
| ШУМ: рівень звуку, дБА; екві-валентний рівень звуку, дБА <sub>екв</sub>                                                                              | ≤ГДР*            | до 85                  | 86-95   | 96-105  | 106-115  | >115           |
| Рівень звукового тиску у будь-якій октавній смузі, дБ                                                                                                |                  |                        |         |         |          | >135<br>**     |
| ВІБРАЦІЯ ЛОКАЛЬНА: еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБ <sub>екв</sub>                                                               | ≤ГДР*<br>**      | до 115                 | 116-118 | 119-121 | 122-124  | >124           |
| ВІБРАЦІЯ ЗАГАЛЬНА: еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБ <sub>екв</sub><br>вісь-Z <sub>3</sub> , вісь-X <sub>3</sub> , Y <sub>3</sub> | ≤ГДР*<br>**      | до 113                 | 114-119 | 120-125 | 126-131  | >131           |
|                                                                                                                                                      | ≤ГДР*<br>**      | до 122                 | 123-128 | 129-134 | 135-140  | >140           |
| ВІБРАЦІЯ ІМПУЛЬСНА                                                                                                                                   | ≤ГДР*<br>***     | Перевищення ГДР, разів |         |         |          | >5             |
|                                                                                                                                                      |                  | до 1,3                 | 1,4-2,0 | 2,1-3,2 | 3,3-15,0 |                |
| сумарна кількість імпульсів для пікового значення віброприскорення; пікове значення віброприскорення, дБ                                             |                  |                        |         |         |          | >160           |
| ІНФРАЗВУК: загальний рівень звукового тиску, дБ <sub>Лін</sub> ; еквівалентний загальний рівень звукового тиску, дБ <sub>Лін екв</sub>               | ≤ГДР*            | Перевищення ГДР, разів |         |         |          | >20            |
|                                                                                                                                                      |                  | до 5                   | 6-10    | 11-15   | 16-20    |                |
| УЛЬТРАЗВУК ПОВІТРЯНИЙ: рівні звукового тиску в октавних (1/3 октавних) смугах частот, дБ                                                             | ≤ГДР*            | Перевищення ГДР, разів |         |         |          | >40            |
|                                                                                                                                                      |                  | до 10                  | 11-20   | 21-30   | 31-40    |                |
| УЛЬТРАЗВУК КОНТАКТНИЙ: пікові рівні віброшвидкості в октавних смугах частот, дБ                                                                      | ≤ГДР*            | Перевищення ГДР, разів |         |         |          | >20            |
|                                                                                                                                                      |                  | до 5                   | 6-10    | 11-15   | 16-20    |                |

\* Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

\*\* Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83\*.



\*\*\* Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99.

\*\*\*\* Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 (таблиця 4 ДСН) визначається перевищенням кількості виміряних імпульсів за робочу зміну/годину відносно допустимої кількості імпульсів (ГДР) для даного виміряного пікового значення віброприскорення в діапазоні 120-160 дБ. Визначення вібраційного навантаження від імпульсної вібрації при послідовній роботі кількома інструментами наведено в додатку 11 ДСН 3.3.6.039-99.

**Гігієнічна оцінка умов праці під час впливу на працюючих постійного шуму здійснюється за результатами вимірів рівня звуку в „дБА” за шкалою „А” вимірювача шуму на часовій характеристиці „повільно”.**

**Оцінка умов праці під час впливу на працюючих непостійного шуму здійснюється за результатами вимірів еквівалентного рівня звуку інтегруючим вимірювачем шуму.**

У разі його відсутності, еквівалентний рівень звуку розраховується відповідно до додатків 2 та 3 ДСН 3.3.6.037-99.

**При дії протягом зміни на працюючого шумів з різними часовими (постійного, непостійного, переривчастого, імпульсного і т.д.) та спектральними (широкосмуговий, тональний і т.д.) характеристиками і комбінацій таких шумів, вимірюють або розраховують еквівалентні рівні звуку.**

Виміряні або розраховані еквівалентні рівні звуку імпульсного і тонального шумів потрібно збільшувати на 5 дБА, після чого одержаний результат можна порівнювати із ГДР без внесення в нього поправки, яка встановлена ДСН 3.3.6.037-99 (п.5.2).

**Визначення класу умов праці при дії виробничої вібрації.**

**Гігієнічна оцінка умов праці при дії на працюючих постійної вібрації (загальної, локальної) здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації (ДСН 3.3.6.039-99) методом інтегральної оцінки за частотою параметра, що нормується (віброшвидкість, віброприскорення).**

При цьому вимірюється або розраховується коректований рівень в дБ відповідно до додатку 9 ДСН 3.3.6.39-99.

**Оцінка умов праці при дії на працюючих непостійної вібрації (загальної, локальної) здійснюється згідно з ДСН 3.3.6.039-99 методом інтегральної оцінки за еквівалентним (по енергії) рівнем**



**параметра, що нормується (віброшвидкість, віброприскорення).**

При цьому вимірюється або розраховується коректований рівень в дБ відповідно до додатку 10 ДСН 3.3.6.39-99.

**Оцінка умов праці при дії на працюючих імпульсної вібрації здійснюється залежно від величини вібраційного впливу на підставі підрахунку кількості вібраційних імпульсів за зміну при піковому рівні віброприскорення від 120 до 160 дБ залежно від тривалості імпульсу відповідно до додатку 12 ДСН 3.3.6.39-99.**

**У разі комбінованої дії вібрації різних видів (локальна, загальна, імпульсна) загальна оцінка умов праці проводиться за найвищим класом та ступенем шкідливості фактора.**

#### **4.1.2.4.2. Визначення класу умов праці при дії інфразвуку**

Контроль за рівнями інфразвуку та його оцінка здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99).

**Гігієнічна оцінка умов праці при дії на працюючих постійного інфразвуку здійснюється за результатами вимірів загального рівня звукового тиску за шкалою „лінійна” в дБ<sub>Лін</sub> (за умови, що різниця між рівнями, які виміряні за шкалою „лінійна” та „А” на характеристичності шумоміра „повільно”, становить не менш ніж 10 дБ).**

**Оцінка умов праці при дії на працюючих непостійного інфразвуку здійснюється за результатами виміру або розрахунку еквівалентного (по енергії) загального рівня звукового тиску в дБ<sub>Лін екв</sub> відповідно до додатків 2 та 3 ДСН 3.3.6.037-99.**

#### **4.1.2.4.3. Визначення класу умов праці при дії ультразвуку**

Контроль за рівнями ультразвуку та його оцінка здійснюється згідно з Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99), ГОСТ 12.4.077-79 „ССБТ. Ультразвук. Методы измерения звукового давления на рабочих местах” та ГОСТ 12.1.001-89 „ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности”.

**Гігієнічна оцінка умов праці при дії на працюючих повітряного ультразвуку (з частотами коливань в діапазоні від 12,5 до 100 кГц) здійснюється за результатами вимірів рівня звукового тис-**



*ку в дБ у нормованих смугах із середньо геометричними частотами, що охоплюють робочу частоту джерела ультразвукового випромінювання.*

*Оцінка умов праці при дії на працюючих контактного ультразвуку здійснюється за результатами вимірів пікового значення рівня віброшвидкості в дБ на робочій частоті джерела ультразвукових коливань.*

*При одночасній дії контактної і повітряної ультразвуку ГДР контактної ультразвуку слід приймати на 5 дБ нижче вказано-го в ГОСТ 12.1.001-89 та ДСН 3.3.6.037-99.*

#### **4.1.2.5. Гігієнічні критерії оцінки умов праці за показниками мікроклімату**

*Віднесення умов праці до того або іншого класу шкідливості та небезпечності за показниками мікроклімату здійснюється відповідно до даних таблиць 4.11.4.1 – 4.11.4.4 Гігієнічної класифікації за показником, який отримав найвищий ступінь шкідливості з урахуванням категорії важкості праці за рівнем енерговитрат згідно з ГОСТ 12.1.005-88 та результатами досліджень важкості праці.*

Дані таблиці 4.11.4.1– „Класи умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень та відкритих територій у теплу пору року” та таблиці 4.11.4.2 – „Класи умов праці за показниками ТНС-індексу для виробничих приміщень, незалежно від періоду року, та відкритих територій у теплу пору року”, які приведені у Гігієнічній класифікації, наведені нижче відповідно у таблиці 4.4 та таблиці 4.5.

Що стосується таблиць 4.11.4.3-4.11.4.4 Гігієнічної класифікації, то в них приведені:

- в таблиці 4.11.4.3 – „Класи умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень в холодну пору року”;
- в таблиці 4.11.4.4 - „Класи умов праці за показниками мікроклімату для відкритих територій в холодну пору року (зима) та в холодних приміщеннях”.

*Для оцінки мікроклімату використовуються або результати вимірювань його складових згідно Державних санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99), або ін-*



**тегральний показник теплового навантаження середовища (ТНС-індекс, при наявності теплового опромінення не вище 1000 Вт/кв.м для виробничих приміщень незалежно від пори року та відкритих територій у теплу пору року).**

Таблиця.4.4

Класи умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень та відкритих територій у теплу пору року

| Показники мікроклімату          |                 |                            | Класи умов праці |                 |                                           |                 |                  |                         |             |
|---------------------------------|-----------------|----------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|-------------|
|                                 |                 |                            | оптимальний      | допустимий      | шкідливий (перевищення шкідливого рівня)* |                 |                  |                         | небезпечний |
|                                 |                 |                            |                  |                 | 1                                         | 2               | 3.1              | 3.2                     |             |
| Температура повітря, °С         | Категорія робіт | Загальні енерговитрати, Дж | згідно ДСН       |                 |                                           |                 |                  |                         |             |
|                                 | 1а              | до 139                     |                  | > на 0,1-3,0 °С | > на 3,1-6,0 °С                           | > на 6,1-9,0 °С | > на 9,1-12,0 °С | -                       |             |
|                                 | 1б              | 140-174                    |                  | -//-            | -//-                                      | -//-            | -//-             | -                       |             |
|                                 | 2а              | 175-232                    |                  | -//-            | -//-                                      | -//-            | -//-             | -                       |             |
|                                 | 2б              | 233-290                    |                  | -//-            | -//-                                      | -//-            | -//-             | -                       |             |
|                                 | 3               | > 290                      |                  | -//-            | -//-                                      | -//-            | -//-             | -                       |             |
| Швидкість руху повітря, м/с     |                 |                            | згідно ДСН       | до 3 разів      | > 3 разів                                 |                 |                  | -                       |             |
| Відносна вологість повітря,%    |                 |                            |                  | до 25           | > 25                                      |                 |                  | -                       |             |
| Теплове випромінювання, Вт/кв.м |                 |                            |                  | 141-1500        | 15012 000                                 | 2001 2500       | 2501 3500        | >3500 Вт/м <sup>2</sup> |             |

\*Вище (>) максимально допустимих значень за категорією робіт.

**ТНС-індекс (індекс теплового навантаження середовища)** – це емпіричний інтегральний показник (виражений у °C), який відт-



ворює поєднаний вплив температури, вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання на теплообмін людини з навколишнім середовищем.

Згідно Гігієнічної класифікації за своєю дією мікроклімат поділяється на нагрівальний та охолоджувальний.

Таблиця.4.5

Класи умов праці за показниками ТНС-індексу для виробничих приміщень незалежно від періоду року та відкритих територій у теплу пору року

| Категорія робіт | Загальні енерговитрати Вт | Класи умов праці * |            |           |           |           |           |             |
|-----------------|---------------------------|--------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                 |                           | Оптиміальний       | допустимий | шкідливий |           |           |           | небезпечний |
|                 |                           |                    |            | 1         | 2         | 3.1       | 3.2       |             |
| 1а              | до 139                    | 21,0-23,4          | 23,5-26,4  | 25,5-26,6 | 26,7-27,4 | 27,5-28,6 | 28,7-31,0 | >31,0       |
| 1б              | 140-174                   | 20,2-22,8          | 22,9-25,8  | 25,9-26,1 | 26,2-26,9 | 27,0-27,9 | 28,0-30,3 | >30,3       |
| 2а              | 175-232                   | 19,2-21,9          | 22,0-25,1  | 25,2-25,5 | 25,6-26,3 | 26,3-27,3 | 27,4-29,9 | >29,9       |
| 2б              | 233-290                   | 18,2-20,9          | 21,0-23,9  | 24,0-24,2 | 24,3-25,0 | 25,1-26,4 | 26,5-29,1 | >29,1       |
| 3               | >290                      | 17,0-18,9          | 19,0-21,8  | 21,9-22,2 | 22,3-23,4 | 23,5-25,7 | 25,8-27,9 | >27,9       |

\* ТНС-індекс – теплове навантаження середовища (°C).

\*\* У діапазоні інтенсивності теплового випромінювання від 141 до 1000 Вт/кв.м оцінка мікроклімату – за ТНС-індексом. При інтенсивності теплового випромінювання вище 1000 Вт/кв.м – згідно з таблицями 4.11.4.1 та 4.11.4.3 Гігієнічної класифікації.

**Нагрівальний мікроклімат** - поєднання параметрів мікроклімату (температури повітря, вологості, швидкості руху, теплового випромінювання), при якому спостерігається порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем, виражене накопиченням тепла в організмі людини вище верхньої межі оптимальної величини (>0,87 кДж/кг) та (або) збільшення частки втрати тепла випаровуванням поту (>30%) в загальній структурі теплового балансу, появою загальних або локальних дискомфортних тепло відчуттів (трохи тепло, спекотно).

У таблиці 4.11.4.1 Гігієнічної класифікації (див. табл.4.4) наведені величини перевищення температури повітря в робочій зоні





(°C), швидкості руху повітря (м/с), відносної вологості повітря (%), теплового опромінення (Вт/кв.м) при наявності нагрітих поверхонь технологічного обладнання, опалювальних та освітлювальних приладів, інсоляції (п. 1.2.5 ДСН 3.3.6.042-99) та наявності відкритих джерел теплового випромінювання (п. 1.2.6 ДСН 3.3.6.042-99) залежно від важкості праці для теплового періоду року.

У таблиці 4.11.4.2 Гігієнічної класифікації (див. табл.4.5) наведені величини ТНС-індексу для людини, одягненої в комплект літнього одягу з теплоізоляцією 0,5-0,8 кло (1кло = 0,155 К•кв.м/Вт).

**При тепловому опроміненні вище 100,0 Вт/кв.м потрібно використовувати засоби індивідуального захисту**, в тому числі обличчя та очей.

Наведені в таблиці 4.11.4.2 Гігієнічної класифікації (див. табл.4.5) рівні інфрачервоного опромінення передбачають обов'язкову регламентацію тривалості безперервного опромінення та пауз і повинні оцінюватись у виробничих приміщеннях незалежно від пори року і на відкритих територіях в теплу пору року.

Оцінка мікрокліматичних умов при використанні спеціального захисного одягу (наприклад, ізолюючого) працівниками в нагрівальному середовищі та в екстремальних умовах (при виконанні ремонтних робіт) повинна здійснюватись за фізіологічними показниками теплового стану людини відповідно до ГОСТ 12.4.176-89 „Одежда специальная для защиты от теплового излучения, требования к защитным свойствам и методы определения теплового состояния человека” та МУ № 5168-90 „Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам предупреждения охлаждения и перегрева”.

При роботі на відкритій території у теплий період року необхідно орієнтуватись на параметри мікроклімату, що наведені в таблицях 4.11.4.1- 4.11.4.2 Гігієнічної класифікації (див. табл.4.4, 4.5).

**Охолоджувальний мікроклімат** – поєднання параметрів мікроклімату, при якому відбувається зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі (<0,87 кДж/кг) в результаті зниження температури „ядра” та (або) „оболонки” тіла (температура „ядра” і „оболонки” тіла відповідно температура глибоких та поверхневих шарів тканин організму).



Клас умов праці при роботі у виробничих приміщеннях в холодний період року ( за відсутності теплового опромінення) визначається за таблицею 4.11.4.3 Гігієнічної класифікації для працюючих, одягнених у комплект „звичайного одягу” з теплоізоляцією 1 кло.

***За погодженням з територіальними органами санепіднагляду клас умов праці при роботі в приміщеннях з охолоджувальним мікрокліматом (в неопалюваних приміщеннях, в спеціально охолоджувальних за технологічними вимогами, на відкритому просторі) може бути зниженим (але не нижче класу 3.1) за умови забезпечення одягом з відповідною теплоізоляцією і при відповідному режимі праці та відпочинку.***

Клас умов праці при роботі на відкритих територіях та в неопалювальних приміщеннях у холодний період року визначається за таблицею 4.11.4.4 Гігієнічної класифікації. Інформація з цього питання може бути одержана в територіальній метеослужбі. У вищезгаданій таблиці Гігієнічної класифікації: рівні температур вказані для людини, одягненої в комплект одягу з відповідною теплоізоляцією, згідно з ГОСТ 12.4.084-80 та ГОСТ 12.4.088-80 з врахуванням виконання роботи середньої важкості і відповідної регламентації часу безперервного перебування в охолоджувальному середовищі (не більше 2 годин); температура приведена для відносно спокійного повітря – швидкість повітря до 0,5 м/с, при вітрі вона повинна бути збільшена на 2,2°C на кожний 1 м/с підвищення його швидкості.

Одночасно з використанням спецодягу необхідно дотримуватись необхідної регламентації часу роботи в несприятливому середовищі, а також загального режиму праці, затвердженого відповідним підприємством і територіальним закладом санепіднагляду.

При невідповідності показника теплозахисних властивостей одягу або рівня енерговитрат з величинами, вказаними в ГОСТах, оцінка умов праці може бути зроблена спеціалістами з гігієни праці.

***Якщо протягом зміни виробнича діяльність працюючого проходить в різних умовах мікроклімату, необхідно окремо їх оцінити, а потім розрахувати середньозважений в часі клас та ступінь шкідливості.***

При нестандартних ситуаціях (нагрівальному та охолоджувальному мікрокліматах різної тривалості і фізичному навантаженні та ін.) оцінка умов праці може бути зроблена на підставі спеціальних фізіолого-гігієнічних досліджень теплового стану людини.



*Для тих видів робіт, для яких регламентовано оптимальний мікроклімат, клас шкідливості визначається відносно оптимальних параметрів.*

#### **4.1.2.6. Гігієнічні критерії оцінки умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів і випромінювань**

*Віднесення умов праці до того або іншого класу шкідливості та небезпечності при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань здійснюється відповідно до даних таблиці 4.11.5.1 Гігієнічної класифікації, і окремо для електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерного та ультрафіолетового) відповідно до даних таблиці 4.11.5.2 Гігієнічної класифікації.*

Дані таблиці 4.11.5.1 – „Класи умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань” та таблиці 4.11.5.2 – „Класи умов праці при дії електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерне випромінювання – ЛВ, ультрафіолетове випромінювання - УФВ)”, які приведені у Гігієнічній класифікації, наведені нижче відповідно у таблиці 4.6 та таблиці 4.7.

*Таблиця.4.6*

Класи умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань (перевищення ГДР, разів)

| Фактор виробничого середовища                  | Клас умов праці |             |     |     |      |              |
|------------------------------------------------|-----------------|-------------|-----|-----|------|--------------|
|                                                | допустимий      | шкідливий * |     |     |      | небезпечний* |
|                                                | 2               | 3.1         | 3.2 | 3.3 | 3.4  | 4            |
| Постійне магнітне поле *3                      | ≤ ГДР           | ≤5          | ≤10 | ≤50 | ≥100 |              |
| Електростатичне поле *2                        | ≤ ГДР *1        | ≤3          | ≤5  | ≤10 | >10  |              |
| Електричні поля промислової частоти (50 Гц) *4 | ≤ ГДР *1        | ≤3          | ≤5  | ≤10 | >10  | >40          |

|                                                      |       |    |     |     |     |  |
|------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--|
| Магнітні поля<br>промислової час-<br>тоти (50 Гц) *5 | ≤ ГДР | ≤5 | ≤10 | ≤50 | >50 |  |
|------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--|

продовження табл.4.6

|                                                                       |       |    |    |     |     |  |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|----|----|-----|-----|--|
| Електромагнітні<br>випромінювання<br>радіочастотного<br>діапазону *6: |       |    |    |     |     |  |
| 0,01 – 0,03 МГц                                                       | ≤ ГДР | ≤3 | ≤5 | ≤10 | >10 |  |
| 0,03 – 3,0 МГц                                                        | ≤ ГДР | ≤3 | ≤5 | ≤10 | >10 |  |
| 3,0 – 30,0 МГц                                                        | ≤ ГДР | ≤3 | ≤5 | ≤10 | >10 |  |
| 30,0 – 300,0 МГц                                                      | ≤ ГДР | ≤3 | ≤5 | ≤10 | >10 |  |
| 300,0 МГц – 300<br>ГГц                                                | ≤ ГДР | ≤3 | ≤5 | ≤10 | >10 |  |

\*Перевищення ГДР у разі.

\*1 Значення ГДР, з якими порівнюються вимірювані на робочих місцях величини ЕМП, визначаються залежно від тривалості дії факторів протягом робочого дня.

\*2 Згідно з ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ „Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”.

\*3 Згідно з „Предельно допустимыми уровнями воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и материалами” № 1742-77.

\*4 Згідно з „Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)” № 5802 – ДНАОП 0.03-3.21-91.

\*5 Згідно з „Предельно допустимыми уровнями магнитных полей частотой 50 Гц” № 3206-85 – ДНАОП 0.03-3.13-85, ОБУВ ПемП 50 Гц №5060-89.

\*6 Згідно з ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ „Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”, изменение № 1 ГОСТ 12.1.006-84, „ПДУ воздействия электромагнитных полей диапазона 10-60 кГц” № 5803-91.

**Умови праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та**



**випромінювань відповідають 3 класу шкідливості при перевищенні на робочих місцях ГДР, що встановлені для відповідного часу дії з врахуванням значень енергетичних експозицій (навантажень) в тих діапазонах частот, де вони нормуються, і 4 класу – при перевищенні максимальних ГДР для короточасної дії (час вказаний у додатку до таблиці 4.11.5.1 Гігієнічної класифікації).**

Таблиця.4.7

Класи умов праці при дії електромагнітних випромінювань оптичного діапазону (лазерне випромінювання – ЛВ, ультрафіолетове випромінювання - УФВ)

| Фактор виробничого середовища |                                                                                          | Класи умов праці        |                         |                           |                                        |                                            |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
|                               |                                                                                          | допусти-мий             | шкідливий               |                           |                                        |                                            | небез-печний                       |
|                               |                                                                                          |                         | 2                       | 3.1                       | 3.2                                    | 3.3                                        |                                    |
| ЛВ*                           |                                                                                          | ≤ГДР<br>1<br>(ГДР<br>2) | ≥ГДР<br>1<br>(ГДР<br>2) | <10<br>ГДР1<br>(ГДР<br>2) | <10 <sup>2</sup><br>ГДР1<br>(ГДР<br>2) | <10 <sup>3</sup><br>ГДР<br>1<br>(ГД<br>Р2) | >10 <sup>3</sup><br>ГДР1<br>(ГДР2) |
| у<br>ФВ                       | При наявно-<br>сті виробничих<br>джерел<br>УФ-А,<br>УФ-В,<br>УФ-С,<br>Вт/кв.м            | ДІО*<br>*               | >ДІО<br>**              |                           |                                        |                                            |                                    |
|                               | При наявно-<br>сті джерел УФВ<br>профілактично-<br>го призначення<br>УФ-А,<br>Вт/кв.м*** | 9-45                    | <9                      |                           |                                        |                                            |                                    |

\*Відповідно до СанПиН 5804-91 „Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров”: ГДР1 – при безперервній дії ЛВ, ГДР2 – при однократній дії ЛВ (ДНАОП 0.03-3.09-91).

\*\* Відповідно до „Санитарных норм ультрафиолетового излучения в производственных помещениях” № 4557-88 (ДНАОП 0.03-3.17-88). При перевищенні допустимої інтенсивності опромінення (ДІО) робота дозволяється за умови використання засобів колективного або індивідуального захисту.



**\*\*\* Відповідно до методичних вказівок „Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения” № 5046-89 оцінюється профілактичне опромінення, його достатність.**

**При одночасній дії на працюючих неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань, що створюються декількома джерелами, які працюють в різних нормованих частотних діапазонах, клас умов праці на робочому місці встановлюється за фактором, що має найбільший ступінь шкідливості.** При цьому, якщо виявлено перевищення ГДР у двох і більше нормованих частотних діапазонах, то ступінь шкідливості збільшується на одну одиницю.

#### **4.1.2.7. Гігієнічні критерії оцінки умов праці за показниками світлового середовища**

**Оцінка умов праці за фактором „Освітленість” здійснюється за показниками природного та штучного освітлення, що наведені в таблиці 4.11.6 Гігієнічної класифікації згідно з вказівками „Оценка освещенния рабочих мест. Методические указания” МУ 2.2.4.706-98/МУ ОТ РМ 01-98.**

Дані таблиці 4.11.6 Гігієнічної класифікації – „Класи умов праці залежно від параметрів світлового середовища виробничих приміщень” приведені нижче у таблиці 4.8.

**При відсутності в приміщенні природного освітлення та засобів компенсації ультрафіолетової недостатності** умови праці за показником „Природне освітлення” відносять до **класу 3.2.**

**Наявність засобів щодо компенсації ультрафіолетової недостатності** (встановлення джерел профілактичного ультрафіолетового опромінення) за умови забезпечення ними нормативних вимог (СН 4557-88 „Санітарні норми ультрафіолетового опромінення виробничих приміщень”) до необхідних рівнів ультрафіолетового опромінення переводить умови праці за показником „Природне освітлення” до **класу 3.1.**

**У випадках використання системи комбінованого освітлення,** коли сумарна освітленість не нижче нормованого рівня, а рівень освітленості від системи загального освітлення нижчий за нормований рівень (нижче 10% від сумарної освітленості), умови праці за

показником „Штучне освітлення” відносять до **класу 3.1**.

**Показники сліпучої дії відбитої блискості** визначаються при роботі з об'єктами розрізнення та робочими поверхнями, які мають направлене, направлено-розсіяне та змішане відбиття (робота з екраном дисплея, метали, пластмаси, скло, глянцеви папір і т.п.). **Контроль сліпучої дії відбитої блискості проводиться суб'єктивно.** При її наявності, а також при погіршенні видимості об'єктів розрізнення та скаргах працівників на зоровий дискомфорт умови праці за даним показником відносять до **класу 3.1**.

Таблиця.4.8

Класи умов праці залежно від параметрів світлового середовища виробничих приміщень

| Фактор виробничого середовища | Показник                                                          |            | Клас умов праці    |                      |              |     |     |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------|--------------------|----------------------|--------------|-----|-----|
|                               |                                                                   |            | допустимий         | шкідливий            |              |     |     |
|                               |                                                                   |            | 2                  | 3.1                  | 3.2          | 3.3 | 3.4 |
| Природне освітлення           | Коефіцієнт природного освітлення (КПО,%)                          |            | $\geq 0,6^*$       | 0,1-0,6              | $< 0,1^{**}$ |     |     |
| Штучне освітлення             | Освітленість робочої поверхні (Е, лк) для розрядів зорової роботи | I-IV, VII  | $E_n^{***}$        | $0,5 E_n - < E_n$    | $< 0,5 E_n$  |     |     |
|                               |                                                                   | V-VI, VIII | $E_n^{***}$        | $< E_n$              |              |     |     |
|                               | Показник освітленості (Р, відн.од)                                |            | $P_n^{***}$        | $> P_n$              |              |     |     |
|                               | Пряма блискість, (час безперервної роботи)                        |            | $\leq 4$ год.      | $> 6$ год.           | $> 8$ год.   |     |     |
|                               | Відбита блискість                                                 |            | Відсутність        | Наявність            |              |     |     |
|                               | Яскравість (L, кд/кв.м)                                           |            | $L_n^{***}$        | $> L_n^{***}$        |              |     |     |
|                               | Нерівномірність розподілу освітленості (Е, лк)                    |            | $E_{нер.н.}^{***}$ | $> E_{нер.н.}^{***}$ |              |     |     |

\* Згідно з СНиП II-4-79 (зі змінами) „Строительные нормы и пра-





вила. *Естественное и искусственное освещение*» (ДБН В2.5-28-2006).

**\*\* При наявності засобів для компенсації ультрафіолетової недостатності – клас 3.1.**

**\*\*\* Нормативні значення: освітленості -  $E_v$ , нерівномірності розподілу освітленості -  $E_{\text{нер.п.}}$ , показника освітленості -  $P_v$ , яскравості -  $L_v$  згідно зі СНуП II-4-79 (ДБН В2.5-28-2006).**

**При роботах, що пов'язані з необхідністю фіксації зору на сліпучих об'єктах розрізнення** (екрани дисплеїв) протягом 6 годин, умови праці за даним показником відносять до **класу 3.1**, а протягом 8 годин – до **класу 3.2**.

**Контроль показника „Нерівномірність розподілу освітлення”** проводять для робочих місць, що обладнані відео терміналами (ВДТ) загального та спеціального призначення згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98, який передбачає визначення контрасту освітленості між робочими поверхнями (стіл, документи), а також між робочим поверхнями і поверхнями стін та обладнання.

Після присвоєння класів за окремими показниками штучного освітлення (показника відповідності системи освітлення, показників освітленості, сліпучої дії відбитої блискості, нерівномірності розподілу освітленості) **здійснюється заключна оцінка умов праці за фактором „Штучне освітлення” шляхом вибору показника, віднесеного до найвищого ступеня шкідливості.**

**Загальна оцінка умов праці за показниками світлового середовища здійснюється на підставі оцінок показників з природного та штучного освітлення шляхом вибору з них найвищого ступеня шкідливості.**

#### **4.1.2.8. Гігієнічні критерії оцінки умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу**

**Гігієнічна оцінка умов праці залежно від важкості та напруженості трудового процесу здійснюється відповідно до даних, наведених в таблиці 4.11.7 („Класи умов праці за показниками важкості трудового процесу”) та таблиці 4.11.8 („Класи умов праці за показниками напруженості трудового процесу”) Гігієнічної класифікації.**



**Оцінка важкості праці здійснюється на підставі обліку всіх наведених в таблиці 4.11.7 Гігієнічної класифікації показників:**

- фізичне динамічне навантаження;
- маса вантажу, що підіймається та переміщується вручну;
- кількість за зміну стереотипних робочих рухів;
- статичне навантаження;
- робоча поза;
- кількість за зміну вимушених нахилів корпусу;
- переміщення у просторі, обумовлені технологічним процесом, і т.ін.

При цьому *спочатку встановлюється клас кожного із вимірюваних показників, а кінцева оцінка важкості праці встановлюється за показником, який має найвищий ступінь важкості.*

*При наявності двох і більше показників класу 3.1 та 3.2 умови праці за важкістю трудового процесу оцінюються на один ступінь вище (клас 3.2 та 3.3 відповідно). За даним критерієм найвищий ступінь важкості - клас 3.3.*

**Оцінка напруженості праці здійснюється на підставі обліку всіх наявних значущих показників, які можуть перевищувати нормативні рівні згідно з таблицею 4.11.8 Гігієнічної класифікації:**

- інтелектуальні навантаження;
- сенсорні навантаження;
- емоційне навантаження;
- монотонність навантажень;
- режим праці.

*Спочатку встановлюється клас кожного з показників, що визначились, а кінцева оцінка напруженості праці встановлюється, як і в попередньому випадку, за показником, який має найвищий ступінь напруженості праці.*

*У тих випадках, коли більше 6-ти показників мають клас 3.1 та 3.2, напруженість трудового процесу оцінюється на один ступінь вище, тобто клас 3.2 та 3.3 відповідно.*

#### **4.1.2.9 Гігієнічні критерії оцінки умов праці при аероіонізації повітря робочої зони**

*Гігієнічна оцінка умов праці при аеронізації повітря робочої*



**зони здійснюється відповідно до даних, наведених в таблиці 4.11.9 („Класи умов праці за наявності змін аероіонного складу повітря”) Гігієнічної класифікації.**

Дані таблиці 4.11.9 Гігієнічної класифікації приведені у таблиці 4.9.

Таблиця.4.9

Класи умов праці за наявності змін аероіонного складу повітря\*

| Фактор виробничого середовища – легкі аероіони | Класи умов праці |                               |                                    |                |     |     |     |
|------------------------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|
|                                                | оптимальний      | допустимий                    |                                    | шкідливий      |     |     |     |
|                                                | 1                | 2 min<br>необ-<br>хід-<br>ний | 2 max<br>до-<br>пус-<br>ти-<br>мий | 3.1            | 3.2 | 3.3 | 3.4 |
| позитивні (п+)                                 | 1500 - 3000      | 400                           | 500 00                             | <400<br>>50000 |     |     |     |
| негативні (п-)                                 | 3000 - 5000      | 600                           | 500 00                             | <600<br>>50000 |     |     |     |

\* „Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений” № 2152-80.

Виміри рівня аероіонізації повітря проводяться у виробничих приміщеннях, повітряне середовище яких підлягає спеціальній очистці, що задається технологічним регламентом, а саме:

- в приміщеннях, де є джерела іонізації повітря (УФ-випромінювачі);
- на робочих місцях користувачів ВДТ;
- на робочих місцях підстанцій і ВЛ постійного струму високої напруги.

**Оцінку фактора зміни аероіонного складу повітря робочої зони здійснюють відповідно до „Санитарно-гигиенических норм допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных зданий» №2152-80. При перевищенні максимальної і (або) неотримання мінімально необхідної кількості іонів в повітрі робочої зони і показника полярності іонів, умови праці за**



**цим фактором відносять до класу 3.1 згідно з таблицею 4.11.9 Гігієнічної класифікація (див. табл. 4.9).**

### 2.1.3. Загальна гігієнічна оцінка умов праці

*У випадку, якщо на робочому місці фактичні значення рівнів шкідливих факторів знаходяться в границях оптимальних або допустимих рівнів, умови праці на цьому робочому місці відповідають гігієнічним вимогам і відносяться відповідно до 1 або 2 класу.*

*Якщо рівень хоча б одного шкідливого фактора перевищує допустиму величину, то умови праці на такому робочому місці, залежно від величини перевищення та відповідно до існуючих гігієнічних критеріїв, як по окремому фактору так і при їх поєднаній дії, можуть бути віднесені до 1-4 ступенів 3 класу або 4 класу, тобто до шкідливих (3 клас) або небезпечних (4 клас) умов праці.*

*При дії шкідливих виробничих факторів віднесення умов праці до відповідного класу визначається з врахуванням часу їх дії протягом зміни.* Для факторів, що не мають регламентованих нормативів з врахуванням часу їх дії, дозволяється визначення класу умов праці за рівнями на постійному робочому місці. Для віднесення умов праці до 3 класу час дії фактора повинен бути не менше 50% часу зміни. При віднесенні умов праці до 4 класу час дії шкідливого фактора не враховується.

*При епізодичній дії шкідливого фактора* його облік та оцінка умов праці, залежно від мети атестації, виконується за погодженням з територіальним органом санепіднагляду.

*Оцінка умов праці з врахуванням комбінованої та сполучної дії виробничих факторів* виконується наступним чином.

На підставі результатів вимірів оцінюються умови праці для окремих факторів відповідно до розділів 4.1-4.9 Гігієнічної класифікації (див. розділ 4.1.2), де враховані ефекти сумування та потенціювання при комбінованій дії хімічних речовин, біологічних факторів, електромагнітних випромінювань різних частотних діапазонів та інших шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу;



Результати оцінки дії цих шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу заносять до таблиці 4.12 Гігієнічної класифікації, яка наведена нижче (табл. 4.10).

Таблиця.4.10

Оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності

| Фактор виробничого середовища та трудового процесу | Клас умов праці                    |                           |           |     |     |     |                  |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------|-----|-----|-----|------------------|
|                                                    | опти-<br>тима<br>ма-<br>льни-<br>й | до-<br>пус-<br>ти-<br>мий | шкідливий |     |     |     | небез-<br>печний |
|                                                    | 1                                  | 2                         | 3.1       | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4                |
| Хімічний                                           |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| Біологічний                                        |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| Фізичні:                                           |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| - шум                                              |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| - вібрація                                         |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| - інфразвук                                        |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| - ультразвук                                       |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| - неіонізуючі електромагнітні випромінювання       |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| - мікроклімат                                      |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| - освітленість                                     |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| Важкість праці                                     |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| Напруженість праці                                 |                                    |                           |           |     |     |     |                  |
| Загальна оцінка умов праці                         |                                    |                           |           |     |     |     |                  |

**Загальна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності встановлюється:**

- за найбільш високим класом та ступенем шкідливості;



- у випадку поєднаної дії трьох та більше шкідливих факторів, віднесених до класу 3.1, загальна оцінка умов праці відповідає класу 3.2;

- при поєднанні двох і більше шкідливих факторів класів 3.2, 3.3, 3.4 умови праці оцінюються на один ступінь вище.

При скороченні часу контакту із шкідливими факторами (захист часом) умови праці в окремих випадках можуть оцінюватися (за погодженням з органами санепідегляду) як менш шкідливі, але не нижче класу 3.1.

Робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів повинна виконуватись з використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) при адміністративному контролі за їх застосуванням (включення до технологічного регламенту, правил внутрішнього розпорядку з використанням заходів заохочування до їх застосування та/або використання адміністративного покарання порушників).

Застосування ефективних при наявності сертифіката відповідності) ЗІЗ зменшує рівень професійного ризику ушкодження здоров'я, але не змінює клас умов праці робітника.

#### 2.1.4. Загальні методичні підходи до вимірів та оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу

Лабораторії, які виконують всі заміри та оцінку шкідливих виробничих факторів, повинні бути **атестовані (акредитовані)** у встановленому порядку.

**План контролю умов праці на підприємствах складається на рік** та доповнюється та змінюється у випадку реконструкції чи зміни обладнання, зміни чи інтенсифікації виробничих процесів, виявлення професійних захворювань чи отруєнь.

Контролю підлягають усі шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища та трудового процесу, які мають місце на робочому місці працівника.

Перелік нормативних та методичних документів щодо вимірів та оцінки шкідливих факторів виробничого середовища наведено в розділі 6 Гігієнічної класифікації.

Апаратура та прилади, які використовуються для вимірів, підлягають обов'язковій метрологічній повірці у встановленому порядку.



***Дані інструментальних вимірів оформлюються протоколом відповідно до вимог медичної документації чи протоколів, розроблених на її основі (додаток).***

***Гігієнічна оцінка умов праці проводиться відповідно до цього протоколу.***

## **2.2. Паспортизація виробництв та атестація робочих місць за умовами праці**

***Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв включає в себе перевірку відповідності умов праці на робочих місцях існуючим санітарно-гігієнічним вимогам та вимогам безпеки і передбачає інструментальні вимірювання параметрів шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища.***

При проведенні паспортизації санітарно-технічного стану виробництв визначаються:

- умови праці на робочих місцях (клас та ступінь шкідливості умов праці);
- кількість робочих місць, які не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам щодо безпечних умов праці за рівнями шкідливих та небезпечних виробничих факторів (вібрація, шум, запиленість та загазованість повітря робочої зони, електромагнітні випромінювання і т. ін.);
- чисельність працівників зайнятих на важких фізичних, небезпечних та шкідливих для їх здоров'я роботах;
- небезпечні ділянки виробництв;
- технологічні операції та виробниче обладнання, що не відповідають вимогам безпеки праці;
- наявність засобів індивідуального захисту і т. ін.

Паспортизація проводиться щорічно під керівництвом служби охорони праці разом з представниками виробничих підрозділів підприємства.

***Для проведення атестації робочих місць за умовами праці та встановлення пріоритету в проведенні оздоровчих заходів використовується «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затвер-***





**джена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 р. № 528.**

Згідно з „Положенням про атестацію робочих місць щодо їх відповідності державним актам про охорону праці” на підставі вивчення результатів атестації кожне робоче місце, в разі позитивного рішення щодо його атестації, може бути віднесене до однієї із двох наступних груп.

**„Атестоване” – робоче місце відповідає вимогам нормативних актів про охорону праці. До цієї групи належать робочі місця, на яких стан умов праці належить до 1-2 класу за Гігієнічною класифікацією.**

**„Атестоване і вимагає пільг і компенсацій” – робоче місце, на якому стан умов праці належить до 3 класу за Гігієнічною класифікацією (важкі та шкідливі умови).**

**Відповідно до Закону України „Про пенсійне забезпечення” (ст.13) за результатами атестації робочих місць складаються карти умов праці, в яких фіксуються санітарно-гігієнічні умови праці, її важкість і напруженість. На підставі атестації визначаються шкідливі фактори виробничого середовища, які можуть вплинути на стан здоров'я працівників, а також їх нащадків, і призначаються пенсії за віком на пільгових умовах за списками №1 і №2 виробництв, робіт, професій, посад, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення. На підставі атестації також визначається розмір надбавки до заробітної плати (див. с. 51 абз. 2)**

**Атестація робочих місць за умовами праці проводиться згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 442 від 1.09.1992 р. про „Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці”**

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться на підприємствах і організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працюючих, а також на їхніх нащадків як тепер, так і в майбутньому.

Основна мета атестації полягає у регулюванні відносин між власником або уповноваженим ним органом і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне



забезпечення, пільги та компенсації за роботу у несприятливих умовах.

Здійснюється атестація згідно з методичними рекомендаціями щодо проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджуваними Мінпраці та МОЗ.

***Атестація робочих місць за умовами праці проводиться атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначається наказом по підприємству, організації в строки, що передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації покладається на керівника підприємства, організації.***

***Позачергова атестація робочих місць за умовами праці проводиться у разі докорінної зміни умов і характеру праці з ініціативи власника або уповноваженого ним органу, профспілкового комітету, трудового колективу або його виборного органу, органів Державної експертизи умов праці за участю санітарно-епідеміологічної служби МОЗ.***

Для проведення атестації можуть залучатися проектні та науково-дослідницькі організації, технічні інспекції праці профспілок, інспекції Держгірпромнагляду.

***Атестація робочих місць за умовами праці передбачає:***

- встановлення факторів і причин виникнення несприятливих умов праці;
- санітарно-гігієнічне дослідження факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;
- комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їхніх характеристик стандартам безпеки праці, будівельним та санітарним нормам і правилам;
- встановлення ступеня шкідливості й небезпечності праці та її характеру за Гігієнічною класифікацією;
- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії із шкідливим (особливо шкідливими), важкими (особливо важкими) умовами праці;
- визначення (підтвердження) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення за роботу в несприятливих умовах;
- складання переліку робочих місць, виробництв, професій та посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників;



аналіз реалізації технічних та організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру і безпеки праці.

Санітарно-гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища і трудового процесу проводяться санітарними лабораторіями підприємств і організацій, атестованих органами Держстандарту і МОЗ за списками, що узгоджуються з органами Державної експертизи умов праці, а також на договірній основі лабораторіями територіальних санітарноепідеміологічних станцій.

***Відомості про результати атестації робочих місць заносяться до карти умов праці, форма якої затверджена Мінпраці разом з МОЗ.***

Результати атестації використовуються як для цілеспрямованої і планомірної роботи, спрямованої на покращання умов праці, так і для надання пільг і компенсацій, передбачених чинним законодавством, таких, як скорочена тривалість робочого часу, додаткова оплачувана відпустка, пільгова пенсія, оплата праці у підвищеному розмірі.

Перелік робочих місць, виробництв, професій і посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників погоджується з профспілковим комітетом та затверджується наказом по підприємству, організації і зберігається протягом 50 років. Витяги з наказу додаються до трудової книжки працівників, професії та посади яких внесено до переліку.

***Контроль за якістю проведення атестації, правильністю застосування списків №1 і №2 виробництв, робіт, професій, посад, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення, пільги і компенсації, покладається на органи Державної експертизи умов праці.***

## **2.3. Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці**

### **1. Загальні положення**

***В разі підозри на наявність у працівника професійного захворювання (отруєння) складається санітарно-гігієнічна характеристика умов праці відповідно до нормативного документу про „Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних харак-***



**теристик умов праці”, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров’я України від 13.12.04 № 614 і розробленого на виконання постанови Кабінету Міністрів України від 25.08.04 № 1112 „Деякі питання розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві”.**

**Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці** є одним з документів, з урахуванням якого в кожному конкретному випадку вирішується питання про зв’язок хронічного захворювання (отруєння) з впливом шкідливих виробничих факторів і трудового процесу, з метою встановлення діагнозу хронічного професійного захворювання (отруєння).

**Підставою для складання санітарно-гігієнічної характеристики** є акт санітарно-епідеміологічного обстеження об’єкта за формою 315/0, затвердженою наказом МОЗ України від 11.07.2000 № 160 „Про затвердження форм облікової статистичної документації, що використовується в санітарно-епідеміологічних закладах”. Обстеження проводиться за участю представників підприємства, первинної профспілкової організації, членом якої є хворий, або уповноваженої найманими працівниками особи з питань охорони праці, якщо хворий не є членом профспілки, та робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків (ФССНВ) за місцезнаходженням підприємства.

Санітарно-гігієнічна характеристика складається лікарем з гігієни праці закладу державної санітарно-епідеміологічної служби за місцезнаходженням підприємства, де працює хворий, на запит керівника лікувально-профілактичного закладу (ЛПЗ). У разі необхідності до складання санітарно-гігієнічної характеристики можуть залучатись лікарі інших структурних підрозділів закладів санітарно-епідеміологічної служби.

Підписується санітарно-гігієнічна характеристика лікарем з гігієни праці, лікарями інших структурних підрозділів закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, у разі їх залучення, та затверджується головним державним санітарним лікарем.

Особи, які підписали акт обстеження умов праці, а також ті, що склали санітарно-гігієнічну характеристику, несуть відповідальність за достовірність інформації щодо умов праці та трудового процесу, викладеної у санітарно-гігієнічній характеристиці, згідно з чинним законодавством.



**Запит на складання санітарно-гігієнічної характеристики** подається ЛПЗ протягом трьох робочих днів після встановлення у працівника діагнозу підозри на хронічне професійне захворювання (отруєння). Запит ЛПЗ надсилається головному державному санітарному лікарю адміністративної території за місцезнаходженням підприємства, де працює хворий, а копії запиту надаються до робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ та роботодавцю.

ЛПЗ, яким надано право встановлювати остаточний діагноз щодо професійних захворювань, можуть надсилати запит в заклади санітарно-епідеміологічної служби з обґрунтуванням необхідності доповнень до санітарно-гігієнічної характеристики.

**На непрацюючих пенсіонерів або осіб, що не працюють, в разі підозрі в них професійних захворювань, складаються інформаційні довідки про умови праці** цих працівників на підставі даних про умови їх праці на підприємстві, де вони раніше працювали, якщо такі є, або — на підставі даних закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, наукових досліджень, характеристики шкідливих виробничих факторів на аналогічних виробництвах. Обстеження підприємства для складання інформаційної довідки, у разі необхідності, може проводитися за участю представника робочого органу дирекції ФССНВ.

**У разі, коли працівник працював на декількох підприємствах,** санітарно-гігієнічна характеристика складається закладом санітарно-епідеміологічної служби, який здійснював державний санітарно-епідеміологічний нагляд за останнім підприємством, де працював працівник, з доданням, в разі необхідності, інформаційних довідок від інших закладів державної санітарно-епідеміологічної служби, які здійснювали державний санітарно-епідеміологічний нагляд за підприємствами, де він працював раніше.

**Якщо на час складання санітарно-гігієнічної характеристики працівник не підпадав під вплив шкідливих виробничих факторів,** що могли викликати професійне захворювання (отруєння), враховується його попередня робота, пов'язана з дією шкідливих виробничих факторів незалежно від стажу роботи на цьому підприємстві. У такому разі санітарно-гігієнічна характеристика складається закладом державної санітарно-епідеміологічної служби, який здійснював державний санітарно-епідеміологічний нагляд за підприємством, де були умови для розвитку профзахворювання (профотруєння).



***При виникненні підозри на профзахворювання (профотруєння) після припинення контакту працівника з шкідливими виробничими факторами*** (пізній силікоз, деякі захворювання на пухлини тощо), а також у разі неможливості отримання даних про умови його праці (ліквідація підприємства, цеху, дільниці, робочого місця або у разі тривалої зупинки виробничого процесу, відсутності даних в архівах підприємства та закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, робота за кордоном тощо) інформаційна довідка складається на підставі даних трудової книжки, санітарно-гігієнічної характеристики умов праці на аналогічних робочих місцях, за результатами наукових досліджень за аналогічними професіями.

***Для працівників підземних професій вугільної та інших галузей промисловості, коли умови та характер праці аналогічні за всіма показниками, складається групова санітарно-гігієнічна характеристика.***

Для складання санітарно-гігієнічної характеристики головний державний санітарний лікар надсилає припис роботодавцю (особі) для надання необхідних документів за встановленою формою (додаток 3 до нормативного документу про „Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці”).

***Термін надання документів не повинен перевищувати 15 робочих днів з часу отримання офіційного запиту від головного державного санітарного лікаря.*** Матеріали подаються до закладу державної санітарно-епідеміологічної служби із супровідним листом. Термін 15 робочих днів може бути продовжено за згодою головного державного санітарного лікаря у разі необхідності проведення роботодавцем (особою) додаткових лабораторних, інструментальних, хронометражних та інших вимірювань (досліджень), необхідних для підготовки санітарно-гігієнічної характеристики.

***При зміні форм власності і видів діяльності підприємства документи (згідно з додатком 3 до нормативного документу про „Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці”) надає його правонаступник.***

***Роботодавець (особа) несе відповідальність згідно з чинним законодавством за повноту та достовірність поданих документів.***

Документи згідно з додатком 3 до нормативного документу про



„Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці” роботодавець (уповноважений ним орган), а в разі ліквідації підприємства його правонаступник (особа) узгоджує з робочим органом виконавчої дирекції ФССНВ, а також з профспілковою організацією підприємства.

***Заклад санітарно-епідеміологічної служби в термін 15 днів після одержання матеріалів від роботодавця (особи), проводить:***

➤ вивчення та аналіз документів, поданих власником підприємства;

➤ обстеження підприємства для уточнення умов праці працівника в присутності самого працівника та представників роботодавця, робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ, профспілкової організації з проведенням, у разі необхідності, вимірювань (досліджень) шкідливих виробничих факторів і трудового процесу за кошти роботодавця.

***У термін до 5 днів комісія складає акт санітарно-епідеміологічного обстеження об’єкта за формою 315/0 у 3 примірниках.*** Перший примірник зберігається в закладі державної санітарно-епідеміологічної служби, другий – надсилається роботодавцю, у якого працює працівник, третій – робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ. З актом ознайомлюють працівника, робоче місце якого обстежувалось, що засвідчується його підписом. У разі відмови працівника від підпису, акт підписується свідками. ***Термін зберігання акта в усіх зазначених організаціях – 45 років.***

***Заклад державної санітарно-епідеміологічної служби протягом 5 робочих днів після складання та підписання акта всіма членами комісії готує санітарно-гігієнічну характеристику згідно з додатком 4 нормативного документу „Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці”.***

***Термін складання санітарно-гігієнічної характеристики не повинен перевищувати 45 днів.***

У санітарно-гігієнічній характеристиці умов праці працівника відображаються ті шкідливі виробничі фактори на його робочому місці, які могли спричинити виникнення і розвиток у нього професійного захворювання.

Санітарно-гігієнічна характеристика оформлюється на бланку закладу державної санітарно-епідеміологічної служби, підписується лікарем з гігієни праці, у разі потреби, іншими лікарями цього за-





кладу, та затверджується головним державним санітарним лікарем області, міста, району тощо, підпис якого завіряється гербовою печаткою. **Санітарно-гігієнічна характеристика складається у 4 примірниках:** перший – зберігається в закладі державної санітарно-епідеміологічної служби, другий – надсилається до ЛПЗ, що робив запит, третій – робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ, четвертий – роботодавцю підприємства, на якому працює (працював) працівник. **Термін зберігання санітарно-гігієнічної характеристики в усіх зазначених закладах і підприємствах – 45 років.**

**Санітарно-гігієнічна характеристика може бути використана протягом 5 років,** якщо умови праці працівника за цей час не змінились, що підтверджується довідкою роботодавця та відповідного закладу державної санітарно-епідеміологічної служби.

Облік санітарно-гігієнічних характеристик здійснюється в закладах санітарно-епідеміологічної служби.

Усі витрати на виконання робіт по складанню санітарно-гігієнічних характеристик несе роботодавець підприємства, умови праці працівника якого обстежуються, відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 15.10.02 №1544 „При затвердженні переліку робіт і послуг у сфері забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, які виконуються і надаються за плату”.

**У разі незгоди з санітарно-гігієнічною характеристикою заявник має право оскаржити її у вищому закладі державної санітарно-епідеміологічної служби або в судовому порядку.**

## **2. Опис шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу при складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці**

### **Опис шкідливих факторів виробничого середовища.**

**До опису кожного шкідливого фактора виробничого середовища у санітарно-гігієнічній характеристиці надається кількісна його характеристика з посиланням на заклад (установу, підприємство), що проводив вимірювання (дослідження), та дату його проведення.**

**При складанні санітарно-гігієнічної характеристики, в разі дії хімічних та біологічних факторів виробничого середовища на**





**робочому місці**, надається повний перелік хімічних, біологічних факторів, кількісні показники забруднення повітря робочої зони з урахуванням сировини, проміжних, кінцевих продуктів та готової продукції, які використовуються у виробництві, та при необхідності можливі продукти їх перетворення – окислення, деструкції, гідролізу тощо.

При наявності складних, високомолекулярних сполук та летких продуктів дається повний перелік компонентів розчину, сплаву, клею, полімеру тощо з назвою хімічних речовин, які виділяються у повітря робочої зони в умовах технологічного процесу та при термодеструкції.

Визначається характер дії хімічних факторів виробничого середовища – загально токсичний, подразнювальний, сенсibilізуючий, алергенний, канцерогенний, гостроспрямований. При цьому слід зазначити шляхи їх проникнення в організм працюючого – через дихальні шляхи, систему травлення, шкіру, слизові оболонки.

Також визначається відповідність концентрацій хімічних речовин діючим гранично допустимим концентраціям (ГДК), орієнтовно безпечним рівням впливу (ОБРВ), характеристика їх перевищень.

Надається кількісна характеристика рівня забруднення шкірних покривів речовинами, що мають граничнодопустимі рівні. Для речовин, у разі їх надходження через шкіру, також дається оцінка їх дії при безпосередньому контакті рук із забрудненим обладнанням, технологічними пристроями тощо, з урахуванням можливості розливу продукту.

Розглядається наявність біологічних факторів (бактерії, віруси, грибки тощо), продуктів мікробіологічного синтезу, штамів продуцентів мікроорганізмів, білкових продуктів тощо в повітрі робочої зони.

**При наявності в повітрі робочої зони пилу** надається характеристика та склад пилу: природний чи штучний, мінеральний чи органічний, однорідний чи змішаний, волокнистий тощо, а також характер його дії: алергенний, канцерогенний, фіброгенний (згідно з діючими нормативними документами).

Для аерозолів переважно фіброгенної дії визначається вміст вільного діоксиду кремнію ( $\text{SiO}_2$ ) у пилу, дисперсний склад пилу, аерозоль конденсації або дезінтеграції, фактичні концентрації і відповідність їх діючим ГДК, характеристика їх перевищень.



**У разі дії шуму, ультразвуку та інфразвуку**, в першу чергу, визначається якісна характеристика кожного із цих шкідливих факторів:

- шум – широкосмуговий, вузькосмуговий або тональний, постійний, непостійний – мінливий, переривчастий, імпульсний;
- ультразвук – повітряний, контактний, низькочастотний, високочастотний;
- інфразвук – постійний, непостійний;
- тривалість дії за зміну;
- технологічне обладнання, машини, механізми, інструменти, що генерують шум, ультразвук, інфразвук (тип, марка);

Також розглядається наявність факторів, що посилюють розвиток патологічного процесу (наприклад, для шуму – це напруженість праці).

Визначаються фактичні еквівалентні рівні та їх відповідність діючим санітарним нормам.

**У випадку дії вібрації** – це також визначення якісної характеристики даного шкідливого фактору:

- локальна – постійна, непостійна (імпульсна);
- загальна – постійна, непостійна, транспортна, транспортно-технологічна, технологічна;
- тривалість дії за зміну;
- технологічне обладнання, машини, механізми, інструменти, що генерують вібрацію загальну, локальну (тип, марка).

Крім того, розглядається наявність факторів, що посилюють розвиток патологічного процесу – для локальної вібрації – це охолодження, змочування кінцівок (температура води, розчину, час охолодження), для загальної вібрації – нагрівальний мікроклімат, підвищена відносна вологість, підвищена швидкість руху повітря.

Визначаються фактичні еквівалентні коректовані рівні вібрації (віброшвидкість, віброприскорення) та їх відповідність діючим санітарним нормам.

**При дії електромагнітного неіонізуючого випромінювання** визначається, як і в попередніх випадках, в першу чергу, якісна характеристика даного шкідливого фактору:

- магнітне поле промислової частоти, 50 Гц;
- електричне поле промислової частоти, 50 Гц;
- магнітні та електричні поля радіочастотного діапазону (НЧ,



СЧ, ВЧ, ДВЧ, УВЧ, НВЧ, НЗВЧ);

- електростатичне поле;
- лазерне випромінювання;
- ультрафіолетове випромінювання;
- джерела випромінювання: тип, марка устаткування, характер технологічного процесу, тривалість дії на працівника за зміну, інші несприятливі фактори виробничого середовища;
- напруженість електричного та магнітного полів з урахуванням засобів захисту.

Крім того, для лазерного випромінювання визначаються довжина хвилі, характер випромінювання (безперервний, переривчастий, моно імпульсний, імпульсно періодичний), значення енергетичних експозицій на рогівку ока та шкіру, дія лазерного випромінювання (прямого, дзеркально відбитого, дифузно відбитого).

Також визначаються фактичні рівні полів і випромінювань, їх співвідношення з гранично допустимими рівнями (ГДР) на відповідність діючим санітарним нормам.

**При дії іонізуючого випромінювання** визначаються:

- характер випромінювання – природне, штучне;
- джерело штучного випромінювання;
- якісна та кількісна характеристика;
- термін дії випромінювання.

Також визначаються фактичні рівні іонізуючих випромінювань та їх відповідність діючим санітарним нормам та нормам радіаційної безпеки.

**Для врахування показників мікроклімату** визначаються:

- температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, наявність інфрачервоного (теплого) випромінювання;
- постійна чи непостійна дія джерел інфрачервоного випромінювання;
- місце проведення робіт: у приміщеннях чи на відкритих територіях, джерела нагрівального чи охолоджувального мікроклімату;
- при виконанні робіт на відкритих територіях наводяться середньомісячні та максимальні показники мікроклімату в холодний та теплий періоди року (у разі можливості).

Також визначаються фактичні рівні основних показників мікроклімату та їх відповідність діючим санітарним нормам.

**Для врахування показників освітленості** визначаються:



- характеристики факторів зорової напруги;
- робота з оптичними приладами чи без них;
- найменший об'єкт розрізнення, мм;
- контраст об'єкту розрізнення з фоном;
- характеристика фону;
- показники освітленості (крім відбитої блискості, зазначається наявність чи відсутність відбитої блискості).

Також визначаються фактичні рівні основних показників освітлення та їх відповідність діючим санітарним нормам.

### ***Опис факторів трудового процесу.***

***При складанні санітарно-гігієнічної характеристики визначаються наступні показники важкості праці (зазначаються тільки професійно значущі показники).***

#### ***При фізичному динамічному навантаженні:***

- регіональне навантаження (з переважаючою участю м'язів рук та плечового поясу - в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м);
- загальне навантаження (за участю м'язів рук, корпусу, ніг - в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м).

#### ***При фізичному статичному навантаженні:***

- величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль однією рукою - в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м);
- величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль двома руками - в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м);
- величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль за участю м'язів корпусу та ніг - в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м).

#### ***При стереотипних робочих рухах:***

- стереотипні робочі рухи при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук - кількість рухів за зміну);
- стереотипні робочі рухи при регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового поясу - кількість рухів за зміну).

#### ***При підійманні та переміщенні вантажів вручну:***

- маса вантажу, що підіймається та переміщується вручну періодично, постійно (кг);



➤ сумарна маса вантажу, що переміщується протягом кожної години зміни (кг);

➤ підіймання та переміщення вантажу (з підлоги, з робочої поверхні);

➤ відстань переміщення вантажу;

➤ частота підйому вантажу за операцію, за зміну.

***Залежно від робочої пози, нахилів корпусу, переміщення у просторі:***

➤ робоча поза (вільна, фіксована, вимушена);

➤ тривалість перебування у фіксованій та вимушеній позах (у відсотках від тривалості зміни);

➤ кут нахилу корпусу (градуси);

➤ кількість вимушених нахилів корпусу більш ніж на  $30^\circ$  (за операцію, за зміну);

➤ переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни – по вертикалі, по горизонталі).

***При складанні санітарно-гігієнічної характеристики визначаються наступні показники напруженості праці (зазначаються тільки професійно значущі показники).***

***При інтелектуальних навантаженнях:***

➤ зміст роботи;

➤ сприймання інформації/сигналів;

➤ розподіл функцій за ступенем складності завдання;

➤ характер виконуваної роботи.

***При сенсорних навантаженнях:***

➤ тривалість зосередженого спостереження;

➤ щільність сигналів – звукових, світлових;

➤ щільність повідомлень в середньому за годину;

➤ кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження;

➤ навантаження на зоровий аналізатор;

➤ розмір об'єкту розрізнення;

➤ робота з оптичними приладами;

➤ спостереження за екранами відео терміналів;

➤ навантаження на слуховий аналізатор;

➤ навантаження на голосовий апарат.

***При емоційних навантаженнях:***

➤ ступінь відповідальності за результат своєї діяльності, значущість помилки;



- ступінь ризику для власного життя;
- ступінь відповідальності за безпеку інших осіб;
- монотонність навантажень;
- кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово;
- тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.);
- час активних дій (в % до тривалості зміни), решта часу – спостереження за технологічним процесом;
- монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни);

***Залежно від режиму праці:***

- фактична тривалість робочого дня;
- змінність роботи (однотимна, двотимна, тритимна, нерегулярна змінність з роботою в нічний час);
- наявність регламентованих перерв та їх тривалість.

### **3. Медико-санітарне забезпечення**

***При складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці розглядаються також і питання медико-санітарного забезпечення на виробництві.***

***Медичне забезпечення*** – вказується назва ЛПЗ, який проводить попередні та періодичні медогляди працівників даного підприємства (закладу), його підпорядкованість. Надається перелік спеціальних лікувально-профілактичних заходів, які були потрібні та проводились щодо працівника за його професією.

***Медогляди працівників*** – приводяться дані щодо проходження попередніх (при прийманні або переведенні на іншу роботу) та періодичних (протягом трудової діяльності) медоглядів працівника, на якого складається санітарно-гігієнічна характеристика. Їх періодичність, результати в динаміці за останні 5 років. Наявність на підприємстві, у цеху, на ділянці профзахворювань (профотруєнь). Зазначаються всі професійні захворювання, що були зареєстровані за останні 5 років за нозологічними формами на підприємстві, у цеху, на ділянці, де працює (працював) працівник, у якого виявлено підозру на профзахворювання (профотруєння).

***Санітарно-побутове забезпечення*** – надається перелік наявнос-



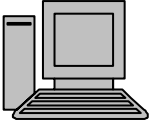
ті на підприємстві необхідних санітарно-побутових приміщень та визначається їх відповідність чинним нормативним актам та умови використання.

*Засоби колективного та індивідуального захисту* – надається перелік наявності на підприємстві необхідних засобів колективного та індивідуального захисту та приводяться дані щодо їх використання працівником.

*Як підсумок, надається висновок про умови праці працівника згідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу за кожним визначеним шкідливим та небезпечним фактором.*







## Розділ 5. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ, ГІГІЄНИ ТА ФІЗІОЛОГІЇ ПРАЦІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Основною ознакою сучасного науково-технічного прогресу є широке впровадження комп'ютерних технологій в усіх сферах життя і діяльності людини, що дає змогу автоматизувати виробничі операції, одержати доступ до численних джерел інформації, значно підвищити швидкість та об'єми розрахунків і, таким чином, істотно підвищити ефективність праці. В той же час, використання комп'ютерних технологій призводить і до появи в виробничому середовищі додаткових фізичних та психологічних факторів, які несприятливо впливають на здоров'я працюючої людини. У зв'язку з цим, набувають актуальності вивчення особливостей роботи користувачів комп'ютерних технологій та розробка і активне застосування заходів, що нормалізують умови їх праці на виробництві.*

### 5.4. Особливості роботи користувачів комп'ютерних технологій

*Робота з ВДТ радикально змінює умови праці і не завжди в кращу сторону. Негативний вплив на здоров'я людини під час тривалої роботи з комп'ютерною технікою - це об'єктивна реальність. Вже виявлено прямий зв'язок між застосуванням комп'ютерних технологій і багатьма захворюваннями (погіршення зору, болі у спині та шиї, болі у кистьових, ліктьових і плечових суглобах, порушення сну, хронічний головний біль, нудота, слабкість, стресовий стан, захворювання шкіри, природжені аномалії, провокація епілептичних приступів, інсульты та інші захворювання). З'явилися і нові хвороби: так звані „синдром комп'ютерного зору” і „синдром Інтернету”.*

*Основними симптомами „синдрому комп'ютерного зору” є стомленість очей, двоїння в очах (диплонія), порушення сприймання кольорів, слъзоточивість очей. „Синдром Інтернету” -*



***це сильна залежність та втрата контролю над своїми діями у разі тривалої роботи за комп'ютерами.***

Проведені фахівцями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) дослідження показали, що у професійних операторів електронно обчислювальних машин (ЕОМ) та службовців, які у своїй діяльності використовують комп'ютерні технології, частіше зустрічаються порушення органів зору, опорно-рухового апарату, центральної нервової, серцево-судинної, імунної та статеві систем, та інші захворювання. Необхідно зазначити, що вже в перші роки впровадження візуальних дисплейних терміналів (ВДТ) ЕОМ в Європі та США була зафіксована значна кількість скарг користувачів ВДТ на загальне недомогання, передчасне стомлювання, головний біль, порушення функцій органів зору, які здійснювали несприятливий психофізіологічний вплив на самопочуття та працездатність операторів.

В умовах сучасного виробництва, яке характеризується широким застосуванням комп'ютерних технологій, питання щодо визначення характеру та умов праці користувачів комп'ютерної техніки, функціональних змін у динаміці виконання трудових завдань, захворюваності та стану здоров'я працюючих, а також розробка засобів захисту знаходяться у центрі уваги вітчизняних та зарубіжних фахівців.

***Як показали дослідження фахівців з охорони праці та ергономіки, медиків-гігієністів та психологів, робота з ВДТ, яка належить до розумової праці, в значній мірі характеризується: високою напруженістю зорових функцій; одноманітною позою; великою кількістю стереотипних високоточних координованих рухів, що виконуються лише м'язами кистей рук на фоні малої загальної рухової активності; великим нервово-емоційним напруженням, особливо в умовах дефіциту часу; роботою з великими масивами інформації, що потребує значної активізації уваги та інтенсивної роботи інших вищих психічних функцій організму людини.*** Крім того, при роботі з моніторами на електронно-променевих трубках має місце вплив на користувачів комп'ютерних технологій цілої низки факторів фізичної природи, це, в першу чергу, електростатичні поля, радіочастотне та рентгенівське випромінювання і т.д.

Встановлено, що стан організму користувача комп'ютерної тех-



ніки значно залежить від виду роботи з ВДТ та умов її виконання. *Діяльність користувачів комп'ютерної техніки за її складністю можна поділити на три групи, хоча такий поділ і має досить умовний характер, оскільки дане питання ще не достатньо розроблене і потребує свого подальшого детального вивчення.*

*1 Група - діяльність, яка пов'язана з виконанням нескладних багаторазово повторюваних операцій, що не вимагають великого розумового напруження. Наприклад, це робота операторів комп'ютерного набору, працівників довідкових служб.*

*2 Група - діяльність, яка пов'язана із здійсненням логічних операцій, що постійно повторюються. Наприклад, це робота інженера-проектувальника, оператора автоматизованого виробництва і т.д.*

*3 Група - діяльність, коли в процесі роботи необхідно приймати рішення за відсутності заздалегідь відомого алгоритму. Наприклад, це робота інженера-програміста, диспетчерів руху залізничного транспорту, аеропортів, тощо.*

Для покращення умов праці всіх трьох груп користувачів необхідно організовувати їх професійну діяльність таким чином, щоб у кожній групі якомога частіше поєднувалися стандартні операції і творчі компоненти. Тільки в цьому разі, можна оптимізувати рівень нервово-емоційного напруження, зумовлений професійною діяльністю користувачів комп'ютерної техніки.

В Інституті медицини праці Академії медичних наук України проводились дослідження інтенсивності захворюваності осіб, що використовують у своїй роботі комп'ютерну техніку. Була вивчена захворюваність працівників з різною тривалістю використання комп'ютерів та характером діяльності самих користувачів. Розглядалися три групи користувачів: у першу увійшли системні інженери-програмісти (тривалість роботи за комп'ютером більше 6 год. на день), у другу — інженери-економісти, які у своїй роботі використовують уже розроблене програмне забезпечення (тривалість роботи від 4 до 6 год.), у третю — математики-постановники завдань, які використовували комп'ютери не більше ніж 2 год. на день. Дані про захворюваність різних груп користувачів комп'ютерів та контрольної групи наведено у табл. 5.1.

Серед обстежених користувачів ВДТ здорових виявилось у кількості разів менше, ніж у контрольній групі. З наведених даних видно,



що фізіологічні порушення частіше спостерігаються у користувачів, які довше та інтенсивніше використовують ВДТ.

Таблиця 5.1

Рівень захворюваності (%) осіб з різною тривалістю та інтенсивністю використання ВДТ

| Стан здоров'я                                        | Групи користувачів ВДТ |         |         | Контрольна група |
|------------------------------------------------------|------------------------|---------|---------|------------------|
|                                                      | 1 група                | 2 група | 3 група |                  |
| Функціональні порушення центральної нервової системи | 15,6                   | 8,2     | 6,3     | 2,7              |
| Хвороби системи кровообігу                           | 57,7                   | 60,3    | 29,2    | 23,0             |
| Хвороби органів дихання                              | 20,0                   | 21,7    | 11,2    | 4,1              |
| Хвороби органів травлення                            | 40,0                   | 38,6    | 29,8    | 18,9             |
| Здорові                                              | 6,7                    | 20,1    | 29,8    | 46,6             |

Крім того, за даними ряду авторів у користувачів, які інтенсивно використовують комп'ютер в умовах значних розумових напружень, досить часто (40—70%) виникають психологічні та поведінкові порушення (нервозність, роздратування, тривога, нерішучість, замкнутість та інші порушення).

Специфіка використання комп'ютерних технологій також полягає в тому, що у процесі діалогу людини та ЕОМ більшість користувачів сприймають ЕОМ як рівноправного співрозмовника, що призводить до виникнення багатьох абсолютно нових психологічних та психофізіологічних проблем, які також слід враховувати у виробничому процесі.

**Одна з основних складових функціонування організму людини при застосуванні комп'ютерних технологій - це значний рівень інформаційного навантаження.** Безумовно, що це накладає істотний відбиток на особливості впливу комп'ютерної техніки на організм працюючої з нею людини. В першу чергу, це значне навантаження на центральну нервову та зорову системи, підвищення нервово-емоційного напруження і, як наслідок, негативний вплив на серцево-судинну систему. Дія інформаційного фактора може виявитися вирішальною у забезпеченні працездатності людини та в зна-



чній мірі обумовлювати стан її здоров'я.

**Важливою складовою функціонування організму людини при застосуванні комп'ютерних технологій є також вплив на нього цілого комплексу факторів виробничого середовища, що включає у себе дію електромагнітних хвиль різних частотних діапазонів, статичної електрики, шуму, мікроклімату робочої зони та ін.** Цей аспект проблеми зараз активно вивчається науковцями у галузі фізіології та гігієни праці.

Процес праці користувачів комп'ютерних технологій пов'язаний з використанням не тільки комп'ютера, але і багатьох інших допоміжних пристроїв, що, в свою чергу, потребує вирішення цілого комплексу проблем з ергономіки з метою зниження навантажень, що діють на людину під час її роботи. Слід підкреслити, що в даному контексті, проблеми ергономіки не повинні обмежуватися лише тільки раціональним конструюванням робочого місця користувача ЕОМ, але і охоплювати цілий ряд факторів, які стосуються оптимізації параметрів інтерфейсу спілкування людини з ЕОМ, наприклад, вибору кольорів та формування раціонально побудованих символів на екрані монітору та ін.

Робота користувачів комп'ютерних технологій частіше за все проходить при активній взаємодії з іншими людьми, що, в свою чергу, потребує також вирішення цілого комплексу питань, що порушують як психологічні, так і соціально-психологічні аспекти трудових взаємовідносин. Останні безумовно є фактором, який відчутно впливає на працездатність та здоров'я людини і це необхідно враховувати для забезпечення оптимальних умов праці користувачів комп'ютерних технологій.

Розглянемо основні види негативного впливу на організм людини, які мають місце при використанні комп'ютерної техніки.

**Негативний вплив на органи зору. При роботі з ВДТ основне навантаження припадає саме на органи зору.** Масові скарги на погіршення зору (під зором розуміють здатність сприймати величину, форму та колір предметів, їх взаємне розміщення та відстань між ними) з'явились ще в перші роки експлуатації комп'ютерів з ВДТ. Проведені у 70-ті роки обстеження у США встановили, що майже у половини професійних операторів ВДТ мають місце різноманітні порушення зорової функції. Враховуючи виняткову важливість даного питання та з огляду на масовий характер сучасної про-



фесії користувача комп'ютера, в різних країнах світу були проведені фундаментальні дослідження щодо впливу ВДТ на очі та зір користувачів. Однак, необхідно зазначити, що опубліковані результати численних досліджень не завжди відповідним чином корелюються між собою. Так в опублікованому в 1985 році звіті Національної ради з науки (США) зроблено висновки про те, що такі захворювання операторів комп'ютерів, як глаукома, катаракта, запалення райдужної оболонки ока не пов'язані з роботою за ВДТ. В той же час, за іншими даними електромагнітне випромінювання від ВДТ може викликати катаракту, тобто помутніння кришталика ока.

Медичні обстеження користувачів комп'ютерів, проведені у Німеччині та Італії показали, що квота порушень зору в них на 15—20% більша ніж серед працівників, які в своїй діяльності не використовують ВДТ. Наукова група Національної ради наукових досліджень США ввела *термін „астенопія”, який визначається як „будь-які суб'єктивні зорові симптоми чи емоційний дискомфорт в результаті зорової діяльності”*. Симптоми астенонії були поділені на „очні” (біль, печія та різь в очах, почервоніння повік та очних яблук, ломоти у надбрівній частині та ін.) та „зорові” (пелена перед очима, подвоєння предметів, мерехтіння, швидка втома під час зорової роботи та ін.).

*Більшість досліджень показує, що у операторів ВДТ „очні” симптоми зустрічаються частіше, ніж „зорові”, причому частота проявів астенонії вища у жінок, ніж у чоловіків.* Також відмічено, що порушення функцій зору корелюють з віком операторів ВДТ і астенонія більш виражена у операторів старшого та середнього віку. Також виявлено, що „астенопічні” симптоми частіше зустрічаються в операторів, які в силу специфіки своєї роботи, більше часу працюють у діалоговому режимі, виконують введення та налагоджування програм, здійснюють редагування тексту. Заслугує на увагу і той факт, що чим триваліша та інтенсивніша праця за ВДТ протягом робочого дня, тим швидше з'являються та стають більш вираженими функціональні порушення органів зору.

Як не дивно, але саме застосування сучасних дисплеїв, у яких діагональ складає 19, 21 та більше дюймів, призводить до зростання негативного впливу ВДТ на органи зору людини, оскільки замість того, щоб використовувати на великому екрані символи більшого розміру, користувачі ВДТ прагнуть лише максимального



заповнення екрану інформацією використовують ті ж самі, а іноді ще й менші розміри символів, та одночасно велику кількість контрастних кольорів, що створює лише додаткове навантаження на зоровий аналізатор.

***На імовірність порушення функції зору найбільше впливає нечітке зображення та мерехтіння на екрані дисплею.*** Користувач може навіть звикнути до незначного мерехтіння тексту чи картинки, однак очі автоматично реагують на це, при цьому напружуються зорові нерви та відповідні зорові центри кори головного мозку, а гострота зору неминуче знижується. За суб'єктивними оцінками операторів, критична частота світлових мерехтінь, тобто найбільша частота, при якій людина помічає мерехтіння, залежно від типу люмінофора, роздільної здатності екрану, яскравості зображення, становить на сучасних дисплеях близько 70 Гц.

Напружена зорова робота, якою є робота за ВДТ, по даним досліджень провідних офтальмологів, викликає помітні зміни у гостроті зору та проблеми з фокусуванням зору. Наприклад, у більшості користувачів ВДТ гострота зору після 4 годин роботи за ВДТ погіршується приблизно у 2 рази. Крім того, постійний напружений погляд на екран ВДТ зменшує частоту моргання. При цьому погіршується зволоження поверхні очного яблука слезовою рідиною, яка захищає роговицю ока від висихання, та очищує її від забруднення. Це може призвести до висихання та помутніння роговиці, аж до появи сліпоти.

Що стосується користувачів ВДТ, які носять окуляри, то вони більше схильні до розладів функції зору. Це пояснюється тим, що для нормальної роботи з ВДТ, як правило, необхідні інші окуляри ніж ті, які користувачі використовують для читання.

***Наслідком напруженої зорової роботи за комп'ютером може бути не лише порушення функції зору, але й виникнення головного болю, посилення нервово-психічного напруження, зниження працездатності.*** Умови зорової роботи при використанні ВДТ набагато жорсткіші, ніж в природних умовах, оскільки в цьому випадку у користувачів ВДТ працює лише ближній зір, і елементи ока, що його забезпечують, знаходяться у постійному напруженні. В природних же умовах людина розглядає предмети, які знаходяться на різних відстанях та напрямках, що дає змогу різноманітним м'язам ока і різноманітним ділянкам поля сітківки ока працювати по-





перемінно, отримуючи можливість відновлювати свій функціональний потенціал.

**Негативний вплив на органи зору у користувачів комп'ютерної техніки пов'язаний також з можливим одночасним використанням в їх роботі таких об'єктів, як дисплей, клавіатура та документація.** Як правило, ці об'єкти розташовані у різних зонах спостереження, що вимагає багаторазового переведення лінії зору від одного об'єкту до іншого. Робоча документація розміщена частіше за все на столі у горизонтальній площині, на відстані оптимальної зони видимості (250-300мм), а об'єкти розрізнення у цьому випадку темні на світлому фоні. Об'єкти розрізнення на клавіатурі відзначаються більшим розміром і розташовані у похилій площині теж на відстані оптимальної зони видимості, при цьому вони можуть бути як темними на світлому фоні, так і світлими на темному фоні. Об'єкти розрізнення на екрані дисплея, це яскраві знаки на темному фоні майже вертикально орієнтованого екрану, що вимагає горизонтальної орієнтації лінії зору, і розташовані вони на відстані вже 500 - 600 мм,. Таким чином, умови роботи з ВДТ ускладнюються необхідністю постійної перебудови апаратів акомодції та конвергенції, не кажучи вже про постійну необхідність перадаптації від яскравих об'єктів з позитивним контрастом на темні — з негативним.

До цього слід додати, що органи зору людини сприймають навколишній світ у відбитому світлі, а засоби відображення інформації самі випромінюють світловий потік, інтенсивність якого набагато вища тієї, до якої звикли наші очі, і все це при малих кутових розмірах символів, нерівномірні яскравості, наявності відблисків, мигтінні та дрижання зображення, геометричних та нелінійних спотвореннях на екрані дисплея. Безумовно, що це призводить до швидкої стомлюваності, зміні артеріального тиску та головного болю.

Також слід зауважити, що **значний негативний вплив на роботу користувачів комп'ютерної техніки може мати засліплююча дія освітлювальних приладів, яка вносить суттєвий дискомфорт в їх зорову роботу, що потребує забезпечення відповідних проектно-планувальних рішень в виробничих приміщеннях, де розташована така техніка.**

Для забезпечення комфортних умов зорової роботи користува-





чів комп'ютерної техніки необхідно звертати особливу увагу на забезпечення раціонального освітлення їх робочих місць, використовувати лише сучасні монітори, які мають покращенні характеристики, а також дотримуватися режимів праці та відпочинку, які рекомендовані санітарними нормами.

**Значне навантаження на опорно-рухову систему. *Праця будь-якого користувача комп'ютерної техніки характеризується тривалою, багатогодинною напруженою роботою в одноманітному положенні сидючи. Як результат, незначна рухова активність при значних локальних динамічних навантаженнях, які припадають в основному лише на кисті рук. Такий характер роботи може призвести до появи цілої низки хворобливих симптомів.*** Це загальна втома, біль та оніміння у різних частинах тіла (ший, спині, руках, ногах та інших частинах тіла). Робоче положення сидючи потребує постійної статичної роботи значної кількості м'язів, що призводить до швидкої втоми організму людини. При такому положенні тіла м'язи ніг, плечей, ший та рук довгий час перебувають у скороченому стані, м'язи не розслабляються, що значно погіршує кровообіг і в м'язових тканинах концентруються продукти розпаду, в тому числі і молочна кислота, що може викликати відчуття болю.

**Основні функціональні порушення в організмі людини, які пов'язані з використанням комп'ютерної техніки, це захворювання сухожиль, м'язів та нервових закінчень.** Під час роботи з комп'ютерною технікою користувачі з великою швидкістю повторюють одні й ті самі циклічні рухи - швидке натискання клавіш клавіатури, переміщення миші, нахили та повороти голови. Кожне натискання на клавішу пов'язане зі скороченням численної кількості м'язів, переміщенням сухожиль уздовж кісток і стисканням нервових закінчень з внутрішніми тканинами. Таке тривале динамічне навантаження з одночасним стисканням нервових закінчень призводить до появи тунельного синдрому зап'ястного каналу. Його симптомами є: втрата чутливості та біль у зап'ястях, який поширюється вгору по передпліччю до плеча і вище до ший і спини. Окрім цього, можливі оніміння і коліки та м'язові судоми. За перших ознак тунельного синдрому слід негайно звернутися до лікаря, бо хвороба, що розвинулася, вимагає тривалого лікування.

Тривала робота за комп'ютером при неправильному, з фізіологі-



чної точки зору, положенні тіла може викликати в організмі людини такі види захворювань, як сколіоз - дугоподібне викривлення хребта, чи остеохондроз - дистрофічний процес у кістковій та хрящовій тканині. Частіше всього користувачі комп'ютерної техніки скаржаться на біль у руках, плечових суглобах, шиї, у верхній частині ніг та у спині. **Основні симптоми захворювань, що пов'язані з постійним інтенсивним використанням клавіатури, це больові відчуття у суглобах та м'язах кистей рук, оніміння та дуже повільна рухливість пальців, судоми м'язів кистей рук, поява ниючого болю в ділянках зап'ястка.**

Наприклад, в США швидкими темпами розвивається такий вид комп'ютерного захворювання, як „Repetitive Strain Injury” - хронічне розтягнення м'язів травматичного характеру, скорочено — KSI. За даними Національного інституту охорони праці і профілактики професійних захворювань (NIOSH) KSI належить до професійних захворювань, що найбільш часто зустрічаються в США. Ця тенденція до зростання кількості користувачів комп'ютерів, які потерпають від цього захворювання, має місце не тільки в США, а і в інших розвинутих країнах світу.

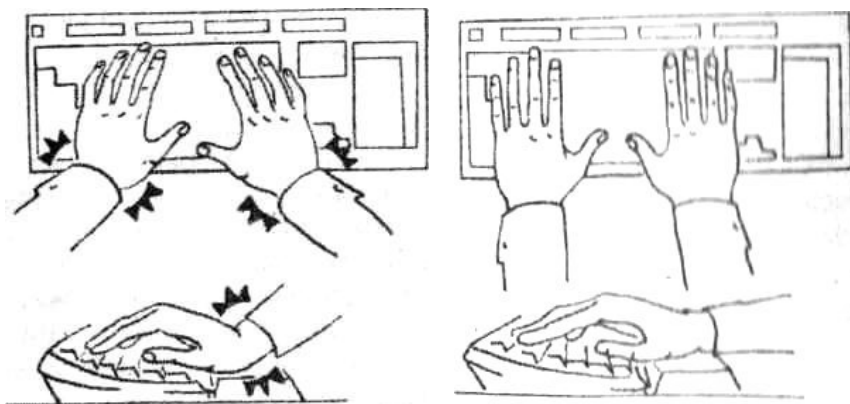
**Саме праця за клавіатурою потребує найбільш інтенсивної динамічної роботи кістково-м'язового апарату кистей рук і одночасно статичного напруження м'язів передпліччя і плеча. Виконання однотипних, фізично неважких рухів кистей, що здаються зовсім необтяжливими для людини, можуть призвести навіть до функціональних змін в її організмі, при цьому розвиваються вони можуть непомітно протягом кількох років.**

Виникненню захворювань кістково-м'язового апарату кистей рук сприяє неправильне положення тіла щодо клавіатури, значне відхилення ліктів від тулуба нерациональне взаємне спрямування передпліччя та кистей рук. На рис. 5.1 наведено неправильне та правильне положення кисті та передпліччя стосовно клавіатури.

**Слід зауважити, що не тільки робота за клавіатурою призводить до виникнення порушень у кістково-м'язовому апараті рук. Як сказано вище, використання в роботі такого пристрою як „миша”, також несприятливо впливає на організм користувача комп'ютерної техніки.** Маніпулюючи „мишею” людина здійснює велику кількість дрібних однотипних рухів, що призводить до постійного навантаження на кисть руки, передпліччя та плече. Все



це обумовлює появу неприємних, а згодом і болісних відчуттів у ділянці зап'ястка, у ліктьовому і особливо плечовому суглобах.



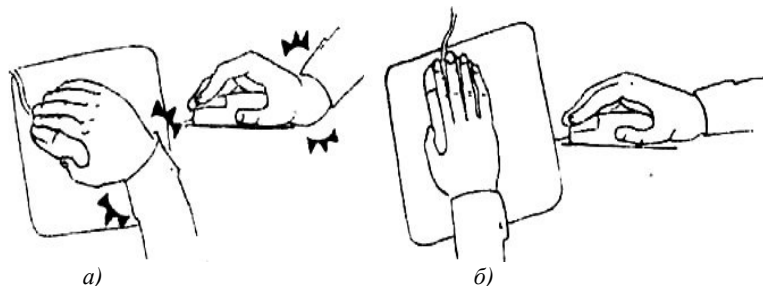
а)

б)

Рис. 5.1. Положення кисті та передпліччя стосовно клавіатури:  
а - неправильне; б – правильне

На рис. 5.2 показано правильне та неправильне положення кисті та передпліччя при роботі з пристроєм типу „миша”.

Таким чином, можна констатувати, що основне перенапруження опорно-рухової системи людини при роботі з комп'ютерною технікою спричиняється, в першу чергу, багатогодинною напруженою роботою в одноманітному положенні сидячи, а значить і обмеженою загальною руховою активністю (гіподинамією), а також однотипними інтенсивними циклічними навантаженнями, які мають місце при роботі з клавіатурою та з пристроєм типу "миша".



а)

б)



Рис. 5.2. Положення кисті та передпліччя при роботі з пристроєм типу „миша”:  
а - неправильне; б - правильне

**Інформаційно-інтелектуальне перевантаження та нервово-емоційне напруження. Саме вони мають найбільший негативний вплив на здоров'я користувачів комп'ютерної техніки і, в першу чергу, на роботу їх серцево-судинної та центральної нервової систем.**

Основна умова, за якої інтенсивна інтелектуальна робота людини починає викликати істотні та стійкі порушення в роботі його серцево-судинної системи, це одночасне зниження її рухової активності, що як раз і має місце при роботі користувачів комп'ютерної техніки.

*Інтенсивна інтелектуальна робота з використанням комп'ютерної техніки призводить також до інформаційного перевантаження мозку і до значного нервово-емоційного напруження людини – це робота з великими масивами даних, постійне очікування нової інформації, необхідність прийняття відповідальних рішень, відповідальність за кінцевий результат, тривала ізоляція у спілкуванні і т. ін.*

Під впливом цих факторів виникають зміни у співвідношенні процесів збудження та гальмування в корі головного мозку. При цьому функціональна активність ЦНС знижується, а порушення рівноваги основних нервових процесів все більше спрямовано в бік гальмування. В організмі розвивається **втома**, яка згідно з ДСТУ 3038-85 «Гігієна. Терміни та визначення основних понять» визначається як сукупність тимчасових змін у фізіологічному, психічному стані людини, які з'являються внаслідок напруженої чи тривалої діяльності і призводять до погіршення як кількісних, так і якісних показників цієї діяльності.

Серед користувачів комп'ютерної техніки найбільш поширений такий вид захворювання, як **психічна втома**, яка супроводжується наступними ознаками: зниженням можливості сприйняття інформації та здатності концентрувати увагу; сповільненням мислення; зниженням здатності до запам'ятовування; різкими змінами в емоційному стані; депресією, роздратуванням, або втратою емоційної рівноваги; сповільненням сенсомоторних функцій.

Дійсно, в окремих випадках, зовнішні стимулюючі обставини можуть дозволити на деякий час подолати втому і підняти рівень функціональної активності центральної нервової системи людини,



але при цьому буде збільшуватися прихована втома, яка рано чи пізно все одно проявиться.

Якщо людина не цікавиться роботою і не отримує від неї задоволення, то вона не здатна психологічно правильно налаштуватись і зосередити свою увагу на точному виконанні прийомів та рухів. Всі ці обставини підвищують імовірність розладів в роботі центральної нервової системи. Поведінка людини у цьому випадку стає невпевнена, а увага - розсіяна.

**Основна причина розвитку емоційного напруження у користувачів комп'ютерної техніки - це необхідність обробки великого обсягу інформації в умовах дефіциту часу та високої мотивації праці.** У цьому випадку емоційне напруження, як правило, супроводжується активізацією нервової системи й появою в крові біологічно активних речовин, які змінюють діяльність органів кровообігу, дихання, травлення тощо. Це своєрідна захисна реакція, яка виникає в організмі людини у відповідь на дію несприятливих зовнішніх факторів, і називається вона *стресом*. Існує три фази стресу: тривога (мобілізація захисних сил), резистентність (приспособлення до важких умов), виснаження (при тривалому стресі). Остання фаза, як правило, призводить до неврозів. Основними симптомами неврозів є значне зниження працездатності, байдужість до навколишнього життя, відсутність будь-яких інтересів. Людина в цьому разі стає метушливою, неуважною, погіршується координація рухів. Для неврозів характерні такі симптоми, як розлад сну, головний біль, різкі зміни настрою, почуття безпорадності.

По узагальненним даним, у працюючих з ВДТ від 2 до 6 годин на добу функціональні порушення центральної нервової системи відбуваються в середньому в 4,6 раз частіше, ніж у контрольних групах, хвороби серцево-судинної системи - у 2 рази частіше.

### **5.5. Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці на комп'ютеризованих робочих місцях**

**Санітарно-гігієнічне нормування параметрів виробничого середовища на комп'ютеризованих робочих місцях здійснюється згідно з ДНАОП 0.00-1.31-99 „Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин” та ДСанПіН 3.3.2-007-98 „Державні санітарні правила і норми роботи з візу-**



**обчислювальних машин”** з урахуванням положень міжнародних нормативно-правових актів з цих питань (директиви Ради Європейського союзу 90/270/ЄЕС, 89/391/ЄЕС, 89/654/ЄЕС, 89/655/ЄЕС, стандарти ISO, MPRII). Умови праці осіб, які постійно працюють з комп’ютерною технікою, згідно з ДНАОП 0.00-1.31-99 повинні відповідати I або II класу відповідно до Гігієнічної класифікації праці, затвердженої МОЗ СРСР від 12. 08. 86 № 4137-86 за показниками шкідливості і небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості процесу праці.

Як відомо, умови праці залежать від сукупності факторів виробничого середовища, які впливають на здоров’я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов’язків.

**До основних джерел небезпечних та шкідливих виробничих факторів на комп’ютеризованих робочих місцях, в першу чергу, слід віднести ВДТ, особливо ВДТ з дисплеями на електронно-променевих трубках (ЕПТ).** Саме цей тип дисплеїв, який є найбільш поширеним на даний час, має і найбільш негативний вплив на здоров’я людини в силу специфіки роботи ЕПТ, яка представляє собою джерело іонізуючого (рентгенівського) випромінювання, електромагнітних випромінювань оптичного та радіочастотного діапазонів, а також електростатичних та магнітних полів.

Ще в першій половині 80-х років почалися серйозні дослідження умов праці з ВДТ та їх вплив на здоров’я користувачів комп’ютерної техніки. Однією з перших країн, яка почала займатися створенням стандартів, що регламентують роботу з ВДТ, була Швеція. До цих досліджень було залучено більше 20 шведських наукових організацій, в тому числі Шведський інститут з питань захисту від випромінювань, Національна Рада з техніки безпеки і гігієни праці, Шведський національний комітет з вимірювань та випробовувань та ін. В результаті проведеної роботи був розроблений базовий стандарт МРК II 1990. Методика МРК II перш за все направлена на перевірку таких основних параметрів ВДТ, як їх випромінююча здатність (потужність дози рентгенівського випромінювання, напруженість електромагнітного поля за електричною та магнітною складовою в різних діапазонах частот, напруженість електростатичного поля та ін.) та візуальні ерго-

номічні параметри дисплеїв (яскравість, нелінійність, чіткість, колір, коефіцієнт відбиття, неортогональність зображень та ін.). Пізніше з'явилися такі стандарти Шведської конфедерації профспілок, як TCO 92, TCO 95, TCO 99 та TCO 03. Вони містять ще більш жорсткі вимоги стосовно характеристик ВДТ і саме на них опираються практично всі ведучі фірми-виробники ВДТ.

Розробкою загальних єдиних нормативних документів для користувачів ВДТ займається і International Organization for Standardization (ISO) — міжнародна організація з стандартизації. Нею розроблені такі важливі стандарти, як ISO 9001, який визначає якість та рівень виробництва апаратури, та ISO 9241, який регламентує ергономічні вимоги стосовно умов праці та охорони здоров'я користувачів ВДТ.

*Згідно з вимогами вище перелічених нормативних актів облаштування робочих місць з ВДТ повинно враховувати такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори, як:*

- *м'яке рентгенівське випромінювання;*
  - *електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону та промислової частоти;*
  - *ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання;*
  - *електростатичне поле між екраном і оператором;*
  - *наявність шуму та вібрації;*
  - *наявність пилу, озону, оксидів азоту та аероіонізації;*
- Також на робочих місцях з ВДТ необхідно забезпечувати:*
- *належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність відблисків;*
  - *оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість та швидкість руху повітря, рівень іонізації повітря);*
  - *належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця.*

### **5.2.1. Нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів при роботі з ВДТ**

*Найбільш небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть мати місце при роботі з ВДТ, це, в першу чергу, іонізуюче (рентгенівське) випромінювання, електромагнітне випромі-*





**нювання водного оптичного діапазону, електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону та промислової частоти, а також електростатичні та магнітні поля.**

**Іонізуюче (рентгенівське) випромінювання ВДТ.** Рентгенівське випромінювання, це електромагнітне іонізуюче випромінювання, яке займає спектральну область між гамма- та ультрафіолетовим випромінюванням в межах довжин хвиль від  $10^{-4}$  до  $10^3 \text{ \AA}$  ( $10^{-12}$  до  $10^{-5} \text{ см}$ ). Рентгенівське випромінювання з довжиною хвилі  $\lambda < 2 \text{ \AA}$  умовно вважається жорстким (короткохвильовим), а з  $\lambda > 2 \text{ \AA}$  – м'яким (довгохвильовим).

Основним потенційним джерелом рентгенівського випромінювання ВДТ з дисплеями на ЕПТ, є внутрішня поверхня екрану дисплею з нанесеним на неї шаром люмінофору. При її бомбардуванні електронами і виникає рентгенівське випромінювання, потужність та довжина хвилі якого залежить від величини напруги, яка прикладається до аноду ЕПТ. Рентгенівське випромінювання в ЕПТ має місце лише при анодних напругах більше 5 кВ і виходить за межі корпусу (колби) ЕПТ при напругах більше 10 кВ. В сучасних дисплеях на ЕПТ використовуються анодні напруги в межах 5-60 кВ, коли має місце м'яке (довгохвильове) рентгенівське випромінювання, яке є більш безпечним для людини, ніж жорстке (короткохвильове), яке має місце при анодних напругах більше 60 кВ. Необхідно також зауважити, що рентгенівське випромінювання зменшується пропорційно квадрату відстані до корпусу ВДТ, що також дозволяє значно зменшити його вплив на користувачів ВДТ.

**Відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97), затверджених постановою державного санітарного лікаря Міністерства охорони здоров'я України від 18.08.97 №58, та відповідно до вимог ГОСТ 12.2.006-87 потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана та корпусу ВДТ при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинна перевищувати  $7,74 \cdot 10^{-12} \text{ А/кГ}$ , що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/год (100 мкР/год).**

Експериментальні дослідження характеру та інтенсивності рентгенівського випромінювання ВДТ показали (дані ВООЗ), що робота користувачів ВДТ, навіть при використанні дисплеїв на ЕПТ, не пов'язана з шкідливим радіобіологічним впливом, так як рівні їх випромінювання виявилися нижче допустимих значень. Таким чи-



ном, умови праці користувачів ВДТ у цьому аспекті можна віднести до безпечних. Проте, доки не будуть проведені більш ретельні дослідження з комплексного вивчення цього питання, при роботі з ВДТ необхідно вживати наступні попереджувальні заходи: обмежувати тривалість роботи з ВДТ, не розмішувати ВДТ поблизу один від одного, вимикати ВДТ, якщо на них не працюють.

**Електромагнітне випромінювання оптичного діапазону ВДТ. В залежності від діапазону довжин хвиль електромагнітне випромінювання оптичного діапазону ВДТ поділяють на ультрафіолетове (УФ), видиме та інфрачервоне (ІЧ).**

До УФ належить електромагнітне випромінювання з діапазоном довжин хвиль від 10 до 400 нм та з енергією кванта 3,56-123 еВ. Враховуючи той факт, що розповсюдження в повітрі УФ випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 10 до 200 нм неможливе, за рахунок значного поглинання його киснем, нормування УФ випромінювання здійснюється у трьох характерних областях А, В, та С (діапазон 200-400 нм):

- УФ-А (довгохвильове), з довжиною хвилі від 400 до 315 нм;
- УФ-В (середньохвильове), з довжиною хвилі від 315 до 280 нм;
- УФ-С (короткохвильове), з довжиною хвилі від 280 до 200 нм.

Відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2-007-98, СН № 4557-88 "Санітарні норми ультрафіолетового випромінювання у виробничих приміщеннях", затверджених Міністерством охорони здоров'я СРСР та ДНАОП 0.03-3.17-88 рівні ультрафіолетового випромінювання не повинні перевищувати допустимих значень, які приведені у табл.5.2.

Видиме електромагнітне випромінювання охоплює діапазон довжин хвиль 400-760 нм. Основний орган, на який воно впливає, це око людини. Вплив яскравих джерел світла, до яких відноситься і екран дисплею ВДТ, може викликати лише стомлення очей, запалення райдужної оболонки та спазм повік. Однак ці симптоми швидко минають і вплив видимого електромагнітного випромінювання не призводить до патологічних змін в органах зору у користувачів ВДТ. Вважається, що цей вид оптичного електромагнітного випромінювання не може спричинити ніякої значної шкоди зоровому аналізатору.



Для дисплеїв ВДТ поверхнева щільність потоку енергії цього виду електромагнітного випромінювання, як правило, знаходиться у межах  $0,1-2,5 \text{ Вт/м}^2$ , що значно менше допустимого рівня (див. табл.5.2), а світлість становить в більшості випадків величину, близьку до  $0,1 \text{ Вт/ср м}^2$  (ср — стерадіан або тілесний кут), що відповідає рівням яскравості  $3,4-127 \text{ кд/м}^2$ .

Таблиця 5.2

Допустима поверхнева щільність потоку енергії електромагнітних випромінювань оптичного діапазону при роботі з ВДТ (ДСанПіН 3.3.2-007-98; ГОСТ 12.2.006-87; ДНАОП 0.03-3.17-88 та ДСН 3.3.6.042-99)

| Види електромагнітного випромінювання оптичного діапазону (діапазон довжин хвиль) | Допустима поверхнева Щільність потоку енергії $\text{Вт/м}^2$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Ультрафіолетове</b>                                                            |                                                               |
| УФ-С (200—280 нм)                                                                 | 0,001                                                         |
| УФ-В (280—315 нм)                                                                 | 0,01                                                          |
| УФ-А (315—400 нм)                                                                 | 10,0                                                          |
| <b>Видиме світлове</b>                                                            |                                                               |
| (400—760 нм)                                                                      | 10,0                                                          |
| <b>Інфрачервоне</b>                                                               |                                                               |
| (0,76—10,0 мкм)                                                                   | 35,0—70,0                                                     |

ІЧ електромагнітне випромінювання охоплює діапазон довжин хвиль від 0,76 мкм до 0,54 мм, а енергія кванта лежить у межах  $0,0125-1,25 \text{ еВ}$ . Ефект дії ІЧ випромінювання залежить від довжини хвилі, що обумовлює глибину його проникнення. Діапазон ІЧ випромінювань розбитий на три області А ( $\lambda = 0,76-1,4 \text{ мкм}$ ), В ( $\lambda = 1,4-3,0 \text{ мкм}$ ) і С ( $\lambda > 3 \text{ мкм}$ ). Перша область (А) має велику проникність через шкіру і відноситься до короткохвильового діапазону ІЧ електромагнітного випромінювання, а області В і С відносяться до довгохвильового діапазону. Необхідно пам'ятати, що більша частина біологічних матеріалів вважається „непрозорою” для ІЧ електромагнітних випромінювань з довжиною хвилі більше 1,4 мкм, оскі-



льки ці випромінювання майже повністю поглинаються водою і основна реакція при їх поглинанні біологічними матеріалами є тепловою.

Для дисплеїв ВДТ найвищі рівні поверхневої щільності потоку енергії короткохвильового діапазону ІЧ електромагнітного випромінювання (область А), як правило, не перевищують  $0,005 \text{ Вт/м}^2$ , що значно менше допустимого рівня (див. табл.5.2). Що стосується ІЧ електромагнітного випромінювання довгохвильового діапазону (області В і С), то воно практично відсутнє. Теплова емісія не досягає  $32^\circ\text{C}$ .

**Електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону та промислової частоти.** *На робочих місцях користувачів ВДТ формується дуже складна електромагнітна обстановка (табл.5.3), що обумовлено наявністю одночасно багатьох джерел електромагнітного випромінювання (дисплеї, системні блоки, пристрої введення/виведення інформації, сканери, принтери, мережні фільтри і т. ін.), частотний спектр яких знаходиться в діапазоні частот від 0 Гц до 3 ГГц.*

Таблиця 5.3

Спектральний склад електромагнітного випромінювання (перша гармоніка) на робочому місці користувача ВДТ

| Джерело                                           | Діапазон частот (перша гармоніка) |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Дисплей<br>мережевий трансформатор блоку живлення | 50 Гц                             |
| Перетворювач напруги в імпульсному блоці живлення | 20 - 100 кГц                      |
| Блок кадрової розгортки і синхронізації           | 48 - 160 Гц                       |
| Блок рядкової розгортки і синхронізації           | 15 - 110 кГц                      |
| Анод дисплею (тільки для дисплеїв з ЕПТ)          | 0 Гц (електростатика)             |
| Системний блок (процесор)                         | 50 Гц - 3 ГГц                     |
| Пристрої введення/виведення інформації            | 0 Гц (електростатика),<br>50 Гц   |
| Джерела безперебійного живлення                   | 50 Гц, 20 - 100 кГц               |

Як приклад, на рис.5.3 приведений спектр електромагнітного випромінювання дисплея на ЕПТ (електрична складова Е) в діапа-

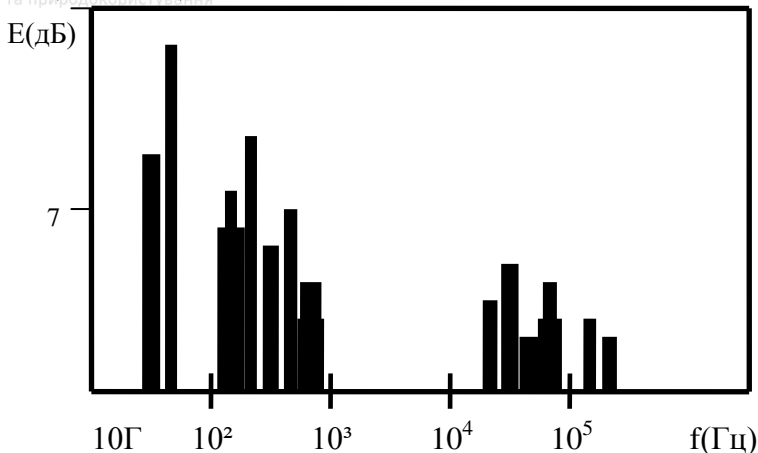


Рис. 5.3. Спектральна характеристика електромагнітного випромінювання дисплея на ЕПТ (електрична складова  $E$ ) в діапазоні 10 Гц-400 кГц

***Оскільки електромагнітне поле має як електричну ( $E$ ), так і магнітну ( $H$ ) складові, взаємозв'язок між якими має досить складний характер, оцінка  $E$  и  $H$  на робочих місцях користувачів ВДТ виконується роздільно.***

Рівні електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону та промислової частоти на робочих місцях користувачів ВДТ повинні відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2-007-98, ГОСТ 12.1.006 „ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”, ДСНіП №476-2002 (ДСН 3.3.6.096-2002), „Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів” та СН № 3206-85 „Гранично допустимі рівні магнітних полів частотою 50 Гц”.

Так напруженість електромагнітного поля за електричною ( $E$ ) та магнітною ( $H$ ) складовими, а також його густина потоку енергії (ГПЕ) не повинні перевищувати на робочих місцях значень, які приведені в табл.5.4 (ГОСТ 12.1.006-84).



**Згідно з існуючими вимогами ДНАОП 0.00-1.31-99 напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см навкруги ВДТ за електричною складовою не повинна перевищувати 25 В/м в діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц та 2,5 В/м в діапазоні частот 2 - 400 кГц, а щільність магнітного потоку не повинна перевищувати 250 нТл в діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц та 25 нТл в діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц.**

Таблиця 5.4

Допустимі рівні Е, Н та ГПЕ електромагнітного поля  
(ГОСТ 12.1.006-84)

| Діапазон частот    | Допустимі рівні напруженості електромагнітного поля |                                 | Допустимі рівні ГПЕ, Вт/м <sup>2</sup> |
|--------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
|                    | За електричною складовою (Е), В/м                   | за магнітною складовою (Н), А/м |                                        |
| 60 кГц до 3 МГц    |                                                     |                                 |                                        |
| 3 МГц до 30 МГц    | 50                                                  | 5                               |                                        |
| 30 МГц до 50 МГц   | 20                                                  | 0,3                             |                                        |
| 50 МГц до 300 МГц  | 10                                                  |                                 |                                        |
| 300 МГц до 300 ГГц | 5                                                   |                                 |                                        |

**З метою профілактики несприятливого впливу електромагнітних випромінювань на користувачів ВДТ необхідно:**

- **використовувати на робочих місцях тільки такі ВДТ, які відповідають сучасним вимогам стосовно захисту від електромагнітних випромінювань;**
- **не використовувати одночасно на одному робочому місці великої кількості радіоелектронних пристроїв;**
- **вимикати на робочих місцях зайві радіоелектронні пристрої, на яких ніхто не працює.**

**Електростатичні та магнітні поля.** При роботі з ВДТ на поверхні екрану дисплея накопичується електростатичний заряд, який створює електростатичне поле, напруженість якого може бути від 8 до 75 кВ/м. При цьому користувач ВДТ не тільки підпадає під дію цього поля, але і отримує додатковий наведений електростатичний потенціал, величина якого може бути від -3 до +5 кВ. **Вважається, що саме наведений електростатичний потенціал і є найбільш**



***вирішальним фактором при виникненні неприємних суб'єктивних відчуттів у користувачів ВДТ.***

Слід зауважити, що напруженість електростатичного поля миттєво зростає до максимуму саме в момент включення ВДТ і згодом поступово зменшується до стабільного рівня. Після вимикання ВДТ, як правило, реєструється від'ємна напруженість поля, яка потім поступово знижується.

На робочому місці користувача ВДТ суттєвий внесок у загальне електростатичне поле вносять також і наелектризовані поверхні клавіатури та „миші”. При роботі з клавіатурою, напруженість електростатичного поля швидко зростає з 2 до 12 кВ/м, при цьому в області рук вона може досягати більше 20 кВ/м.

Несприятливий вплив електростатичного поля ВДТ проявляється і в тому, що воно здатне притягувати до робочого місця користувача ВДТ пил, бруд та інші частки, які присутні навколо нього в повітрі робочої зони.

Гранично допустима напруженість електростатичного поля на робочих місцях не повинна перевищувати рівнів, наведених в ГОСТ 12.1.045-84 “ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”, СН № 1757-77 “Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля”, ДНАОП 0.00-1.31-99 та ДСанПіН 3.3.2-007-98.

***Згідно з нормативними документами поверхневий електростатичний потенціал ВДТ не повинен перевищувати 500 В, а напруженість електростатичного поля на робочих місцях з ВДТ не повинна перевищувати 20 кВ/м.***

***З метою запобігання появи значної напруженості електростатичного поля на робочих місцях користувачів ВДТ та їх захисту від статичної електрики можуть бути рекомендовані наступні заходи:***

- ***встановлення в виробничих приміщеннях та на робочих місцях нейтралізаторів статичної електрики, наприклад, іонізаторів та зволожувачів повітря;***
- ***використання заземлення металевих та електропровідних частин і елементів обладнання;***
- ***більш широке застосування в робочих приміщеннях діелектричних матеріалів з підвищеною поверхневою та об'ємною***





- *проводити вологе прибирання в робочих приміщеннях з ВДТ тільки із застосуванням антистатичних домішок;*
- *використовувати для протирання екрану дисплея ВДТ спеціальні антистатичні серветки.*

Нормування магнітних полів на робочих місцях користувачів ВДТ здійснюється згідно вимог ДСанПіН 3.3.2-007-98 „Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин”; ДСНіП №476 „Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів”; СН ”Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами” від 16.06.77 №1742-77; СН ”Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц” от 17.01.85 № 3206-85.

Згідно вимог цих нормативних документів та ДНАОП 0.00-1.31-99 **щільність магнітного потоку не повинна перевищувати 250 нТл в діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц та 25 нТл в діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц.**

**Наявність шуму та вібрації.** Специфіка виробничої діяльності користувачів ВДТ, яка пов'язана з інтенсивною інтелектуальною роботою з використанням комп'ютерної техніки, обумовлює значний негативний вплив виробничого шуму та вібрації на їх працездатність та стан здоров'я. Цей вплив виражається на самперед у зниженні їх розумової працездатності, швидкій втомлюваності, послабленні уваги, появі головного болю та ін.

**Основними джерелами шуму та вібрації на робочих місцях користувачів ВДТ є системи вентиляції, які застосовуються в робочих приміщеннях та в комп'ютерному обладнанні і, в першу чергу, в системних блоках, а також накопичувачі, пристрої введення/виведення інформації, принтери матричні та ударної дії.**

Нормування рівнів звукового тиску в октавних смугах частот, рівня звуку та еквівалентного рівня звуку на робочих місцях користувачів ВДТ виконується відповідно до вимог ДСН 3.3.6.037-99 та ДСанПіН 3.3.2-007-98 (табл. 5.5).

**Основними методами боротьби з виробничим шумом на робочих місцях користувачів ВДТ є:**

- *зниження рівнів шуму безпосередньо в джерелах його*



**утворення;**

- **використання звукопоглинаючих та звукоізолюючих засобів;**
- **раціональне планування виробничих приміщень та робочих місць.**

Таблиця 5.5

Нормування рівня звуку, еквівалентного рівня звуку та рівнів звукового тиску в октавних смугах частот (ДСанПіН 3.3.2-007-98)

| Вид трудової діяльності, робочі місця                               | Рівні звукового тиску в дБ<br>в октавних смугах із середньгеометричними<br>значеннями частот, Гц |    |     |     |     |      |      |      |      | Рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, дБА/дБАекв. |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------------------------------------------------|
|                                                                     | 31,5                                                                                             | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                                                    |
| Програмісти ЕОМ                                                     | 86                                                                                               | 71 | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38   | 50                                                 |
| Оператори в залах обробки інформації на ЕОМ та оператори комп'ютер- | 96                                                                                               | 83 | 74  | 68  | 63  | 60   | 57   | 55   | 54   | 65                                                 |
| В приміщеннях для розташування шумних агрегатів ЕОМ                 | 103                                                                                              | 91 | 83  | 77  | 73  | 70   | 68   | 66   | 64   | 75                                                 |

Для забезпечення допустимих рівнів шуму у виробничих приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями, як правило, застосовуються шумопоглинальні засоби, вибір яких обґрунтовується спеціальними інженерно-акустичними розрахунками. При цьому необхідно застосовувати спеціальні негорючі або важкогорючі перфоровані плити, панелі, або мінеральну вату з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в межах частот 31,5 - 8000 Гц, або будь які інші матеріали аналогічного призначення, дозволені для оздоблення приміщень органами санітарно-епідеміологічного та пожеж-



ного нагляду. Крім того, в робочих приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями також можуть бути застосовані підвісні стелі з аналогічними властивостями.

Рівні вібрації у виробничих приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями не повинні перевищувати допустимих значень, визначених в СН 3044-84 “Санитарные нормы вибрации рабочих мест”, затверджених Міністерством охорони здоров'я СРСР, ГОСТ 12.1.012-90, ДСН 3.3.6.039-99 та ДСанПіН 3.3.2-007-98. Для зменшення рівнів вібрації на робочих місцях, комп'ютерне обладнання може бути встановлено на спеціальні амортизатори.

***Слід завжди пам'ятати, що у виробничих приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями необхідно використовувати тільки те обладнання, яке має сертифікати відповідності санітарним нормам щодо рівнів акустичних шумів та вібрацій.***

## **5.2.2. Вимоги до параметрів мікроклімату та складу повітря на робочих місцях користувачів ВДТ**

**Наявність пилу, озону, оксидів азоту та аероіонізації.** Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони на робочих місцях користувачів ВДТ та іонний склад повітря повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88 „ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”, СН 2152-80 „Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень”, затверджених Міністерством охорони здоров'я СРСР, та ДНАОП 0.03-3.06-80 „Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень”.

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ; вміст оксидів азоту -  $5 \text{ мг/м}^3$ ; вміст пилу -  $4 \text{ мг/м}^3$ .

Озон, оксиди азоту та пил - це саме ті речовини, у яких найчастіше має місце перевищення ГДК в повітрі робочої зони біля ВДТ.

**Особливу небезпеку щодо впливу на здоров'я людини представляє підвищена концентрація озону** - високотоксичного подразнюючого газу. Надзвичайна небезпека озону для здоров'я людини пов'язана з тим, що він належить до хімічних сполук, які викликають в живих організмах зміни, що схожі з тими, які виникають піс-



ля дії іонізуючого випромінювання. Таким чином, озон має не лише подразнюючу, а ще і канцерогену дію. Початкові ознаки впливу озону можна визначити суб'єктивно. Так, його можна виявити за запахом, або за сухістю та подразненням слизових оболонок. При значних концентраціях озону в повітрі робочої зони у користувачів ВДТ мають місце головні болі та загальне недомагання.

**Основними джерелами озону на комп'ютеризованих робочих місцях є ВДТ з дисплеями на ЕПТ та лазерні принтери.** Це ще одна причина, з якої необхідно вимикати ВДТ у випадках, коли вони не використовуються. Що стосується лазерних принтерів, то їх необхідно розташувати подалі від робочих місць операторів ВДТ.

**Основним заходом щодо запобігання несприятливого впливу озону та інших шкідливих речовин на здоров'я користувачів ВДТ є використання та забезпечення надійного функціонування в робочих приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями припливно-витяжної вентиляції.**

**Негативний вплив на організм людини може мати також додаткова іонізація повітря (аероіонізація) в приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями.** Відомо, що в повітрі навколишнього середовища завжди є певна кількість заряджених частинок, які називаються іонами. Так в 1 см<sup>3</sup> чистого природного повітря міститься десь близько 1000 негативних іонів та понад 1200 позитивних. Але іонний склад повітря в виробничих приміщеннях може значно змінюватись під впливом цілої низки факторів.

Так, на робочих місцях користувачів ВДТ протягом робочої зміни має місце суттєва трансформація іонного складу повітря. Встановлено, що вже через 5 хвилин роботи ВДТ з дисплеєм на ЕПТ концентрація легких негативних іонів знижується приблизно у 8 разів, а через 3 години роботи вона практично дорівнює нулю. Також істотно знижується концентрація середніх та важких негативних іонів. Разом з тим концентрація позитивних іонів, як легких, так і середніх та важких, істотно зростає, і вже через 3 години роботи ВДТ у повітрі робочої зони переважають позитивно заряджені іони. Така зміна балансу іонного складу повітря призводить до несприятливого впливу на здоров'я користувачів ВДТ. Дослідження, проведені як за кордоном, так і в Україні підтвердили негативний вплив збільшення кількості позитивних іонів на розумову і фізичну працездатність людини та розвиток у неї втоми, на роботу серцево-



судинної системи, бронхо-легеневого апарату, системи кровоото-  
рення, а також вегетативної та центрально-нервової систем. В той  
же час, ці дослідження засвідчили сприятливий вплив на здоров'я  
людини негативних іонів.

Мінімально необхідні, оптимальні та максимально допустимі рі-  
вні іонізації повітря в приміщеннях, в яких використовуються ВДТ,  
представлені в табл.5.6.

Таблиця 5.6

Нормовані значення рівнів іонізації повітря приміщень при роботі  
на ВДТ (СН 2152-80; ДНАОП 0.03-3.06-80)

| Рівні                 | Кількість іонів в 1 см куб. повітря |           |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------|
|                       | $n^+$                               | $n^-$     |
| Мінімально необхідні  | 400                                 | 600       |
| Оптимальні            | 1500-3000                           | 3000-5000 |
| Максимально допустимі | 50000                               | 50000     |

*Для забезпечення оптимальних умов праці користувачів ВДТ  
необхідні концентрації позитивних та негативних іонів в повіт-  
рі робочих зон можна забезпечити за рахунок використання ге-  
нераторів негативних іонів, установок штучного зволоження,  
кондиціонерів, систем загально-обмінної та місцевої припливно-  
витяжної вентиляції, а також при застосуванні з'єднаних із  
землею захисних екранів.*

**Мікроклімат робочої зони.** Відповідно до вимог ДСанПіН  
3.3.2-007-98 та ДСН 3.3.6.042-99 у виробничих приміщеннях з ВДТ  
на робочих місцях мають забезпечуватись не тільки оптимальний  
іонний склад повітря (табл.5.6), а і оптимальні значення параметрів  
мікроклімату (табл. 5.7).

Під оптимальними мікрокліматичними умовами розуміють по-  
єднання таких параметрів мікроклімату, які при тривалому та систем-  
ному впливі на людину забезпечують зберігання нормального тепло-  
вого стану її організму без активізації механізмів терморегуляції. Во-  
ни забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумо-  
ви для високого рівня працездатності.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних  
робочих місць. Показники температури повітря в робочій зоні по  
висоті та горизонталі на протязі робочої зміни не повинні виходити  
за межі нормованих величин оптимальної температури для даної ка-



Таблиця 5.7

Нормовані параметри мікроклімату для приміщень з ВДТ  
(ДСанПіН 3.3.2-007-98)

| Період року | Категорія<br>робіт (ГОСТ<br>12.1.005-88)<br>(ДСН<br>3.3.6.042-99) | Температура<br>повітря, °С | Відносна<br>вологість<br>повітря, % | Швидкість<br>руху повітря,<br>м/с |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Холодний    | Легка — Іа                                                        | 22-24                      | 40—60                               | 0,1                               |
| Теплий      | Легка — Іб                                                        | 21—23                      | 40—60                               | 0,1                               |
|             | Легка — Іа                                                        | 23—25                      | 40—60                               | 0,1                               |
|             | Легка — Іб                                                        | 22—24                      | 40—60                               | 0,2                               |

До категорії Іа належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження, при яких витрати енергії складають до 139 Вт, а до категорії Іб — роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням, при яких витрати енергії становлять від 140 до 174 Вт.

*Для забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов в будь-який період року приміщення, в яких розташовані комп'ютеризовані робочі місця, повинні бути обладнані системами опалення та кондиціювання.*

### 5.2.3. Вимоги до виробничого освітлення на робочих місцях користувачів ВДТ

Для забезпечення комфортних та безпечних умов праці користувачів ВДТ, праця яких характеризується значним напруженням зорової роботи, необхідно, в першу чергу, забезпечити раціональне освітлення виробничих приміщень та робочих місць з ВДТ.

*На робочих місцях користувачів ВДТ необхідно виключити можливість виникнення умов, при яких має місце зоровий дискомфорт в їх роботі.* Зоровий дискомфорт у користувачів ВДТ може мати місце, наприклад, при неправильній орієнтації робочого



місія відносно світлових віконних отворів, при неправильному розташуванні світильників відносно робочих місць, коли вони знаходяться в полі зору користувача ВДТ і має місце їх засліплююча дія (пряма блискість), також в разі засліплюючої дії предметів з високою яскравістю, які знаходяться за спиною користувача і при дзеркальному відбитті на екрані дисплею ВДТ попадають в поле його зору (відбита блискість), а також при неправильному розподілі яскравості безпосередньо на екрані самого дисплею ВДТ та ін.

**Для створення комфортних умов зорової роботи користувачів ВДТ, виробниче освітлення повинно відповідати наступним основним вимогам:**

- **забезпечувати на робочих місцях рівень освітлення, який би відповідав розряду зорової роботи згідно встановлених норм;**
- **виключати на робочих місцях користувачів ВДТ можливість засліплення від джерел природного та штучного освітлення;**
- **забезпечувати достатню рівномірність та постійність рівня освітленості;**
- **не створювати на робочому місці різких та глибоких тіней;**
- **обмежувати до мінімуму пульсацію світлового потоку;**
- **не зменшувати контраст об'єктів розрізнення з фоном на екрані дисплею ВДТ.**

Основні вимоги до параметрів освітлення на робочих місцях користувачів ВДТ приведені в ДСанПіН 3.3.2-007-98, ДНАОП 0.00-1.31-99 та ДБН В.2.5-28-2006.

Згідно з існуючими нормативними документами, **приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями повинні мати природне і штучне освітлення, тобто суміщене освітлення**, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним відповідно до вимог СНиП II-4-79 “Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования” та ДБН В.2.5-28-2006.

Природне освітлення повинно бути боковим, бажано однобічним. В цьому випадку природне світло буде проникати в приміщення через бокові світлові віконні прорізи. Для уникнення засліплюючої дії сонячних променів найкраще, коли світлові віконні прорізи зорієнтовані на північ чи північний схід.





Згідно вимог ДНАОП 0.00-1.31-99 *коефіцієнт природної освітленості (КПО) в робочих приміщеннях з ВДТ повинен бути не нижче 1,5%.*

*В окремих випадках, наприклад, в разі виробничої необхідності, дозволяється експлуатувати ВДТ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби.*

Вікна в приміщеннях з ВДТ повинні мати регульовальні пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори, зовнішні козирки з метою уникнення засліплюючої дії сонячних променів. Бажано, щоб кожне вікно мало світлорозсіюючі штори з коефіцієнтом відбиття 0,5-0,7.

*Приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями повинні бути обладнані системами штучного загального рівномірного освітлення. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, де переважають роботи з документами, допускається також використовувати системи штучного комбінованого освітлення (додатково до загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення).*

Загальне рівномірне штучне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва), паралельно лінії зору працівників. Що стосується можливого світлорозподілу у світильників, то допускається застосовувати світильники наступних класів:

- прямого світла - П;
- переважно прямого світла - Н;
- переважно відбитого світла - В.

При розташуванні робочих місць користувачів ВДТ за периметром приміщення лінії світильників штучного освітлення повинні розміщуватися локально над робочими місцями.

Для загального освітлення необхідно застосовувати світильники із розсіювачами та дзеркальними екранними сітками або віддзеркалювачами. Застосування світильників без розсіювачів та екранних сіток забороняється.

Як джерело світла при штучному освітленні повинні застосовуватися, як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ. При обладнанні



робочих приміщень з ВДТ світильниками переважно відбитого світла (клас В) у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях можуть застосовуватися металогалогенові лампи потужністю до 250 Вт. Допускається у світильниках місцевого освітлення застосовувати також лампи розжарювання.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від  $50^0$  до  $90^0$  відносно вертикалі в подовжній і поперечній площинах повинна складати не більше  $200 \text{ кд/м}^2$ , а захисний кут світильників повинен бути не більшим за  $40^0$ .

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 (СНИП II-4-79) коефіцієнт запасу (Кз) для освітлювальної установки в системі загального освітлення необхідно приймати рівним 1,4.

Коефіцієнт пульсації світлового потоку на робочих місцях користувачів ВДТ не повинен перевищувати 5%, що, як правило, забезпечується застосуванням газорозрядних ламп у світильниках загального і місцевого освітлення.

*З метою зменшення коефіцієнта пульсації світлового потоку, світильники повинні бути укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ПРА). Допускається застосовувати світильники без ВЧ ПРА тільки при використанні моделі з технічною назвою “Кососвет”.*

*При неможливості застосування світильників з ВЧ ПРА, газорозрядні лампи в багатолампових світильниках або розташовані поруч світильники загального освітлення необхідно підключати до різних фаз трифазної мережі.*

*Рівень освітленості на робочих місцях в зоні розташування документів має бути в межах 300-500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану ВДТ та збільшення освітленості екрану більше ніж до 300 лк.*

Світильники місцевого освітлення повинні мати напівпрозорий відбивач світла з захисним кутом не меншим за  $40^0$ .

*На робочих місцях користувачів ВДТ необхідно передбачити обмеження прямої блискоті від джерел природного та штучного освітлення, при цьому яскравість поверхонь, що світяться (вікна, джерела штучного світла) і перебувають у полі їх зору, повинні бути не більше за  $200 \text{ кд/м}^2$ .*



**Необхідно також обмежувати і відбиту блискість** шляхом правильного вибору типів світильників та відповідного розміщення робочих місць користувачів ВДТ відносно джерел природного та штучного освітлення. При цьому яскравість відблисків на екрані дисплею ВДТ не повинна перевищувати  $40 \text{ кд/м}^2$ , яскравість стелі при застосуванні світильників переважно відбитого світла не повинна перевищувати  $200 \text{ кд/м}^2$ .

Світлових відблисків з клавіатури, екрана та від інших частин ВДТ у напрямку очей користувача не повинно бути. Для їх виключення необхідно застосовувати спеціальні екранні фільтри, захисні козирки або розташовувати джерела світла паралельно напрямку погляду на екран ВДТ з обох його сторін. Дискомфорт від відбиття світла від екрану дисплея ВДТ знижується при збільшенні яскравості екрана та зниженні рівня навколишнього освітлення.

**Слід обмежувати і нерівномірність розподілу яскравості в полі зору користувачів ВДТ, при цьому відношення значень яскравості робочих поверхонь не повинно перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів (стін, обладнання) - 5:1.**

**Також бажано використовувати в робочому приміщенні з ВДТ таку систему штучного освітлення, яка дозволяла би регулювати інтенсивність штучного освітлення в залежності від інтенсивності природного, а також дозволяла би освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення.**

Для забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з комп'ютеризованими робочими місцями необхідно регулярно очищати як віконне скло, так і світильники (забруднення скла вікон та світильників може знизити освітленість робочих приміщень майже в 1,5—2 рази) і робити це необхідно не рідше ніж 2 рази на рік, а також необхідно своєчасно проводити заміну несправних ламп та світильників.

#### **5.2.4. Вимоги до комп'ютерного обладнання**

Комп'ютерне обладнання (ЕОМ, ПЕОМ, ВДТ, спеціальні периферійні пристрої для них, устаткування для їх обслуговування, ремонту та налагодження та ін.) повинно відповідати вимогам чинних в Україні стандартів та нормативних актів з охорони праці та ДНАОП 0.00-1.31-99 і ДСанПіН 3.3.2.007-98. Окрім того, вищеза-



значене обладнання закордонного виробництва повинно додатково відповідати вимогам національних стандартів держав-виробників і мати відповідну позначку на корпусі, в паспорті або іншій експлуатаційній документації.

*Після введення в дію ДНАОП 0.00-1.31-99 (з 1 вересня 1999 року) забороняється використання для виробничих потреб нового комп'ютерного обладнання, яке підлягає обов'язковій сертифікації в Україні згідно стандартів щодо вимог по забезпеченню безпеки праці, життя і здоров'я людей, без наявності виданого в установленому порядку і визнаного в Україні згідно з державною системою сертифікації УкрСЕПРО сертифіката, що засвідчує його відповідність обов'язковим вимогам.*

*Прийняття в експлуатацію зазначеного обладнання повинно здійснюватись тільки за умови наявності в комплекті з ним паспорта, інструкції або іншої експлуатаційної документації, перекладеної українською (або також російською) мовою.*

При наявності відхилень від вимог нормативної документації можливість використання обладнання повинна бути узгоджена з Держпромгірнаглядом, Держстандартом та організацією замовником до укладення контракту на постачання. Копії погоджень і сертифікати повинні бути долучені до паспорта або іншої експлуатаційної документації обладнання.

**В табл.5.8 наведені вимоги ДНАОП 0.00-1.31-99 до основних параметрів ВДТ.**

**Допустимі значення неіонізуючого електромагнітного випромінювання, рентгенівського випромінювання та поверхневого електростатичного потенціалу ВДТ повинні відповідати наступним вимогам:**

**- напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см навкруги ВДТ за електричною складовою не повинна перевищувати:**

у діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц - 25 В/м,

у діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц - 2,5 В/м;

**- щільність магнітного потоку не повинна перевищувати:**

у діапазоні частот 5 Гц - 2 кГц - 250 нТл,

у діапазоні частот 2 кГц - 400 кГц - 25 нТл;

**- поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати 500 В;**



- **потужність дози рентгенівського випромінювання на відстані 5 см від екрану та інших поверхонь ВДТ не повинна перевищувати 100 мкР/год.**

Таблиця 5.8

Вимоги до основних параметрів ВДТ (ДНАОП 0.00-1.31-99)

| Найменування параметра                                                                                                                       | Значення параметра                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Яскравість знака (яскравість фону), кд/м <sup>2</sup>                                                                                        | від 35 до 120                                                               |
| Зовнішня освітленість екрана, лк                                                                                                             | від 100 до 250                                                              |
| Контраст (для монохромних зображень)                                                                                                         | від 3:1 до 1,5:1                                                            |
| Нерівномірність яскравості в робочій зоні екрана                                                                                             | не більше 1,7:1                                                             |
| Відхилення форми робочої зони екрана від прямокутності :<br>по горизонталі та вертикалі<br>по діагоналі                                      | не більше 2%<br>не більше 4% відношення суми коротких сторін до суми довгих |
| Різниця довжин рядків або стовпчиків                                                                                                         | не більше 2% середнього значення                                            |
| Розмір мінімального елемента зображення (пікселя) для монохромних зображень, мм                                                              | 0,3                                                                         |
| Допустима тимчасова нестабільність зображення (мигання)                                                                                      | не повинна бути зафіксована у 90 відсотків спостерігачів                    |
| Відбивна властивість, дзеркальне та змішане відображення (відблиск), %, (допускається виконання вимог при застосуванні приєкранного фільтра) | не більше 1                                                                 |
| Відношення ширини знака до його висоти для великих літер                                                                                     | від 0,7 до 0,9                                                              |
| Мінливість розміру знака                                                                                                                     | не більше 5% висоти                                                         |
| Ширина лінії контуру знака                                                                                                                   | 0,15 - 0,1 висоти знака                                                     |
| Модуляція щодо яскравості растру :<br>для монохромних зображень<br>для багатоколірних зображень                                              | не більше 0,4<br>не більше 0,7                                              |

Відстань між рядками

не менше ширини кон-  
туру знака або одного  
елемента зображення

***Згідно ДНАОП 0.00-1.31-99, на робочому місці користувача ВДТ клавіатура повинна відповідати наступним основним вимогам:***

- *це виконання клавіатури у вигляді окремого пристрою з можливістю вільного переміщення;*
- *наявність опорного пристрою, який дає змогу змінювати кут нахилу клавіатури в межах від  $5^0$  до  $15^0$  і виготовлений з матеріалу з великим коефіцієнтом тертя, що перешкоджає його переміщенню;*
- *висота на рівні переднього ряду не більше 15 мм;*
- *виділення кольором та місцем розташування окремих груп клавіш;*
- *наявність заглиблень посередині клавіш;*
- *однаковий хід всіх клавіш з мінімальним опором натискання 0,25Н та максимальним - не більше 1,5Н;*
- *виділення кольором на клавішах символів різних алфавітів (англійського, українського або російського).*

#### **5.2.5. Вимоги до розміщення устаткування та організації робочих місць користувачів ВДТ**

Правильна організація робочих місць користувачів ВДТ сприяє як підвищенню їх працездатності та продуктивності праці, так і зменшенню їх втомлюваності. Проведені дослідження показують, що при раціональній організації робочих місць продуктивність праці зростає в середньому на 15 -25%.

***В першу чергу, організація робочого місця користувача ВДТ передбачає правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні, його відповідність ергономічним вимогам та вимогам технічної естетики, а також раціональне компонування обладнання на робочих місцях.***

Основні вимоги щодо організації робочого місця користувача ВДТ наведені в ДНАОП 0.00-1.31-99 та ДСанПіН 3.3.2.007-98.

***Площа, яку необхідно виділяти для одного робочого місця з ВДТ повинна складати не менше 6 м<sup>2</sup>, а обсяг - не менше 20 м<sup>3</sup>.***



***Робочі місця з ВДТ відносно світлових віконних прорізів повинні розміщуватися так, щоб природне світло падало збоку і переважно зліва.***

***При розміщенні у виробничому приміщенні робочих місць з ВДТ необхідно дотримуватись наступних вимог (рис.5.4):***

➤ ***робочі місця з ВДТ розміщуються на відстані не менше 1м від стін зі світловими віконними прорізами;***

➤ ***відстань між боковими поверхнями ВДТ має бути не меншою за 1,2 м;***

➤ ***відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою 2,5 м;***

➤ ***прохід між рядами робочих місць з ВДТ має бути не меншим 1м.***

Вимоги цих пунктів щодо відстані між боковими поверхнями ВДТ та відстані між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого необхідно враховувати також і при розміщенні робочих місць з ВДТ в суміжних приміщеннях, з урахуванням конструктивних особливостей стін та перегородок.

Організація робочого місця повинна забезпечувати відповідність усіх його елементів та їх розташування ергономічним вимогам відповідно до ГОСТ 12.2.032-78 “ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования”, а також враховувати при цьому характер та особливості трудової діяльності користувачів ВДТ.

Конструкція робочого місця користувача ВДТ (при роботі сидячи) має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками: ступні ніг - на підлозі або на підставці для ніг; стегна - в горизонтальній площині; передпліччя - вертикально; лікті - під кутом  $70-90^{\circ}$  до вертикальної площини; зап'ястя зігнуті під кутом не більше  $20^{\circ}$  відносно горизонтальної площини, нахил голови -  $15-20^{\circ}$  відносно вертикальної площини. Якщо користування ВДТ є основним видом діяльності, то він розміщується на основному робочому столі, як правило, з лівого боку, а якщо використання ВДТ є періодичним, то він, як правило, розміщується на приставному столі, переважно з лівого боку від основного робочого столу. Кут між поздовжніми осями основного та приставного столів має бути  $90-140^{\circ}$ .





***Висота робочої поверхні столу для ВДТ та ширина повинні забезпечувати можливість виконання операцій в зоні досяжності моторного поля (див. рис.3.2).***

Робочий стіл для ВДТ повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною не менше 500 мм, глибиною на рівні колін не менше 450 мм, на рівні витягнутої ноги - не менше 650 мм. Також, як правило, він має бути обладнаним підставкою для ніг шириною не менше 300 мм та глибиною не менше 400 мм, з можливістю регулювання по висоті в межах 150 мм та кута нахилу опорної поверхні - в межах  $20^{\circ}$ .



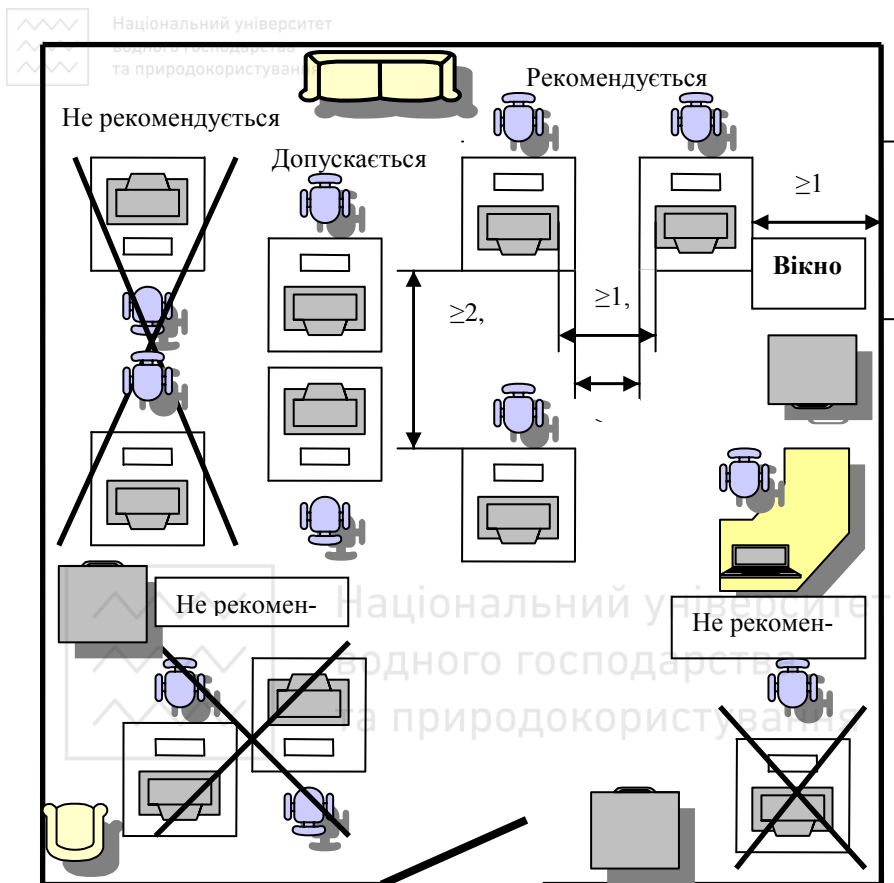


Рис. 5.4. Розміщення робочих місць з ВДТ у виробничих приміщеннях

Робоче сидіння (стілець, крісло) користувача ВДТ повинно мати такі основні елементи: сидіння, спинку та стаціонарні або знімні підлокітники. У конструкцію сидіння можуть бути введені додаткові елементи, що не є обов'язковими: підголовник та підставка для ніг. Робоче сидіння користувача ВДТ повинно бути підйомно-поворотним, тобто таким, що регулюється за висотою, кутом нахилу сидіння та спинки, за відстанню спинки до переднього краю си-



сидіння, висотою підлокітників. Регулювання кожного параметра має бути незалежним, плавним або ступінчастим, та мати надійну фіксацію. Хід ступінчастого регулювання елементів сидіння має становити для лінійних розмірів 15-20 мм, для кутових -  $2-5^{\circ}$ . Зусилля під час регулювання не повинні перевищувати 20 Н. Ширина та глибина сидіння повинні бути не меншими за 400 мм. Висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400-500 мм, а кут нахилу поверхні - від  $15^{\circ}$  вперед до  $5^{\circ}$  назад. Висота спинки сидіння має становити  $300 \pm 20$  мм, ширина - не менше 380 мм. Кут нахилу спинки повинен регулюватися в межах  $0-30^{\circ}$  відносно вертикального положення.

Для зниження статичного напруження м'язів рук необхідно застосовувати стаціонарні або знімні підлокітники довжиною не менше 250 мм, шириною - 50-70 мм, що регулюються по висоті над сидінням у межах  $230 \pm 30$  мм та по відстані між підлокітниками в межах 350-500 мм.

**Екран дисплея ВДТ та клавіатуру необхідно розташовувати на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків та символів. Рекомендовані відстані від екрана дисплея до очей користувача ВДТ в залежності від розміру екрану наведені в таблиці 5.9.**

Таблиця 5.9

Рекомендовані відстані від екрану дисплея ВДТ до очей користувача

| Розмір екрану дисплея | Відстань до екрану |
|-----------------------|--------------------|
| 35/38 см (14"/15")    | 600—700            |
| 43 см (17")           | 700—800            |
| 48 см (19")           | 800—900            |
| 53 см (21")           | 900-1000           |

**Розташування екрана дисплея ВДТ на робочому місці повинно забезпечувати зручність зорового спостереження за засобами відображення інформації (ЗВІ) у вертикальній площині під кутом  $\pm 30^{\circ}$  від лінії зору користувача ВДТ.**

Згідно з ГОСТ 12.1.032-78 в інформаційному полі зорового спо-

стереження (див. рис.3.1) виділяють три зони: у зоні 1 розміщують ЗВІ, які використовуються дуже часто і вимагають точного та швидкого зчитування інформації; у зоні 2 - ЗВІ, які використовуються часто і вимагають менш точного і швидкого зчитування інформації; у зоні 3 - ЗВІ, які використовуються рідко (епізодично).

**Клавіатуру на робочому місці користувача ВДТ необхідно розміщувати на поверхні столу або на спеціальній, регульованій за висотою, робочій поверхні окремо від столу на відстані 100-300 мм від краю. Кут нахилу клавіатури має бути в межах  $5-15^{\circ}$ .**

Оптимальні ергономічні параметри робочого місця користувача ВДТ представлені на рис.5.5.

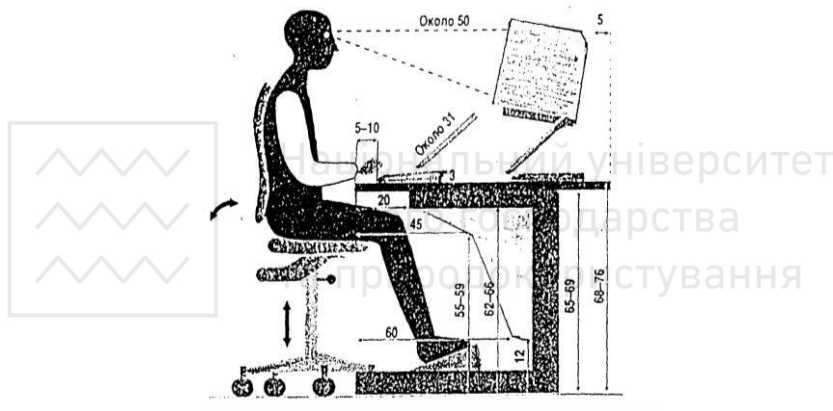


Рис. 5.5. Оптимальні ергономічні параметри робочого місця користувача ВДТ

Робоче місце з ВДТ слід оснащувати пюпітром (тримачем) для документів. Пюпітр (тримач) для документів повинен бути рухомих та встановлюватись вертикально (або з нахилом) на тому ж рівні та відстані від очей користувача ЕОМ, що і дисплей ВДТ.

Розміщення принтера або іншого пристрою введення-виведення інформації на робочому місці має забезпечувати добру видимість екрану дисплея ВДТ, зручність ручного керування пристроєм введення-виведення інформації в зоні досяжності моторного поля: по висоті 900-1300 мм, по глибині 400-500 мм. Під матричні принтери потрібно підкладати вібраційні килимки для гасіння вібрації та шуму.



В разі необхідності значної концентрації уваги під час виконання робіт з високим рівнем напруженості праці суміжні робочі місця з ВДТ можливо відокремлювати одне від одного перегородками висотою 1,5-2 м.

*Організація робочого місця оператора ВДТ, яке передбачає управління технологічним обладнанням (станки з програмним управлінням, роботизовані технологічні комплекси, обладнання для гнучкого автоматизованого виробництва тощо), повинна передбачати:*

- *достатній простір для оператора ВДТ;*
- *вільну досяжність органів ручного управління в зоні моторного поля: відстань по висоті - 900-1330 мм, по глибині - 400-500 мм;*
- *розташування екрана ВДТ в робочій зоні, при умові, що таке розташування забезпечувало б зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом плюс-мінус 30° від лінії зору оператора, а також зручність використання ВДТ під час коригування керуючих програм одночасно з виконанням основних виробничих операцій;*
- *можливість повертання екрана дисплея ВДТ навколо горизонтальної та вертикальної осі.*

#### **5.2.6. Вимоги ергономіки щодо відображення візуальної інформації на екрані дисплею**

Досягнення високої працездатності та продуктивності праці користувачів ВДТ, а також зменшення їх втомлюваності, неможливо без врахування вимог ергономіки щодо візуального відображення інформації на екрані дисплея з точки зору забезпечення оптимальних умов праці для найбільш зручного та якісного сприйняття цієї інформації.

*Зручність та якість сприймання інформації з екрану дисплея визначається, в першу чергу, психофізіологічними можливостями і особливостями зорового апарату людини, а також вибором розміру та кольору символів на екрані дисплею, їх розташуванням, вибором кольору фонових екранного простору, роздільної здатності дисплея та ін.*

*Одним з найбільш важливих параметрів зображення символу*



**є його розмір, який необхідно вибирати в залежності від відстані між оператором ВДТ та екраном дисплея, а також від типу алфавіту.** Висота символу  $h$  знаходиться за формулою:

$$h = 2R \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right) \quad (5.1)$$

де:  $R$  - відстань між площиною екрану дисплея та органами зору оператора ВДТ;  $\alpha$  - кутовий розмір символу.

Для простих символів  $\alpha$  дорівнює 15-18', для середніх 21-26', для складних 35-40'.

Кількість інформаційних рядків ( $K_i$ ) та кількість знакомісць для символів у інформаційному рядку ( $K_j$ ), які можуть бути розташовані по висоті та ширині екрана дисплея заданих розмірів, визначається відповідно за формулами:

$$\hat{E}_i = \left[ \frac{H \hat{a}}{2b_1 R \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right)} \right]; \quad (5.2)$$

$$\hat{E}_j = \left[ \frac{L \hat{a}}{2b_2 R \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right)} \right]. \quad (5.3)$$

де:  $R$  - відстань між площиною екрану дисплея та органами зору оператора ВДТ;  $\alpha$  - кутовий розмір символу;  $b_1 = 1 + k$  - коефіцієнт висоти одного знакомісця;  $b_2 = r + d$  - коефіцієнт ширини одного знакомісця;  $r$ ,  $k$ ,  $d$  - безрозмірні коефіцієнти, що визначають відповідно ширину символу та відстань між символами на екрані дисплею по вертикалі та горизонталі відносно висоти символу  $h$ ;  $H_e$ ,  $L_e$  - розміри екрана дисплея відповідно по висоті та ширині.

**Оптимальна величина символів** на екрані дисплею ВДТ повинна бути обумовлена, в першу чергу, достатніми для ідентифікації розмірами. Так, оптимальним за розміром символом для читання на відстані 60 см, вважається символ з кутовим розміром  $\alpha=20-28'$ , що дорівнює висоті символу 3,8 мм. При виборі символів необхідно

враховувати той факт, що в залежності від виду роботи, їх розміри можуть змінюватися. В нормативних документах даються відповідні рекомендації щодо оптимальної висоти та ширини символів для різних видів робіт. Наприклад, згідно рекомендацій ДНАОП 0.00-1.31-99 при роботі операторів ВДТ слід використовувати відношення ширини символу до його висоти від 0,7 до 0,9, ширину лінії контуру символу 0,15 - 0,1 висоти символу, мінливість розміру символу не більше 5% його висоти.

**Швидкість та точність розпізнавання символів** залежать від їх структури та ступеня розбіжності між ними. У зв'язку з цим необхідно вирішувати задачу по підвищенню ефективності читання алфавіту при мінімальному числі елементів, що його створюють. Для цього використовується такий показник рівня розбіжності символів, як коефіцієнт декореляції алфавіту ( $p$ ), який визначається за формулою:

$$p = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left[ 1 - \frac{n_{ij}^2}{n_i n_j} \right] \quad (5.4)$$

де  $i, j$  - номери символів у алфавіті довжиною  $N$ ;  $n_i, n_j$  — число елементів розкладання (сегментів), що складають відповідно  $i$ -й та  $j$ -й символи алфавіту;  $n_{ij}$  — число елементів розкладання, що входять як у  $i$ -й, так і  $j$ -й символи.

Аналіз знакових масивів, що відображаються на екранах ВДТ, показує пряму залежність ефективності читання алфавіту від величини  $p$ . Проте збільшення значення цього показника свідчить про ускладнення структури знака, а отже, вимагає ускладнення апаратури, що забезпечує генерування знаків.

Ще один важливий параметр, який в значній мірі впливає на якість сприймання інформації користувачем ВДТ, це **час, який відводиться на сприйняття одного символу**. Так, мінімальний час безпомилкового розпізнавання одного символу з кутовим розміром  $\alpha=30'$  при контрасті  $K = 0,9$  становить близько 0,1 с. Згідно з рекомендаціями ВСНиПРВЦ, для якісного сприйняття інформації оператором ВДТ контрастність зображення знаку на екрані дисплею ВДТ має бути не менше 0,8. Обумовлено це тим, що, наприклад, при контрасті  $K = 0,9$  правильно розпізнаються близько 80% слів, тоді як при контрасті 0,12 — менше 50%.

**Для якісної та надійної взаємодії оператора ВДТ з інформа-**





**проміжок часу чекання інформації в середньому не повинен перевищувати 15 секунд, а коефіцієнт його завантаженості повинен бути близьким до 0,75.**

При організації робочих місць користувачів ВДТ, необхідно також пам'ятати і про просторові характеристики поля зору людини. Відомо, що людина здатна розпізнавати одночасно тільки ті предмети, які знаходяться у зоні ясного бачення, а це становить приблизно 10 градусів у горизонтальній та вертикальній площині.

На зручність та якість сприймання інформації в значній мірі впливає і такий важливий параметр ВДТ, як роздільна здатність екрану дисплея, яка визначається мінімально допустимою кількістю пікселів по горизонталі та по вертикалі екрану дисплея ВДТ в залежності від розміру його діагоналі, або максимально допустимим розміром одиничного пікселя на екрані дисплея ВДТ. Згідно з рекомендаціями існуючих нормативних документів передбачається, що, наприклад, для екрану дисплея ВДТ, який має діагональ 31 см, мінімальна допустима кількість пікселів по горизонталі, має бути не менше як 640, а по вертикалі не менше 400, а максимально допустимий розмір одиничного пікселя має бути не більше як 0,3-0,4 мм для монохромного дисплея ВДТ і не більше як 0,6 мм - для кольорового.

**Згідно з рекомендаціями ВСНіПРВЦ передбачено нормування наступних основних параметрів ВДТ щодо відображення інформації:**

- **яскравість свічення екрана (не менше як  $100 \text{ кд/м}^2$ );**
- **максимальний розмір одиничного пікселя (не більше 0,4 мм для монохромного ВДТ і не більше 0,6 мм – для кольорового);**
- **контрастність зображення символу (не менше як 0,8);**
- **частота регенерації зображення при роботі з позитивним контрастом у режимі обробки тексту (не менше 72 Гц);**
- **кількість пікселів по горизонталі та вертикалі екрану дисплея (не менше 640 по горизонталі та не менше 400 по вертикалі для екранів з діагоналлю не більше 31 см. );**
- **зсув низькочастотного мигтіння зображення (у діапазоні 0,05 — 1,0 Гц) повинен перебувати у межах 0,1 мм;**
- **при роботі з текстовою інформацією (у режимі введення даних, редагування тексту та читання з екрана ВДТ) найбільш ергономічним є представлення чорних знаків на світлому (біло-**



му) фоні.

Щодо рекомендацій ДНАОП 0.00-1.31-99 стосовно тих самих параметрів ВДТ, то більшість з них представлені в табл.5.7.

***Для полегшення сприйняття інформації користувачем ВДТ, інтерфейс останнього повинен в обов'язковому порядку забезпечувати: можливість збереження на екрані ВДТ інформації протягом певного часу; обмеження простору розміщення на екрані ВДТ нових повідомлень; можливості чіткого розрізнення інформації за її новизною, значимістю та часу надходження.***

Також необхідно враховувати вимоги існуючих нормативних документів щодо складання, вибору та виконання написів, абревіатур, текстових повідомлень і т. п. Написи повинні бути максимально короткими, але при цьому слід виключити можливість спотворення їх суті або неоднозначності їх тлумачення. В написах необхідно застосовувати, в першу чергу, стандартизовані загальноприйняті найменування. Відстані між літерами та цифрами одного напису мають бути візуально однаковими. Для того щоб один напис не здавався продовженням іншого, між написами має бути інтервал не менше ніж два знакомісця.

Візуалізація інформації на екранах ВДТ може здійснюватися як за допомогою алфавітно-цифрового інтерфейсу, це використання літер, цифр, символів, інвертування їх зображення, зміни їх розміру, яскравості, кольору, частоти мигтінь і т. ін., так і за допомогою графічного інтерфейсу, це використання візуальних графічних об'єктів, зміни їх форми та просторової орієнтації і т. ін.

Необхідно пам'ятати, що візуалізацію інформації за допомогою алфавітно-цифрового інтерфейсу слід використовувати, в першу чергу, для відображення якісних характеристик об'єктів (тип, структура, функції, стан і т.ін.). Наприклад, мигтіння літер, цифр, символів, як правило, використовується для позначення аварійних ситуацій (регламентована частота мигтінь від 1,0 до 3,0 Гц).

Що стосується візуалізації інформації за допомогою графічного інтерфейсу, то її слід використовувати, в першу чергу, для відображення просторового розташування об'єктів, напрямку їх руху, зміни курсу, швидкості і т.ін., або для відображення змін певних контрольованих величин і т. ін. Наприклад, інформація про швидкість та напрямок руху об'єкта може бути представлена шляхом зміни довжини та просторової орієнтації лінії на екрані дисплея ВДТ.



Досягнення високої працездатності та продуктивності праці користувачів ВДТ, а також зменшення їх втомлюваності, неможливо без врахування вимог ергономіки щодо вибору кольору фонового екранного простору дисплея, хоча ця характеристика і вважається другорядною по відношенню до інших параметрів ВДТ.

Незважаючи на те, що згідно більшості публікацій стосовно цього питання, вважається, що найкращим кольором фонового простору екрану дисплея є зеленувато-жовтий, на даний час все ще не існує однозначної відповіді на те, який колір є найкращим. І пов'язано це з тим, що кожна людина має свої індивідуальні особливості сприйняття кольорів, які до того ж можуть змінюватися навіть протягом робочої дня, так як в значній мірі залежать від фізичного та психологічного стану людини. Безумовно, що кожен повинен робити свій вибір виходячи із своїх індивідуальних особливостей, але при цьому все ж таки слід максимально враховувати і загальні вимоги ергономіки щодо даного питання.

В першу чергу, слід враховувати вимоги ергономіки щодо впливу кольору фонового простору екрана дисплея на рівень контрасту зображення інформації. Необхідно пам'ятати, що білий, зелений та оранжевий кольори дають майже однакову чіткість зображень, при цьому білий колір, на відміну від інших, деякою мірою сприяє зменшенню числа помилок читування інформації з екрану дисплея, а зелений та оранжевий кольори при спостереженні з більших відстаней видно краще.

Також слід пам'ятати, що насичені червоний та блакитні кольори не рекомендуються використовувати постійно з точки зору можливості виникнення вад кольорового бінокулярного зору та так званої „кольорової сліпоти”. Безумовно, червоний колір, як такий, що є найбільш виразним по відношенню до інших кольорів, слід використовувати, але тільки епізодично і тільки для робіт, що мають найбільш важливе значення, або для відображення аварійних ситуацій.

#### **5.2.7. Рекомендовані засоби захисту працюючих при роботі з ВДТ**

В якості захисних засобів при роботі на комп'ютеризованих робочих місцях, в першу чергу, можуть бути рекомендовані захисні



екрани ВДТ (приєкранні фільтри), які дозволяють значно зменшити негативний вплив на працюючих електростатичного поля та ЕМВ радіочастотного діапазону.

Вченими лабораторії тонких плівок Національного технічного університету "Київський політехнічний інститут" розроблено новий високоефективний тип двошарового захисного екрану, який одержують на звичайному лугованому склі товщиною 3 мм.

Перший прозорий провідний шар з питомим опором не більше 0,01—0,001 Ом/м представляє собою тонку (до 0,2 мм) плівку одного з сильно легованих широкозонних напівпровідників (оксиди олова, індію). Механізм його роботи ґрунтується на ефекті плазмового резонансу в твердому тілі, що дозволяє практично повністю усунути статичні та низькочастотні електричні поля в зоні робочого місця користувача. Завдяки своїй високій механічній та хімічній стійкості даний "антистатичний" шар наноситься поверх інших шарів екрана і виконує також функції антикорозійної захисної поверхні. Окрім того даний шар має хороші антивідблискові властивості.

Другий шар виготовлений із спеціальної феромагнітної тонкої плівки, що має високу прозорість для видимого світла і одночасно високу поглинаючу здатність для ЕМВ радіочастотного діапазону. Її застосування, на відміну від інших захисних елементів приєкранних фільтрів, дає можливість уникнути ефекту перевідбиття радіовипромінювання на сусідні робочі місця, що особливо важливо у великих обчислювальних центрах та приміщеннях.

Дослідження ВДТ із двошаровим захисним плівковим екраном показали, що електростатичне поле, у разі застосування такого екрану, усувається майже повністю, а електромагнітні випромінювання послаблюються не менш ніж у три рази. Що стосується світлових відблисків, то вони знижуються на 60—80% порівняно із звичайним екраном.

У разі тривалої безперервної роботи з ВДТ, особливо при використанні ЕПТ, може бути рекомендовано застосування захисного жилету вітчизняного виробництва, який забезпечує зниження ЕМВ майже на 30 дБ у діапазоні частот від 30 кГц до 1000 МГц. Зовнішній вигляд цього жилету представлений на рис. 5.6.

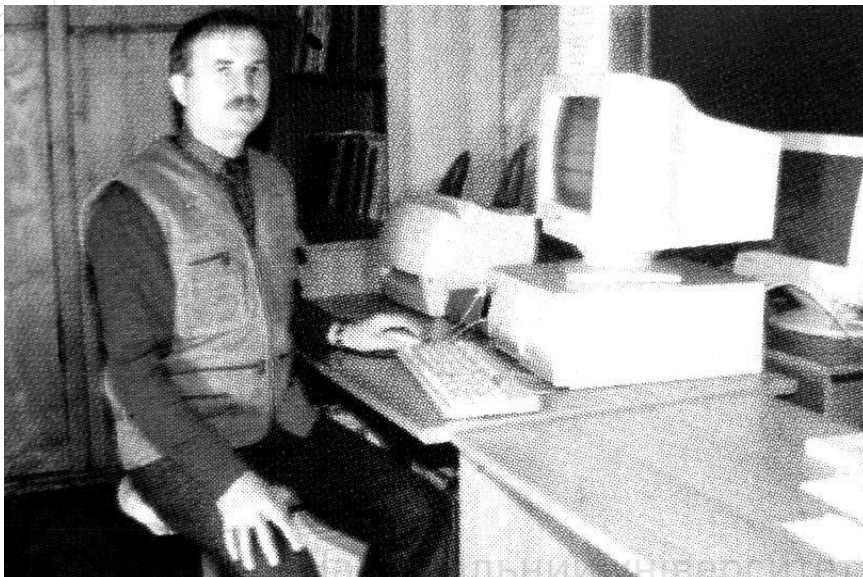


Рис. 5.6. Жилет захисний для роботи за комп'ютером

Слід зауважити, що сучасні ВДТ, що відповідають вимогам МРР-ІІ або одному із стандартів ТСО (95, 99, 03) вже в значно меншому ступені потребують такого виду захисту працюючих.

### **5.6. Основні профілактичні заходи щодо збереження здоров'я та підвищення працездатності користувачів ВДТ**

*До основних профілактичних заходів щодо збереження здоров'я та підвищення працездатності користувачів ВДТ відносяться, в першу чергу, обов'язкове проведення профілактичних медичних оглядів, а також організація раціонального режиму їх праці і відпочинку.*

#### **5.3.3. Профілактичні медичні огляди**

Усі працюючі з ВДТ підлягають обов'язковим профілактичним медичним оглядам (попереднім та періодичним) відповідно до "Положення про медичний огляд працівників певних категорій", наказ МОЗ України від 31. 03. 94 № 45 .



Основна мета попереднього медичного огляду при влаштуванні працівника на роботу, це встановлення початкового стану здоров'я людини та визначення його фізичної та психічної придатності до роботи за конкретно обраною професією. Під час проведення попереднього медичного огляду важливо виявити осіб, які за медичними показниками не можуть бути допущені до роботи в умовах дії несприятливих виробничих факторів, характерних для даної професії.

**До основних критеріїв оцінки придатності до роботи з ВДТ, в першу чергу, належать показники стану органів зору:** гострота зору, показники рефракції, акомодатції, стану бінокулярного апарату ока і т. ін. Саме приховані вади зору можуть стати причиною багатьох захворювань та у користувачів ВДТ.

Основні протипоказання з боку органів зору, які визначенні в ДСанПіН 3.3.2-007-98, це:

- гострота зору з кореляцією не нижча ніж 0,5 на одному оці та 0,2 - на другому;
- рефракція: міопія вище 6,0 Д, гіперметропія вище 4,0 Д, астигматизм (будь-якого виду) вище 3,0 Д;
- відсутність бінокулярного зору;
- хронічні захворювання переднього відрізка очей;
- захворювання зорового нерва і сітківки;
- глаукома.

**Також при попередньому медичному огляді необхідно враховувати і загальний фізичний стан організму в цілому.** В тому ж нормативному документі регламентовані й загальні (соматичні) протипоказання, основні з яких це:

- вроджені аномалії органів з вираженою недостатністю їхніх функцій;
- органічні захворювання центральної нервової системи з вираженим порушенням функцій;
- хронічні форми психічних захворювань;
- ендокринні захворювання з вираженими порушеннями функцій ендокринних залоз;
- всі захворювання системи крові та органів кровотворення будь-яких стадій;
- гіпертонічна хвороба III стадії;
- хронічні захворювання легенів з вираженою недостатністю серця та легенів;





- тяжкий ступінь бронхіальної астми з вираженими функціональними порушеннями дихання;
- активні форми туберкульозу будь-якої локалізації;
- виразкова хвороба шлунку і дванадцятипалої кишки з хронічним рецидивуючим перебігом;
- цироз печінки і активний хронічний гепатит;
- хронічна форма хвороб нервової системи;
- хронічні захворювання нирок з проявами ниркової недостатності.

Періодичні медичні огляди працюючих проводяться протягом всього строку їх трудової діяльності. Такі огляди забезпечують динамічний нагляд за станом здоров'я працівника, виявлення ранніх ознак впливу несприятливих виробничих факторів на організм, а також захворювань, які не дають змоги продовжувати роботу за даною професією.

***Для осіб, які працюють за ВДТ періодичні медичні огляди мають проводитись раз на два роки комісією у складі терапевта, невропатолога та офтальмолога.*** В разі необхідності до складу комісій можуть залучатися лікарі інших спеціальностей. Окрім того, жінки, що працюють за таким обладнанням обов'язково оглядаються гінекологом один раз на два роки. Відповідно до ДСанПіН 3.3.2-007-98 жінки з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до виконання всіх робіт, які пов'язані з використанням ВДТ, не допускаються.

#### **5.3.4. Організація режиму праці та відпочинку користувачів ВДТ**

Режим праці та відпочинку тих, хто працює з ВДТ, визначається відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2-007-98.

Згідно з цим нормативним документом ***протягом робочої зміни необхідно в обов'язковому порядку передбачати:***

- ***обідні перерви;***
- ***перерви для відпочинку і особистих потреб (згідно з трудовими нормами);***
- ***додаткові регламентовані перерви, що вводяться для окремих професій, в тому числі і для працюючих з ВДТ, з урахуванням особливостей трудової діяльності.***



Тривалість обідньої перерви визначається чинним законодавством про працю і правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, організації чи установи. Як правило, тривалість такої перерви становить 40—60 хвилин. Тривалість та кількість інших додаткових та регламентованих перерв залежить від характеру трудової діяльності, напруженості і важкості праці і визначається диференційовано для кожної професії, в тому числі і для працюючих з ВДТ.

***За характером трудової діяльності при роботі з ВДТ виділено три професійні групи згідно з діючим класифікатором професій (ДК-003-95 і Зміна № 1 до ДК-003-95):***

***розробники програм*** (інженери-програмісти) - виконують роботу переважно з ВДТ та документацією при одночасному інтенсивному обміні інформацією з ЕОМ і високою частотою прийняття рішень. Робота характеризується інтенсивною розумовою творчою працею з підвищеним напруженням зору, концентрацією уваги на фоні нервово-емоційного напруження, вимушеною робочою позою, загальною гіподинамією, періодичним навантаженням на кисті рук. Робота виконується в режимі діалогу з ЕОМ у вільному темпі з періодичним пошуком помилок в умовах дефіциту часу;

***оператори електронно-обчислювальних машин*** - виконують роботу, яка пов'язана з обліком та обробкою інформації одержаної з ВДТ за попереднім запитом, або такої, що постійно надходить з ВДТ, супроводжується така робота перервами різної тривалості, може бути пов'язана з виконанням іншої роботи і характеризується як робота із значним напруженням зору, невеликими фізичними зусиллями, нервовим напруженням середнього ступеня та виконується у вільному темпі;

***оператори комп'ютерного набору*** - виконують одноманітну за характером роботу з документацією і клавіатурою ВДТ, супроводжується така робота введенням даних з високою швидкістю при нечастих нетривалих переключеннях погляду на екран дисплея і характеризується вона як фізична праця з підвищеним навантаженням на кисті рук на фоні загальної гіподинамії, з нервово-емоційним напруженням та напруженням зору (фіксація зору переважно на документі).

***Відповідно до вище наведеної класифікації ДСанПіН 3.3.2-007-98 встановлюються такі внутрішньозмінні режими праці***





**та відпочинку при роботі з ЕОМ при 8-годинній денній робочій зміні в залежності від характеру праці:**

- **для розробників програм із застосуванням ЕОМ, слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи за ВДТ;**
- **для операторів із застосуванням ЕОМ, слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години роботи;**
- **для операторів комп'ютерного набору слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 10 хвилин після кожної години роботи за ВДТ.**

При 12-годинній робочій зміні регламентовані перерви повинні встановлюватися в перші 8 годин роботи аналогічно перервам при 8-годинній робочій зміні, а протягом останніх 4-х годин роботи, незалежно від характеру трудової діяльності, через кожну годину тривалістю 15 хвилин.

В санітарних правилах наголошується, що у всіх випадках, коли виробничі обставини не дозволяють застосовувати регламентовані перерви, тривалість безперервної роботи з ВДТ не повинна перевищувати 4 години.

Для зниження нервово-емоційного напруження, зменшення втоми зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії при роботі з ВДТ доцільно використовувати перерви для виконання комплексу спеціальних профілактично-реабілітаційних вправ, які приведені в ДСанПіН 3.3.2-007-98 (рекомендований додаток 7).

Враховуючи особливості професійної діяльності користувачів ВДТ, для забезпечення повноцінного їх відпочинку може бути рекомендована організація на підприємствах оздоровчо-профілактичних комплексів. Основною метою створення таких комплексів повинно стати впровадження системи заходів, які направлені, перш за все, на профілактику захворювань, загальне зміцнення організму працюючих за рахунок використання різних засобів та методів психологічного розвантаження, фізичної культури у сполученні з фізіотерапевтичними та гігієнічними засобами.

### **Питання для самоконтролю**

#### **До розділу 1.**



1. Охарактеризуйте поняття «трудова діяльність».
2. Охарактеризуйте поняття «виробниче середовище».
3. Охарактеризуйте поняття «професійний ризик».
4. Охарактеризуйте поняття «шкідливий виробничий фактор».
5. Охарактеризуйте поняття «небезпечний виробничий фактор».
6. Які небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища відносяться до фізичних факторів?
7. Які небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища відносяться до хімічних факторів?
8. Які небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища відносяться до біологічних факторів?
9. Які небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища відносяться до соціальних факторів?
10. Охарактеризуйте поняття «фізіологія праці», які задачі вона вирішує?
11. Що таке зовнішнє середовище існування людського організму?
12. Наведіть визначення терміну «клітина», приклади та основні характеристики клітин.
13. Що таке шкіра людини та які функції вона виконує?
14. Охарактеризуйте рецептори, які знаходяться в шкірі та слизових оболонках людини.
15. Основні ураження шкіри та слизових оболонок.
16. Опишіть будову ока.
17. Основні аномалії зору та захворювання очей.
18. Опишіть будову людського вуха та його роботу.
19. Основні аномалії в роботі органу слуха.
20. Що таке скелетна система людини та її функції?
21. У чому полягають травми кісток і суглобів?
22. Як відбувається дихання людей?
23. Опишіть легені, їхню структуру та роботу.
24. Основні захворювання дихальної системи людини.
25. Охарактеризуйте структурні та функціональні системи людського організму.
26. У чому полягають функції організму людини?
27. Охарактеризуйте поняття «стомлення» і «перевтома» працівника.



28. Охарактеризуйте поняття «гігієна праці».
29. На скільки груп поділяють фактори, що зумовлюють умови праці?
30. Охарактеризуйте поняття «умови праці» та їх класи.
31. Охарактеризуйте поняття «виробнича санітарія».
32. Охарактеризуйте поняття «захист часом».
33. Що вважається нещасним випадком на виробництві?
34. Охарактеризуйте поняття «працездатність».
35. Чим визначається механічний компонент праці?
36. Чим характеризується психічний компонент праці?
37. Чим динамічна робота відрізняється від статичної?
38. Охарактеризуйте поняття «напруженість праці».
39. На чому заснована Гігієнічна класифікація праці?
40. Що таке гігієнічні нормативи умов праці?
41. Охарактеризуйте основні складові законодавства в галузі гігієни праці.
42. На які класи поділяються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)?

## *До розділу 2.*

43. Охарактеризуйте загальні положення щодо мікроклімату виробничих приміщень.
44. Охарактеризуйте дію мікроклімату на працівника.
45. Якими параметрами характеризується мікроклімат робочої зони?
46. Охарактеризуйте принципи санітарно-гігієнічного нормування параметрів мікроклімату на робочих місцях.
47. Охарактеризуйте заходи та засоби нормалізації мікроклімату.
48. Чим оптимальні параметри мікроклімату відрізняються від допустимих?
49. Охарактеризуйте забруднюючі речовини, їх дію на людину та нормування.
50. На які класи поділяються шкідливі речовини по ступеню впливу на організм людини?
51. Охарактеризуйте методи регулювання якості повітряного середовища у виробничих приміщеннях.



52. Охарактеризуйте порядок проектування вентиляції.
53. Як визначається необхідний повітрообмін при загальнообмінній вентиляції?
54. Охарактеризуйте природну та штучну вентиляцію і кондиціонування повітря.
55. Які існують види природної вентиляції?
56. Які існують види механічної вентиляції?
57. Які існують види систем кондиціонування?
58. Охарактеризуйте загальні уявлення про світло та основні світлотехнічні поняття.
59. Які існують види виробничого освітлення?
60. Охарактеризуйте основні вимоги до виробничого освітлення?
61. Охарактеризуйте природне освітлення виробничих приміщень.
62. Охарактеризуйте штучне освітлення виробничих приміщень.
63. Як здійснюється експлуатація освітлювальних установок?
64. Охарактеризуйте основні характеристики та класи шумів.
65. Охарактеризуйте дію шуму на людину.
66. Охарактеризуйте нормування та вимірювання параметрів шуму.
67. Для яких класів шумів при нормуванні використовується метод рівнів звуку?
68. Для яких класів шумів при нормуванні використовується метод граничних спектрів?
69. Як необхідно здійснювати вимірювання шуму у виробничих приміщеннях?
70. Як здійснюється звукова ізоляція від аеродинамічного шуму?
71. В яких випадках використовується метод зниження шуму звукопоглинанням?
72. Охарактеризуйте методи захисту від шуму.
73. Які існують джерела електромагнітного шуму?
74. Яким шляхом здійснюється підвищення звукоізоляції при збереженні незмінної маси огороження?
75. Охарактеризуйте методи захисту від ультразвуку.
76. Охарактеризуйте методи захисту від інфразвуку.



77. Які засоби індивідуального захисту від шуму використовуються на виробництві.
78. Як здійснюється нормування ультразвуку?
79. Як здійснюється нормування інфразвуку?
80. На які види поділяють вібрацію за способом її передачі на тіло людини?
81. Охарактеризуйте основні визначення, параметри та категорії вібрації.
82. На які категорії поділяють загальну вібрацію за джерелом виникнення?
83. На які категорії поділяють локальну вібрацію за джерелом виникнення?
84. Назвіть джерела технологічної вібрації.
85. Охарактеризуйте вплив вібрації на людину.
86. Охарактеризуйте методи гігієнічної оцінки та принципи нормування параметрів виробничої вібрації.
87. Охарактеризуйте методи захисту від вібрації.
88. Які засоби індивідуального захисту від виробничої вібрації використовуються на робочих місцях?
89. Від чого залежить ефективність віброізоляції?
90. Назвіть найбільш ефективні методи боротьби з вібрацією, які використовуються на виробництві.
91. Охарактеризуйте методи гігієнічної оцінки та нормативні параметри виробничої вібрації.
92. Охарактеризуйте основні параметри електромагнітних полів.
93. Охарактеризуйте дію на людину електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону.
94. Охарактеризуйте дію на людину електростатичних та магнітних полів.
95. Охарактеризуйте дію на людину електромагнітних полів промислової частоти.
96. Охарактеризуйте принципи нормування параметрів електромагнітних полів промислової частоти.
97. Охарактеризуйте принципи нормування параметрів електромагнітних полів радіочастотного діапазону.
98. Охарактеризуйте особливості нормування параметрів електромагнітних полів радіочастотного діапазону в залежності від час-



99. Охарактеризуйте принципи нормування параметрів електро-статичних та постійних магнітних полів.

100. Охарактеризуйте методи захисту від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону.

101. Охарактеризуйте основні методи захисту від електромагнітних випромінювань промислової частоти.

102. Охарактеризуйте методи захисту від електростатичних та постійних магнітних полів.

103. Назвіть типи екранів, які використовуються для захисту від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону.

104. Які засоби індивідуального захисту використовуються у виробничих умовах для захисту від електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону.

105. Як здійснюється контроль та вимірювання електромагнітних полів на робочих місцях?

106. Охарактеризуйте випромінювання, що відносяться до оптичного діапазону.

107. Охарактеризуйте вплив інфрачервоного випромінювання на людину.

108. Охарактеризуйте основні принципи нормування інфрачервоного випромінювання.

109. Охарактеризуйте основні методи захисту від негативної дії інфрачервоного випромінювання.

110. Охарактеризуйте вплив ультрафіолетового випромінювання на людину.

111. Охарактеризуйте основні принципи нормування ультрафіолетового випромінювання.

112. Охарактеризуйте основні методи захисту від негативної дії ультрафіолетового випромінювання.

113. Охарактеризуйте основні параметри лазерного випромінювання.

114. Охарактеризуйте біологічну дію на людину лазерного випромінювання.

115. Охарактеризуйте існуючі методи нормування лазерного випромінювання.

116. Охарактеризуйте основні вимоги безпеки під час роботи з ОКГ.



117. Охарактеризуйте основні поняття і характеристики іонізуючих випромінювань.

118. Які існують види іонізуючих випромінювань?

119. Які поняття використовують для характеристики розповсюдження іонізуючого випромінювання у будь-якій речовині?

120. Які види доз іонізуючого випромінювання використовують для характеристики його дії на людину?

121. Охарактеризуйте біологічний вплив на людину іонізуючих випромінювань.

122. Охарактеризуйте особливості нормування іонізуючих випромінювань.

123. На які категорії поділяються опромінюванні особи?

124. Охарактеризуйте основні методи захисту від іонізуючих випромінювань.

125. Як здійснюється оцінка радіаційного стану об'єкту?

### *До розділу 3.*

126. Охарактеризуйте вимоги до розміщення і планування території підприємств.

127. Як залежить ширина санітарно-захисної зони підприємств, виробництв і об'єктів від класу виробництва?

128. Охарактеризуйте вимоги до виробничих приміщень та будівель.

129. Охарактеризуйте вимоги до допоміжних приміщень та будівель.

130. Як здійснюється вибір системи робочих рухів?

131. Що означає принцип «економії рухів»?

132. Охарактеризуйте вимоги до організації праці на робочому місці.

133. Якою може бути робоча поза?

134. Які види полів використовуються для характеристики робочого місця працівника?

135. Назвіть основні характеристики моторного поля.

136. На які зони поділяється моторне поле на робочому місці працівника?

137. Охарактеризуйте вимоги щодо організації оптимального режиму праці та відпочинку.





#### *До розділу 4.*

138. На підставі якого документу здійснюється гігієнічна оцінка умов та характеру праці на робочих місцях?

139. З якою метою здійснюється гігієнічна оцінка умов та характеру праці на робочих місцях?

140. На якому принципі базується гігієнічна класифікація умов праці на робочих місцях?

141. На підставі чого встановлюється ступінь шкідливості умов праці?

142. Як здійснюється оцінка ступеню шкідливості умов праці?

143. Як здійснюється оцінка ступеню важкості трудового процесу?

144. Як здійснюється оцінка ступеню напруженості трудового процесу?

145. За яких умов може бути дозволена робота в разі перевищення існуючих гігієнічних нормативів щодо шкідливих факторів виробничого середовища?

146. Чи дозволяється робота в небезпечних (екстремальних) умовах праці?

147. Охарактеризуйте поняття «оптимальні» умови праці.

148. Охарактеризуйте поняття «допустимі» умови праці.

149. Охарактеризуйте поняття «шкідливі» умови праці.

150. Охарактеризуйте поняття «небезпечні» умови праці.

151. На скільки ступенів поділяються шкідливі умови праці?

152. Згідно за якими гігієнічними критеріями встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії хімічного фактора?

153. Як встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії хімічного фактора в разі одночасної наявності в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії?

154. Як встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії хімічного фактора в разі одночасної дії двох та більшого числа шкідливих речовин різноспрямованої дії?



155. Як встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії хімічного фактора в разі послідовної дії двох та більшого числа шкідливих речовин різноспрямованої дії?

156. Як встановлюється гранично допустимий рівень (ГДР) та клас умов праці при роботі з речовинами, що можуть потрапляти в організм людини через шкіру і мають відповідний гігієнічний норматив?

157. Згідно з якими гігієнічними критеріями встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії біологічного фактора?

158. Як встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії біологічного фактора в разі одночасної наявності у повітрі робочої зони двох або більше шкідливих факторів біологічного походження?

159. З урахуванням яких характеристик встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці в разі дії віброакустичних факторів?

160. Що таке індекс теплового навантаження середовища (ТНС)?

161. У якому випадку мікроклімат вважається нагрівальним?

162. У якому випадку мікроклімат вважається охолоджувальним?

163. Як оцінюються умови праці, якщо протягом зміни виробничої діяльності працюючого проходить в різних умовах мікроклімату?

164. Згідно з якими гігієнічними критеріями встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань?

165. Як визначається клас умов праці на робочому місці при одночасній дії на працюючого неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань, що створюються декількома джерелами, які працюють в різних нормованих частотних діапазонах?

166. Згідно з якими гігієнічними критеріями встановлюється ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії іонізуючого випромінювання?

167. Відповідно до яких гігієнічних критеріїв здійснюється оцінка умов праці за фактором «освітленість»?

168. Як змінюються умови праці за показником «природне освітлення» в разі відсутності в приміщенні природного освітлення та засобів компенсації ультрафіолетової недостатності?



169. Як здійснюється загальна оцінка умов праці за показниками світлового середовища (природного та штучного)?

170. Як здійснюється гігієнічна оцінка умов праці щодо важкості праці?

171. Як здійснюється гігієнічна оцінка умов праці щодо напруженості праці?

172. Охарактеризуйте гігієнічні критерії оцінки умов праці при аероіонізації повітря робочої зони.

173. Як здійснюється загальна гігієнічна оцінка умов праці на робочому місці?

174. На який термін складається план контролю умов праці на підприємствах?

175. Охарактеризуйте термін «паспортизація» санітарно-технічного стану виробництв.

176. Яке робоче місце вважається атестованим?

177. Згідно з яким нормативним документом проводиться атестація робочих місць?

178. В яких випадках проводиться позачергова атестація робочих місць?

179. Що передбачає атестація робочих місць за умовами праці?

180. На який державний орган покладається контроль за якістю проведення атестації робочих місць?

181. У яких випадках складається санітарно-гігієнічна характеристика умов праці?

182. Який заклад подає запит на складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці?

183. Як здійснюється опис шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища при складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці?

184. Як здійснюється опис факторів трудового процесу при складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці?

185. Що вказується при складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці щодо санітарно-медичного забезпечення на виробництві?

### *До розділу 5.*

186. Перелічіть шкідливі та небезпечні фактори, що супрово-



джують роботу з ВДТ.

187. Виконайте гігієнічну оцінку умов праці на робочому місці користувача ПЕОМ.

188. Охарактеризуйте методи нормалізації умов праці на робочому місці користувача ПЕОМ.

189. Охарактеризуйте особливості роботи з використанням комп'ютерної техніки.

190. Охарактеризуйте вимоги до розміщення устаткування та організації робочих місць користувачів ВДТ.

191. Охарактеризуйте санітарно-гігієнічні вимоги до основних параметрів ВДТ.

192. Охарактеризуйте основні ергономічні вимоги щодо організації робочого місця користувача ВДТ.

193. Охарактеризуйте основні вимоги щодо освітлення робочих місць користувачів ВДТ.

194. Охарактеризуйте вимоги щодо аероіонізації повітря робочої зони при використанні ВДТ на ЕПТ.

195. Охарактеризуйте вимоги щодо допустимих рівнів виробничого шуму у приміщеннях, в яких використовується комп'ютерна техніка.

196. Охарактеризуйте санітарно-гігієнічні вимоги щодо організації режиму праці та відпочинку для користувачів ВДТ.



**ТЗ до розділу 1**

**ТЗ №1.** Сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків складають:

- а) санітарно-гігієнічну характеристику робочого місця;
- б) умови праці;**
- в) шкідливі виробничі фактори;
- г) небезпечні виробничі фактори;
- д) шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

**ТЗ №2.** Статичне навантаження з енерговитратами (.....) відноситься до важкого.

- а) менше 293 Дж/с;
- б) понад 293 Дж/с;**
- в) менше 393 Дж/с;
- г) понад 393 Дж/с;
- д) понад 493 Дж/с.

**ТЗ №3.** Фізіологічною особливістю розумової праці є:

- а) значні енергетичні витрати;
- б) перевтома;
- в) мала рухливість і вимушена одноманітна поза;**
- г) динамічна робота;
- д) концентрація уваги.

**ТЗ №4.** Робота м'язової системи людини, як правило, має:

- а) як статичний, так і динамічний характер;**
- б) переважно динамічний характер;
- в) переважно статичний характер;
- г) лише динамічний характер
- г) безперервну дію.

**ТЗ №5.** Важкість праці - характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на:

- а) серцево-судинну систему;
- б) систему кровообігу;
- в) центральну нервову систему;



г) м'язову систему;

д) опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.).

**ТЗ №6.** *Напруженість праці - характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на:*

- а) серцево-судинну систему;
- б) систему кровообігу;
- в) центральну нервову систему;**
- г) м'язову систему;
- д) опорно-руховий апарат.

**ТЗ №7.** *Скільки існує всього класів щодо умов праці відповідно до Гігієнічної класифікації?*

- а) 2 класи;
- б) 3 класи;
- в) 4 класи;**
- г) 5 класів;
- д) 6 класів.

**ТЗ №8.** *До якого класу щодо умов праці відносяться оптимальні умови?*

- а) 1 клас;**
- б) 2 клас;
- в) 3 клас;
- г) 4 клас;
- д) 5 клас.

**ТЗ №9.** *До якого класу щодо умов праці відносяться допустимі умови?*

- а) 1 клас;
- б) 2 клас;**
- в) 3 клас;
- г) 4 клас;
- д) 5 клас.

**ТЗ №10.** *До якого класу щодо умов праці відносяться шкідливі умови?*

- а) 1 клас;
- б) 2 клас;
- в) 3 клас;**



г) 4 клас;

д) 5 клас.

**ТЗ №11.** До якого класу щодо умов праці відносяться небезпечні чи екстремальні умови?

а) 1 клас;

б) 2 клас;

в) 3 клас;

☒ г) 4 клас;

д) 5 клас.

**ТЗ №12.** Відповідно до Гігієнічної класифікації клас умов праці (всього 4 класи: 1 клас – оптимальні умови; 2 клас – допустимі умови; 3 клас – шкідливі умови; 4 клас - небезпечні чи екстремальні умови) визначається тим чинником виробничого середовища, напруженості або тяжкості праці, який має (.....) відхилення від нормативних вимог.

а) оптимальне;

б) допустиме;

в) критичне.

г) найменше;

☒ д) найбільше.

**ТЗ №13.** Фактори, що зумовлюють умови праці, поділяють на:

а) дві групи;

б) три групи;

☒ в) чотири групи;

г) п'ять груп;

д) шість груп.

**ТЗ №14.** До якої з 4-х груп факторів, що зумовлюють умови праці, відносяться санітарно-гігієнічні фактори?

☒ а) 1 групи;

б) 2 групи;

в) 3 групи;

г) 4 групи.

**ТЗ №15.** До якої з 4-х груп факторів, що зумовлюють умови праці, відносяться психофізіологічні фактори?

а) 1 групи;



- ☒ б) 2 групи;
- в) 3 групи;
- г) 4 групи.

**ТЗ №16.** До якої з 4-х груп факторів, що зумовлюють умови праці, відносяться естетичні фактори?

- а) 1 групи;
- б) 2 групи;
- ☒ в) 3 групи;
- г) 4 групи.

**ТЗ №17.** До якої з 4-х груп факторів, що зумовлюють умови праці, відносяться соціально-психологічні фактори?

- а) 1 групи;
- б) 2 групи;
- в) 3 групи;
- ☒ г) 4 групи.

**ТЗ №18.** Система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів називається:

- а) фізіологією праці;
- б) гігієною праці;
- ☒ в) виробничою санітарією;
- г) виробничою безпекою.

**ТЗ №19.** За своїм походженням та природою дії НШВФ згідно ДСТУ 2293-99 ділять на:

- а) 2 групи;
- б) 3 групи;
- в) 4 групи;
- ☒ г) 5 групи;
- д) 6 груп.

**ТЗ №20.** За своїм походженням та природою дії НШВФ згідно ГОСТ 12.0.003-74 ділять на:

- а) 2 групи;
- б) 3 групи;
- ☒ в) 4 групи;
- г) 5 групи;
- д) 6 груп.





**ТЗ №21.** *Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони ( $ГДК_{р.з.}$ ), яку встановлюють для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні, може бути:*

- а)** 2 типів;
- б) 3 типів;
- в) 4 типів;
- г) 5 типів.

**ТЗ до розділу 2**

**ТЗ №22.** *Згідно вимог Гігієнічної класифікації праці, робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів може бути дозволена тільки в разі:*

- а) застосуванні засобів колективного захисту;
- б)** застосуванні засобів колективного та індивідуального захисту і скороченні часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом);
- в) застосуванні засобів індивідуального захисту;
- г) скороченні часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом).

**ТЗ №23.** *Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на:*

- а) 2 класи;
- б) 3 класи;
- в) 3 ступеня;
- г)** 4 ступеня.

**ТЗ №24.** *При дії хімічного фактора ступінь шкідливості та небезпечності умов праці встановлюється за:*

- а) максимальними концентраціями шкідливих речовин;
- б) за середньозмінними концентраціями шкідливих речовин;
- в)** максимальними концентраціями шкідливих речовин, а також за середньозмінними концентраціями шкідливих речовин;
- г) середньоквадратичними значеннями за робочу зміну.

**ТЗ №25.** *При послідовній дії двох та більшого числа шкідливих речовин різноспрямованої дії умови праці оцінюють за речовиною, концентрація якої відповідає:*

- а) найнижчому класу шкідливості;



- б) найнижчому класу та ступеню шкідливості;
- в) найвищому ступеню шкідливості;
- г) найвищому класу шкідливості ;
- д)** найвищому класу та ступеню шкідливості;

**Ступінь шкідливості та небезпечності умов праці при дії віброакустичних факторів встановлюється з урахуванням їх:**

- а) безперервної дії;
- б) часових характеристик;
- в) якісних характеристик;
- г)** часових та якісних характеристик.

**ТЗ №26.** Згідно Гігієнічної класифікації за своєю дією мікроклімат поділяється на:

- а)** нагрівальний та охолоджувальний;
- б) оптимально-нагрівальний та оптимально-охолоджуваний;
- в) допустимо-нагрівальний та допустимо-охолоджувальний;
- г) теплий та холодний.

**ТЗ №27.** Згідно Гігієнічної класифікації у діапазоні інтенсивності теплового випромінювання від 141 до 1000 Вт/кв.м оцінка мікроклімату здійснюється за:

- а) середньою потужністю теплового випромінювання;
- б) максимальною температурою повітряного середовища;
- в)** ТНС-індексом;
- г) рівнем теплообміну між працюючим та навколишнім середовищем.

**ТЗ №28.** Засоби індивідуального захисту необхідно використовувати при тепловому опроміненні вище:

- а) 25,0 Вт/кв.м.;
- б) 50,0 Вт/кв.м.;
- в) 75,0 Вт/кв.м.;
- г)** 100,0 Вт/кв.м.

**ТЗ №29.** Згідно Гігієнічної класифікації, якщо при одночасній дії на працюючих неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань, що створюються декількома джерелами, які працюють в різних нормованих частотних діапазонах, виявлено перевищення ГДР у двох і більше нормованих частотних діапазонах, то клас умов праці на робочому місці встановлюється за фактором, що має:



- а) найменший ступінь шкідливості;
- б) найбільший ступінь шкідливості;
- в)** найбільший ступінь шкідливості, при цьому ступінь шкідливості збільшується на одну одиницю;
- г) найбільший ступінь шкідливості, при цьому ступінь шкідливості збільшується на дві одиниці.

**ТЗ №30.** При відсутності в приміщенні природного освітлення та засобів компенсації ультрафіолетової недостатності умови праці за показником „Природне освітлення” відносять до:

- а) класу 2;
- б) класу 3.1;
- в)** класу 3.2;
- г) класу 3.3.

**ТЗ №31.** За критерієм важкості праці найвищий ступінь важкості трудового процесу:

- а) клас 2;
- б) клас 3.1;
- в) клас 3.2;
- г)** клас 3.3.

**ТЗ №32.** При перевищенні максимальної і (або) неотримання мінімально необхідної кількості іонів в повітрі робочої зони і показника полярності іонів, умови праці за цим фактором відносять до:

- а) класу 2;
- б)** класу 3.1;
- в) класу 3.2;
- г) класу 3.3.

**ТЗ №33.** У випадку, якщо на робочому місці фактичні значення рівнів шкідливих факторів знаходяться в границях оптимальних або допустимих рівнів, умови праці на цьому робочому місці відповідають гігієнічним вимогам і відносяться відповідно до:

- а)** 1 або 2 класу;
- б) 1 або 3 класу;
- в) 2 або 3 класу;
- г) 3 або 4 класу.



**ТЗ №34.** План контролю умов праці на підприємствах складається:

- а) на рік;
- б) на два роки;
- в) на три роки;
- г) на п'ять років.

**ТЗ №35.** Паспортизація санітарно-технічного стану виробництв включає у себе перевірку відповідності умов праці на робочих місцях існуючим санітарно-гігієнічним вимогам та вимогам безпеки і передбачає:

- а) адміністративний контроль;
- б) складання протоколу про виявлені недоліки;
- в) інструментальні вимірювання параметрів шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища;
- г) адміністративні покарання за виявлені недоліки.

**ТЗ №36.** Паспортизація санітарно-гігієнічного стану виробництва проводиться (.....) під керівництвом служби охорони праці разом з представниками виробничих підрозділів підприємства.

- а) щорічно;
- б) один раз на два роки;
- в) один раз на три роки;
- г) один раз на п'ять років.

**ТЗ №37.** До „атестованих” робочих місць належать робочі місця, на яких стан умов праці належить до (.....) за Гігієнічною класифікацією.

- а) 1 - 2 класу;
- б) 1 - 3 класу;
- в) 2 - 3 класу;
- г) 1 - 4 класу.

**ТЗ №38.** До робочих місць, які „Атестовані і вимагають пільг і компенсацій” належать робочі місця, на яких стан умов праці належить (.....) за Гігієнічною класифікацією (важкі та шкідливі умови).

- а) до 1 - 2 класу;
- б) до 2 - 3 класу;



**В)** до 3 класу;

г) до 4 класу.

**ТЗ №39.** Атестація робочих місць за умовами праці проводиться атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначається наказом по підприємству, організації в строки, що передбачені колективним договором, але не рідше:

а) одного разу на рік;

б) одного разу на 2 роки;

**В)** одного разу на 3 роки;

г) одного разу на 5 років.

**ТЗ №40.** Запит на складання санітарно-гігієнічної характеристики подається (.....) протягом трьох робочих днів після встановлення у працівника діагнозу підозри на хронічне професійне захворювання (отруєння).

а) ФССНВ;

б) лікувально-профілактичним закладом;

**В)** закладом санітарно-епідеміологічною службою;

г) МНС.

**ТЗ №41.** Заклад державної санітарно-епідеміологічної служби протягом (.....) після складання та підписання акта всіма членами комісії готує санітарно-гігієнічну характеристику згідно з додатком 4 нормативного документу „Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці”

а) 2 робочих днів;

б) 3 робочих днів;

в) 4 робочих днів;

**Г)** 5 робочих днів.

**ТЗ №42.** Термін зберігання акта санітарно-епідеміологічного обстеження об'єкта складає:

а) 5 років;

б) 25 років;

**В)** 45 років;

г) 50 років.

**ТЗ №43.** Санітарно-гігієнічна характеристика складається:



- а) у 2 примірниках;
- б) у 3 примірниках;
- в) у 4 примірниках;**
- г) у 6 примірниках.

**ТЗ №44.** Санітарно-гігієнічна характеристика може бути використана протягом (.....), якщо умови праці працівника за цей час не змінились, що підтверджується довідкою роботодавця та відповідного закладу державної санітарно-епідеміологічної служби.

- а) 5 років;**
- б) 25 років;
- в) 45 років;
- г) 50 років.

*ТЗ до розділу 3*

**ТЗ №45.** Санітарно-захисна зона створюється:

- а) навкруги небезпечної зони обладнання;
- б) біля небезпечних об'єктів виробництва;
- в) тільки у разі епідеміологічної небезпеки;
- г) між підприємством та житловим районом;**
- д) тільки у разі аварії на виробництві.

**ТЗ №46.** Санітарними нормами встановлено (.....) підприємств, виробництв і об'єктів в залежності від їх потужності, умов технологічного процесу, характеру та кількості викидів в навколишнє середовище шкідливих речовин та речовин, що мають неприємний запах, чи шкідливих фізичних впливів, а також з урахуванням передбачуваних заходів щодо зменшення їх несприятливого впливу на довкілля.

- а) два класи;
- б) три класи;
- в) чотири класи;
- г) п'ять класів;**
- д) шість класів.

**ТЗ №47.** Планування території промислових підприємств здійснюється у відповідності до:

- а) санітарно-гігієнічних вимог;
- б) вимог безпеки праці і пожежної безпеки;



**В)** санітарно-гігієнічних вимог та вимог безпеки праці і пожежної безпеки;

г) вказівок галузевого міністерства;

д) санітарно-гігієнічних вимог та вимог пожежної безпеки.

**ТЗ №48.** Санітарні розриви між будівлями, що освітлюються через віконні прорізи, приймаються:

а) не менше 30 м;

б) не менше 75 м;

в) не менше половини найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщенні напроти;

г) не менше однієї третини найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщенні напроти;

**д)** не менше найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщенні напроти.

**ТЗ №49.** Згідно з вимогами СН 245-71 (ДНАОП 0.03-3.01-71) «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» висота виробничих приміщень повинна бути не менше (.....), об'єм не менше (.....) і площа не менше (.....) відповідно на кожного працівника.

а)  $(2 \text{ м})/(10 \text{ м}^3)/(3 \text{ м}^2)$ ;

б)  $(3)/(12 \text{ м}^3)/(3,5 \text{ м}^2)$ ;

**в)**  $(3,2 \text{ м})/(15 \text{ м}^3)/(4,5 \text{ м}^2)$ ;

г)  $(3,5 \text{ м})/(17,5 \text{ м}^3)/(5 \text{ м}^2)$ ;

д)  $(3,75 \text{ м})/(20 \text{ м}^3)/(5,5 \text{ м}^2)$ .

**ТЗ №50.** Робоча поза працюючого може бути:

а) статичною;

б) динамічною;

в) вільною динамічною;

г) заданою статичною;

**д)** вільною або заданою.

**ТЗ №51.** Вільна робоча поза означає можливість працювати:

а) у зручній позі;

б) без тривалих статичних перевантажень;

**в)** поперемінно сидячи та стоячи.

г) без обмежень у просторі робочого зони.



***T3 №52. Задані робочі пози це:***

- а) робочі пози відповідно до гігієнічних вимог;
- б) найбільш комфортні робочі пози;
- в) найбільш оптимальні робочі пози;
- г) робочі пози „сидячи” або „стоячи”.**

***T3 №53. Основним принципом при виборі системи робочих рухів є принцип:***

- а) „оптимізації рухів”;
- б) „мінімізації витрат енергії”;
- в) „економії рухів”;**
- г) „максимальної працездатності”.

***T3 №54. Робоче місце працівника (особливо, оператора) характеризує два поля:***

- а) інформаційне та моторне;**
- б) небезпечне та шкідливе;
- в) виробниче та небезпечне;
- г) зорове та рухове.

***T3 №55. В моторному полі виділяють:***

- а) дві зони;
- б) три зони;**
- в) чотири зони;
- г) п'ять зон.

***T3 №56. На робочому місці оператора зона оптимальної досяжності, в якій розміщують дуже важливі і найбільш часто використовувані (більше 2 раз за хвилину) органи управління, відноситься до (.....) моторного поля***

- а) 1 зони;**
- б) 2 зони;
- в) 3 зони;
- г) 4 зони.

***T3 №57. На робочому місці оператора зона легкої досяжності, в якій розміщують часто використовувані (2 рази за хвилину) органи управління, відноситься до (.....) моторного поля.***

- а) 1 зони;
- б) 2 зони;**
- в) 3 зони;





г) 4 зони.

**ТЗ №58.** На робочому місці оператора зона досяжності, в якій розміщують рідко чи епізодично використовувані (менше 2 раз за хвилину) органи управління відноситься до (.....) моторного поля.

- а) 1 зони;
- б) 2 зони;
- в) 3 зони;**
- г) 4 зони.

**ТЗ до розділу 4**

**ТЗ №59.** Гігієнічне нормування шкідливих речовин в повітрі робочої зони проводять по (.....) у відповідності з нормативними документами.

- а) сумарній масі шкідливих речовин в мг;
- б) гранично допустимих концентраціях в мг/м<sup>3</sup>;**
- в) наявності шкідливих речовин в % (від маси повітря в робочому приміщенні);
- г) наявності шкідливих речовин в % (від об'єму повітря в робочому приміщенні).

**ТЗ №60.** По ступеню впливу на організм шкідливі речовини поділяються на:

- а) два класи небезпеки;
- б) три класи небезпеки;
- в) чотири класи небезпеки;**
- г) п'ять класів небезпеки;
- д) шість класів небезпеки.

**ТЗ №61.** До якого класу відносяться шкідливі речовини, що мають ГДК<sub>рз</sub> менш 0,1 мг/м<sup>3</sup> у повітрі робочої зони (смертельна концентрація у повітрі менш 500мг/м<sup>3</sup>)?

- а) 1 клас (надзвичайно небезпечні);**
- б) 2 клас (високо небезпечні);
- в) 3 клас (помірковано небезпечні);
- г) 4 клас (мало небезпечні);
- д) 5 клас (безпечні).

**ТЗ №62.** До якого класу відносяться шкідливі речовини, що



мають  $ГДК_{pz} = 0,1 \div 1,0 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $500-5000 \text{ мг/м}^3$ )?

- а) 1 клас (надзвичайно небезпечні);
- ☒ б) 2 клас (високо небезпечні);
- в) 3 клас (помірковано небезпечні);
- г) 4 клас (мало небезпечні);
- д) 5 клас (безпечні).

**ТЗ №63.** До якого класу відносяться шкідливі речовини, що мають  $ГДК_{pz} = 0,1 \div 10,0 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $5000 \div 50000 \text{ мг/м}^3$ )?

- а) 1 клас (надзвичайно небезпечні);
- б) 2 клас (високо небезпечні);
- ☒ в) 3 клас (помірковано небезпечні);
- г) 4 клас (мало небезпечні);
- д) 5 клас (безпечні).

**ТЗ №64.** До якого класу відносяться шкідливі речовини, що мають  $ГДК_{pz}$  більше  $10,0 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $> 50000 \text{ мг/м}^3$ )?

- а) 1 клас (надзвичайно небезпечні);
- б) 2 клас (високо небезпечні);
- в) 3 клас (помірковано небезпечні);
- ☒ г) 4 клас (мало небезпечні);
- д) 5 клас (безпечні).

**ТЗ №65.** Організована природна вентиляція має назву:

- а) інфільтрація;
- ☒ б) аерація;
- в) механічна вентиляція;
- г) змішана вентиляція;
- д) штучна вентиляція.

**ТЗ №66.** Для збільшення тиску в системах природної вентиляції на даху будівлі витяжні шахти обладнуються (.....), які розташовують у зоні ефективної дії вітру.

- а) концентраторами тиску;
- б) насадками-розсіювачами;
- ☒ в) насадками-дефлекторами;



г) вентиляторами;

д) крильчастими анемометрами.

**ТЗ №67.** Як правило, організована природна загальнообмінна вентиляція виробничих приміщень здійснюється в результаті надходження і видалення повітря через фрамуги вікон та аераційні ліхтарі, і така вентиляція називається:

а) інфільтрація;

б) аерація;

в) канална аерація;

г) безканална аерація.

**ТЗ №68.** Якщо система механічної вентиляції призначена для подачі повітря, то вона називається:

а) припливно-витяжною;

б) витяжною;

в) припливною;

г) комбінованою;

д) штучною.

**ТЗ №69.** Якщо система механічної вентиляції призначена для видалення повітря, то вона називається:

а) припливно-витяжною;

б) витяжною;

в) припливною;

г) комбінованою;

д) штучною.

**ТЗ №70.** Якщо система механічної вентиляції призначена як для подачі повітря, так і для його видалення, то вона називається:

а) сумісною;

б) припливно-витяжною;

в) комбінованою витяжною;

г) комбінованою припливною;

д) штучною інтегрованою.

**ТЗ №71.** В окремих випадках для скорочення експлуатаційних витрат на нагрівання повітря застосовують системи вентиляцій з частковою (.....) - до свіжого повітря підмішується повітря, вилучене із приміщення.



- а) аерацією;
- б) інфільтрацією;
- в) циркуляцією.
- г) рециркуляцією;**

***ТЗ №72. По місцю дії вентиляція може бути:***

- а) природною та штучною;
- б) загальнообмінною і місцевою;**
- в) вертикальною та горизонтальною;
- г) радіальною чи круговою;
- д) однобічною та двобічною.

***ТЗ №73. У залежності від складу переміщуваного повітря вентилятори можуть виготовлятися з різних матеріалів і мати:***

- а) звичайне та температурозахищене виконання;
- б) звичайне, температурозахищене та вологозахищене виконання;
- в) звичайне, пилозахищене, антикорозійне та вибухобезпечне виконання.**
- г) звичайне, температурозахищене, вологозахищене, пилозахищене, антикорозійне, пожежобезпечне та вибухобезпечне виконання.

***ТЗ №74. Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються наступними параметрами:***

- а) температурою повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ), швидкістю руху повітря (м/с), відотною вологістю повітря (%), інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінювання ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ );**
- б) температурою повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ), швидкістю руху повітря (м/с) та абсолютною вологістю повітря (%);
- в) температурою повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ), відотною вологістю повітря (%) та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінювання ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ );
- г) температурою повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ), швидкістю руху повітря (м/с) та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінювання ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ );
- д) оптимальними та допустимими значеннями температури повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ), швидкості руху повітря (м/с) та абсолютної вологості повітря (%).

***ТЗ №75. Збільшення температури повітря виробничого середовища з  $20^{\circ}\text{C}$  до  $35^{\circ}\text{C}$  приводить до зниження працездатності людини на:***



- а) 15-20%;
- б) 25-50%;
- в) 50-60%;**
- г) 50-75%.

***ТЗ №76. При санітарно-гігієнічному нормуванні умов праці виділяють:***

- а) два періоду року;**
- б) три періоду року;
- в) чотири періоду року;
- г) п'ять періодів року.

***ТЗ №77. При санітарно-гігієнічному нормуванні умов праці виділяють: два періоду року - теплий та холодний. В теплий період року середньодобова температура зовнішнього середовища вище:***

- а) 0°C;
- б) +5°C;
- в) +10°C;**
- г) +15°C;
- д) +20°C.

***ТЗ №78. При санітарно-гігієнічному нормуванні умов праці виділяють: два періоду року - теплий та холодний. В холодний період року середньодобова температура зовнішнього середовища не перевищує:***

- а) 0°C;
- б) -5°C;
- в) -10°C;
- г) +10°C;**
- д) +15°C.

***ТЗ №79. При санітарно-гігієнічному нормуванні умов праці виділяють (.....) виду робочих місць.***

- а) два;**
- б) три;
- в) чотири;
- г) більш ніж чотири.

***ТЗ №80. Постійне робоче місце - працюючий знаходиться на робочому місці не менше (.....) всього робочого часу, або не***



**менше (....) годин безперервно.**

- а) (25%)/1;
- б) (30%)/1,5;
- в) (50%)/2;**
- г) (60%)/2,5;
- д) (75%)/3.

**ТЗ №81.** *Непостійне робоче місце - працюючий знаходиться на робочому місці менше ніж (.....) всього робочого часу, або менше ніж (.....) години безперервно.*

- а) (25%)/1;
- б) (30%)/1,5;
- в) (40%)/2;
- г) (50%)/2;**
- д) (75%)/3.

**ТЗ №82.** *Згідно ДСН 3.3.6.042-99, усі роботи, залежно від загальних енерговитрат організму, поділяються на:*

- а) дві категорії;
- б) три категорії;**
- в) чотири категорії;
- г) п'ять категорій;
- д) шість категорій.

**ТЗ №83.** *Згідно ДСН 3.3.6.042-99 мікрокліматичні умови можуть бути:*

- а) оптимальні та екстремальні;
- б) оптимальні та неоптимальні;
- в) оптимальні та допустимі;**
- г) допустимі та максимальні.

**ТЗ №84.** *При наявності джерел з інтенсивністю 35,0 Вт/м<sup>2</sup> та більше, температура повітря на робочих місцях не повинна перевищувати: для постійних робочих місць (.....); для непостійних робочих місць (.....).*

- а) (верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року)/ (верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць);**
- б) (верхніх меж допустимих значень для теплого періоду року)/ (верхніх меж оптимальних значень для постійних робочих місць);
- в) (верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року)/



(верхніх меж оптимальних значень для постійних робочих місць);  
г) (верхніх меж допустимих значень для теплого періоду року)/  
(верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць).

**ТЗ №85.** При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до:

- а) 100,0 Вт/м<sup>2</sup>;
- б) 120,0 Вт/м<sup>2</sup>;
- в) 140,0 Вт/м<sup>2</sup>;**
- г) 180,0 Вт/м<sup>2</sup>;
- д) 200,0 Вт/м<sup>2</sup>.

**ТЗ №86.** Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури (.....) у відповідності з ГОСТ 12.4.176-89 та ГОСТ 12.4.016-87.

- а) 30°C;
- б) 35°C;
- в) 40°C;**
- г) 45°C;
- д) 50°C.

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**ТЗ №87.** В залежності від функціонального призначення установки для кондиціонування повітря поділяються на:

- а) централізовані та місцеві;**
- б) рідинні та газові;
- в) відкритого та замкнутого циклу;
- г) зосереджені та розподільні;
- д) внутрішні, зовнішні та комбіновані.

**ТЗ №88.** В яких системах кондиціонування повітря (СКП) приготування та обробка, як зовнішнього повітря так і частини рециркуляційного повітря, здійснюється в спеціально обладнаних для цього окремих приміщеннях з подальшим розподілом повітря по повітроводам в приміщення, що обслуговуються?

- а) в місцевих СКП;
- б) в комбінованих СКП;
- в) в централізованих СКП;**
- г) в автоматизованих СКП;
- д) в розподільних СКП.



**ТЗ №89.** Місцеві системи кондиціонування повітря поділяються на:

- а) рідині та газові;
- б) відкритого та замкнутого циклу;
- в) зосереджені та розподільні;
- г) загальні та комбіновані;
- д) автономні та неавтономні.**

**ТЗ №90.** Світлові випромінювання - це електромагнітні випромінювання лише певної частки оптичного діапазону, які сприймаються органами зору людини і мають діапазон довжин хвиль:

- а) від 10 до 200 нм;
- б) від 200 до 380 нм;
- в) від 380 до 760 нм;**
- г) від 760 до 1500 нм;
- д) від 1500 до 5400 нм.

**ТЗ №91.** Поверхні, що добре освітлюються, краще фарбувати в ті кольори, які забезпечують коефіцієнт відбивання від 0,4 до 0,6, а також бажано, щоб вони мали:

- а) глянцевою поверхню;
- б) матову або напівматову поверхню;**
- в) поверхню зеленого кольору;
- г) темну поверхню;
- д) темну глянцевою поверхню.

**ТЗ №92.** Одиниця виміру світлового потоку це:

- а) люкс (лк);
- б) кандела (кд);
- в) люмен (лм);**
- г) кандела на квадратний метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ) або ніт;
- д) люмен на квадратний метр ( $\text{лм}/\text{м}^2$ ).

**ТЗ №93.** Одиниця виміру сили світла це :

- а) люкс (лк);
- б) кандела (кд);**
- в) люмен (лм);
- г) кандела на квадратний метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ) або ніт;
- д) люмен на квадратний метр ( $\text{лм}/\text{м}^2$ ).





***ТЗ №94. Одиниця виміру освітленості це:***

- а)** люкс (лк);
- б) кандела (кд);
- в) люмен (лм);
- г) кандела на квадратний метр (кд/м<sup>2</sup>) або ніт;
- д) люмен на квадратний метр (лм/ м<sup>2</sup>).

***ТЗ №95. Одиниця виміру яскравості це:***

- а) люкс (лк);
- б) кандела (кд);
- в) люмен (лм);
- г)** кандела на квадратний метр (кд/м<sup>2</sup>) або ніт;
- д) люмен на квадратний метр (лм/ м<sup>2</sup>).

***ТЗ №96. Освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним, називається:***

- а)** суміщеним;
- б) комбінованим;
- в) інтегрованим;
- г) багатофункціональним;
- д) загальним локалізованим.

***ТЗ №97. Природне освітлення поділяється на:***

- а) верхнє та бокове;
- б) верхнє, бокове (одно або двобічне);
- в)** верхнє, бокове та комбіноване;
- г) верхнє, бокове та суміщене;
- д) загальне та місцеве.

***ТЗ №98. Штучне освітлення поділяється на:***

- а) верхнє та бокове;
- б) верхнє, бокове та комбіноване;
- в) верхнє, бокове та суміщене;
- г) загальне та місцеве;
- д)** загальне, місцеве та комбіноване.

***ТЗ №99. Штучне загальне освітлення поділяється на:***

- а) верхнє та бокове;
- б) верхнє, бокове та комбіноване;
- в) верхнє, бокове та суміщене;
- г)** загальне рівномірне та загальне локалізоване;



д) загальне рівномірне та загальне комбіноване.

**ТЗ №100.** *За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на:*

- а) робоче, чергове та аварійне;
- б) робоче, евакуаційне та охоронне;
- в)** робоче, чергове, аварійне, евакуаційне та охоронне;
- г) робоче, чергове, аварійне, евакуаційне та постійне охоронне;
- д) загальне робоче, чергове, аварійне, евакуаційне та охоронне.

**ТЗ №101.** *Кількісна оцінка природного освітлення у виробничих приміщеннях здійснюється за таким показником, як:*

- а) внутрішня освітленість робочого приміщення;
- б) зовнішня освітленість;
- в) освітленість на робочій поверхні;
- г)** коефіцієнт природного освітлення;
- д) коефіцієнт освітленості на робочих поверхнях.

**ТЗ №102.** *Згідно ДБН В.2.5-28-2006 нормоване значення КПО ( $e_N$ ) для будинків, розташованих у різних районах світлового клімату, слід визначати з урахуванням:*

- а) коефіцієнтів світлового клімату та сонячності;
- б)** коефіцієнту світлового клімату;
- в) в залежності від виду світлових прорізів у робочому приміщенні та їх орієнтації за сторонами горизонту;
- г) коефіцієнтів світлового клімату та сонячності і в залежності від виду світлових прорізів та їх орієнтації за сторонами горизонту.

**ТЗ №103.** *За системи бокового природного освітлення (через віконні прорізи у стінах) нормується:*

- а)** мінімальне значення КПО;
- б) максимальне значення КПО;
- в) середнє значення КПО;
- г) середньоквадратичне значення КПО;
- д) середньгеометричне значення КПО.

**ТЗ №104.** *В разі використання бокової однобічної системи освітлення у виробничих приміщеннях глибиною до 6м - КПО нормується у точці, яка розташована на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані (.....) від стіни, найбільш віддаленої*



- а) 0,5 м;
- б) 1 м;**
- в) 1,5 м;
- г) 2 м.

**ТЗ №105.** За системи верхнього природного освітлення (через ліхтарі, світлові прорізи у даху будівлі), або комбінованої системи верхнього та бокового природного освітлення нормується (.....) КПО, який обчислюється за результатами вимірювань у  $n$  точках (не менш 5), які розташовані на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги).

- а) середньоквадратичне значення;
- б) середньгеометричне значення;
- в) середнє значення;**
- г) сумарне значення;
- д) інтегроване значення.

**ТЗ №106.** При штучному освітленні нормативною величиною є абсолютне значення (.....) на робочих поверхнях.

- а) яскравості (В);**
- б) освітленості (Е);
- в) контрасту об'єкту розрізнення та фону (К);
- г) коефіцієнту відбиття від робочих поверхонь ( $\rho$ ).

**ТЗ №107.** Для виробничих приміщень згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначено всього (.....) розрядів зорової роботи.

- а) п'ять;
- б) шість;
- в) сім;
- г) вісім;**
- д) десять.

**ТЗ №108.** Найвищу точність (найменший розмір об'єкту розрізнення) забезпечує (.....) розряд зорової роботи.

- а) I;**
- б) II;
- в) VI;
- г) VII;



д) VIII.

**ТЗ №109.** Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 для виробничих приміщень I-V розряди зорової роботи та VIII розряд мають:

- а) по два підрозряди (а,б);
- б) по три під розряди (а,б,в);
- в)** по чотири підрозряди (а, б, в, г);
- г) по 'ять під розрядів (а,б,в,г,д);
- д) по шість під розрядів (а,б,в,г,д,е).

**ТЗ №110.** Найбільша нормована освітленість для штучного освітлення (розряд Ia) складає (.....), для природного – (.....).

- а) (1000 лк) /(2%);
- б) (2000 лк) /(3%);
- в) (3000 лк) /(4%);
- г) (4000 лк) /(5%);
- д)** (5000 лк) /(6%).

**ТЗ №111.** Для приміщень громадських, адміністративно-побутових та житлових будівель та споруд, згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначено (.....) в залежності від характеристики зорової роботи та розміру об'єкта розрізнення.

- а) п'ять розрядів зорової роботи (А,Б,В,Г,Д);
- б) шість розрядів зорової роботи (А,Б,В,Г,Д,Е);
- в) сім розрядів зорової роботи (А,Б,В,Г,Д,Е,Ж);
- г)** вісім розрядів зорової роботи (А,Б,В,Г,Д,Е,Ж,З);
- д) дев'ять розрядів зорової роботи (А,Б,В,Г,Д,Е,Ж,З,К).

**ТЗ №112.** Метод коефіцієнта використання потоку світла використовується для розрахунку:

- а) місцевого освітлення;
- б) загального локалізованого освітлення;
- в)** загального рівномірного освітлення;
- г) загального рівномірного та локалізованого освітлення;
- д) загального та місцевого освітлення.

**ТЗ №113.** Точковий метод використовується для розрахунку:

- а) загального освітлення;
- б) загального рівномірного освітлення;
- в) загального та місцевого освітлення;



г) загального освітлення та освітлення негоризонтальних площин та великих територій;

д) локалізованого та місцевого освітлення, а також освітлення негоризонтальних площин та великих територій.

***ТЗ №114. Різновидом методу коефіцієнта використання потоку світла є:***

- а) точковий метод;
- б) метод питомої потужності;
- в) метод ізолюкс;
- г) диференційований метод;
- д) метод інтегрованої потужності.

***ТЗ №115. Різновидом точкового методу розрахунку освітленості є:***

- а) метод коефіцієнта використання потоку світла;
- б) метод питомої потужності;
- в) метод ізолюкс;
- г) диференційований метод;
- д) метод інтегрованої потужності.

***ТЗ №116. Шум – це хаотичне сполучення (.....) різної частоти та інтенсивності, які знаходяться в межах чутливості органів слуху людини щодо частотного діапазону.***

- а) коливань;
- б) вібрацій;
- в) звуків;
- г) випромінювань.

***ТЗ №117. На відміну від шуму ультра- та інфразвук, які теж вважаються звуковими коливаннями, виходять за межі чутливості органів слуху людини за таким параметром, як:***

- а) інтенсивність коливань;
- б) частотний діапазон;
- в) динамічний діапазон;
- г) потужність коливань;
- д) поріг більшого відчуття.

***ТЗ №118. Найбільша чутність звуку людиною має місце у діапазоні:***

- а) 20-100 Гц;



- б) 100-800 Гц;
- в) 800-4000 Гц;**
- г) 4000-8000 Гц;
- д) 8000-16000 Гц.

**ТЗ №119.** Найменша чутність звуку людиною має місце у діапазоні:

- а) 20-100 Гц.**
- б) 100-800 Гц;
- в) 800-4000 Гц;
- г) 4000-6000 Гц;
- д) 6000-8000 Гц.

**ТЗ №120.** Динамічний діапазон по звуковому тиску, в якому людина відчуває звук без шкоди своєму здоров'ю (це відношення звукового тиску верхнього больового порогу до звукового тиску нижнього порогу чутності на частоті 1000 Гц), може сягати:

- а)  $10^2$ ;
- б)  $10^3$ ;
- в)  $10^4$ ;
- г)  $10^6$ ;
- д)  $10^7$ .**

**ТЗ №121.** Логарифмічні значення рівня звукової інтенсивності ( $L_i$ ) та рівня звукового тиску ( $L_p$ ), які виражаються у децибелах (дБ) по абсолютному значенню:

- а) дорівнюють один одному ( $L_i = L_p$ );**
- б) не дорівнюють один одному ( $L_i < L_p$ );
- в) не дорівнюють один одному ( $L_i > L_p$ );
- г) відрізняються у два рази ( $L_i = 2 L_p$ );
- д) відрізняються у два рази ( $2 L_i = L_p$ ).

**ТЗ №122.** За часовими характеристиками шуми поділяють на:

- а) безперервні та переривчасті;
- б) безперервні та імпульсні;
- в) імпульсні та переривчасті;



г) постійні та непостійні;

д) постійні та з коливаннями у часі.

**ТЗ №123.** Методи санітарно-гігієнічного нормування постійних шумів, це методи:

а) граничних спектрів та еквівалентного рівня;

б) граничних спектрів і рівнів звуку;

в) еквівалентного та максимального рівнів;

г) рівня звуку та еквівалентного рівня;

д) граничних спектрів та максимального рівня.

**ТЗ №124.** Для характеристики непостійного шуму на робочих місцях використовують такий параметр, як:

а) рівень звуку;

б) максимальний рівень звуку;

в) еквівалентний (за енергією) рівень звуку;

г) максимальна потужність непостійного шуму;

д) еквівалентна потужність непостійного шуму.

**ТЗ №125.** Контроль рівня шуму на робочих місцях згідно вимог ДСН 3.3.6.037-99 повинен здійснюватися не рідше:

а) одного разу на 3 місяці;

б) одного разу на 6 місяців;

в) одного разу на рік;

г) одного разу на 2 роки;

д) одного разу на 3 роки.

**ТЗ №126.** Для контролю відповідності фактичних рівнів шуму на робочих місцях допустимим рівням необхідно вимірювати шум, коли працює не менше (.....) розташованого у даному виробничому приміщенні одиниць технологічного обладнання при найбільш характерному режимі його роботи.

а) 25%;

б) 30%;

в) 100%;

г) 2/3;

д) 1/2.

**ТЗ №127.** Технічні заходи по зменшенню впливу шуму на працівників поділяються на заходи, що використовуються:

а) в джерелі виникнення та на шляху розповсюдження;



б) на шляху розповсюдження та у зоні сприйняття;

**в)** в джерелі виникнення, на шляху розповсюдження та у зоні сприйняття;

г) у зоні сприйняття та в джерелі виникнення;

д) для звукоізоляції та відбиття звуку.

**ТЗ №128.** Для зниження шуму газодинамічного обладнання частіше всього використовують:

а) поглинаючі покриття;

б) ізолювальні пристрої;

в) засоби індивідуального захисту;

**г)** глушники шуму;

д) методи колективного захисту.

**ТЗ №129.** Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) дозволяють знизити рівні звукового тиску на:

а) 7-15 дБ;

б) 7-20 дБ;

**в)** 7-45 дБ;

г) 10-60 дБ;

д) 40-60 дБ.

**ТЗ №130.** Згідно ДСН 3.3.6.037-99 (ГОСТ 12.1.001-83) ультразвуковий частотний діапазон поділяється на:

а) низькочастотний, середньо частотний та високочастотний;

**б)** низькочастотний та високочастотний;

в) низькочастотний та середньо частотний;

г) середньо частотний та високочастотний.

**ТЗ №131.** Яким шляхом розповсюджуються високочастотні ультразвукові коливання (від  $1,0 \cdot 10^5$  до  $1,0 \cdot 10^9$  Гц)?

а) повітряним та контактним шляхом;

б) лише повітряним шляхом;

**в)** лише контактним шляхом;

г) будь яким шляхом.

**ТЗ №132.** Дієвим засобом захисту від інфразвуку є тільки зниження рівня інфразвуку:

**а)** в самому джерелі його випромінювання;

б) на шляху його розповсюдження;

в) за рахунок використання ЗІЗ;





- г) за рахунок використання ізолюючих екранів;
- д) за рахунок використання поглинаючих екранів.

***ТЗ №133. Згідно з санітарно-гігієнічними вимогами які саме параметри виробничої вібрації нормують:***

- а) віброприскорення та частота;
- б) частота та віброшвидкість;
- в) амплітуда коливань та віброприскорення;
- г) віброшвидкість та віброприскорення;
- д) амплітуда коливань та віброшвидкість.

***ТЗ №134. Загальну вібрацію за джерелом виникнення поділяють на:***

- а) два класи;
- б) три класи;
- в) дві категорії;
- г) три категорії;
- д) чотири категорії.

***ТЗ №135. Технологічна вібрація відноситься до якої категорії?***

- а) першої;
- б) другої;
- в) третьої;
- г) четвертої.

***ТЗ №136. Транспортно-технологічна вібрація відноситься до якої категорії?***

- а) першої;
- б) другої;
- в) третьої;
- г) четвертої.

***ТЗ №137. За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:***

- а) постійні та непостійні;
- б) імпульсні та переривчасті;
- в) довготривалі та недовготривалі;
- г) постійні та недовготривалі.

***ТЗ №138. Вібрації з якою частотою здатні викликати резонанс внутрішніх органів людини і таким чином призвести до***



**травм, розриву артерій, тощо?**

- а) з частотою 1...2 Гц;
- б) з частотою 6...7 Гц;**
- в) з частотою 15...20 Гц;
- г) з частотою 25...30 Гц;
- д) з частотою 35...45 Гц.

**ТЗ №139.** Віб्रोізолятори можуть знижувати коефіцієнт передачі динамічних сил на об'єкт, який захищається, тільки за умови, що відношення частоти збудження ( $f_3$ ) та власної частоти ( $f_0$ ) коливань системи:

- а)  $(f_3/f_0) > 1$ ;
- б)  $(f_3/f_0) > \sqrt{2}$ ;**
- в)  $(f_3/f_0) < 1$ ;
- г)  $(f_3/f_0) < \sqrt{2}$ .

**ТЗ №140.** Для ізотропного випромінювача ЕМП ближня зона (зона індукції) випромінювача знаходиться від нього на відстані:

- а)  $r_{\text{а.с.}} \leq \frac{\lambda}{2\pi}$ ,** де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі;
- б)  $r_{\text{а.с.}} \leq \frac{\lambda}{\pi}$ , де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі;
- в)  $r_{\text{а.с.}} \leq \frac{2\lambda}{\pi}$ , де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі;
- г)  $r_{\text{а.с.}} \leq \lambda$ , де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі.

**ТЗ №141.** Для ізотропного випромінювача ЕМП дальня зона випромінювача знаходиться від нього на відстані:

- а)  $r \geq \frac{\lambda}{\pi}$ ,** де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі;
- б)  $r < \frac{\lambda}{\pi}$ , де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі;
- в)  $r \geq \frac{\lambda}{2\pi}$ , де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі;



г)  $r \geq \frac{\lambda}{4}$ , де  $\lambda$  – довжина електромагнітної хвилі.

**ТЗ №142.** *Гранично допустимий рівень (ГДР) постійного магнітного поля ( $H_{\text{до}}$ , кА/м) протягом робочого дня не повинен перевищувати:*

- а) 2 кА/м;
- б) 5 кА/м;
- в) 8 кА/м;**
- г) 10 кА/м;
- д) 20 кА/м.

**ТЗ №143.** *Напруженість електростатичного поля на робочих місцях з ВДТ не повинна перевищувати:*

- а) 5 кВ/м;
- б) 10 кВ/м;
- в) 15 кВ/м;
- г) 20 кВ/м;**
- д) 25 кВ/м.

**ТЗ №144.** *Перебування в електричному полі промислової частоти напруженістю до 5 кВ/м включно допускається протягом:*

- а) 2 годин;
- б) 4 годин;
- в) не більше 1 години;
- г) 8-часового робочого дня.**

**ТЗ №145.** *При напруженості електричного поля промислової частоти від 20 до 25 кВ/м час перебування персоналу в контрольованій зоні не повинен перевищувати:*

- а) 10 хвилин;**
- б) 30 хвилин;
- в) 1 години;
- г) 2 годин;
- д) 8 годин.

**ТЗ №146.** *Забороняється перебування без ЗІЗ в електричному полі промислової частоти напруженістю понад:*

- а) 5 кВ/м;
- б) 10 кВ/м;**



в) 25 кВ/м;

г) 30 кВ/м;

д) 50 кВ/м.

**ТЗ №147.** Які із приведених нижче параметрів використовуються для нормування ЕМП у діапазоні частот від 1 кГц до 300 МГц?

а)  $E_{\text{гд макс}} \text{ (В/м)}$ ;  $H_{\text{гд макс}} \text{ (А/м)}$ ;б)  $EH_{\text{Егд}} \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;  $EH_{\text{Над}} \text{ (А/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;в)  $ГПЕ_{\text{гд}} \text{ (Вт/м}^2\text{)}$ ;  $EH_{\text{ГПЕгд}} \text{ (Вт} \cdot \text{год/м}^2\text{)}$ ;г)  $E_{\text{гд макс}} \text{ (В/м)}$ ;  $H_{\text{гд макс}} \text{ (А/м)}$ ;  $EH_{\text{Егд}} \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;  $EH_{\text{Нгд}} \text{ (А/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;д)  $EH_{\text{ГПЕгд}} \text{ (Вт} \cdot \text{год/м}^2\text{)}$ .

**ТЗ №148.** Які із приведених нижче параметрів використовуються для нормування ЕМП у діапазоні частот від 300 МГц до 300 ГГц?

а)  $E_{\text{гд макс}} \text{ (В/м)}$ ;  $H_{\text{гд макс}} \text{ (А/м)}$ ;б)  $EH_{\text{Егд}} \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;  $EH_{\text{Над}} \text{ (А/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;в)  $ГПЕ_{\text{гд}} \text{ (Вт/м}^2\text{)}$ ;  $EH_{\text{ГПЕгд}} \text{ (Вт} \cdot \text{год/м}^2\text{)}$ ;г)  $E_{\text{гд макс}} \text{ (В/м)}$ ;  $H_{\text{гд макс}} \text{ (А/м)}$ ;  $EH_{\text{Егд}} \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;  $EH_{\text{Нгд}} \text{ (А/м)}^2 \cdot \text{год}$ ;д)  $EH_{\text{ГПЕгд}} \text{ (Вт} \cdot \text{год/м}^2\text{)}$ .

**ТЗ №149.** Для усіх випадків впливу ЕМП, крім опромінення від обертових і скануючих антен, коефіцієнт послаблення біологічної ефективності ЕМП ( $ГПЕ_{\text{ед}} = K \cdot \frac{\dot{A} \dot{I} \dot{A} \dot{A}}{\dot{O}}$ ) дорівнює:

а)  $K=1$ ;б)  $K=2$ ;в)  $K=5$ ;г)  $K=10$ .

**ТЗ №150.** У випадку опромінення від обертових і скануючих антен коефіцієнт послаблення біологічної ефективності ЕМП ( $ГПЕ_{\text{ед}} = K \cdot \frac{\dot{A} \dot{I} \dot{A} \dot{A}}{\dot{O}}$ ) дорівнює:

а)  $K=1$ ;б)  $K=2$ ;в)  $K=5$ ;г)  $K=10$ .

**ТЗ №151.** Гранично допустимі рівні електромагнітних по-



лів для населення в діапазоні частот  $>300$  МГц (ГПЕ<sub>20</sub>) не повинні перевищувати:

- а)  $1 \text{ мкВт/см}^2$ ;
- б)  $2 \text{ мкВт/см}^2$ ;
- в)  $2,5 \text{ мкВт/см}^2$ ;**
- г)  $5 \text{ мкВт/см}^2$ ;
- д)  $10 \text{ мкВт/см}^2$ .

**ТЗ №152.** У населеній місцевості гранично допустимі рівні ЕМП промислової частоти (Е<sub>20</sub>, В/м) не повинні перевищувати (.....), а всередині житлових будинків – (.....).

- а)  $(5 \text{ кВ/м}) - (0,5 \text{ кВ/м})$ ;**
- б)  $(10 \text{ кВ/м}) - (1,0 \text{ кВ/м})$ ;
- в)  $(15 \text{ кВ/м}) - (1,5 \text{ кВ/м})$ ;
- г)  $(20 \text{ кВ/м}) - (2,0 \text{ кВ/м})$ ;
- д)  $(25 \text{ кВ/м}) - (2,5 \text{ кВ/м})$ .

**ТЗ №153.** Для ЕМП з частотою більше  $300$  ГГц гранично допустимий рівень сумарного енергетичного навантаження (ЕН<sub>ГПЕ20</sub>) не повинен перевищувати:

- а)  $1 \text{ Вт} \cdot \text{год/м}^2$ ;
- б)  $2 \text{ Вт} \cdot \text{год/м}^2$ ;**
- в)  $7,5 \text{ Вт} \cdot \text{год/м}^2$ ;
- г)  $5 \text{ Вт} \cdot \text{год/м}^2$ ;
- д)  $10 \text{ Вт} \cdot \text{год/м}^2$ .

**ТЗ №154.** Екрани, які використовуються для захисту від шкідливої дії ЕМП радіочастотного діапазону, поділяють на:

- а) ізолюючі та поглинаючі;
- б) колективні та індивідуальні;
- в) відбиваючі і поглинаючі;**
- г) ізолюючі та сітчасті;
- д) відбиваючі, сітчасті та ізолюючі.

**ТЗ №155.** Відношення кроку сітки до довжини хвилі у сітчастих екранах повинно задовольняти нерівності:

- а)  $d/\lambda < 0,25$ ;
- б)  $d/\lambda < 0,5$ ;**
- в)  $d/\lambda < 1$ ;
- г)  $d/\lambda < 2$ .



**ТЗ №156.** Які саме області спектру інфрачервоного випромінювання (А, В чи С) мають найбільшу проникність через шкіру і позначаються як короткохвильові?

- ☒ а) А;
- б) А та В;
- в) В;
- г) С;
- д) В та С.

**ТЗ №157.** Згідно діючим санітарним нормам допустима щільність потоку ІЧ випромінювань не повинна перевищувати:

- а) 100 Вт/м<sup>2</sup>;
- б) 250 Вт/м<sup>2</sup>;
- в) 300 Вт/м<sup>2</sup>;
- ☒ г) 350 Вт/м<sup>2</sup>;
- д) 400 Вт/м<sup>2</sup>.

**ТЗ №158.** Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів та інсоляція від заскленних огорожень не повинна перевищувати (.....) при опроміненні >50 % поверхні тіла людини.

- а) 15 Вт/м<sup>2</sup>;
- б) 25 Вт/м<sup>2</sup>;
- ☒ в) 35 Вт/м<sup>2</sup>;
- г) 45 Вт/м<sup>2</sup>;
- д) 55 Вт/м<sup>2</sup>.

**ТЗ №159.** Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування та освітлювальних приладів не повинна перевищувати (.....) при опроміненні ≤25% поверхні тіла людини.

- а) 25 Вт/м<sup>2</sup>;
- б) 35 Вт/м<sup>2</sup>;
- в) 70 Вт/м<sup>2</sup>;
- ☒ г) 100 Вт/м<sup>2</sup>;
- д) 200 Вт/м<sup>2</sup>.

**ТЗ №160.** Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування та освітлювальних приладів не повинна перевищувати (.....) при опроміненні



**ні від 25% до 50% поверхні тіла людини.**

- а) 15 Вт/м<sup>2</sup>;
- б) 25 Вт/м<sup>2</sup>;
- в) 35 Вт/м<sup>2</sup>;
- г) 70Вт/м<sup>2</sup>;**
- д) 100 Вт/м<sup>2</sup>.

**ТЗ №161.** *Найефективнішими та найбільш економічними заходами щодо зменшення рівнів ІЧ випромінювання є:*

- а) захист відстанню та часом;
- б) теплоізоляція та екранування;**
- в) захист відстанню та використання ЗІЗ;
- г) використання ЗІЗ та обмеження часу роботи.

**ТЗ №162.** *У разі наявності теплового опромінювання від 140 до 350 Вт/м<sup>2</sup> необхідно на постійних робочих місцях збільшувати швидкість руху повітря на (.....) по відношенню до нормованої величини.*

- а) 0,1 м/с;
- б) 0,2 м/с;**
- в) 0,3 м/с;
- г) 0,4 м/с.

**ТЗ №163.** *УФ випромінювання має найбільш негативний вплив на:*

- а) шкіру;
- б) органи зору;**
- в) мозок;
- г) кров'яний тиск;
- д) серцево-судинну систему.

**ТЗ №164.** *Нормування УФ випромінювання здійснюється:*

- а) у трьох областях (А, В та С);**
- б) у чотирьох областях (А,В,С та Д);
- в) в залежності від органу, який опромінюється;
- г) в залежності від джерела випромінювання.

**ТЗ №165.** *Який з наведених нижче методів захисту від УФ випромінювання є найбільш раціональним?*

- а) захист відстанню;
- б) екранування робочих місць;
- в) захист часом;



г) застосування ЗІЗ;

д) екранування джерел випромінювання.

**ТЗ №166.** Скільки існує всього класів небезпеки лазерів?

а) два;

б) три;

☒ в) чотири;

г) п'ять;

д) шість.

**ТЗ №167.** Який з 4-х класів небезпеки лазерів є найбільш небезпечним?

а) 1 клас;

б) 2 клас;

в) 3 клас;

☒ г) 4 клас.

**ТЗ №168.** Який рівень освітленості повинен бути в робочих приміщеннях, в яких використовується лазерне обладнання?

а) КПО > 1%,  $E_{\text{заг}} > 100$  лк;

☒ б) КПО > 1,5%,  $E_{\text{заг}} > 150$  лк;

в) КПО > 2%,  $E_{\text{заг}} > 200$  лк;

г) КПО > 2%,  $E_{\text{заг}} > 300$  лк.

**ТЗ №169.** При якій густині потоку енергії лазерного випромінювання у людини вже спостерігаються значні ушкодження відкритих ділянок шкіри?

а) 25 Дж/см<sup>2</sup>;

б) 50 Дж/см<sup>2</sup>;

☒ в) 75 Дж/см<sup>2</sup>;

г) 100 Дж/см<sup>2</sup>;

д) 150 Дж/см<sup>2</sup>.

**ТЗ №170.** Якою одиницею в системі СИ вимірюється активність (швидкість розпаду) радіонуклідів?

а) Грей (Гр);

б) Бекерель (Бк);

☒ в) Зіверт (Зв)

г) Рентген (Р).

**ТЗ №171.** До електромагнітного іонізуючого випромінювання відноситься:





- а)  $\alpha$ -випромінювання;
- б)  $\beta$ -випромінювання;
- в) нейтронне випромінювання;
- г)  $\gamma$ -випромінювання.

**ТЗ №172.** В системі СИ одиницею виміру поглиненої дози ( $D_{\text{погл}}$ ) є:

- а) Зіверт (Зв);
- б) Грей (Гр);
- в) Рентген (Р);
- г) Бекерель (Бк);
- д) Кл/кг.

**ТЗ №173.** В системі СИ одиницею виміру експозиційної дози рентгенівського та  $\gamma$ -випромінювання ( $D_{\text{експ}}$ ) є:

- а) Зіверт (Зв);
- б) Грей (Гр);
- в) Рентген (Р);
- г) Бекерель (Бк);
- д) Кл/кг.

**ТЗ №174.** Співвідношення між поглиненою дозою рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювань, вираженої в радах, і експозиційною дозою рентгенівського і  $\gamma$ -випромінювань, вираженої в рентгенах, для повітря має вигляд:

- а)  $D_{\text{експ}} = 0,1 D_{\text{рад}}$  ;
- б)  $D_{\text{експ}} = 0,877 D_{\text{рад}}$  ;
- в)  $D_{\text{експ}} = 1,1 D_{\text{рад}}$  ;
- г)  $D_{\text{експ}} = 1,877 D_{\text{рад}}$  .

**ТЗ №175.** Як називається доза  $H = D_{\text{погл}} \cdot W_R$  ( $D_{\text{погл}}$  - поглинена доза;  $W_R$  - радіаційний зважуючий фактор)?

- а) експозиційна;
- б) еквівалентна;
- в) частково поглинена;
- г) накопичена.

**ТЗ №176.** При загальному опроміненні всього тіла за короткий термін яка доза іонізуючого випромінювання призводить до



**смертельного результату майже у 100% опромінених?**

- а) 1-2 Гр;
- б) 2-4 Гр;
- в) 5-6 Гр;**
- г) 8-10 Гр.

**ТЗ №177.** На які категорії, згідно з існуючими нормативними документами, поділяються опромінюванні особи?

- а) А, Б та В;**
- б) А, Б, В та Г;
- в) А, Б, В, Г та Д;
- г) І, ІІ, ІІІ.
- д) І, ІІ, ІІІ, ІV.

**ТЗ №178.** Який метод захисту від іонізуючих випромінювань є найбільш поширеним?

- а) захист часом;
- б) захист відстанню;
- в) екранування;**
- г) застосування засобів індивідуального захисту людини;
- д) зниження активності джерел іонізуючого випромінювання і використання джерел з мінімальним рівнем іонізуючого випромінювання.

**ТЗ до розділу 5**

**ТЗ №179.** В залежності від виду роботи з ВДТ та умов її виконання, діяльність користувачів комп'ютерної техніки за її складністю поділяється на:

- а) дві групи;
- б) три групи;**
- в) чотири групи;
- г) три категорії;
- д) чотири категорії.

**ТЗ №180.** Згідно існуючої на даний час класифікації, діяльність користувачів комп'ютерної техніки, яка пов'язана з виконанням нескладних багаторазово повторюваних операцій, що не вимагають великого розумового напруження, відноситься до:

- а) 1 групи складності;**
- б) 2 групи складності;



- в) 3 групи складності;
- г) 1 категорії складності;
- д) 2 категорії складності.

**ТЗ №181.** *згідно існуючої на даний час класифікації, діяльність користувачів комп'ютерної техніки, яка пов'язана із здійсненням логічних операцій, що постійно повторюються, відноситься до:*

- а) 1 групи складності;
- б) 2 групи складності;**
- в) 3 групи складності;
- г) 1 категорії складності;
- д) 2 категорії складності.

**ТЗ №182.** *Згідно існуючої на даний час класифікації, діяльність користувачів комп'ютерної техніки, коли в процесі роботи необхідно приймати рішення за відсутності заздалегідь відомого алгоритму, відноситься до:*

- а) 1 групи складності;
- б) 2 групи складності;**
- в) 3 групи складності;
- г) 1 категорії складності;
- д) 2 категорії складності.

**ТЗ №183.** *Який тип дисплею ВДТ має найбільший рівень рентгенівського випромінювання?*

- а) на електронно-променевій трубці;**
- б) рідинно-кристалічний;
- в) плазмовий;
- г) з автоелектронною емісією (технологія FED).

**ТЗ №184.** *Згідно з нормативними документами поверхневий електростатичний потенціал ВДТ не повинен перевищувати (.....), а напруженість електростатичного поля на робочих місцях з ВДТ не повинна перевищувати (.....).*

- а) (100 В)/(5 кВ/м);
- б) (200 В)/(10 кВ/м);
- в) (500 В)/(20 кВ/м);**
- г) (1000 В)/(30 кВ/м);
- д) (2000 В)/(40 кВ/м).



**ТЗ №185.** Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати:

- а) 0,1 мг/м<sup>3</sup>;
- б) 0,2 мг/м<sup>3</sup>;
- в) 0,3 мг/м<sup>3</sup>;
- г) 0,4 мг/м<sup>3</sup>;
- д) 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

**ТЗ №186.** Основними джерелами озону на комп'ютеризованих робочих місцях є:

- а) ВДТ з дисплеями на ЕПТ;
- б) лазерні принтери;
- в) ВДТ з дисплеями на ЕПТ та лазерні принтери;
- г) освітлювальні прилади;
- д) кондиціонери.

**ТЗ №187.** Згідно вимог ДНАОП 0.00-1.31-99 коефіцієнт природної освітленості (КПО) в робочих приміщеннях з ВДТ повинен бути не нижче:

- а) 0,5%;
- б) 0,9%;
- в) 1%;
- г) 1,5%.
- д) 2%.

**ТЗ №188.** На робочих місцях користувачів ВДТ необхідно передбачити обмеження прямої блискоті від джерел природного та штучного освітлення, при цьому яскравість поверхонь, що світяться (вікна, джерела штучного світла) і перебувають у полі їх зору, повинні бути не більше за:

- а) 50 кд/м<sup>2</sup>;
- б) 75 кд/м<sup>2</sup>;
- в) 100 кд/м<sup>2</sup>;
- г) 200 кд/м<sup>2</sup>;
- д) 300 кд/м<sup>2</sup>.

**ТЗ №189.** Площа, яку необхідно виділяти для одного робочого місця з ВДТ повинна складати не менше (.....), а обсяг приміщення - не менше (.....).

- а) (3 м<sup>2</sup>)/ (10 м<sup>3</sup>);



б)  $(3,5 \text{ м}^2) / (12 \text{ м}^3)$ ;

**в)  $(6 \text{ м}^2) / (20 \text{ м}^3)$ ;**

г)  $(7 \text{ м}^2) / (25 \text{ м}^3)$ ;

д)  $(7,5 \text{ м}^2) / (30 \text{ м}^3)$ .

**ТЗ №190.** Відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою:

а) 1,5 м;

б) 2,0 м;

**в) 2,5 м;**

г) 3 м;

д) 3,5 м.

**ТЗ №191.** Для розробників програм із застосуванням ЕОМ, слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю (.....) через кожну годину роботи за ВДТ.

а) 5 хвилин;

б) 10 хвилин;

**в) 15 хвилин;**

г) 20 хвилин;

д) 25 хвилин.

**ТЗ №192.** Для операторів із застосуванням ЕОМ, слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через (.....) роботи.

а) кожні півгодини;

б) кожну годину;

в) кожні півтори години;

**г) кожні дві години;**

д) кожні три години.

**ТЗ №193.** Для операторів комп'ютерного набору слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю (.....) після кожної години роботи за ВДТ.

а) 5 хвилин;

**б) 10 хвилин;**

в) 15 хвилин;

г) 20 хвилин;

д) 25 хвилин.

**ТЗ №194.** Основними профілактичними заходами щодо



**збереження здоров'я та підвищення працездатності користувачів ВДТ є:**

- а) обов'язкове проведення профілактичних медичних оглядів;
- б) обов'язкове проведення профілактичних медичних оглядів та організація раціонального режиму їх праці і відпочинку;**
- в) організація раціонального режиму їх праці і відпочинку;
- г) раціональна організація робочих місць.

**Відповіді на тестові запитання**

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1-б   | 2-б   | 3-в   | 4-а   | 5-д   | 6-в   | 7-в   | 8-а   | 9-б   | 10-в  |
| 11-г  | 12-д  | 13-в  | 14-а  | 15-в  | 16-в  | 17-г  | 18-в  | 19-г  | 20-в  |
| 21-а  | 22-б  | 23-г  | 24-в  | 25-д  | 26-г  | 27-а  | 28-в  | 29-г  | 30-в  |
| 31-в  | 32-г  | 33-б  | 34-а  | 35-а  | 36-в  | 37-а  | 38-а  | 39-в  | 40-в  |
| 41-в  | 42-г  | 43-в  | 44-в  | 45-а  | 46-г  | 47-г  | 48-в  | 49-д  | 50-в  |
| 51-д  | 52-в  | 53-г  | 54-в  | 55-а  | 56-б  | 57-а  | 58-б  | 59-в  | 60-б  |
| 61-в  | 62-а  | 63-б  | 64-в  | 65-г  | 66-б  | 67-в  | 68-г  | 69-в  | 70-б  |
| 71-б  | 72-г  | 73-б  | 74-в  | 75-а  | 76-в  | 77-а  | 78-в  | 79-г  | 80-а  |
| 81-в  | 82-г  | 83-б  | 84-в  | 85-а  | 86-в  | 87-в  | 88-а  | 89-в  | 90-д  |
| 91-в  | 92-б  | 93-в  | 94-б  | 95-а  | 96-г  | 97-а  | 98-в  | 99-д  | 100-г |
| 101-в | 102-г | 103-б | 104-а | 105-б | 106-в | 107-а | 108-г | 109-а | 110-в |
| 111-д | 112-г | 113-в | 114-д | 115-б | 116-в | 117-в | 118-б | 119-в | 120-а |
| 121-д | 122-а | 123-г | 124-б | 125-в | 126-в | 127-г | 128-в | 129-г | 130-в |
| 131-б | 132-в | 133-а | 134-г | 135-г | 136-в | 137-б | 138-а | 139-б | 140-б |
| 141-а | 142-а | 143-в | 144-г | 145-г | 146-а | 147-в | 148-г | 149-в | 150-а |
| 151-г | 152-в | 153-а | 154-б | 155-в | 156-б | 157-а | 158-г | 159-в | 160-г |
| 161-г | 162-б | 163-б | 164-б | 165-а | 166-д | 167-в | 168-г | 169-б | 170-в |
| 171-в | 172-г | 173-б | 174-д | 175-б | 176-б | 177-в | 178-а | 179-в | 180-б |
| 181-а | 182-б | 183-б | 184-а | 185-в | 186-а | 187-в | 188-в | 189-г | 190-в |
| 191-в | 192-в | 193-г | 194-б | 195-б |       |       |       |       |       |



## Рекомендований перелік робіт з комп'ютерного моделювання

**№1.** Комп'ютерне моделювання систем вентиляції у виробничих приміщеннях з підвищеним рівнем забруднення шкідливими та небезпечними речовинами повітря робочої зони.

**№2.** Комп'ютерне моделювання систем освітлення у виробничих приміщеннях.

**№3.** Комп'ютерне моделювання систем та засобів захисту від виробничого шуму.

**№4.** Комп'ютерне моделювання систем та засобів захисту від виробничих вібрацій.

**№5.** Комп'ютерне моделювання систем та засобів захисту від іонізуючого випромінювання.

**№6.** Комп'ютерне моделювання систем та засобів захисту від теплового інфрачервоного випромінювання.

**№7.** Комп'ютерне моделювання систем та засобів захисту від електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону.

**№8.** Комп'ютерне моделювання електромагнітної обстановки поблизу приймально-передавальних антен в існуючих системах зв'язку.



## Рекомендований перелік лабораторних робіт

**№1.** Дослідження параметрів мікроклімату робочої зони та оцінка щодо відповідності їх нормативним значенням

**№2.** Дослідження забруднення повітря робочої зони шкідливими речовинами та оцінка щодо відповідності його нормативним значенням

**№3.** Дослідження та оцінка ефективності систем вентиляції

**№4.** Дослідження параметрів інфрачервоного випромінювання та ефективності теплопоглинальних екранів

**№5.** Дослідження параметрів природного освітлення та оцінка щодо відповідності його нормативним значенням

**№6.** Дослідження параметрів штучного освітлення та оцінка щодо відповідності його нормативним значенням

**№7.** Дослідження освітлювальних пристроїв та систем освітлення

**№8.** Дослідження параметрів шуму та оцінка щодо відповідності їх нормативним значенням

**№9.** Дослідження параметрів вібрації та оцінка щодо відповідності їх нормативним значенням

**№10.** Дослідження та оцінка ефективності шумопоглинальних матеріалів

**№11.** Основні види засобів індивідуального захисту, особливості користування.





**ВДТ** – відео термінали електронно-обчислювальних машин

**ГДК** - гранично допустима концентрація

**ГОСТ** - Государственный стандарт

**ДБН** - Державні будівельні норми

**Держнагляд охорони праці** - Державний комітет України з нагляду за охороною праці

**Держпромгірнагляд** - Державний департамент промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи

**ДНАОП** — Державний нормативний акт з охорони праці

**ДСанПіН** — Державні санітарні правила і норми

**ДСНіП** – Державні санітарні норми і правила

**ДСН** - Державні санітарні норми

**ДСТУ** - Державний стандарт України

**ЕМВ** - електромагнітне випромінювання

**ЕМП** - електромагнітне поле

**ЕПТ** – електронно-променева трубка

**ЗІЗ** - засіб (засоби) індивідуального захисту (у тексті підручника під ЗІЗ розуміють також спеціальний одяг і спеціальне взуття)

**ЗКЗ** - засіб колективного захисту

**ІВ** — іонізуюче випромінювання

**ІЗ** - інфразвук

**ІЧВ** - інфрачервоне випромінювання

**КПО** - коефіцієнт природної освітленості

**ЛВ** - лазерне випромінювання

**ЛПЗ** – лікувально-профілактичний заклад

**МНС** - Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи

**МОЗ** - Міністерство охорони здоров'я України

**МСЕК** - медико-соціальна експертна комісія

**НВФ** - небезпечний виробничий фактор

**НПАОП** - нормативно-правовий акт з охорони праці

**НШВФ** - небезпечні та шкідливі виробничі фактори

**ОКГ** - оптичний квантовий генератор



Національний університет

**ОП** - охорона праці

**ПЕОМ** - персональна електронно-обчислювальна машина

**СЕС** - санітарно-епідеміологічна служба

**СНиП** - строительные нормы и правила

**ССБТ** - Система стандартів безпеки труда

**ССБП** – Система стандартів безпеки праці

**УЗ** - ультразвук

**УФВ** - ультрафіолетове випромінювання

**ФССНВ** - Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



**Аварійне освітлення** - штучне освітлення приміщення для продовження роботи в разі аварійного відключення робочого освітлення.

**Безпека** - стан захищеності особи та суспільства від ризику зазнати шкоди.

**Безпека праці** - стан умов праці, за яких виключена дія на працівника небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

**Бокове природне освітлення** - натуральне освітлення приміщення через світлові прорізи у зовнішніх стінах.

**Важкість праці** - характеристика (чинник) трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), які забезпечують його діяльність.

**Вентиляція** - організований і регульований повітрообмін, що забезпечує виділення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого.

**Верхнє природне освітлення** - натуральне освітлення приміщення через ліхтарі, світлові прорізи у перекритті, а також через прорізи в стінах у місцях перепаду висот будівлі.

**Вимоги безпеки праці** - вимоги, встановлені законодавчими актами, нормативно-технічною документацією, правилами та інструкціями до виробничого обладнання, виробничого середовища й організації трудового процесу, виконання яких забезпечує працівників.

**Виробнича безпека** - безпека від нещасних випадків та аварій на виробничих об'єктах і від їх наслідків, що забезпечується комплексом організаційних і технічних заходів та засобів, спрямованих на запобігання або зменшення дії на працівників небезпечних виробничих факторів.

**Виробнича санітарія** - комплекс організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів, спрямованих на запобігання або зменшення дії на працівників шкідливих виробничих факторів.

**Виробнича травма** - пошкодження тканин, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів.

**Виробниче приміщення** - замкнутий простір у спеціально приз-



начених будівлях і спорудах, у яких постійно (по змінах) чи періодично (протягом робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей.

**Виробниче середовище** - сукупність фізичних, хімічних, біологічних та соціальних чинників, що діють на людину в процесі праці.

**Виробничий ризик** - ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, зумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва.

**Виробничо зумовлене захворювання** - захворювання, перебіг якого ускладнюється умовами праці, а частота якого перевищує частоту його у працівників, які не зазнають впливу певних професійних шкідливих факторів.

**Вібрація** - механічні коливання твердих тіл, що проявляються під час їх переміщення у просторі чи в зміні їх форми.

**Втома** - сукупність тимчасових змін у фізіологічному і психічному стані людини, які зумовлені напруженою чи тривалою трудовою діяльністю і призводять до погіршення кількісних і якісних показників її роботи.

**Гігієна праці** - комплекс заходів і засобів щодо збереження здоров'я працівників, а також профілактики несприятливого впливу на них виробничого середовища і трудового процесу.

**Гігієнічна характеристика умов праці** - сукупність показників, які характеризують об'єктивні дані гігієнічного стану робочого місця, виробничого середовища і трудового процесу.

**Гігієнічний норматив** - кількісний показник, який характеризує оптимальний чи допустимий рівень фізичних, хімічних чи біологічних факторів навколишнього і виробничого середовища.

**Допустимі мікрокліматичні умови** - поєднання параметрів мікроклімату, які за тривалого чи систематичного впливу на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізичної адаптації; при цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

**Евакуаційне освітлення (аварійне освітлення для евакуації)** - штучне освітлення для евакуації людей з приміщення у разі аварій-



ного відключення робочого освітлення.

**Електромагнітне поле** - особлива форма матерії, яка зумовлює взаємодію між електрично зарядженими тілами або тілами, що мають магнітний момент.

**Загальна вібрація** - вібрація, яка передається людині через опорні поверхні тіла.

**Загальне освітлення** - штучне освітлення, за якого світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або стосовно до розміщення виробничого обладнання (загальне локалізоване освітлення) і яке призначене для виконання роботи.

**Засіб індивідуального захисту** - засіб, призначений для захисту від шкідливих чи небезпечних факторів одного працівника.

**Засіб колективного захисту** - засіб, призначений для одночасного захисту від шкідливих та небезпечних факторів двох і більше працівників.

**Захворювання** - порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

**Звук** - хвильове коливання пружного середовища, за якого виникає надлишковий тиск.

**Інструктаж з охорони праці** - усне пояснення положень відповідних нормативних документів щодо охорони праці. За характером і часом проведення розподіляють вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

**Інфразвук** - хвильове коливання пружного середовища з частотою менше 20 Гц.

**Інфрачервоне випромінювання (теплове випромінювання)** – електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 760 нм - 540 мкм.

**Іонізуюче випромінювання** - будь-яке випромінювання, взаємодія якого із середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків.

**Категорія робіт** - розмежування робіт за важкістю праці на основі загальних енерговитрат організму в ккал/год (Вт).

**Коефіцієнт природної освітленості (КПО)** - відношення природної освітленості, що створюється у деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба (безпосереднім або після відбиття), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освіт-



леності, яка створюється світлом повністю відкритого небосхилу.

**Коефіцієнт світлового клімату** - коефіцієнт для визначення нормованого значення КПО, який враховує особливості світлового клімату.

**Комбіноване природне освітлення** - поєднання верхнього і бокового природного освітлення.

**Комбіноване штучне освітлення** - штучне освітлення, за якого до загального освітлення додається місцеве.

**Кондиціонування повітря** - створення автоматичного підтримування у приміщенні незалежно від зовнішніх умов (постійних чи змінних) за визначеною програмою температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря.

**Лазерне випромінювання** - монохроматичне вузькоспрямоване когерентне потужне електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі в діапазоні від 20 до тисячних долей мкм.

**Локальна вібрація** - вібрація, яка передається через руки працівників під час контакту з ручним механізованим інструментом, органами керування машинами й обладнанням, деталями, які обробляються, та іншим.

**Механічна вентиляція** - вентиляція, за допомогою якої повітря подається у приміщення чи видаляється з них, з використанням механічних збудників руху повітря.

**Мікроклімат виробничих приміщень** - умови внутрішнього середовища виробничих приміщень, що впливають на тепловий обмін працівників з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи.

**Мікрокліматичні умови виробничих приміщень** - поєднання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивності теплового (інфрачервоного) випромінювання.

**Міське освітлення** - штучне освітлення, додаткове до загального, яке створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

**Напруженість праці** - характеристика (чинник) трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

**Наряд-допуск** - викладене на спеціальному бланку розпорядження на безпечне виконання роботи, що визначає її зміст, місце,



час початку і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади і працівників, відповідальних за безпечне виконання роботи.

**Небезпечна зона обладнання** - простір із певними розмірами біля обладнання, в якому постійно діють чи періодично утворюються небезпечні та/чи шкідливі виробничі фактори.

**Небезпечний виробничий фактор** - небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті.

**Непостійне робоче місце** - місце, на якому працівник знаходиться меншу частину (менше 50% чи менше 2 год безперервно) свого робочого часу.

**Нещасний випадок на виробництві** - обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

**Нормативно-правовий акт з охорони праці (НПАОП)** - офіційний документ органу державного управління охороною праці, яким встановлюються обов'язкові для виконання норми (правила).

**Об'єкт розрізнення** - предмет, який розглядається, або окрема його частина чи дефект, який треба розрізняти у процесі роботи.

**Огороджувальний засіб захисту** - засіб, який перешкоджає проникненню людини в небезпечну зону або розповсюдженню небезпечних чи шкідливих виробничих факторів.

**Оптимальний режим праці та відпочинку** - чергування періодів праці та відпочинку, за якого досягається найбільша ефективність трудової діяльності людини і зберігається хороший стан її здоров'я.

**Оптимальні мікрокліматичні умови** - поєднання параметрів мікроклімату, які за умови тривалого та систематичного впливу на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції; вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

**Організація праці на робочому місці** - комплекс заходів, які забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь



**Охорона здоров'я працівників** - комплекс заходів для забезпечення здоров'я працівників з урахуванням впливу виконуваних робіт і виробничого середовища.

**Охорона праці** - система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

**Перевтома** - сукупність стійких не сприятливих для здоров'я функціональних зрушень в організмі працівників, які виникають внаслідок накопичення втоми.

**Періодичний медичний огляд** - медичний огляд працівників, який проводиться з установленною періодичністю і має на меті виявлення ознак виробничо зумовлених захворювань, а також патологічних станів, що розвинулися протягом трудової діяльності і перешкоджають продовженню роботи за певним фахом.

**Перша допомога** - сукупність доцільних дій, які спрямовані на збереження життя і здоров'я потерпілого.

**Постійне робоче місце** - місце на якому працівник знаходиться більшу частину робочого дня (понад 50% чи понад 2 год безперервно); якщо при цьому робота виконується у різних пунктах робочої зони, постійним робочим місцем вважається вся зона.

**Працездатність** - здатність людини до праці певного виду, яка визначається рівнем її фізичних і психофізіологічних можливостей, а також станом здоров'я і рівнем професійної підготовки.

**Природна вентиляція** - вентиляція, за якої здійснюється переміщення повітря завдяки утворюваній різниці тисків усередині і ззовні приміщення.

**Природне освітлення** - освітлення приміщень світлом неба (прямим або відбитим), яке проникає через світлові прорізи у зовнішніх огорожувальних конструкціях.

**Професійне захворювання (профзахворювання)** - захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності та спричинене винятково або переважно впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою.

**Професійний відбір** - сукупність заходів з метою добору осіб для виконання певного виду трудової діяльності за їх професійними





знаннями, анатомо-фізіологічними і психологічними особливостями, а також за станом здоров'я і віком.

**Робоча зона** - простір, обмежений висотою 2 м над рівнем підлоги чи майданчика, на яких знаходяться місця постійного чи непостійного (тимчасового) перебування працівників.

**Робоча поверхня** - поверхня, на якій виконується робота і нормується або вимірюється освітленість.

**Робоче місце** - місце постійного чи тимчасового перебування працівників у процесі трудової діяльності.

**Робоче освітлення** - штучне освітлення приміщення для виконання робочого процесу.

**Санітарно-захисна зона** - територія між місцями виділення в атмосферу виробничих шкідливостей та житловими чи громадськими будівлями.

**Світловий клімат** - сукупність умов натурального освітлення у тій чи іншій місцевості за період понад 10 років.

**Стомлення** - загальний фізіологічний процес, яким супроводжуються усі види активної діяльності людини.

**Стробоскопічний ефект** - явище спотворення зорового сприйняття об'єктів, які обертаються, рухаються або змінюються, у мерехтливому світлі, що виникає через збіг кратності частотних характеристик руху об'єктів і зміни світлового потоку у часі у освітлювальних установках, виконаних газорозрядними джерелами світла, що живляться змінним струмом.

**Суміщене освітлення** - освітлення, за якого не достатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

**Теплий період року** - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря вище + 10 °С.

**Ультразвук** - хвильове коливання пружного середовища з частотою понад 20 кГц.

**Ультрафіолетове випромінювання** - електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 400-10 нм.

**Умови праці** - сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

**Фізіологія праці** - галузь фізіології, яка вивчає зміну стану організму людини в процесі різних форм трудової діяльності та розробляє найбільш сприятливі режими роботи і відпочинку.



**Фон** - поверхня, що безпосередньо прилягає до об'єкта розпізнавання і на якій його розглядають.

**Холодний період року** - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює  $+10^{\circ}\text{C}$  і нижче.

**Чергове освітлення** - штучне освітлення у неробочий час.

**Шкідлива речовина** - речовина, яка в разі контакту з організмом може викликати захворювання чи відхилення від нормального стану здоров'я, що виявляється сучасними методами як у процесі контакту з ними, так у віддалений термін, в тому числі й у наступних поколіннях.

**Шкідливий виробничий фактор** - небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і вплив якого на працівника може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо зумовленого чи професійного, і навіть смерті як результату захворювання.

**Штучне освітлення** - освітлення приміщень за допомогою штучних (електричних) джерел світла.

**Шум** - хаотичне поєднання звуків різної частоти та інтенсивності, що несприятливо діють на людину.



## Список використаної та рекомендованої літератури

1. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. та інші. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: Основа, 2006. – 444 с.
2. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: Каравела, 2006. – 392 с.
3. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Навчальний посібник.-Київ: Основа, 2003.- 151 с.
4. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. -Київ: Основа, 2002.- с.320
5. Алексеев С.В., Усенко В.Р. Гигиена труда. - М.:Медицина, 1988.- 576 с.
6. Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чебанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія. - К.: 1997. - 464 с.
7. Зеркалов Д. В. Основи охорони праці. Навч. посібник. -К.: Наук, світ, 2000. - 278 с. - Бібліогр.: с. 276-278.
8. Козлов В. Ф. Справочник по радиационной безопасности.-3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 192 с.
9. Машкович В. П. Защита от ионизирующих излучений: Справочник.- 3-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1982. - 276 с.
10. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Постанова Верховної Ради України від 24 лютого 1994 р.
11. Охорона праці. К. Н. Ткачук, А. О. Гурін, П. В. Бересневич та ін. (підручник для студентів гірничих спеціальностей вищих закладів освіти). - К.: 1998. - 320 с.
12. Справочник по охране труда на промышленном предприятии/ К. Н. Ткачук, Д. Ф. Иванчук и др. - К.: Техника, 1991. -285 с.
13. ДСТУ 2293-93 ССБП «Охорона праці. Терміни та визначення»
14. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
15. ГОСТ 12.1.003-86. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности».
16. ГОСТ 12.1.001-89. ССБТ. «Ультразвук. Общие требования безопасности».
17. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования».



18. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах».
19. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. «Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
20. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
21. ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. «Процессы производственные. Общие требования безопасности».
22. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
23. ГОСТ 12.1.005-85 ССБТ. «Воздух рабочей зоны».
24. ГОСТ 12.4.024-76 ССБТ. «Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования».
25. ГОСТ 12.4.002-74 ССБТ. «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования».
26. ГОСТ 12.4.016-87 ССБТ. «Одежда специальная. Номенклатура показателей качества».
27. ДСТУ ISO 14001-97 «Системи управління навколишнім середовищем».- Київ, Держстандарт України).
28. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.
29. «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны». №4617-88.
30. Списки «Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони», затверджені МОЗ України.
31. «Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів канцерогенних для людини», затверджений наказом МОЗ України від 07.02.97 №25.
32. «Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и материалами». № 1742-77.
33. «Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)». № 5802-91.



34. «Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц». №3206-85.
35. «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров». №5804-91.
36. «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях». №4557-88.
37. СН 245-71 «Санитарные нормы планирования промышленных предприятий».
38. СН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих і громадських приміщень».
39. «ПДУ воздействия электромагнитных полей диапазона частот 10-60 кГц». № 5803-91.
40. «Санітарно-гігієнічні норми допустимої напруженості електростатичного поля». №1757-77.
41. ГОСТ №24940-96 «Методы измерения освещенности».
42. СНиП II-4-79 «Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение».
43. ДБН В 2.5-28-2006 «Державні будівельні норми. Норми проектування. Природне та штучне освітлення».
44. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
45. «Методические рекомендации. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания». МУ № 5168-90.
46. НРБ-76/87 «Нормы радиационной безопасности»
47. ОСП-72/87 «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений»
48. НРБУ-97 «Норми радіаційної безпеки України».
49. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».
50. ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».
51. ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій».
52. ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату



53. «Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения». № 5046-89.

54. «Санитарные правила работы с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения». № 1960-79. - М.: «Атомиздат», 1981. -32 с.

55. «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань». № 239-96.

56. «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів». № 476-2002.

57. «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці». № 614-2004.

58. «Інструкція про застосування переліку професійних захворювань». № 374/68/338-2000.

59. «Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці». № 442-92.

60. «Перелік робіт з підвищеною небезпекою». № 232/10512-92.

61. Средства индивидуальной защиты работающих на производстве: каталог-справочник/ Под ред. В. Н. Ардасенова. - М.:Профиздат,1988.- 176 с.

62. Каталог вітчизняних засобів індивідуального захисту працівників/Під загальною редакцією М.О. Лисяка.- Дніпропетровськ.: видавництво „Зоря”, 2004.- 167 с.



ДБН В.2.5-28-2006

| Характеристика зорової роботи | Найменший або найбільший розмір об'єкта розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Плоский розряд зорової роботи | Контраст об'єкта з фоном | Характеристика фону | Штучне освітлення                    |                                   |                        |                                                                 |    | Природне освітлення |                                            |                         |                                            | Суміщене освітлення     |                                            |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|----|---------------------|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | Освітленість, лк                     |                                   |                        | сумарна величина показника освітленості і коефіцієнта пульсації | Р  | Кл. %               | при верхньому або комбінованому освітленні | при боковому освітленні | при верхньому або комбінованому освітленні | при боковому освітленні | при верхньому або комбінованому освітленні |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | при системі комбінованого освітлення | при системі загального освітлення | 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              |                                      | 5000                              | 500                    |                                                                 | 20 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 4500                              | 500                    | —                                                               | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | б                                    | 4000                              | 400                    | 1200                                                            | 20 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 3500                              | 400                    | 1000                                                            | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | в                                    | 2500                              | 300                    | 750                                                             | 20 | 10                  | —                                          | —                       | 6,0                                        | 2,0                     |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 2000                              | 200                    | 600                                                             | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | г                                    | 1500                              | 200                    | 400                                                             | 20 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 1250                              | 200                    | 300                                                             | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 4000                              | 400                    |                                                                 | 20 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 3500                              | 400                    | —                                                               | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
| Дуже високої точності         | Від 0,15 до 0,3 включно                                 | II                    | а                             | Малий                    | Темний              |                                      | 3000                              | 300                    | 750                                                             | 20 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | б                                    | 2500                              | 300                    | 600                                                             | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 2000                              | 200                    | 500                                                             | 20 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | в                                    | 1500                              | 200                    | 400                                                             | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      | 1000                              | 200                    | 300                                                             | 20 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     | г                                    | 750                               | 200                    | 200                                                             | 10 | 10                  |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      |                                   |                        |                                                                 |    |                     |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      |                                   |                        |                                                                 |    |                     |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      |                                   |                        |                                                                 |    |                     |                                            |                         |                                            |                         |                                            |
|                               |                                                         |                       |                               |                          |                     |                                      |                                   |                        |                                                                 |    |                     |                                            |                         |                                            |                         |                                            |



ДБН В.2.5-28-2006

| 1                           | 2                      | 3   | 4                                                            | 5                              | 6            | 7          | 8          | 9        | 10       | 11  | 12 | 13  | 14  | 15  |
|-----------------------------|------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------|------------|----------|----------|-----|----|-----|-----|-----|
| Високої точності            | Від 0,3 до 0,5 включно | III | a                                                            | Малий Темний                   | 2000<br>1500 | 200<br>200 | 500<br>400 | 40<br>20 | 15<br>15 | 1,2 | —  | —   | 3,0 | 1,2 |
|                             |                        |     | б                                                            | Малий Середній Темний          | 1000<br>750  | 200<br>200 | 300<br>200 | 40<br>20 | 15<br>15 |     |    |     |     |     |
|                             |                        |     | в                                                            | Малий Світлий Середній Темний  | 750<br>600   | 200<br>200 | 300<br>200 | 40<br>20 | 15<br>15 |     |    |     |     |     |
|                             |                        |     | г                                                            | Середній Великий Середній      | 400          | 200        | 200        | 40       | 15       |     |    |     |     |     |
| Середньої точності          | Більше 0,5 до 1,0      | IV  | a                                                            | Малий Темний                   | 750          | 200        | 300        | 40       | 20       | 0,9 | 4  | 1,5 | 2,4 | 0,9 |
|                             |                        |     | б                                                            | Малий Середній Темний          | 500          | 200        | 200        | 40       | 20       |     |    |     |     |     |
|                             |                        |     | в                                                            | Малий Світлий Середній Темний  | 400          | 200        | 200        | 40       | 20       |     |    |     |     |     |
|                             |                        |     | г                                                            | Середній Великий Середній      | —            | —          | 200        | 40       | 20       |     |    |     |     |     |
| Малої точності              | Більше 1,0 до 5        | V   | a                                                            | Малий Темний                   | 400          | 200        | 300        | 40       | 20       | 0,6 | 3  | 1   | 1,8 | 0,6 |
|                             |                        |     | б                                                            | Малий Середній Темний          | —            | —          | 200        | 40       | 20       |     |    |     |     |     |
|                             |                        |     | в                                                            | Малий Світлий Середній Великий | —            | —          | 200        | 40       | 20       |     |    |     |     |     |
|                             |                        |     | г                                                            | Середній Великий Середній      | —            | —          | 200        | 40       | 20       |     |    |     |     |     |
| Груба (дуже малої точності) | Більше 5               | VI  | Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном |                                | —            | —          | 200        | 40       | 20       | 0,6 | 3  | 1   | 1,8 | 0,6 |





ДБН В.2.5-28-2006

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2        | 3    | 4 | 5                                                            | 6 | 7 | 8 | 9   | 10 | 11 | 12  | 13  | 14  | 15  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|---|--------------------------------------------------------------|---|---|---|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Робота з матеріалами, які світлились і виробляють гарячі цехи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Більше 5 | VII  |   | Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном |   | — | — | 200 | 40 | 20 | 3   | 1   | 1,8 | 0,6 |
| Загальне спостереження за ходом виробничого процесу:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          | VIII |   |                                                              |   |   |   |     |    |    |     |     |     |     |
| — постійне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |      | a | Те саме                                                      |   | — | — | 200 | 40 | 20 | 3   | 1   | 1,8 | 0,6 |
| — періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |      | б | — " —                                                        |   | — | — | 100 | —  | —  | 1   | 0,3 | 0,7 | 0,2 |
| — періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |      | в | — " —                                                        |   | — | — | 50  | —  | —  | 0,7 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |
| — загальне спостереження за інженерними комунікаціями                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |      | г | — " —                                                        |   | — | — | 20  | —  | —  | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Примітка 1. Для підрозряду Норм від Іа до ІІІв може прийматися один із наборів нормованих показників, наведених для даного підрозряду в гр. 7-11.                                                                                                                                                                                                                               |          |      |   |                                                              |   |   |   |     |    |    |     |     |     |     |
| Примітка 2. Освітленість слід приймати з урахуванням 4.5 і 4.6 цих Норм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |      |   |                                                              |   |   |   |     |    |    |     |     |     |     |
| Примітка 3. Найменший розмір об'єкта розрізнення та відповірні йому розряди зорової роботи встановлені при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше 0,5 м від очей працюючого. Для збільшення цієї відстані розряд зорової роботи слід встановлювати згідно з додатком Б. Для продовжуєтких об'єктів розрізнення еквівалентний розмір приймається за додатком Б. |          |      |   |                                                              |   |   |   |     |    |    |     |     |     |     |



ДБН В.2.5-28-2006

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Примітка 4.</b> Освітленість при застосуванні ламп розжарювання слід знижувати за шкалою освітленості (1.1 цих Норм):</p> <p>а) на один ступінь при системі комбінованого освітлення, якщо нормована освітленість складає 750 лк і більше;</p> <p>б) те саме, загального освітлення для розрядів I-V; VI;</p> <p>в) на два ступені при системі загального освітлення для розрядів VI і VIII.</p> |
| <p><b>Примітка 5.</b> Освітленість при роботах з об'єктами, які світяться, розміром 0.5 мм і менше слід вибирати відповідно до розміру об'єкта розрізнення і відносити їх до підрозряду "в".</p>                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>Примітка 6.</b> Показник освітленості регламентується в гр. 10 тільки для загального освітлення (при будь-якій системі освітлення).</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Примітка 7.</b> Коефіцієнт пульсації <math>K_p</math> вказаний у гр. 11 для системи загального освітлення або для світильників місцевого освітлення при системі комбінованого освітлення. <math>K_p</math> від загального освітлення в системі комбінованого не повинен перевищувати 20 %.</p>                                                                                                   |
| <p><b>Примітка 8.</b> Передбачати систему загального освітлення для розрядів I-III, IVa, IVb, Va допускється тільки при технічній неможливості або економічній недоцільності застосування системи комбінованого освітлення, що конкретизується в галузевих нормах освітлення, узгоджених з органами державного санітарного нагляду.</p>                                                                |
| <p><b>Примітка 9.</b> В районах з температурою найбільш холодної п'ятиденки мінус 28 °C і нижче нормовані значення КПО при суміщеному освітленні слід приймати за таблицю 5.</p>                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>Примітка 10.</b> В приміщеннях, спеціально призначених для роботи або виробничого навчання підлітків, нормоване значення КПО збільшується на один розряд за гр. 3 і повинно бути не менше ніж 1,0 %.</p>                                                                                                                                                                                         |



ДБН В.2.5-28-2006

| Характеристика зорової роботи                                                                                                                                                                                                        | Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Підрозряд зорової роботи | Відносна тривалість зорової роботи в напрямку зору на роботу поверхню, % | Штучне освітлення                                                      |                              |                                        | коефіцієнт пульсації освітленості $K_{np}$ , % | Природне освітлення                       |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                       |                          |                                                                          | освітленість на робочій поверхні від системи загального освітлення, лк | циліндрична освітленість, лк | показник дисконтинуальності фотур, $M$ |                                                | КТП, $E_n$ , % при верхньому або боковому |     |
| 1                                                                                                                                                                                                                                    | 2                                                          | 3                     | 4                        | 5                                                                        | 6                                                                      | 7                            | 8                                      | 9                                              | 10                                        | 11  |
| Розрізнення об'єктів при фіксації та нефіксації лінії зору:<br>- дуже високої точності<br><br>- високої точності<br><br>- середньої точності                                                                                         | від 0,15 до 0,30                                           | A                     | 1                        | Не менше 70                                                              | 500                                                                    | 150 <sup>1)</sup>            | 40<br>15 <sup>2)</sup>                 | 10                                             | 4,0                                       | 1,5 |
|                                                                                                                                                                                                                                      | понад 0,30 до 0,50                                         | B                     | 1                        | Не менше 70                                                              | 300                                                                    | 100 <sup>1)</sup>            | 40<br>15 <sup>2)</sup>                 | 15                                             | 3,0                                       | 1,0 |
|                                                                                                                                                                                                                                      | більше 0,5                                                 | B                     | 2                        | Менше 70                                                                 | 200                                                                    | 75 <sup>1)</sup>             | 60<br>25 <sup>2)</sup>                 | 20<br>15 <sup>3)</sup>                         | 2,5                                       | 0,7 |
| Огляд оточуючого простору при дуже короткочасному епізодичному розрізненні об'єктів:<br>- при високій насиченості приміщень світлом<br>- при нормальній насиченості приміщень світлом<br>- при низькій насиченості приміщень світлом | Незалежно від розміру об'єкта розрізнення                  |                       | 1                        | Не менше 70                                                              | 150                                                                    | 50 <sup>1)</sup>             | 60<br>25 <sup>2)</sup>                 | 20<br>15 <sup>3)</sup>                         | 2,0                                       | 0,5 |
|                                                                                                                                                                                                                                      | —                                                          | Г                     | 2                        | Менше 70                                                                 | 100                                                                    | Не нормується                | 60<br>25 <sup>2)</sup>                 | 20<br>15 <sup>3)</sup>                         | 2,0                                       | 0,5 |
|                                                                                                                                                                                                                                      | —                                                          | Д                     | —                        | Незалежно від тривалості зорової роботи                                  | 300                                                                    | 100                          | Не нормується                          | Не нормується                                  | 3,0                                       | 1,0 |
|                                                                                                                                                                                                                                      | —                                                          | Е                     | —                        | —                                                                        | 200                                                                    | 75                           | 90                                     | —                                              | 2,5                                       | 0,7 |
|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                            |                       |                          |                                                                          | 150                                                                    | 50                           | 90                                     |                                                | 2,0                                       | 0,5 |



ДБН В.2.5-28-2006

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                                         | 3 | 4 | 5                                       | 6  | 7             | 8             | 9             | 10            | 11            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|---|-----------------------------------------|----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Загальне орієнтування в просторі інтер'єру:<br>– при великому скупченні людей<br>– при малому скупченні людей                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Незалежно від розміру об'єкта розрізнення | Ж | 1 | Незалежно від тривалості зорової роботи | 75 | Не нормується | Не нормується | Не нормується | Не нормується | Не нормується |
| Загальне орієнтування в зонах перебування:<br>– при великому скупченні людей<br>– при малому скупченні людей                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Те саме                                   | 3 | 2 | Те саме                                 | 50 | Те саме       | Те саме       | Те саме       | Те саме       | Те саме       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |   | 1 |                                         | 30 |               |               |               |               |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |   | 2 |                                         | 20 |               |               |               |               |               |
| 1) Додатково регламентується у випадках спеціальних архітектурно-художніх вимог.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |   |   |                                         |    |               |               |               |               |               |
| 2) Нормоване значення показника дискомфорту у приміщеннях при спрямуванні лінії зору переважно вгору під кутом 45° і більше до горизонту і в приміщеннях з підвищеними вимогами до якості освітлення (сталий класи в дитячих садках, астах, санаторіях, дисплейні класи в школах, середніх спеціальних навчальних закладах тощо).                                                                               |                                           |   |   |                                         |    |               |               |               |               |               |
| 3) Нормоване значення коефіцієнта $K_{\text{п}}$ пультів для дитячих, лікувальних приміщень із підвищеними вимогами до якості освітлення.                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |   |   |                                         |    |               |               |               |               |               |
| Примітка 1. Освітленість слід приймати, вказуючи пункти 4.22, 4.23 даних Норм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |   |   |                                         |    |               |               |               |               |               |
| Примітка 2. Найменші розміри об'єкта розрізнення та відповідні їм розряди зорових робіт встановлюються при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше 0,5 м від працюючого при середньому контрасті об'єкта розрізнення з фоном та світловим фоном. При зменшенні (збільшенні) контрасту допускається збільшення (зменшення) освітленості на один ступінь за шкалою освітленості з 1,1 даних Норм. |                                           |   |   |                                         |    |               |               |               |               |               |



**Лабораторна база кафедри охорони праці, цивільної та промислової безпеки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»**

*1. Загальний вигляд навчальної лабораторії кафедри охорони праці, цивільної та промислової безпеки НТУУ „КПІ” по дослідженню параметрів мікроклімату робочої зони, теплозахисту, забруднення повітря робочої зони шкідливими речовинами та ефективності систем промислової вентиляції*





Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



водного господарства  
та природокористування







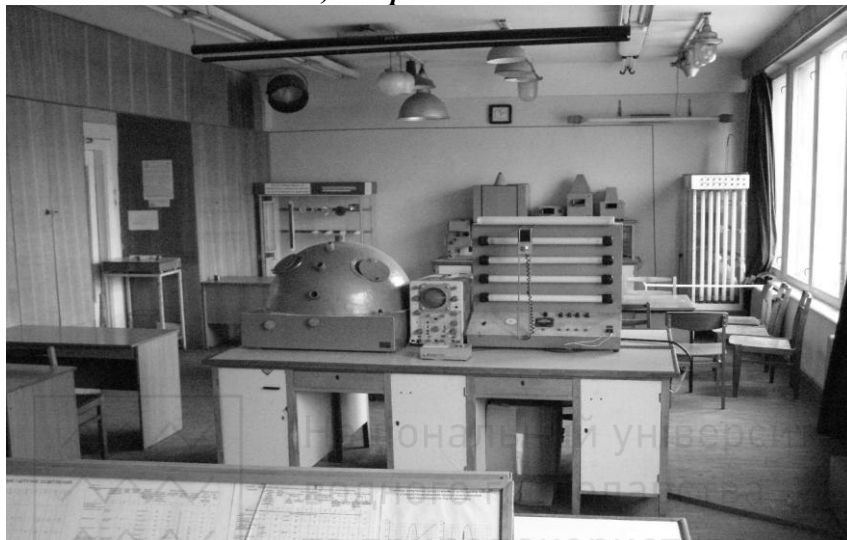


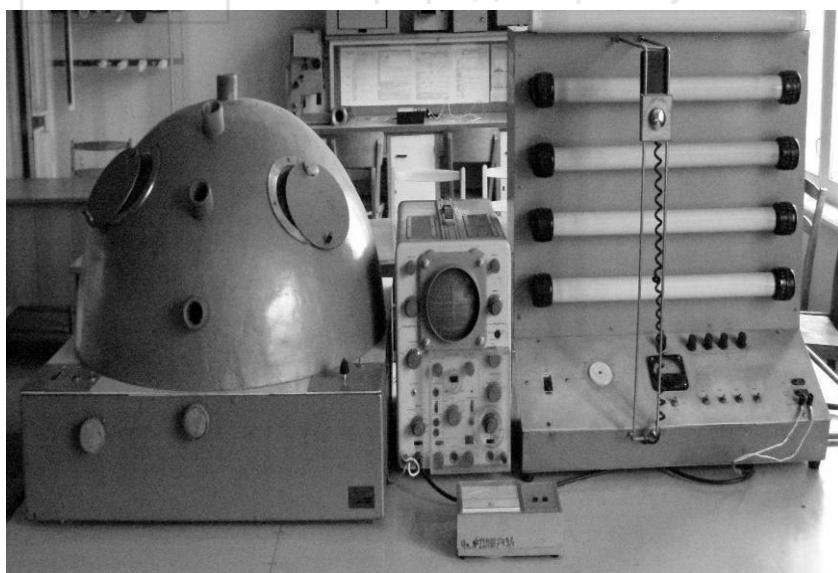






**2. Загальний вигляд навчальної лабораторії кафедри охорони праці, цивільної та промислової безпеки НТУУ „КПІ” по дослідженню параметрів природного та штучного освітлення, джерел та систем освітлення**

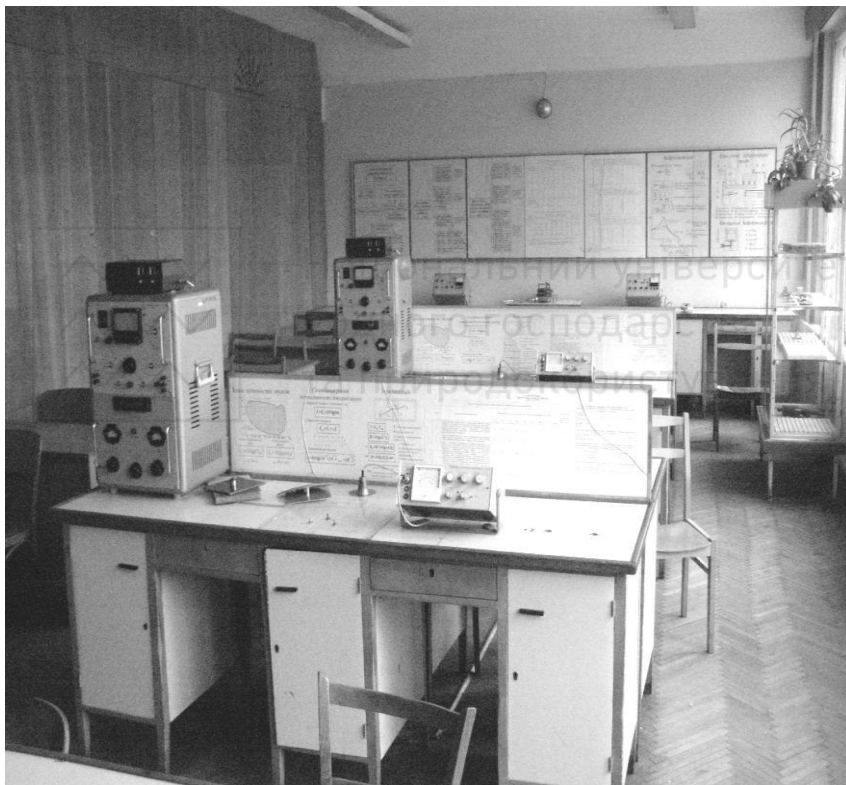




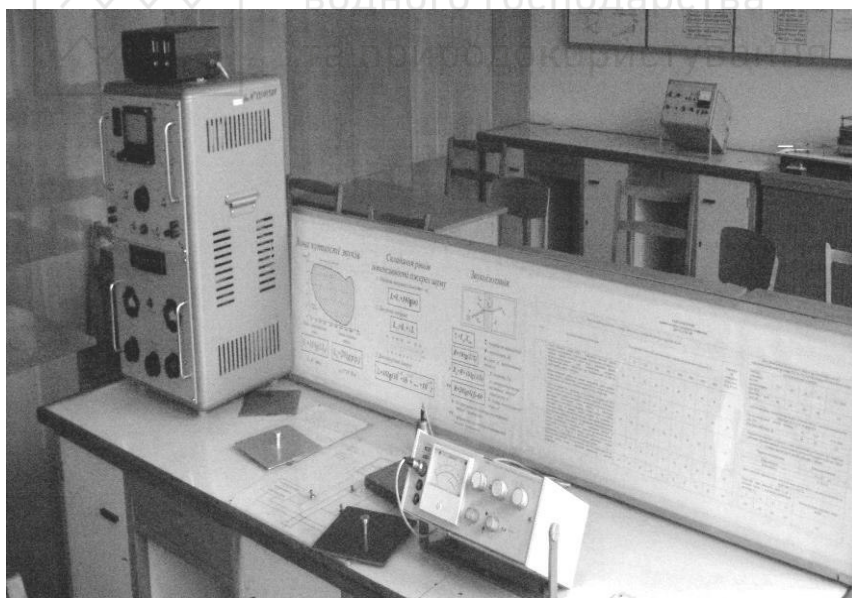
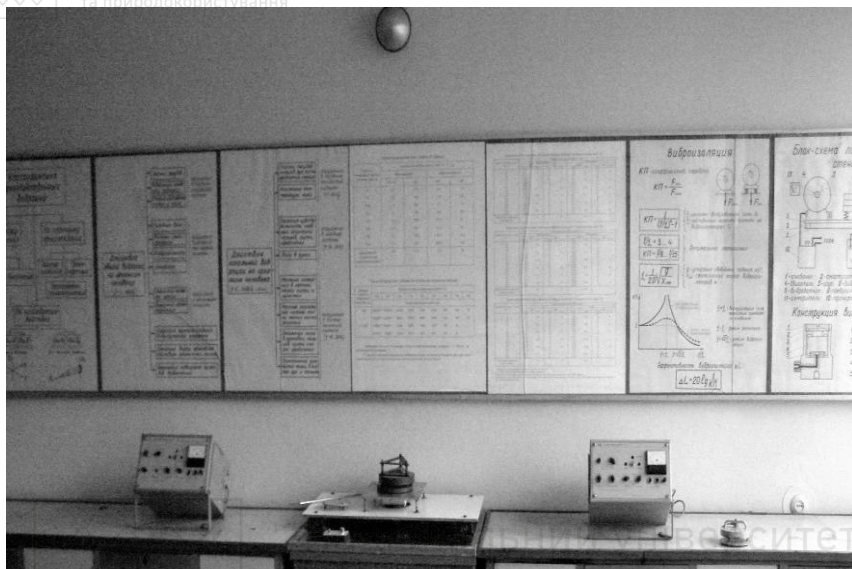




**3. Загальний вигляд навчальної лабораторії кафедри охорони праці, цивільної та промислової безпеки НТУУ „КПІ” по дослідженню параметрів виробничих шумів, вібрацій та технічних засобів щодо зменшення їх впливу на працюючих**









**4. Загальний вигляд навчальної лабораторії кафедри охорони  
праці, цивільної та промислової безпеки НТУУ „КПІ” по засобам  
індивідуального захисту**





Національний університет  
водного господарства  
та природокористування









Національний університет  
водного господарства  
та природокористування









## *Навчальний посібник*

# ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

**Ткачук Костянтин Ніфонтович** – д.т.н., професор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

**Филипчук Віктор Леонідович** – д.т.н., професор Національного університету водного господарства та природокористування

**Каштанов Сергій Федорович** – к.т.н., доцент Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

**Зацарний Володимир Васильович** – к.т.н., доцент Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

**Москальова Віра Миколаївна** – к.т.н., доцент Національного Університету водного господарства та природокористування

**Ткачук Костянтин Костянтинович** – д.т.н., професор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

**Полукаров Юрій Олексійович** – к.т.н., доцент Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»