

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

**А. С. Бєліков, В. А. Шаломов, А. А. Кульбач,  
Г. С. Калда, О. В. Коваленко, Н. А. Бородіна,  
О. В. Третьяков, Ю.М. Данченко**

# **ЕРГОНОМІКА В БУДІВНИЦТВІ**

**ПІДРУЧНИК**

*Під загальною редакцією заслуженого діяча науки і техніки  
України, доктора технічних наук, професора А.С. Бєлікова*

Друге видання

Дніпро  
2022

Рекомендовано до друку Вченою радою  
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»  
протокол № 5 від 23 листопада 2021 року

**А.С. Беліков, В.А. Шаломов, А.А. Кульбач, Г. С. Калда,  
О. В. Коваленко, Н. А. Бородіна, О. В. Третьяков, Ю.М. Данченко**

Ергономіка в будівництві: підручник / Під загальною редакцією засл.  
діяча науки і техніки України, д.т.н., проф. А.С. Белікова. – Дніпро, 2022. – 219с.

**Рецензенти:**

**В. І. Голінько** д.т.н., професор, Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка», м. Дніпро, завідувач  
кафедри «Охорони праці та цивільної безпеки»

**С. В. Подкопаєв** д.т.н., професор, Донецький національний технічний  
університет, проректор з наукової роботи

**Ю. П. Ключка** д.т.н., старший науковий співробітник, Національний  
університет цивільного захисту України, проректор з  
навчальної та методичної роботи

*У підручнику висвітлено основні ергономічні чинники, які необхідно враховувати при вирішенні виробничих завдань у будівництві, показано методи аналізу і синтезу діяльності оператора і розподілу функцій між людиною та машиною, а також між фахівцями-операторами. Докладно розглянуто умови організації робочих місць операторів, ергономічні вимоги до засобів відображення інформації й органів управління, показано етапи розрахунку економічної ефективності проектних розробок, а також розглянуто ергономічні проблеми психологічного забезпечення праці людини. Викладено основні поняття ергономіки. Розглядаються психофізіологічні засади й базові характеристики діяльності оператора, а також комплекс питань, пов'язаних із проектуванням та вдосконаленням складних людино-машинних систем в будівництві.*

*Для фахівців в галузі ергономіки та студентів вищих навчальних закладів будівельного профілю.*

## ВСТУП

Розвиток будівельній галузі потребує нових підходів в організації технологічних процесів, наукових підходів в підготовці як інженерних кадрів та робітників за різними професіями.

Тому для підвищення ефективності та забезпечення БЖД необхідні науково-практичні та психологічні знання з урахуванням ергономічної обумовленості фізіології та антропології людини.

Аналіз нещасних випадків на виробництві показав, що основними причинами травматизму зі смертельними наслідками є: фізичне зношування технологічного обладнання до 80%, незадовільна організація виробництва робіт, недоліки в технічному навчанні та атестації співробітників, порушення правил трудової та виробничої дисципліни, відсутність постійної системи управління та контролю за охороною праці, відсутність належного фінансування щодо оновлення технологічного обладнання.

У той же час світовий досвід показує, що з розвитком науки і техніки виникають нові проблеми, що вимагають постійного виявлення та обліку небезпек, попередження їх негативних проявів. Зниження травматизму та профзахворювань працюючих потребує комплексного підходу у вирішенні цього питання, що знайшло відображення у Законі України «Про охорону праці».

Відповідно до Конституції України та Закону «Про охорону праці» основним принципом державної політики є пріоритет життя та здоров'я працівників стосовно будь-яких результатів виробничої діяльності.

Специфіка ведення будівельних робіт пов'язана із постійною зміною умов виконання робіт, переміщенням робочих місць, поєднанням професій, зміною технології будівельних процесів, впливом шкідливих та небезпечних факторів та кліматичних умов тощо.

Розвиток науково-технічного прогресу, механізація й автоматизація виробництва переконали в необхідності виділення нової галузі знань. Економіка і організація будівництва, соціальна та інженерна психологія, технічна естетика все більше впливають на розвиток виробництва, народного господарства в цілому. Завдання вдосконалення організації й управління будівництвом, де сьогодні існує один з найвищих рівнів травматизму, вирішують за допомогою наук, які вивчають трудову діяльність людини, взаємодію людини та техніки у сфері виробництва, менеджменту, взаємин людей у виробничих та управлінських колективах.

Основне завдання ергономіки – прищепити зацікавленість у вирішенні її проблем. Ергономісти мають суттєво впливати на характер науково-технічної революції і розвиток праці з урахуванням людського чинника. Розробку ергономічних рекомендацій та проектів мають вести таким чином, щоб їх здійснення могло бути не тільки конструктивним і технологічно можливим, а й економічно доцільним. А це вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців.

# 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЕРГОНОМІКИ

## 1.1. Предмет і задачі ергономіки

**Ергономіка** – це комплексна науково-практична та психологічна галузь знань, яка спрямована на вирішення комплексних задач підвищення ефективності праці і безпеки життєдіяльності людини у різних сферах з урахуванням її функціональних можливостей (фізіології, антропології), особливостей психології і затрат фізичної, психологічної та нервової діяльності (рис. 1.1).

Предметом ергономіки є трудова діяльність людини, а об'єктом дослідження система «людина – знаряддя праці – виробниче середовище – середовище життєдіяльності».

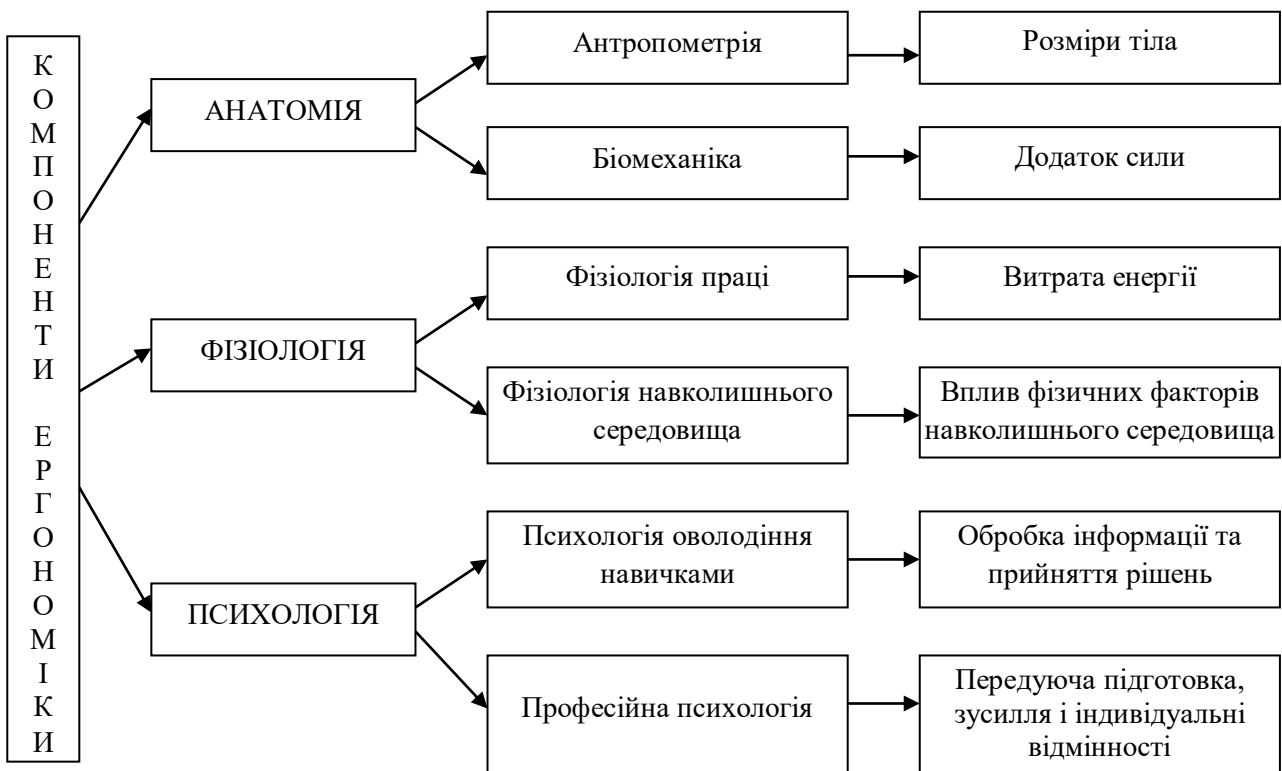


Рис. 1.1. Компоненти ергономіки

Аналіз причин травматизму та професійних захворювань свідчить, що значна частина їх зумовлена помилками в діяльності людини, неузгодженістю з проектуванням і конструюванням машин і устаткування та можливостями людини-оператора.

*Предмет ергономіки* – трудова діяльність людини у процесі взаємодії з технічними системами та в умовах суттєвого впливу на неї факторів зовнішнього середовища.

Ергономіка займається комплексним вивченням і проектуванням трудової діяльності з метою оптимізації знарядь, умов та процесів праці. Оптимізація трудової діяльності й умов її здійснення, створюючи необхідні передумови для збереження здоров'я і розвитку особистості працюючих, дозволяє досягати

значного підвищення ефективності та надійності діяльності людини.

*Основний об'єкт ергономіки* – система «людина – машина – середовище». В інженерній психології вивчають систему «людина – машина», тобто систему, що складається з людини-оператора і машини, з допомогою якої оператор здійснює трудову діяльність; ергономіка також досліджує фактори зовнішнього фізичного, хімічного і соціального середовища, які суттєво впливають на ефективність діяльності системи ЛМС. «Людину-оператора» в ергономіці розуміють як людину, котра здійснює трудову діяльність, основу якої складає взаємодія з предметом праці, машиною та зовнішнім середовищем за допомогою інформаційної моделі й органів управління.

**Першою та головною метою** ергономіки є підвищення ефективності системи «Людина – машина – середовище» (ЛМС), яку розуміють як здатність системи ЛМС досягати визначеної мети у заданих умовах і з певною якістю. Зниження ефективності системи ЛМС свідчить про те, що вона не повною мірою виконує своє призначення.

У цьому випадку її продуктивність та якість продукції виявляються нижчими від розрахункових, а матеріальні, енергетичні і технічні витрати для забезпечення її функціонування – вищими від запланованих.

Ефективність системи ЛМС не можлива без високої працездатності та надійності людини-оператора, які точно визначені в ергономіці і за забезпечення яких несе відповідальність ергономіст. *Працездатність* – властивість людини-оператора, що визначається станом фізіологічних та психічних функцій і характеризує його здатність виконувати певну діяльність з потрібною якістю та протягом потрібного інтервалу часу. *Надійність* – це властивість, що характеризує здатність людини-оператора безвідмовно виконувати діяльність протягом визначеного інтервалу часу за заданих умов.

Ергономіст повинен підтримувати трудові затрати людини-оператора при взаємодії з технічною системою на такому рівні, що дозволив би забезпечити оптимальні працездатність і надійність оператора. В одних випадках ці трудові витрати необхідно знижувати за рахунок спеціального проектування діяльності оператора, в інших, навпаки, підвищувати їх, щоб підтримати готовність безпомилково та миттєво реагувати на аварійні ситуації. Наприклад, відомо, що вже через 15 хвилин роботи за відеотерміналом людиною-оператором, у неї спостерігається розлад кольорового зору, з'являються ознаки втоми очей.

Метою ергономіки є не тільки зменшення трудових затрат оператора, а й у першу чергу підвищення продуктивності і якості його праці за рахунок оптимізації його діяльності, вдосконалення засобів відображення інформації, органів управління. Підвищити ефективність праці оператора відеотерміналу можна шляхом зміни співвідношення яскравості екрана та навколишнього простору від 3:1 до 5:1, збільшення мінімальних розмірів знаків на екрані до 3,1-4,2 мм, зниження сили удару по клавіші до 25-150 г, зменшення довжини пробігу клавіш до 1-4 мм.

**Другою метою** ергономіки є безпека праці. Виконання правових норм, що складають систему заходів, безпосередньо спрямованих на підтримання здорових і безпечних умов праці.

До системи безпеки праці належать служби охорони праці та виробничої санітарії у всіх галузях народного господарства. Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про охорону праці здійснює Державна служба з питань праці (Держпраці). Крім неї, цю роботу проводять профспілки, місцеві держадміністрації, прокуратура. Державна служба з питань праці спирається на науково обґрунтовані, перевірені досвідом технічні вимоги, що, безумовно, забезпечують безпеку праці.

Аналіз установив, що серед причин важких нещасних випадків 22% припадає на порушення технологічного процесу самими працівниками, 19 – на грубе порушення правил безпеки праці потерпілими, 16 – на незадовільну організацію робочого місця, 7 – на неспроможність обладнання і 4,3% – на незадовільне навчання. Суб'єктивні причини травматизму в промисловості (помилки людини) почали домінувати над об'єктивними (неспроможність техніки).

Діяльність людини-оператора стала настільки складною, що при її організації та виконанні сконцентрувались основні причини небезпечних помилок, які призводять до травматизму. У багатьох випадках дії людини-оператора стають небезпечними через неможливість їх правильного і своєчасного виконання, а також через те, що при проектуванні технічних пристроїв не враховувався людський чинник.

При вивченні процесів безпеки слід розглядати не тільки технологічні аспекти роботи машин та устаткування, а також в цілому вплив на безпеку життєдіяльності комплексу негативних факторів середовища.

В ергономії слід розглядати безпеку людини як категорію системи безпеки життєдіяльності людини.

Згідно даної концепції людина є частиною природи, її організм пристосувався і взаємопов'язаний з навколишнім середовищем, поза якою людина немислима. У процесі розвитку людства між людиною і природою встановилася рівновага.

В усі часи і на всіх континентах людям доводилося враховувати умови рівноваги. В результаті життєдіяльності людина впливає на навколишнє середовище. Правда, ряд дослідників намагаються умовно розділити або виділити з навколишнього середовища виробничу, побутову, спортивну, гомосферу (простір, в якому знаходиться людина), ноксосферу (простір, в якому створюються небезпеки) тощо.

Такий умовний розподіл не тільки ускладнює дослідження, знижує ефективність заходів профілактики, але не дає можливості здійснювати як близький, так і дальній прогноз.

Розглянемо лише один приклад, джерело небезпеки – шум, він не знає меж умовно виділених середовищ, а впливає в загальному на навколишнє середовище.

Однак у процесі життєдіяльності порушується рівновага навколишнього середовища, що породжує довгий ланцюг змін позитивних, негативних, несуттєвих і т.д.

Чому ж людина в результаті свідомої діяльності отримує небажані,

негативні, руйнівні фактори? Як показують дослідження, особливість людської психіки полягає у тому, що пам'ять людини здатна одночасно утримувати і одночасно обробляти сім різних факторів.

На підставі такого аналізу роблять висновки, приймаються рішення, людина діє і здійснює в той же час помилки, через те, що правильне рішення може залежати від 10, 20, 100 і іншої кількості природних факторів, які ми випускаємо з поля зору.

Техногенний вплив в процесі життєдіяльності людини, що приводить до негативних результатів в середовищі існування, можна розділити на два типи – забруднення і руйнування середовища.

Під забрудненням розуміється такий вплив, який призводить до уповільнення, призупинення природного процесу і його відновлення після припинення негативного техногенного впливу.

Так з'являється феномен небезпеки, який характеризує порушення рівноваги історично сформованих умов у навколишньому середовищі.

Другий тип техногенного розвитку – руйнування середовища – це такий вплив, коли відбувається руйнування природного процесу і екологічні системи не відновлюються. Відбувається знищення різних видів рослинності, тварин, птахів, ґрунтів і т.д. Історія людства відзначає помилки людини через екологічні кризи.

Через забруднення навколишнього середовища фізичне знищення загрожує сьогодні існуванню 280 видів ссавців, тварин, 350 видів птахів і 20 тисяч видів рослин. В даний час на Землі кожні вісім місяців зникає вид або підвид ссавців і птахів, при тривалості життя одного виду в середньому 600 000 років для ссавців і більше 2 млн. років – для птахів.

Таким чином, в даний час твердження про прогресивний поступальний розвиток суспільства ставиться під сумнів і йдеться про можливий регресивний розвиток та екологічний зрив. Із запропонованих позицій розглянемо, що ж таке безпека.

Безпека – це таке становище або стан, при якому будь-кому або чому-небудь не загрожує небезпека. Це вказує на те, що відсутнє саме джерело небезпеки або ризику. Зі строго наукової позиції необхідно виділити два підходи до проблеми безпеки:

1. Об'єктивний (абсолютний).
2. Суб'єктивний (релятивний).

1. Розглянемо систему (рис. 1.2), зі сформованою рівновагою, в якій ризик (міра можливої небезпеки  $R_B$ ) виникнення загрози може бути відсутнім ( $R_B = 0$ ) або може існувати ( $R_B > 0$ ), але ризик наслідків ( $R_P$ ), якщо ця загроза реалізується, завжди дорівнює нулю, тобто:

$$\begin{aligned} R_B &\geq 0, \\ R_P &= 0. \end{aligned} \tag{1.1}$$

В таких умовах об'єкт чи суб'єкт повністю захищені (рис. 1.2) від

небезпеки. Безпеку в даному випадку можна назвати об'єктивною або абсолютною, і її зміст відповідає лінгвістичній формі терміна.

Однак система (1.1) розглядає ідеальну ситуацію, в якій безпека виступає в якості бажаної, але принципово недосяжної мети.

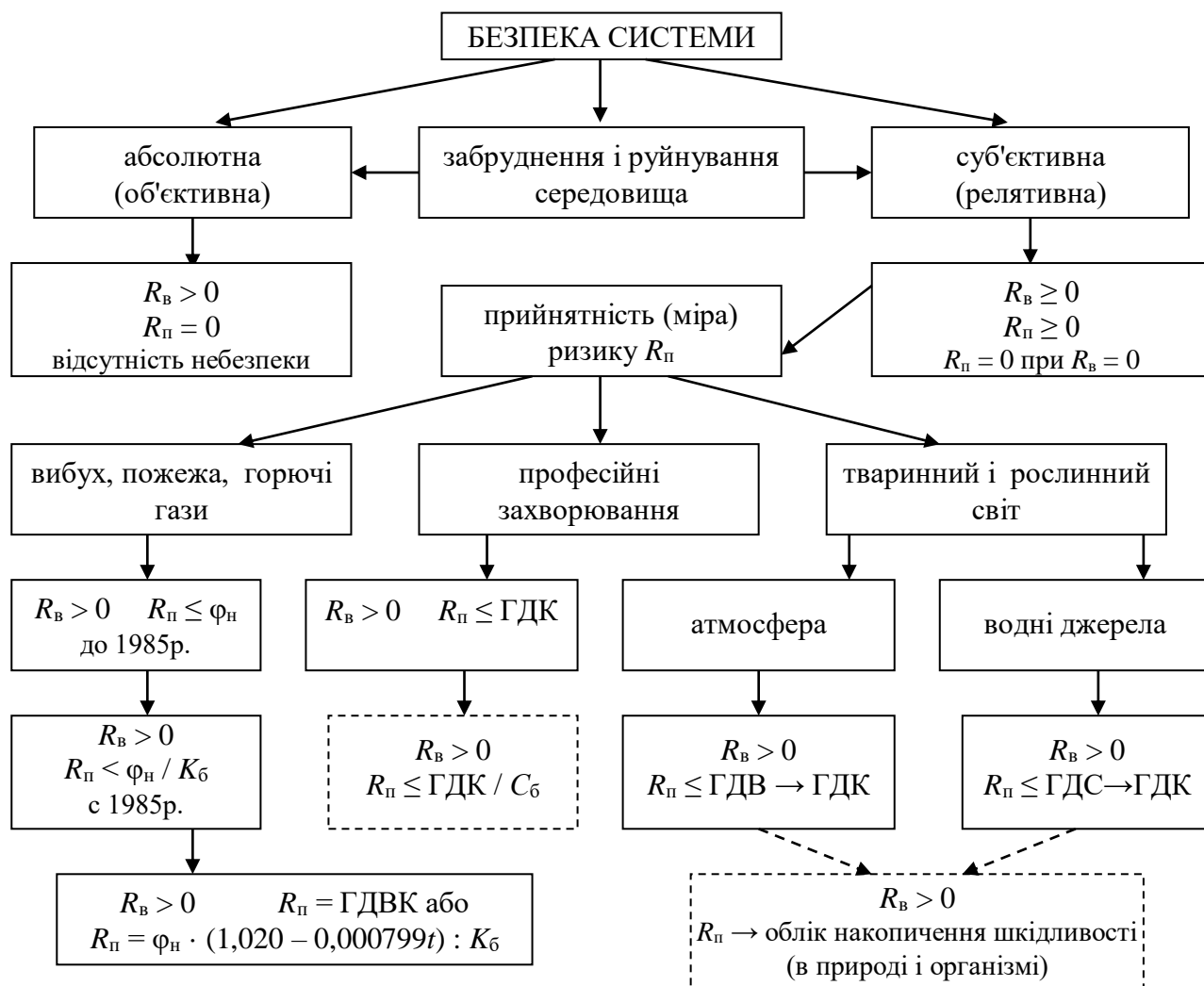


Рис. 1.2. Схема оцінки безпеки життєдіяльності

2. В результаті життєдіяльності людини для неї, природи і Землі в цілому постійно з'являються умови існування і реалізації ризику з наслідками, які людина і людство в цілому дуже часто навіть не очікують або не враховують. В таких умовах людина, соціальна група, нація, суспільство, людство в цілому не гарантовані від небезпеки (рис. 1.2), і умови описуються системою рівнянь (1.2):

$$\begin{aligned}
 R_B &> 0, \\
 R_П &\geq 0.
 \end{aligned}
 \tag{1.2}$$

$R_П = 0$  тільки при  $R_B = 0$ .

Безпека в даному випадку суб'єктивна або релятивна (відносна).

Обидва підходи поєднуються, і система (1.1) розглядається як окремий випадок системи (1.2), яка враховує усі можливі ситуації.



На нашу думку, найбільш слабкою ланкою в безпеці є оцінка прийнятності (межі) ризику. На підставі накопиченого досвіду та існуючої системи цінностей ми встановлюємо прийнятність ризику від тієї або іншої дії, події і процесу. У психологічному плані безпечною вважається така прийнятність (межа) ризику, яка не ставить під загрозу життя, здоров'я людей та навколишнє їх природне і матеріальне середовище небезпеці. Загалом це правильна тенденція, проте, коли розглядаються конкретні процеси системи, то ця міра ризику не завжди правильно враховується.

Розглянемо дане явище на кількох конкретних прикладах. При веденні різних видів робіт, в тому числі і будівельних, основну небезпеку становить вибух горючих газів і парів, що знаходяться у повітрі.

При цьому слід мати на увазі, що вибух і пожежа від джерела займання станеться тоді, коли мінімальна концентрація горючих парів і газів у повітрі достатня для виникнення і розвитку фізико-хімічного процесу. Ця концентрація, яка називається нижньою межею займання – вибуху ( $\varphi_H$ ), до 1985 р. була оцінкою прийнятності ризику.

Відповідно до системи рівнянь (1.2), при наявності джерела запалення і горючих парів і газів в приміщенні вибуху не відбудеться і буде забезпечена безпека, якщо:

$$\begin{aligned} R_B &> 0, \\ R_{II} &\leq \varphi_H. \end{aligned} \quad (1.3)$$

Однак багаторічна практика показала, що при дотриманні умов системи рівнянь (1.3) безпека робіт не забезпечується, тому, що при  $R_{II} = \varphi_H$  можливий вибух і пожежа.

Фахівці, проаналізувавши вибухи і пожежі, прийшли до висновку, що для забезпечення безпеки необхідно зменшити межу ризику на якусь величину, тобто  $R_{II} < \varphi_H$ .

На думку фахівців, з метою підвищення безпеки в 1985р. ГОСТом 12.1.004-85 встановлено нова прийнятність (межа) ризику  $R_{II} = \text{ГДВК}$ . Тоді система рівнянь (1.3) може бути записана у наступному вигляді (рис. 1.2):

$$\begin{aligned} R_B &> 0, \\ R_{II} &< \varphi_H / K_{\delta} \end{aligned} \quad (1.4)$$

або

$$\begin{aligned} R_B &> 0, \\ R_{II} &= \varphi_H \cdot (1,020 - 0,000799t) / K_{\delta}, \end{aligned} \quad (1.5)$$

де  $t$  – температура пари або газу, °С;

$K_{\delta}$  – коефіцієнти безпеки.

Для попередження професійних захворювань необхідно, щоб у повітрі робочих зон, приміщень вміст пилу, газів, аерозолів був нижче гранично

допустимих концентрацій (ГДК). Отже, відповідно до системи рівнянь (1.2), нову систему можна записати в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} R_B &> 0, \\ R_{II} &\leq \text{ГДВК}. \end{aligned} \quad (1.6)$$

Отже, ризик можливих наслідків повинен бути рівним або меншим ГДВК.

Під гранично допустимою концентрацією речовин у повітрі робочої зони розуміються концентрації, які при щоденній роботі протягом 8 годин, але не більше 40 у тиждень, протягом усього робочого стажу не можуть викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами досліджень, в процесі роботи або при віддалених термінах життя теперішнього і наступних поколінь (ГОСТ 12.1.005-76).

Однак багаторічна практика показала, що як в нашій країні, так і в усьому світі кількість професійних захворювань не зменшується, а зростає (ми говоримо про ті фактори, де встановлено контроль за вмістом шкідливих речовин).

Таким чином, факт захворювань робітників суперечить змісту формулювань ГДК. Тут можуть бути різні пояснення. Наприклад, недосконалі методи діагностики (це галузь медицини); робота робітників більше 8 годин на день і більше 40 години на тиждень (це організаційні заходи, які вирішуються на виробництві); концентрація газу, пилу, аерозолів, яка близька або дорівнює ГДК.

Дійсно, що таке ГДК? Це якась межа кількісного вмісту пилу, газу, аерозолі в повітрі робочих зон. На ці величини (ГДК) і їх коливання у той чи інший бік впливає величезна кількість техногенних параметрів виробництва, від ритмічності роботи підприємства до відкриття і закриття дверей, вікна робітником і т.д.

Тому для усунення цих недоліків і для того, щоб вміст шкідливих речовин, пилу, газів був завжди меншим ГДК і не викликав захворювань, його нормативне значення необхідно з певним ступенем надійності (ймовірності) знизити на якусь величину  $C_b$ , як це вже зроблено для ГДВК (рис. 1.2):

$$\begin{aligned} R_B &> 0, \\ R_{II} &\leq \text{ГДК} / C_b. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Діяльність людини у системі ЛМС є таким же предметом вивчення та проектування, як і її технічна частина. Ергономіст повинен брати до уваги: можливість психічних процесів людини щодо прийому, переробки інформації і прийняття правильного рішення у конкретних умовах функціонування системи ЛМС; психічні властивості й особливості оператора, що проявляються у схильності до більш чи менш ризикованої поведінки; здатність людини працювати у стані втоми, емоційного стресу, психічної напруженості, монотонії.

**Третя мета ергономіки** – забезпечення умов для розвитку особистості працюючого в процесі праці. Основним шляхом її досягнення є поступове органічне поєднання фізичної та розумової праці у виробничій діяльності.

Воно включає:

- послідовне підвищення змістовності праці всіх профілів та її інтелектуального наповнення на основі науково-технічної революції, зростання виробничого і науково-технічного потенціалу країни;
- неухильне підвищення рівня загальноосвітньої та професійної підготовки всіх працюючих, що випереджувала би сьгоднішні потреби народного господарства у його розвитку;
- залучення всіх працівників з урахуванням їх знань, інтересів і схильностей в управлінні виробництвом, громадськими справами; створення оптимальних умов для поєднання професійної праці з технічною творчістю у виробничій та невиробничій обстановці.

Щоб уникнути негативних соціально-економічних і психологічних наслідків системи ЛМС, треба збільшувати обсяг інтелектуальних, творчих операцій під час роботи на ЕОМ, за верстатами з числовим програмним керуванням, у гнучких виробничих системах у результаті цілеспрямованої діяльності конструкторів та ергономістів.

При розподілі функцій між людиною і технічною частиною системи ЛМС її творці повинні ґрунтуватися на необхідності «задіяти» вищі психічні функції оператора (мислення, пам'ять, увагу); моральні якості (відповідальність, рішучість, сумлінність, чесність, мужність), що з'являються, зберігаються та розвиваються тільки у випадку систематичного їх застосування як засобів праці. Поліпшення або погіршення якості кадрів у будівництві, промисловості, сільському господарстві, на транспорті тощо, прямо залежить від рівня вимог до інтелектуальної і психологічної підготовки операторів систем ЛМС. Труднощі у впровадженні систем пов'язані саме з неприйняттям їх обслуговуючим персоналом. Людина в багатьох таких системах не може реалізувати свої можливості, не бачить перспективи власного зростання.

Отже, орієнтація ергономістів, проектувальників системи ЛМС на людину-оператора, розвинутої в інтелектуальному, моральному, вольовому відношеннях, є запорукою формування особистості працівника.

Теоретичні дослідження в ергономіці пов'язані з вирішенням практичних завдань, до яких належать:

1. Ергономічне забезпечення проектування систем ЛМС, що складається з аналізу трудової діяльності оператора, розподілу функцій між людиною і машиною, прогнозування чисельності обслуговуючого персоналу, обліку факторів середовища, визначення соціально-економічної ефективності нової системи ЛМС.

2. Розробка ергономічних основ експлуатації системи ЛМС, що спрямовані на досягнення соціальної однорідності праці, створення умов, за яких забезпечується розвиток особистості оператора, збереження його здоров'я та максимальної продуктивності праці.

3. Ергономічна оцінка якості системи ЛМС, що складається з

установлення ергономічних вимог до об'єкта, його параметрів, ергономічних показників і їх оцінки.

До початку нинішнього століття визначилися три основних напрямки всередині ергономіки як науки:

1. *Ергономіка фізичного середовища* вивчає анатомічні, антропометричні, фізіологічні і біомеханічні характеристики людини у взаємозв'язку з параметрами фізичної праці. Робоча поза, компоновка робочого місця, параметри і властивості інструментів і матеріалів, з якими стикається людина під час роботи, причини розладів опорно-рухового апарату, приведення у відповідність параметрів технічного середовища і характеристик людини під час її роботи.

2. *Когнітивна ергономіка* пов'язана з психічними процесами: сприйняття, пам'ять, реактивність, швидкість прийняття рішень у взаємозв'язку людини і інші елементи технічного середовища. Акцент робиться на безперервному навчанні і психологічній адаптації людини при проектуванні соціо-технічної системи.

3. *Організаційна ергономіка* розглядає питання, пов'язані з оптимізацією соціо-технічних систем, включаючи їхні організаційні структури і процеси управління. Вони містять розгляд системи зв'язків між індивідуумами, управління груповими ресурсами, розробку проєктів, кооперацію, групову роботу і управління.

*Ергономіка* - наука міждисциплінарна, яка спирається на знання, методи дослідження і технології проектування з наступних галузей людського знання і практики:

1. Медицина, анатомія та фізіологія людини.
2. Антропология та антропометрія.
3. Наукова організація праці, гігієна та охорона праці.
4. Конструювання та теорія проектування.
5. Інженерна психологія.
6. Психологія праці, теорія групової діяльності та когнітивна психологія.
7. Теорія управління.

## **1.2. Основні технологічні процеси в будівництві та будівельній індустрії**

Охорона праці тісно пов'язана з ергономічними процесами будівельного виробництва.

Аналіз стану здоров'я працюючих в Україні свідчить про його суттєве погіршення за останні роки. Рівень смертності працездатного населення від неприродних причин (нешасних випадків, отруєнь і травм) відповідає аналогічним показникам сторічної давнини і майже у 2,5 рази перевищує показники, що склалися в розвинених країнах, в 1,5 рази - в країнах, що розвиваються. Смертність працездатного населення перевищує аналогічний показник по країнах Євросоюзу у 4,5 рази. Рівень виробничого травматизму зі смертельними наслідками в Україні в 5 разів вище, ніж в економічно розвинених країнах, і за останні роки спостерігається стійка тенденція до його

зростання.

Аналіз нещасних випадків на виробництві показав, що основними причинами травматизму зі смертельними наслідками є: фізичний знос технологічного обладнання до 80%, незадовільна організація виконання робіт, недоліки в технічному навчанні та атестації співробітників, порушення правил трудової та виробничої дисципліни, відсутність сталої системи управління і контролю за охороною праці, відсутність належного фінансування з оновлення технологічного обладнання.

У той же час світовий досвід показує, що з розвитком науки і техніки виникають все нові проблеми, які вимагають постійного виявлення і врахування небезпек, попередження їх негативних проявів. Зниження травматизму і профзахворювань працюючих потребує комплексного підходу з вирішення даного питання, що знайшло відображення в Законі України «Про охорону праці».

Відповідно до Конституції України та Законом «Про охорону праці» основним принципом державної політики є пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до будь-яких результатів виробничої діяльності.

Національна програма з поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2021-2026 роки передбачає комплексне вирішення проблем охорони праці, пріоритету здоров'я працівників, їх соціального захисту, створення належних, безпечних і здорових умов праці на виробництві. Передбачені програмою заходи спрямовані на поступове приведення законодавства України і стану охорони праці в сфері виробництва у відповідність з актами законодавства Євросоюзу.

В Україні прийнято державну програму підвищення рівня знань працівників з питань охорони праці, в тому числі передбачені якісні зміни з підготовки фахівців у закладах вищої освіти.

Особливе місце в промисловості займає будівельна індустрія, яка потребує різнопланової підготовки керівників з питань не тільки інженерно-технічних знань, але й у отриманні знань в галузі охорони праці.

Специфіка ведення будівельних робіт пов'язана з постійною зміною умов виконання робіт, переміщенням робочих місць, суміщенням професій, зміною технології будівельних процесів, впливом шкідливих і небезпечних факторів і кліматичних умов тощо.

В будівництві при зведенні будівель і споруд до основних будівельних процесів відносяться:

- підготовчі;
- земляні;
- монтажні;
- кам'яні;
- покрівельні;
- облицювальні;
- теплоізоляційні;
- зварювальні;
- теслярські та інші.

*Ергономіка будівельних процесів* – це дисципліна, яка вивчає і формує оптимальне поєднання функціональних можливостей людини (учасника будівельного процесу) та умов і засобів виробництва в будівництві для досягнення максимальної ефективності та продуктивності праці при мінімальному навантаженні на людський організм. Будівельні роботи можуть бути стомлюючими або навіть небезпечними (табл. 1.1):

Таблиця 1.1

**Аналіз умов праці для різних видів будівельних робіт**

Вид робіт	Умови праці									
	Небезпечні	Шкідливі	Фізично важкі	Підвищеної напруженості	Стиснені	Важкі вантажі	Вібрація	Шум	Підвищена вологість	Велика забрудненість
Розробка ґрунтів				•	•		•	•		•
Буріння шпурів				•			•	•	•	
Зварювальні роботи				•		•	•	•		
Цегляна кладка			•		•				•	•
Укладання і ущільнення бетонної суміші			•		•		•	•	•	•
Установка арматури				•	•					
Монтаж і демонтаж опалубки, лісів			•		•					•
Монтаж панелей, колон, металоконструкцій	•		•			•				
Штукатурні роботи			•		•				•	•
Малярні роботи		•		•	•			•	•	•
Облицювання плиткою				•	•				•	•
Обклеювання стін шпалерами					•				•	
Скління вітрин, фасадів	•			•	•	•				
Облаштування монолітних підлог			•				•	•	•	•
Облаштування покрівель	•	•		•						•
Прибирання приміщень				•	•				•	•
Прокладка комунікацій				•	•				•	•
Вантажно-розвантажувальні роботи			•		•	•				

Під практичною ергономікою ми розуміємо застосування цих знань на практиці.

Метою практичної ергономіки є зміна складу роботи для зниження

травматизму та підвищення її ефективності і, як результат, продуктивності. Необхідно намагатися послідовно і цілеспрямовано виключати роботу, пов'язану з підйомом і переміщенням вантажів, а також шукати і впроваджувати кращі методи роботи, що дозволяють знизити фізичну статичне і динамічне навантаження на організм. Для цього потрібно змінювати інструменти, обладнання та технологічні процеси і постійно поліпшувати умови праці.

Цілі практичної ергономіки будівельних процесів:

- створити сприятливе ергономічне середовище шляхом застосування правильних умов праці та оптимізації технологічних процесів у будівництві;
- вести роботу з удосконалення умов та засобів праці, де відправним пунктом є фізичні можливості людини;
- використовувати практичний досвід різних фахівців суміжних галузей знань.

Параметри і індивідуальні характеристики людини, які необхідно враховувати при правильній, з точки зору сучасної ергономіки, організації робочих місць:

1. Фізичні дані людини (для забезпечення зручним захисним спецодягом):

- зріст;
- вага;
- комплекція;

2. Фізичні параметри:

- межі рухових здібностей;
- сила;
- витривалість;
- фізичні навички і вміння;
- працездатність;
- опірність дратівній дії навколишнього середовища.

3. Розумові здібності (включаючи ситуації негативного впливу стресу, монотонності та втоми):

- здатність сприймати інформацію (слух, зір, дотик);
- здатність обробки інформації та прийняття вірного рішення;
- уважність і пильність;
- логічне і креативне мислення;

4. Індивідуальні особливості:

- стать;
- вік;
- стан здоров'я;
- освіта, досвід;
- культура, мова, соціальний статус.

Питання, які зачіпає організація робочих місць з точки зору ергономіки:

- Поставлена задача і організація роботи.
- Склад і хід процесу.
- Отримання інформації / комунікації.

- Обробка і перетворення інформації.
- Обсяг роботи, строки, зміна завдань.
- Розбивка завдання на етапи.
- Автономність при виконанні завдання.
- Освіта, необхідна для виконання завдання.
- Тимчасовий параметр / тривалість роботи.

#### Фізична праця:

- Положення: стоячи, сидячи навпочіпки, сидячи, лежачи.
- Поза: витягнута, зігнута, розслаблена.
- Рух: ходьба, підйом, перенесення, утримування вантажу.

#### Вплив навколишнього середовища:

- Світло / колір.
- Шум.
- Клімат.
- Вібрації.
- Пил, загазованість, вологість.
- Бруд, вогкість.
- Електромагнітні випромінювання.

#### Небезпеки:

- Механічні: удари, ушкодження гострими предметами, порізи, уколи, прослизання, небезпека оступитися, впасти, що виникають через предмети або рідини, які знаходяться поруч.
- Електричні: електричний струм, електромагнітні випромінювання.
- Інші фізичні: спека холод, шум, світло, миготіння і мерехтіння.
- Хімічні та біологічні: небезпечні речовини, збудники хвороб, недолік кисню.

Критерії, що визначають ергономічність робочих місць і технічних виробів:

#### 1. Загальні критерії:

- Необхідність.
- Доцільність, ефективність.
- Простота.
- Швидкість, продуктивність.
- Точність.
- Надійність.
- Виключення можливості неправильного дії.
- Простота в навчанні і використанні.

#### 2. Спеціальні критерії для виконання завдання:

- Можливість утримання в полі зору, спостереження і контролю, однозначне сприйняття, зрозумілість, впізнаваність розрізнення, наочність.
- Доступність, можливість швидкої зміни діяльності.
- Відчутність, можливість захоплення.
- Однозначність, осмисленість.



- Виключення некомпетентних дій.

### 3. Спеціальні критерії для оцінки результату діяльності:

- Надійність.
- Відсутність шкідливого впливу на здоров'я.
- Відповідність навантажень / вимог.
- Запобігання втоми / монотонності.
- Виключення як завищених, так і занижених вимог.
- Виключення зайвих навантажень.
- Забезпечення почуття задоволеності.

### 4. Інші критерії:

- Облік факторів важливості, частоти, черговості і одночасності.
- Доступність, можливість швидкої зміни місця.
- Свобода пересування, відсутність перешкод.
- Гігієна, чистота, відсутність шкідливого впливу на шкіру.
- Можливість очищення, прибирання.

## **1.3. Основні критерії ефективності безпеки виконання будівельних процесів за ознаками ергономічної якості системи ЛМС**

Проведений аналіз впливу виробничих чинників при виконанні будівельних технологічних процесів свідчить про недосконалість управління охороною праці, незадовільність технічних та ергономічних показників.

Кількість випадків травматизму на виробництві в Україні на нинішній день має високий рівень. Найбільша кількість випадків травмування припадає на такі галузі як вугільна, машинобудівна, будівельна, агропромисловий комплекс і невиробнича сфера. У цих галузях постраждало близько 12,3 тис. Осіб, або 76% усієї кількості травмованих в Україні.

Найбільше нещасних випадків на виробництві зі смертельним результатом сталося у вугільній, будівельній галузях на підприємствах транспорту, в агропромисловому комплексі та невиробничій сфері (70% усієї кількості загиблих).

Аналіз причин нещасних випадків свідчить, що майже 72% нещасних випадків зі смертельними наслідками сталося з організаційних причин, 19% - з технічних і 9% - з психофізіологічних.

Майже 15% від загальної кількості травмувань на виробництві зі смертельним наслідком відбуваються саме у будівельній галузі. До того ж, будівництво це одна з найбільш ризикових сфер, де використовується незадекларована праця та відбувається травмування працівників, і саме будівельна галузь має динаміку зростання травматизму, в порівнянні з іншими галузями.

Під час здійснення заходів державного нагляду (контролю) у галузі будівництва спостерігається тенденція щодо характерних виявлених порушень, які мали місце на підприємствах чисельністю до 50 працівників (1 група) та підприємствах чисельністю більше 50 працівників (2 група).

Характерні порушення, що найбільш часто виявляються на

підприємствах 1 групи

Недостатнє забезпечення цих підприємств будівельними технікою, механізмами та вантажопідіймальними кранами, що приводить до використання ними та експлуатації цих механізмів, техніки на правах оренди. Через відсутність відповідних кваліфікованих працівників, та посадових осіб, що забезпечують безпечну експлуатацію цих механізмів та техніки часто ці функції договорами оренди переадресовуються на орендодавця, які територіально часто розташовуються на значних віддальх від об'єктів будівництва, часто в інших областях держави, що не дає змогу забезпечити належний регулярний відомчий нагляд за безпечною експлуатацією цих механізмів та техніки на об'єктах будівництва і нерідко призводить до аварій та нещасних випадків з працівниками малих підприємств під час експлуатації та демонтажу механізмів та техніки.

Через відсутність постійних об'ємів робіт на цих підприємствах налічується мала кількість постійних штатних працівників, які часто протягом короткого періоду часу залучаються до виконання часто різних видів будівельно-монтажних робіт, не володіючи, як правило, відповідними кваліфікаційними навиками та не маючи відповідного рівня кваліфікаційної підготовки. А це призводить до використання працівниками спрощених методів виконання робіт, порушення технології і в кінцевому результаті до порушення вимог безпеки та нещасних випадків.

Для виконання функцій служби охорони праці на таких підприємствах часто залучаються за сумісництвом особи підприємства, які не мають відповідної підготовки щодо організації та контролю за безпечним виконання будівельно-монтажних робіт у будівництві (менеджери, бухгалтери та інші).

Характерні порушення на підприємствах 2 групи

Невчасне направлення до територіального органу Держпраці інформації про початок ведення будівельно-монтажних робіт на об'єктах будівництва підприємства.

Невчасне призначення координаторів з питань охорони праці під час залучення субпідрядних організацій на об'єкт будівництва та одночасного виконання робіт на об'єкті двома і більше підприємствами.

На цих підприємствах, як правило, одночасно виконуються значні обсяги будівельно-монтажних робіт, особливо в період завершення будівництва об'єктів. Це приводить до частого залучення під час виконання будівельно-монтажних робіт фізичних осіб, в тому числі на умовах цивільно-правових угод. Характерним порушенням під час укладання таких угод та виконанні робіт фізичними особами є відсутність (не проходження) навчання з питань охорони праці цими фізичними особами.

На жаль, статистичні дані щодо травматизму на малих підприємствах в Україні відсутні. Але, як відзначають фахівці Фонду соціального страхування України, значна більшість таких підприємств питаннями забезпечення безпеки та гігієни праці працівників взагалі не переймаються.

Роботодавці малих підприємств не виконують вимоги ст. 19 Закону України «Про охорону праці» щодо фінансування охорони праці роботодавцем.

Разом з тим, слід наголосити, що ці вимоги поширюються на всі підприємства, незалежно від форми власності, або фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю.

Ознаками ергономічної якості системи ЛМС є її висока ефективність, повна безпека взаємодії людини-оператора з технічними пристроями, задоволеність людини змістом, характером та результатами своєї праці. Ергономічне оцінювання системи ЛМС можна здійснювати диференційним методом, при якому використовують окремі ергономічні показники, або комплексним методом, при якому визначають комплексний ергономічний показник, який характеризує групу ергономічних властивостей обладнання і середовища відповідно до властивостей людини у процесі трудової діяльності. Цей показник утворює групові ергономічні показники трудового процесу, а саме: гігієнічний, антропометричний, фізіологічний, психофізіологічний та психологічний.

Перелічена група показників формує склад ергономіки (рис. 1.3).

Гігієнічний груповий показник характеризує гігієнічні умови життєдіяльності і працездатності людини при її взаємодії з системою ЛМС. Він передбачає створення на робочому місці нормальних метеорологічних умов мікроклімату й обмеження впливу шкідливих чинників зовнішнього середовища.

Груповий показник складається з одиничних показників освітленості, вентилявання, температури, вологості, тиску, запиленості повітря, радіації, шуму, вібрації, гравітаційного перевантаження і прискорень, сили електромагнітних випромінювань. Перевищення допустимих меж цих показників може загрожувати життю та здоров'ю людини-оператора, викликати «важкі» психічні стани, які знижують його працездатність.

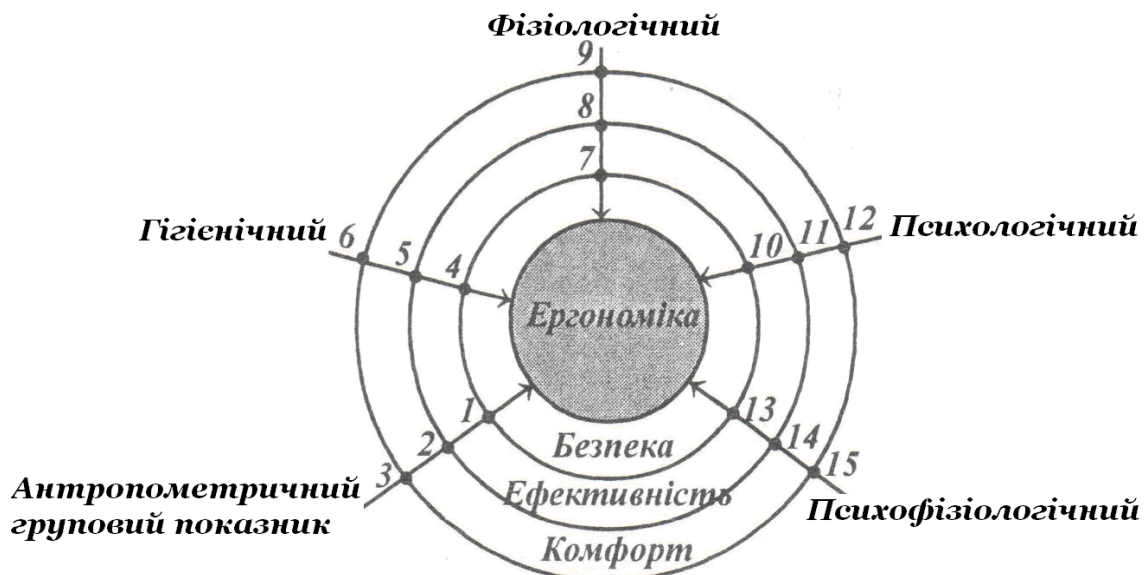


Рис. 1.3 Групові ергономічні показники і структура ергономіки (за І. Іваськевичем)

Наприклад, відомо, що оптимальна для роботи людини температура навколишнього середовища 18 °С; при підвищенні температури до 25 °С

відчувається фізична втома і з'являються ознаки погіршення психічного стану (дратівливість, напруженість тощо); при 30 °С погіршується розумова діяльність, сповільнюються реакції, виникають помилки. Встановлено, що при досягненні температури середовища 28 °С знижується продуктивність праці в будівництві більш ніж на 20 відсотків, зростає вірогідність травмування, тому при досягненні такої температури необхідні допоміжні засоби безпеки.

В ергономіці впорядковані основні терміни, що характеризують зовнішнє середовище робочого місця людини-оператора. Чинники зовнішнього середовища на робочому місці розуміють як фізичні, хімічні, біологічні, інформаційні, соціально-психологічні й естетичні властивості системи ЛМС, які впливають на людину-оператора. Ергономісти виділяють комфортні, відносно дискомфортні, екстремальні та надекстремальні зовнішні робочі середовища на робочому місці оператора.

Такі критерії введені при оцінці умов праці в охороні праці на виробництві: нормальні (комфортні), допустимі, шкідливі та екстремальні (небезпечні). Вони дозволяють в повній мірі визначити ергономічність та безпечність взаємин «людина – машина – середовище».

Комфортне середовище забезпечує оптимальну динаміку працездатності оператора, хороше самопочуття і збереження його здоров'я.

Відносно дискомфортне середовище, впливаючи протягом певного інтервалу часу, забезпечує задану працездатність і збереження здоров'я, але викликає у людини-оператора неприємні суб'єктивні відчуття та функціональні зміни, що не виходять за межі норми.

Екстремальне робоче середовище зумовлює зниження працездатності людини і викликає функціональні зміни, що виходять за межі норми, але які не призводять до патологічних порушень.

Надекстремальне середовище призводить до виникнення в організмі людини патологічних змін та неможливості виконання роботи.

Другий груповий показник (антропометричний) регламентує відповідність машини до розмірів і форми тіла працюючої людини, рухливості частин тіла й інших параметрів. Його одиничні показники забезпечують раціональну та зручну позу, правильну осанку, оптимальне тримання рукояток, мінімальні й оптимальні робочі зони рук і ніг. Відомості, які наводять в антропометричних довідниках, можуть служити лише для перших, приблизних прикидок габаритів обладнання, яке проектують. При проектуванні обладнання необхідно консультиватись зі спеціалістом, якому відомі розміри частин тіла, соматичні типи тіла і художнє проектування. Для цілей проектування обладнання у колишньому СРСР забороняли використовувати антропометричні дані інших країн. Наприклад, довжина витягнутої вперед руки чоловіка у колишньому СРСР дорівнювала 688-800 мм, а в США – 710-840 мм; висота очей над підлогою – 1465-1655 мм, а за даними США – 1550-1750 мм тощо. Тому використання даних США могло би призвести до розміщення засобів зображення інформації й органів управління за межами досяжності оператора і, отже, до провокування аварійної ситуації.

Третій та четвертий групові показники (фізіологічний і

психофізіологічний) характеризують ті ергономічні вимоги, що визначають відповідність системи ЛМС до силових, швидкісних, енергетичних, зорових, слухових, дотикових, нюхових можливостей і особливостям людини. На основі численних експериментальних даних сформульовані, наприклад, ергономічні вимоги Державного стандарту (ДСТУ 7245:2011 Дизайн і ергономіка. Кодування зорової інформації. Загальні вимоги), за яким мінімальна допустима яскравість кольорових знаків повинна бути 10 кд/м<sup>2</sup>, рекомендована – 170 кд/м<sup>2</sup>. Ергономічні вимоги ДСТУ 7248: 2011 «Дизайн і ергономіка. Маховики і штурвали управління. Загальні вимоги ергономіки» виходять із експериментально встановлених максимальних зусиль руки при різних кутах згину в лікті. Наприклад, витягнутою правою рукою оператор може тягнути на себе рукоятку з силою до 22 кг, штовхати від себе – до 20 кг, витискати догори – до 5,5 кг, тягнути вниз – до 7 кг. У процесі проектування необхідно чітко уявляти вікові, статеві, психологічні й інші особливості операторів конкретної системи ЛМС. Так, з віком різко знижується чутливість до світла: потреба в освітленості у людини 30-річного віку в два рази, у 40-річного в три, а у 50-річного в шість разів більша, ніж у 10-річного. Звідси виходить, що якщо 30-річному операторові достатньо освітленості в 1000 лк для максимально точного сприйняття деталей, то для створення аналогічних умов для 50-річного необхідно біля 2000 лк.

П'ятий груповий показник (психологічний) відображає відповідність машини до можливостей та особливостей сприйняття, пам'яті, мислення, психомоторики, закріплених навичок людини, ступеня і характеру групової взаємодії. Ці особливості виступають як одиничні показники. Психічні процеси залежно від характеру роботи у системі ЛМС можуть змінювати свої параметри, властиві цим же людям у звичайних умовах. Наприклад, сприймання тексту бортової документації на борту пілотованого космічного апарата, в яке включені процеси сприйняття, мислення, уявлення, залежить не тільки від світлотехнічних умов робочого місця космонавта, але й від багатьох інших специфічних чинників, що впливають на організм космонавта у польоті. До них можна віднести суворе обмеження часу, втому і гіподинамію.

Таким чином, можливо зробити такі висновки:

1. Структуру ергономіки формують її цілі: ефективність системи ЛМС; безпека праці в ній; створення умов, що забезпечують розвиток особистості людини-оператора (комфорт); значний результат може бути досягнутий при узгодженій взаємодії спеціалістів із різних галузей знань: системотехніків, дизайнерів, лікарів-гігієністів, психологів, фахівців із фізіології праці і біофізики.

2. Досягнення мети ергономіки вважається досить складною справою, бо вже при визначенні завдання проектування й експлуатації системи ЛМС треба контролювати 15 точок (рис. 1.3), кожна з яких здатна вирішальним чином вплинути на успішність технічної розробки. Можна оптимально провести взаємну адаптацію людини та технічних пристроїв по 14-ти точках, тобто гігієнічних (точки 1 – 3), антропометричних (4 – 6), фізіологічних (7 – 9) й інших параметрах, але якщо не надавати значення точці 13 (безпека –

психологічний груповий показник) – і вся розробка втратить сенс. Наприклад, виснажлива монотонність автострад притуплює пильність водіїв і викликає у них сонливість, що часто призводить до аварії. Для запобігання цього ефекту ергономіст може передбачити у конструкції автомашини прилад, який уловлював би мимовільні рухи голови або послаблення м'язів рук на кермі, характерні для засинаючого водія, та посилав би пробуджуючий звуковий сигнал.

3. Аналіз багатьох помилок операторів, що призвели до зупинок або аварій у системах ЛМС, показує, що 50% з них мають у своїй основі недоврахування психологічного групового показника, 22 – психофізіологічного, 6 – фізіологічного, 19 – гігієнічного і 3% – антропометричного. Це визначає великий обсяг психологічних досліджень у процесі ергономічної проробки й оцінки промислових виробів та їх значний вплив на склад і структуру ергономіки.

## **1.4. Методи ергономічних досліджень**

### **1.4.1. Загальна характеристика методів ергономічних досліджень**

Методологічною базою ергономіки є системний підхід. На його основі можливе використання в ергономічному дослідженні методів різних наук, на межі яких виникають і вирішуються якісно нові проблеми вивчення систем ЛМС. При цьому відбувається певна трансформація методів, що приводить до нових методичних прийомів досліджень.

Ергономічний підхід до вивчення й оптимізації діяльності має свою специфіку. У методичному відношенні це виражається у таких принципових положеннях. По-перше, спрямованість ергономіки на проектування діяльності і її компонентів вимагає застосування не тільки експериментальних, але й апріорних проектувальних методів. По-друге, використання в ергономіці узагальнених показників активності, напруженості та комфортності діяльності передбачає застосування процедур отримання інтегральних критеріїв на основі системи часткових показників. По-третє, ергономічне дослідження або оцінка мають бути завжди системними, що здійснюють лише при одночасному використанні різних методів, які відображають взаємозв'язки між компонентами й основними властивостями системи ЛМС.

Методи досліджень в ергономіці умовно поділяють на дві групи: аналітичні (або описові) й експериментальні. У більшості досліджень вони тісно переплетені між собою і їх застосовують одночасно, доповнюючи та збагачуючи один одного.

Кожне практичне завдання, яке постає перед ергономікою, піддають спочатку аналізу з точки зору виявлення специфіки впливу людського чинника в даних умовах. Уміння кваліфіковано аналізувати виробничу діяльність (продуктивність праці, передовий досвід, умови праці, брак, плінність кадрів, характерні помилкові дії працівників, травматизм тощо) – обов'язкова умова професійної діяльності фахівця у галузі ергономіки.

Будь-яке ергономічне дослідження має починатись з аналізу діяльності

людини і функціонування системи «людина – машина – середовище». Його мета – визначення місця людини у процесі вирішення завдань у системі, загальна психофізіологічна характеристика діяльності людини у ній, виявлення структури людських чинників, що впливають на ефективність роботи системи.

Залежно від конкретного завдання мета такого аналізу може бути різною. Якщо передбачається проведення експериментальних досліджень, то аналіз потрібний, як правило, для вибору адекватної моделі діяльності або окремих типових дій, а також для визначення конкретних завдань експерименту. Якщо потрібно провести експертизу системи ЛМС, то метою аналізу буде виявлення тих компонентів системи, за якими проводитимуть ергономічну оцінку. При розробці критеріїв і методів професійного відбору аналіз буде спрямований на виявлення властивостей особистості, які суттєво впливають на якість трудової діяльності.

Попередній функціонально-структурний аналіз діяльності проводять для обґрунтування мети, якій служать наступні ергономічні дослідження. Перехід до експерименту буде результативним тільки тоді, коли є ґрунт для експерименту, підготовлений детальним описом усієї сукупності чинників, що мають пряме або непряме відношення до досліджуваної ергономічної проблеми. Вирішення поставлених у процесі попереднього аналізу завдань здійснюють у процесі експериментального дослідження. Використання експериментального методу служить для виявлення таких особливостей організації взаємодії людини з технічними засобами, які не виявляються безпосередньо у процесі аналізу.

Ергономіка використовує методи досліджень, що склалися у психології, фізіології, гігієні і охороні праці, у функціональній анатомії та соціології. Проблема полягає у координації різних методичних прийомів при вирішенні того чи іншого ергономічного завдання й у подальшому узагальненні та синтезі одержаних з їх допомогою результатів. У багатьох випадках цей процес приводить до створення нових методів досліджень в ергономіці, які відрізняються від тих методів, які використовують дисципліни, на межі яких вона виникла. Тому до цього часу чітка класифікація методів досліджень в ергономіці відсутня. Складність розробки такої класифікації пов'язана з тим, що вона має охопити всі сфери досліджень ергономіки, які ще остаточно не сформувався і продовжують швидко розширюватись.

За прийнятою в ергономіці класифікацією методів дослідження як класифікацією методів дослідження сучасного людинознавства всі методи дослідження поділяють на чотири групи.

До першої групи входять методи, які умовно називають організаційними або підготовчими. До них належить система методологічних засобів, що забезпечують комплексний підхід до дослідження. Він реалізується протягом усього дослідження, а його ефективність визначають за кінцевими результатами. Характерною рисою міждисциплінарних досліджень є не синтез результатів, одержаних на основі незалежних досліджень, а організація такого дослідження, у процесі якого синтезуються подання різних дисциплін.

До другої групи належать наявні емпіричні способи одержання наукових

даних. Серед них спостереження і самоспостереження, експериментальні методи (лабораторний, виробничий експеримент), діагностичні методики (тести, анкети, соціометрії, бесіди), прийоми аналізу процесу та продуктів діяльності (хронометрія, циклографія, професіографічний опис, трудовий метод тощо), моделювання (предметне, математичне, кібернетичне).

Третю групу методів складають способи обробки даних. До цих методів належать різні способи кількісного і якісного опису одержаних даних.

У четверту групу методів входять різні способи аналізу одержаних даних та цілісного опису діяльності людино-машинних систем.

Найпоширенішою і найрозробленішою є друга група методів. Серед них можна назвати експериментальні методи вивчення динаміки різних фізіологічних функцій, їх характерна риса – широке використання електрофізіологічних методик: електроенцефалографія (ЕЕГ) – запис електричної активності мозку, електроміографія (ЕМГ) – запис потенціалу дії м'язів, який відіграє важливу роль при оцінюванні стану м'язового тону (при дослідженні пози та робочих рухів), реєстрація шкірногальванічної реакції (ШГР) – зміна рівнів потенціалу шкіри як чутливого показника емоційного стану людини, електрокардіографія (ЕКГ) – запис електричної активності серця, електроокулографія (ЕОГ) – запис потенціалу, який виникає при повертанні очного яблука і використовується як показник переміщення погляду людини під час розгляду об'єкта. Реєстрація біоелектричних процесів дозволяє визначати малодоступні для спостереження функціональні зрушення в організмі людини, які проходять під впливом зміни навколишнього середовища.

В ергономічних дослідженнях знаходять застосування методи біомеханіки, прискорена кінозйомка, циклографія, кіноциклографія, електрична тензометрія – зміна електричних властивостей датчиків, накладених на деформовані людиною частини технічних засобів. За їх допомогою дають характеристику рухової активності людини з точки зору ефективності роботи різних ланок опорно-м'язового апарату.

З метою вивчення умов, у яких проходить виробнича діяльність людини, в ергономіці використовують методи вимірювання мікрокліматичних умов (умов навколишнього середовища) – температури і вологості повітря у робочій зоні, методи вимірювання і оцінка інтенсивності опромінення у діапазоні радіочастот, методи вимірювання рівня шуму та вібрації, методи визначення вмісту пилу і токсичних речовин у повітрі, методи світлових вимірювань та інші методи гігієни праці.

Для вирішення різних ергономічних завдань використовують техніку антропометричних досліджень. Широке застосування знаходить соматографія – техніко-антропологічний аналіз положення тіла і зміни робочої пози людини, співвідношення розмірів людини та машини. Результати цього аналізу дозволяють знаходити оптимальні способи організації робочого місця з урахуванням пропорційних відношень між елементами обладнання і людиною.

Сутність операційно-структурного опису трудової діяльності, який часто називають алгоритмічним аналізом, полягає у розкладенні трудової діяльності



на якісно різні складові, визначенні їх логічного зв'язку між собою, порядку проходження одна за одною й у вирахуванні низки показників, що мають певний психофізіологічний смисл.

До методологічного арсеналу ергономіки входить багато психофізіологічних методик: вимірювання часу реакції; психофізичні методики (визначення порогів і динаміки чутливості у різних модульностях); психометричні методи дослідження.

В ергономіці використовують відомі у соціології методи спостереження та опитування. Метод соціометричного дослідження міжособистісних відносин дозволяє вирішити цілий ряд актуальних питань: установити факт переваги, вираженої індивідом відповідно до інших членів групи або колективу в певних ситуаціях, виразити взаємини між працівниками всередині груп.

#### **1.4.2. Методи спостереження та опитування**

Спостереження розуміють як цілеспрямований, організований і систематизований розгляд досліджуваного об'єкта.

В ергономіці спостереження часто є складовою частиною експериментального дослідження. За допомогою методу спостереження, доповненого хронометражем, фото- або відеозйомкою всіх операцій у порядку їх проходження, можна достатньо детально описати трудову діяльність. Запис результатів спостереження може бути виконаний у вигляді таблиці.

Для правильної постановки запитань необхідно враховувати таке: а) кожне запитання має бути логічно завершеним; б) слід уникати мало поширених іноземних слів і термінів; в) не можна ставити дуже довгі запитання; г) кожне запитання має бути лаконічним; д) запитання потрібно формулювати нейтрально (без нав'язування відповіді); е) має бути баланс позитивних і негативних відповідей.

Спочатку ставлять загальні запитання, наприклад: «Чи зручно Вам сидіти? Чи зручно Вам працювати? Що викликає відчуття незручності?» відповіді на які хоч і малоінформативні, але вони сприяють встановленню контакту з опитуваним. Далі ставлять запитання про суб'єктивне відношення до елементів робочого місця, наприклад: «Чи задовольняють Вас розміри пульта (висота, глибина, ширина)?», а потім – про самопочуття працюючого. В останню чергу записують побажання опитуваного.

Як правило, опитування проводять безпосередньо на робочому місці, у процесі трудової діяльності. Але опитувати працівників можна і в лабораторних умовах з використанням дослідних зразків виробів або експериментального стенду.

Дані опитування обробляють статистично. Результати обробки подають у вигляді опису, причому розмежовують дані спостереження та суб'єктивні зауваження обстежуваного. Описовий матеріал супроводжують таблицям і графіками відповідних даних.

При спостереженні, яке поєднується з опитуванням, важливо знайти раціональний спосіб фіксації відповідей. На прості запитання слід відповідати однозначно: так, ні, не знаю.

### 1.4.3. Методи дослідження виконавської і пізнавальної діяльності

Зміст методів дослідження рухів визначає, з одного боку, сукупність параметрів, що характеризують процес реалізації руху, а з іншого – способи реєстрації цих параметрів. Характеристику методів дослідження рухів слід починати з циклограми, що є фотозйомкою руху на нерухомій пластинці. Для цього на рухомих частинах тіла випробуваної людини закріплюють мітки, які світяться, або електричні лампочки. Перед фотоапаратом поміщають обтюратор, який з певною частотою закриває об'єктив (*обтюратор* – засувка, що періодично перебиває світловий потік). На фотоплівці фіксуються послідовні положення лампочок, які переміщуються у процесі виконання руху разом з кінематичними ланками досліджуваного тіла. Для реєстрації складних циклічних дій цей спосіб не придатний. При кіноциклографії фотоплівка, на якій фіксується інформація про переміщення лампочок, рівномірно і повільно переміщується. У цьому випадку циклічні дії розтягуються на плівці. Описані методи циклографії та кіноциклографії призначені для площинної реєстрації переміщень.

Для дослідження просторових переміщень застосовують різні модифікації вказаних методів, наприклад, стереоскопічна зйомка, тобто зйомка двома об'єктивами з паралельними оптичними осями тощо. Використовують також «дзеркальну методику», що дозволяє одержувати знімки об'єкта з двох різних точок зору за допомогою одного фотоапарата та одного обтюратора. Об'єктив фотоапарата потрапляють два зображення одного й того ж досліджуваного об'єкта: перше – безпосередньо від об'єкта, а друге – відбите під певним кутом від дзеркала. Цей метод забезпечує велику точність просторових вимірів і зручність аналізу експериментального матеріалу.

Аналіз циклограми – достатньо трудомісткий процес. Для аналізу переміщення різних точок тіла у просторі використовують методи фотопримірів та номограм.

У першому випадку негативи циклограм друкують за допомогою збільшувача на фотопапері. Таким же шляхом на позитив накладають міліметрову або півміліметрову сітку, що значно полегшує роботу з матеріалом і підвищує точність вимірювання. Метод номограм дозволяє значно спростити визначення всіх трьох просторових координат дзеркальних циклофото-документів.

За допомогою методу циклографії можна проводити достатньо точний аналіз деяких рухових актів. Розроблена методика циклографування рухів руки при гаптичному (наосліп) проходженні лабіринту, на основі якої вдалося диференціювати орієнтовно-дослідницькі рухи руки від виконавчих. Користуючись циклографічною реєстрацією, у складі дотикових рухів руки виділили рухи, що виконують функції побудови образу і пізнання. У цих випадках рухи також реєструвались в одній площині.

Існує ряд методів, які використовують при дослідженні різних рухових завдань. До них належать методи вимірювання напруженості магнітних й електромагнітних полів, тензометричний, радіолокаційний та ін. Метод

вимірювання напруженості магнітних і електромагнітних полів застосовують для дослідження порівняно малоамплітудних та кутових переміщень. Тензометричний метод, як і гонюграфічний, використовують для макро- і мікрокутових вимірювань. Особливо широке застосування має тензометрична методика для вимірювання макрозмін суглобового кута при дослідженні тремору.

До арсеналу методичних засобів дослідження виконавчої діяльності входять й організовані експериментальні ситуації. Одна з поширених експериментальних ситуацій, які використовують у дослідженнях трудової діяльності, – стеження.

Стосовно дослідження трудової діяльності людини ситуацію стеження можна розглядати у двох планах: як лабораторну модель різних видів практичної діяльності людини (робота оператора радіолокаційної станції, управління різними транспортними засобами тощо) і як експериментальний прийом вирішення деяких теоретичних проблем, що виникають при аналізі рухливої поведінки.

У ситуації стеження досліджуваному операторові пропонують виконувати рух, параметри якого (швидкість, напрям, амплітуда, час) мають задовольняти параметри рухомої цілі, з якою узгоджується власне рух випробуваного. Специфіка ситуації стеження (на відміну від «точнісного завдання» і завдання «збереження постійності» параметрів руху) полягає насамперед у тому, що в даному випадку рухлива поведінка випробуваного оператора жорстко детермінована практично з усіх параметрів руху.

Отже, завдання стеження полягає у тому, щоб значення вихідної функції точно відповідало значенню вхідної функції у відповідний момент часу, а випробуваний оператор повинен на основі сприйнятої інформації виконати коректувальну дію, що усуває неузгодженість значень вхідної та вихідної функцій.

#### **1.4.4. Методи оцінки функціональних станів**

При виборі або розробці методів дослідження функціональних станів людини у трудовій діяльності треба враховувати, що ці стани взаємопов'язані, динамічні й обумовлені виробничою ситуацією. Тому дослідження має бути комплексним, системним, що поєднує фізіологічні, психофізіологічні та психологічні методи. До найчутливіших показників динаміки належать різні параметри діяльності серцево-судинної системи: аналіз основних складових ЕКГ, частота серцевих скорочень, величина артеріального тиску. Розвиток станів напруженості і втоми, пов'язаний зі збільшенням енергетичних затрат, приводить до закономірного зростання частоти серцевих скорочень, дихальних рухів та інших параметрів, що свідчать про посилення обмінних процесів. Типовими корелятами стресу, підвищеної напруженості і втоми є підвищений вміст у крові та у сечі «гормонів стресу» – адреналіну і норадреналіну.

За наявними даними, аналіз коливань мозкової гемодинаміки при виконанні складної інтелектуальної діяльності дозволяє виділити основні стадії

зниження розумової працездатності та визначити ступінь участі різних мозкових структур у процесі розв'язування різних задач. Відзначається наявність характерної топографії пунктів максимальної десинхронізації альфа-ритму при вирішенні різних задач залежно від їх змісту. Вплив втоми призводить до перебудови структурно-функціональної системи електричної активності мозку, також специфічної для різних видів діяльності. Поширеним є використання у дослідженнях величини навантаження таких його фізіологічних корелятивів, як зміна величини діаметра зіниці і шкірно-гальванічної реакції, які дозволяють здійснювати посекундний контроль за витратами зусиль на виконання завдання.

#### 1.4.4.1. Фізіологічні методи

Зусилля дослідників спрямовані на пошук хоч і не прямих, але таких, що безпосередньо реєструються, показників змін у функціонуванні організму.

Найрізноманітні ці показники функціонування центральної нервової системи розглядають як можливі індикатори динаміки функціональних станів. До них належать, насамперед, уже згадувані показники електрофізіологічних досліджень – електроенцефалографія, вимірювання шкірно-гальванічної реакції, електрокардіографія, величина артеріального тиску, температура тіла, пневмографія і спірометрія, величина діаметра зіниці та ін.

Електроенцефалометрія – це метод дослідження діяльності головного мозку, який полягає у графічному записі апаратом – електроенцефалографом – електричних потенціалів мозку, що виникають у нервових клітинах у процесі їхньої життєдіяльності. Принцип відведення електричних потенціалів базується на тому, що збуджена ділянка тканини стає електронегативною щодо незбудженої. На різні ділянки шкіри голови накладають електроди, з'єднані з апаратом. У стані спокою у корі мозку людини виникають ритмічні електричні потенціали, що уповільнюються під час сну та зникають у стані глибокого наркозу. Залежно від частоти й амплітуди коливань електричних потенціалів розрізняють кілька їхніх ритмів: альфа-ритм, бета-ритм, тета-ритм і гамма-ритм.

Вимірювання шкірно-гальванічної реакції (ШГР) – це реєстрація електричних властивостей (електричного опору) шкіри під впливом певного стимулу. Стимулами можуть бути спалах світла, звуковий сигнал, удар струму, дотик та інші подразники. Вимірювання електричних властивостей шкіри проявляється у різниці потенціалів між двома пунктами шкірної поверхні. Електроди можуть встановлюватись на будь-якій ділянці тіла, наприклад, один електрод фіксується на долонному, а інший – на тильному боці кисті руки або обидва на безіменному пальці. При реєстрації шкірних потенціалів в електричному ланцюгу відсутнє зовнішнє джерело струму. Потенціали відводять за допомогою двох електродів, що не поляризуються і з'єднані з чутливим гальванометром або підсилювачем постійного струму.

Існує залежність між напрямом шкірно-гальванічної реакції та її відновленням. Так, наприклад, в експерименті при подразненні голосним тоном

відбувалися реакції з повільним відновленням. Але коли цей тон служив сигналом для швидшого натискання кнопки, швидкість відновлення зростала. Серед інших показників, які визначали в експериментальних дослідженнях, можна назвати швидке зниження шкірного опору у відповідь на подразник. Воно досягає максимальних значень протягом 0,5-2 с, а повернення до вихідної величини відбувається значно повільніше (від 3-5 с до 1 хв та більше) і характеризується великою розкиданістю показників.

Оскільки ШГР часто має періодичний характер, то для обробки результатів її вимірювань застосовують кореляційний аналіз.

Електрокардіографія. Методика реєстрації електрокардіограми (ЕКГ) ґрунтується на тому, що при ритмічному скороченні серцевого м'яза у ньому виникають електричні потенціали. Кожному нормальному циклу серцевої діяльності відповідає комплекс із п'яти зубців. Із них три великих зубці повернені вершинами догори, а два інших – направлені донизу. Експериментальними показниками служать: а) частота серцевих скорочень; б) амплітуда зубців і співвідношення між ними; в) тривалість фаз серцевого циклу, яку визначають за віддаллю у часі між окремими зубцями ЕКГ; г) систолічний показник-відношення тривалості систоли до тривалості цілого серцевого циклу; д) дисперсія віддалей між певними зубцями.

Вимірювання артеріального тиску. Систолічний (максимальний) тиск – це показник енергії, яку витрачає серце на виконання роботи з кровопостачання організму. В цей же час він характеризує енергію «відповіді» судинних стінок на хвилю тиску, і тому його підвищення свідчить про посилення серцевої діяльності. Діастолічний (мінімальний) тиск – показник периферійного обміну, судинного тону. Він характеризує ступінь розширення судин. Найчастіше у дослідженні використовують: а) систолічний і діастолічний тиск; б) пульсовий тиск (різниця між систолічним та діастолічним тиском); в) коефіцієнт витривалості (відношення пульсу до пульсового тиску); г) різні співвідношення цих показників, зокрема при навантаженні – до вихідного значення.

Термометрія, термографія. Достатньо надійною і наочною оцінкою зміни функціонального стану людини є показник температури тіла, хоча у психологічних дослідженнях його використовують рідко, у тих випадках, коли цей показник включають до експериментальних методик, найчастіше вимірюють температуру рук, скроні і лоба ж найдоступніших точок тіла. Методи обробки даних залежать від способу реєстрації. При аналізі до термограми можна використовувати кореляційні методи. У випадку дискретних вимірювань температури користуються фоновими показниками та їх співвідношенням з температурою у стані, який вивчають.

Спірометрія, пневмографія. Показники інтенсивності дихання поділяють на три групи: а) показники, що характеризують дихання на ділянці зовнішнє повітря – альвеолярне повітря; б) показники, які вказують на кількість газів у крові, в основному відсоток насичення артеріальної крові киснем, тобто оксигенацію крові; в) показники, що оцінюють дихання на ділянці повітря – кров легеневих капілярів. Найдоступнішими є показники першої групи. Це ритм, частота і глибина дихання, хвилинний об'єм дихання, легенева

вентиляція, життєвий об'єм легень.

Ритм, частоту й амплітуду дихання (його глибину) визначають за допомогою пневмографа, основним елементом якого є датчик. Життєвий об'єм легень вимірюють спірометром. Цей показник суттєво залежить від важкості виконуваної роботи. Добуток об'єму вдиху (у літрах) на частоту дихання за одну хвилину дає характеристику хвилинного об'єму дихання.

Динаміка фізіологічних показників відображає не тільки загальні зміни рівня активності організму, але і зміни навантаження на окремі функціональні системи.

#### 1.4.4.2. Психофізіологічні методи

Дослідження психомоторики. Найпоширенішими методами дослідження психомоторики людини у процесі праці є тремометрія, динамометрія, стабілографія.

Тремор – це ряд мимовільних ритмічних рухів частин тіла, що виникають у результаті почергових скорочень м'язів-агоністів та м'язів-антагоністів. Тремор властивий і здоровим людям, однак його амплітуда дуже мала і він звичайно не помітний. Статичний тремор виникає у частині тіла, яке перебуває у спокої. За допомогою тремометрії визначають спонтанну м'язову активність і робочий тонус рухової системи. При цьому отримують характеристику статичного та динамічного треморів, які виражаються у кількості дотиків металічним стержнем до опорної пластини.

За допомогою динамометрів визначають силу рук і станове зусилля, тобто силу м'язів-розгиначів спини.

Стабілографія спрямована на вивчення здатності підтримувати рівновагу тіла й устанавлюється за допомогою спеціальних приладів. При аналізі кривих коливань тіла дослідники орієнтуються, головним чином, на підрахунок середньої амплітуди коливань та їх частоти, загальної площі кривої.

Вивчення сенсомоторної активності (лат. *sens* – відчуття, чуттєве пізнання під впливом зовнішніх подразників: світла, звуку, запаху). Найпростіші методи дослідження сенсомоторної активності спрямовані на фіксацію часу реакції у різних варіантах.

Проста сенсомоторна реакція дозволяє оцінити рівень функціонального стану людини на різних стадіях роботи або у різних ситуаціях. При цьому визначають такі показники: а) зміна середнього часу реакції під впливом навантаження; б) динаміка зміни середнього часу реакції від серії до серії; в) варіативність часу реакції та її динаміка від серії до серії.

Реакція на об'єкт, що рухається, дає можливість оцінити зрушення за допомогою таких показників, як: а) кількість запізнювальних і кількість випереджувальних реакцій; б) сума запізнювальних та випереджувальних реакцій; в) похідні показники.

Реакцію вибору може проаналізувати визначення показників, що характеризують середній час реакції, приріст часу реакції під впливом збільшення кількості стимулів, статистики вказаних показників (варіативність,

асиметрія, ексцес).

Дослідження лабільності зорового аналізатора. Лабільність (лат. *labilis* – нестійкий, легкозмінний) визначають кількість сприйнятих очним нервом за одиницю часу електричних імпульсів, що подаються, у точній відповідності до ритму подразнення. Вважають, що рівень функціонального стану і лабільність пов'язані прямою залежністю.

Про лабільність можна робити висновок за граничною (критичною) частотою злиття миготінь, яку пропонують випробуваному оператору. Критичну частоту злиття світлових миготінь (КЧМ) визначають двома способами: при збільшенні частоти від явно сприйманих коливань як роздільних до їх злиття («знизу») та при зменшенні частоти до того моменту, коли коливання будуть сприймати як роздільні («зверху»). При оцінюванні лабільності аналізатора і його функціонального стану визначають частоту злиття світлових миготінь та частоту їх появи, а також варіативність цих показників у різних серіях експерименту.

#### 1.4.4.3. Психологічні методи

Розробку психологічних методів оцінювання функціональних станів здійснюють переважно у контексті досліджень втоми і динаміки працездатності. Симптоми прояву втоми у психічному житті індивіда дуже різноманітні. Безпосереднім вираженням втоми є почуття утомливості, слабості, безсилля, швидкої утомлюваності, сонливості. При сильних ступенях втоми звичайно спостерігають негативно пофарбовані емоційні реакції: огиду до роботи, дратівливість, неприязнь до оточуючих, обтяжливе напруження тощо. З різним ступенем усвідомленості переживають стани фізіологічного дискомфорту: підвищену пітливість, прискорене серцебиття, появу задишки, тремору, болів у різних частинах тіла. Крім цього, до суб'єктивної симптоматики можна додати усвідомлювані розлади у сфері різних психічних функцій. До них належать характеристики уваги (в'яла, малорухлива або хаотична, нестійка), різноманітні сенсорні розлади, порушення у моторній сфері (зміна темпу рухів, зниження точності та координованості, деавтоматизація навичок).

Для оцінювання психічного стану людини розробили низку методів. Вважають, що при цьому можна використовувати будь-яку методику, спрямовану на вивчення психічних процесів. Однією з таких є методика, яка представляє собою питальник, призначений для оцінювання тривожності (стурбованості) як стану і властивості особистості. Людині, яку випробовують, пропонують відповісти на запитання шкали самооцінки, вказуючи, «як вона себе почуває у даний момент» (реактивна тривожність, питання 1-20) або «як вона почуває себе звичайно» (особиста тривожність, питання 21-40). На кожне запитання можливі чотири варіанти відповідей, що відрізняються за ступенем інтенсивності («зовсім ні», «мабуть, так», «вірно», «цілком (абсолютно) вірно» – для стану тривожності) та частотою («майже ніколи», «деколи», «часто», «майже завжди» – для особистої тривожності). На бланку відповідей

закреслюють їх порядковий номер. Обробку даних проводять відповідно до ключа. За результатами всіх випробуваних поділяють на три групи: низькотривожні – до 30 балів, помірнотривожні – від 31 до 45, високотривожні – від 46 і більше. Випробувані, які належать до категорії високотривожних, мають схильність у широкому діапазоні ситуацій сприймати загрозу своїй самооцінці, престижу, фізичному чи психічному здоров'ю та реагувати станом вираженої тривожності.

## **1.5. Основні характеристики та параметри людини як елемента системи «людина – середовище».**

### **Трудова діяльність в системах «людина – машина – середовище»**

#### **1.5.1. Антропометричні параметри людини**

Антропометрія – це фундаментальна галузь фізичної антропології. Антропология - наука про людину (від грец. *anthropos* — людина) — наука про походження і еволюцію фізичної організації людини та її рас.

Антропометрія вивчає кількісний аспект: велика система теорії і практики присвячена методам визначення і змінним, що стосуються цілей в різних сферах застосування. У сфері ергономіки, виробничих систем охорони здоров'я, виробничої безпеки основну увагу приділяється будові, складу і поставі тіла людини з урахуванням його взаємозв'язку з розмірами робочого місця, інструменту, машин, одягу і в цілому з виробничим середовищем.

Антропометрична змінна - це вимірна характеристика тіла, яка може бути визначена, стандартизована і представлена в якості одиниці вимірювання. Лінійні змінні визначаються відмітками, які можуть бути легко визначені на тілі, Відмітки бувають двох типів: скелетно-анатомічні (рис. 1.4), які можуть бути знайдені шляхом визначення через шкіру виступаючих кісток, і фактичні, які визначаються просто як максимальні або мінімальні розміри.

Антропометричні змінні мають як генетичні, так і кліматичні складові і можуть використовуватися для визначення мінливості індивідуума і популяції. Вибір змінних обумовлений метою досліджень, оскільки число змінних, описаних в літературі, дуже велике: для людського тіла описано до 2200 параметрів.

Антропометричні змінні є, головним чином, лінійними заходами, наприклад зріст, відстань між відмітками, коли суб'єкт стоїть або сидить в стандартній позі; діаметрами, наприклад відстань між двосторонніми відмітками; довжинами, наприклад між двома різними оцінками; криволінійними замірами, а саме дугами, наприклад відстані на поверхні тіла між двома позначками; і обхватами, наприклад охоплюють вимірювання поверхонь тіла, пов'язаними з певною відміткою і певною висотою.

Система антропометричних змінних являє собою узгоджений набір вимірів тіла для вирішення певної задачі.

У сфері ергономіки та забезпечення безпеки праці основне завдання - це узгодження обладнання і робочого простору для людей, а також пошиття одягу потрібного розміру.



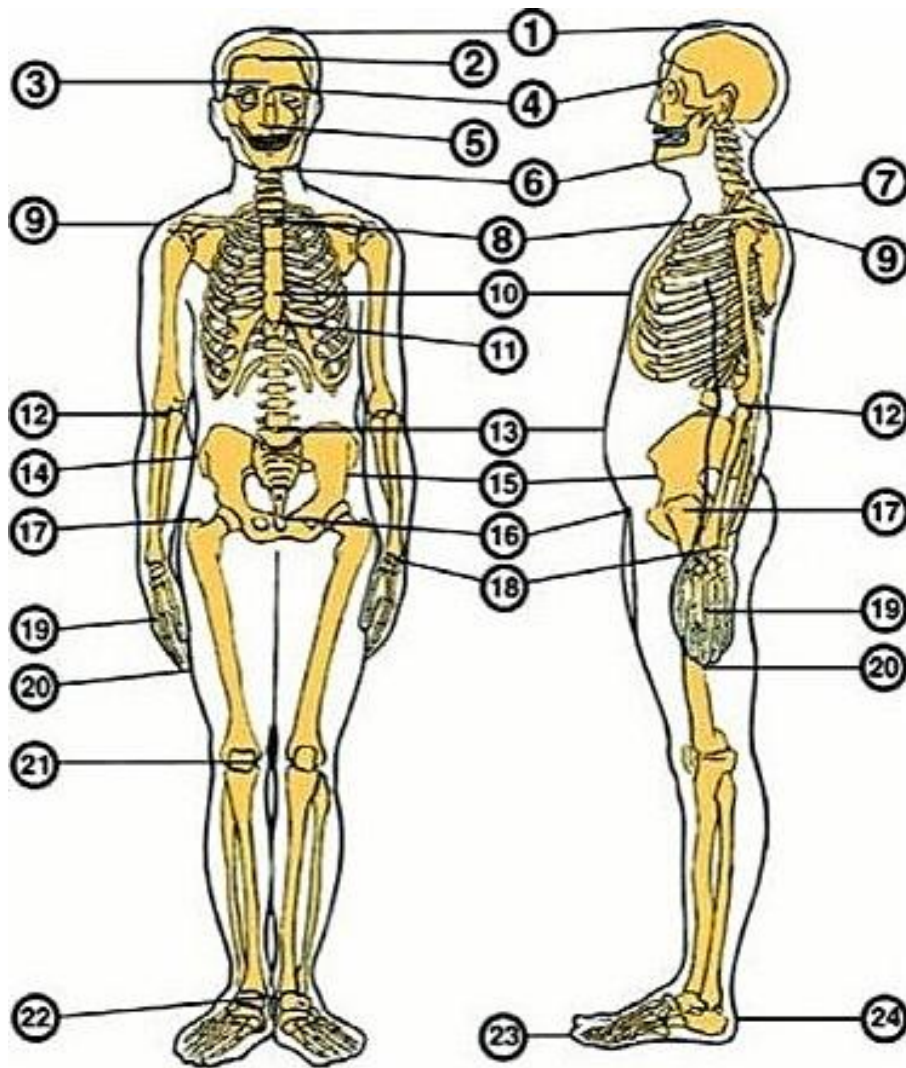


Рис. 1.4. Скелетно-анатомічні антропометричні позначки:

1 – верхівкова (*vertex*); 2 – волосяна (*trichion*); 3 – лобна (*metopion*);  
 4 – верхньоносова (*nasion*); 5 – нижньоносова (*subnasale*); 6 – підборідна  
 (*gnathion*); 7 – шийна (*cervicale*); 8 – надгрудина (*suprasternale*); 9 – плечова  
 (*acromion*); 10 – середньогрудина (*mesosternale*); 11 – нижньогрудина (*xiphion*);  
 12 – променева (*radiale*); 13 – пупкова (*omphalion*); 14 – подвздошногребешкова  
 (*iliocristale*); 15 – подвздошно-остиста передня (*iliospinale anteius*); 16 – лобкова  
 (*symphision*); 17 – вертельна (*trochanterion*); 18 – шиловидна (*stylion*); 19 – фалангова  
 (*phalangion*); 20 – пальцева (*dactylion*); 21 – верхньогомілкова (*tibiale*);  
 22 – нижньогомілкова (*sphyrion*); 23 – кінцева (*acropodion*); 24 – п'яточна (*ptemion*).

Устаткування і робочий простір вимагають, головним чином, лінійних вимірів кінцівок і сегментів тіла, які можуть бути легко розраховані на підставі висот і діаметрів відміток, в той час як розміри одягу засновані, головним чином, на дугах, обхватах і довжинах, замірених гнучкою стрічкою. Обидві системи можна при необхідності об'єднати.

У будь-якому випадку абсолютно необхідно мати точний просторовий орієнтир для кожного вимірювання. Тому позначки повинні бути прив'язані до висот і діаметрів, а кожна дуга або обхват повинні мати певний орієнтир, пов'язаний з відміткою. Висоти і нахили повинні бути вказані.

Динамічні антропометричні змінні - це параметри, вимірювані при переміщенні тіла в просторі. Вони характеризуються кутовими і лінійними переміщеннями (кути обертання в суглобах, кут повороту голови, лінійні вимірювання довжини руки при її переміщенні вгору, в сторону тощо). Ці ознаки використовуються при визначенні кута повороту рукояток, педалей, визначенні зони видимості і т.п.

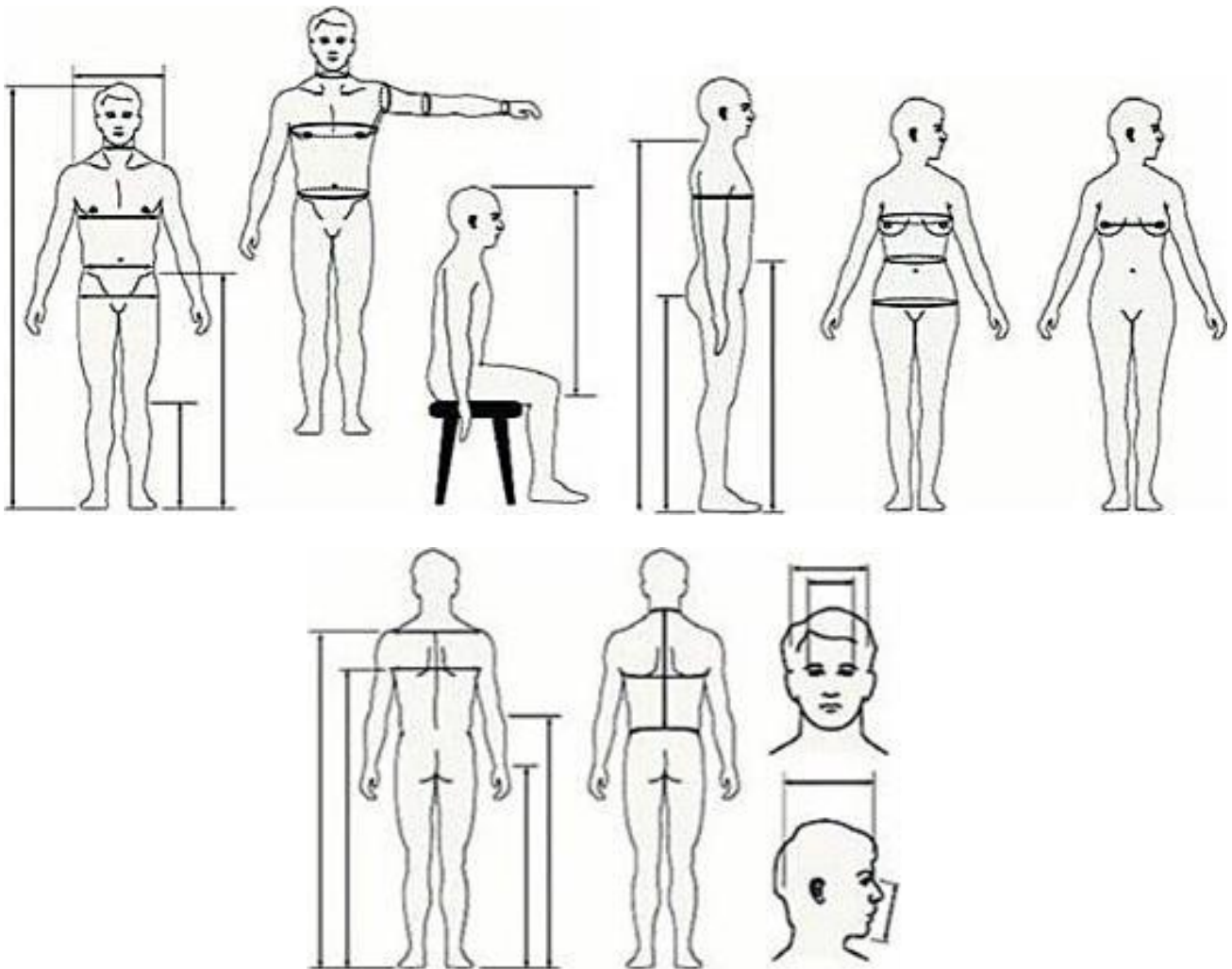


Рис. 1.5. Основний набір антропометричних змінних для вивчення робочого простору

Основний набір змінних робочого простору був зменшений до 33 вимірюваних змінних (рис. 1.5.) плюс ще 20, одержуваних за допомогою простих розрахунків. Військові, наприклад, для своїх цілей використовують 146 змінних. Для одягу та загальних біологічних цілей Італійська рада з моди (Ente Italiano della Moda) використовує 32 загальноцільових і 28 технічних змінних. Німецький норматив (DIN 61 516) контролю розмірів тіла для одягу включає 12 змінних. Рекомендації Міжнародної організації зі стандартизації (МОС) з антропометрії включають основний список, що складається з 36 змінних (табл. 1.2). Таблиці міжнародних даних з антропометрії, опубліковані Міжнародною організацією праці (МОП), включають 19 вимірювань тіла для населення 20 різних регіонів світу.

**Основний антропометрический список (Джерело: ISO/DP 7250 1980)**

1.1	Простягання вперед (до ручної хватки, коли людина стоїть прямо, спираючись на стіну)
1.2	Зріст (вертикальна відстань від підлоги до верхівки голови)
1.3	Висота очей (від підлоги до внутрішнього кута очей)
1.4	Висота плечей (від підлоги до акроміона)
1.5	Висота ліктя (від підлоги до осі радіальної депресії ліктя)
1.6	Висота промежини (від підлоги до лобкової кістки)
1.7	Висота пальця руки (від підлоги до осі хватки кулака)
1.8	Ширина плечей (біакроміальний діаметр)
1.9	Ширина стегон, поза стоячи (максимальна відстань поперек стегон)
2.1	Висота в позі сидячи (від сидіння до верхівки голови)
2.2	Висота очі в позі сидячи (від сидіння до внутрішнього кута ока)
2.3	Висота плечей в позі сидячи (від сидіння до акроміона)
2.4	Висота ліктя в позі сидячи (від сидіння до нижньої точки зігнутого ліктя)
2.5	Висота коліна (від ступенів до верхньої поверхні стегна)
2.6	Висота нижнього коліна (висота до поверхні сидіння)
2.7	Відстань від передпліччя до долоні (від задньої частини зігнутого ліктя до осі хватки)
2.8	Глибина тіла в позі сидячи (глибина сидіння)
2.9	Відстань між сідницями і колінами (від колінної чашечки до найвіддаленішої точки сідниць)
2.10	Ширина між ліктями (відстань між бічними поверхнями ліктів)
2.11	Ширина стегон в позі сидячи (ширина сидіння)
3.1	Ширина вказівного пальця, проксимальна (біля суглоба між середнім і проксимальними фалангами)
3.2	Ширина вказівного пальця, периферична (біля суглоба між периферійними і середніми фалангами)
3.3	Довжина вказівного пальця
3.4	Довжина долоні (від кінчика середнього пальця до стілоїдита)
3.5	Ширина долоні (біля зап'ястя)
3.6	Обхват зап'ястя
4.1	Ширина ступні
4.2	Довжина ступні
5.1	Обхват чола (біля глабели)
5.2	Сагітальна дуга (від глабели до потиличного бугра)
5.3	Довжина голови (від глабели до опістокраніона)
5.4	Ширина голови (максимум вище вуха)
5.5	Дуга бітрагіона (навколо голови між вухами)
6.1	Обхват талії (біля пупка)
6.2	Висота великої гомілкової кістки (від підлоги до найвищої точки на переднемедіальній межі гленоїда великої гомілкової кістки)
6.3	Висота до основи ший (до кінчика шиповидного відростка 7-го шийного хребця)

### 1.5.1.1. Популяція і антропометрія

Незважаючи на концепцію «раси», яку суворо критикують, людські популяції сильно відрізняються одна від одної розмірами індивідумів і розподілом розмірів. Взагалі, людські популяції зазвичай є результатом змішування. Іноді дві популяції або більше різного походження та рівня пристосованості проживають разом на одній території без змішування. Це ускладнює теоретичний розподіл рис. З антропометричної точки зору статі теж є різними популяціями (рис. 1.6, 1.7).

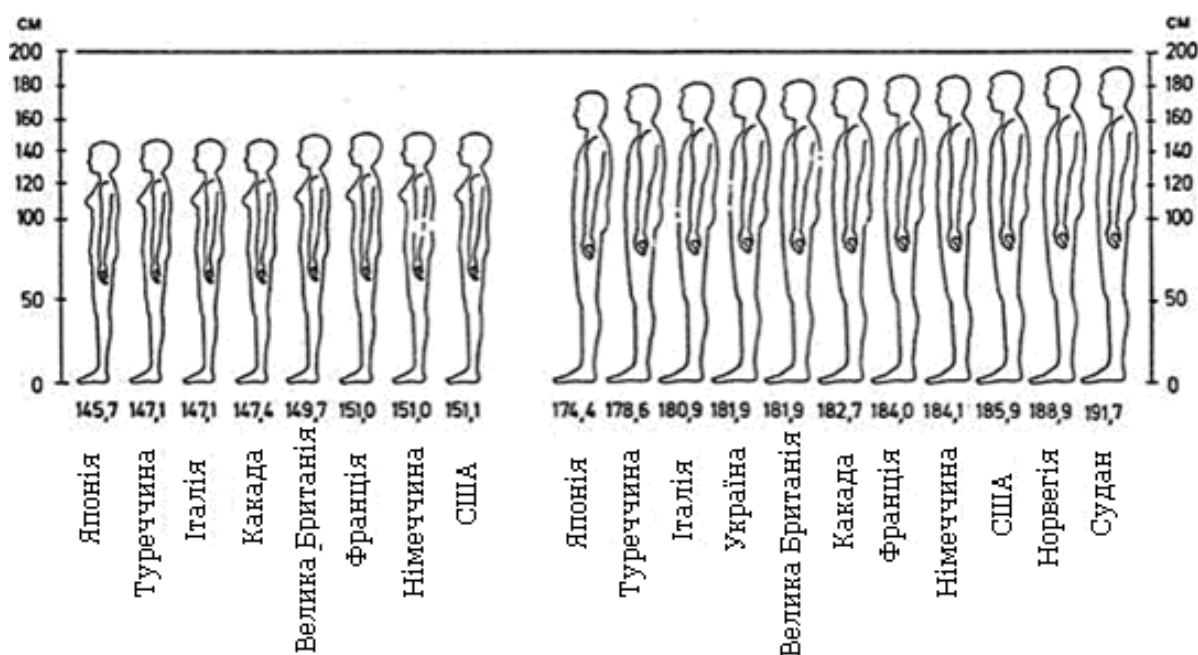


Рис. 1.6. Зріст жінок 5-10-го і чоловіків 95-го перцентилей різних країн (дані 1980 р.)

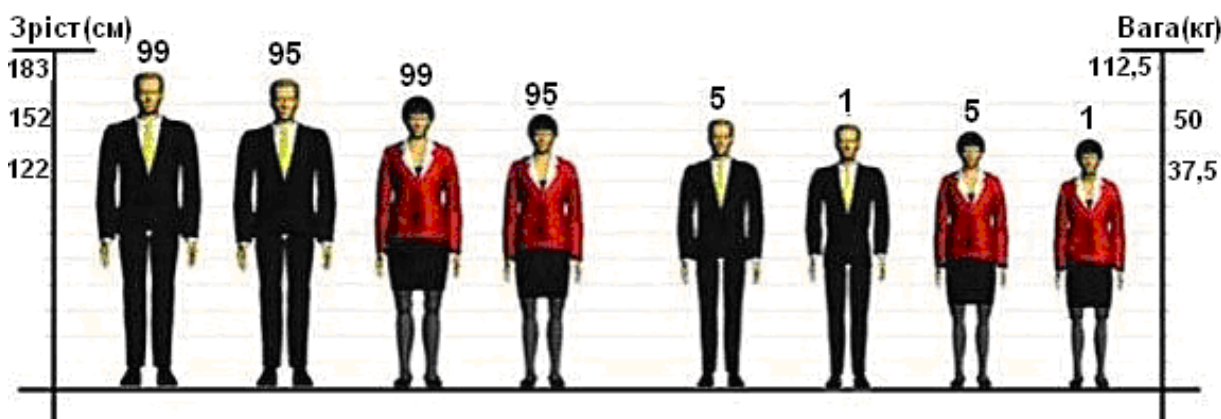


Рис. 1.7. Усереднені дані для основних перцентилей (внизу), за даними Н. Dreyfuss, К. Kroemer, W. Woodson

Числові значення антропометричних змінних найчастіше представляють у вигляді таблиць, в яких наводяться середнє арифметичне значення ознаки -  $M$ , середнє квадратичне відхилення -  $\sigma$  і значення ознаки, відповідні 5-му та 95-му перцентиліям.

Перцентиль - це сота частка обсягу виміряної сукупності, виражена у відсотках, якій відповідає певне значення ознаки.

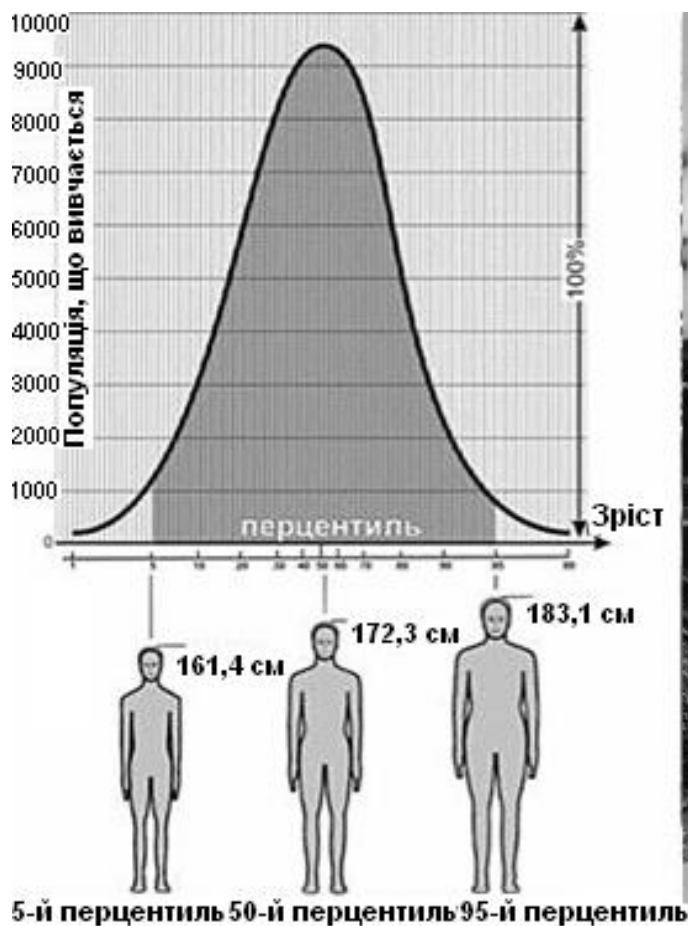


Рис. 1.8. Крива нормального розподілу ознаки (в даному випадку зросту чоловіків.  
Справа Robert Wadlow (1918-1940), США, зріст 272 см, вага 223 кг

Площа, обмежена кривою нормального розподілу значень ознаки, ділиться на 100 рівних частин (рис. 1.8), або перцентилей, кожен з яких має свій порядковий номер. 5-й перцентиль обмежує зліва на кривій нормального розподілу 5% чисельності людей з найменшими значеннями ознаки, 95-й перцентиль - 5% справа - чисельність людей з найбільшим значенням ознаки, а 50-й відповідає середньому арифметичному значенню ознаки  $M$ . Числові значення антропометричної ознаки, відповідні верхній або нижній її межі, називаються граничними. Вони є антропометричними критеріями при розрахунку параметрів робочих місць на основі методу перцентилей.

Систему перцентилей використовують для визначення необхідних меж, мінімальних і максимальних значень антропометричних ознак. Знаючи  $M$  та  $\sigma$ , можна встановити значення ознак, які відповідають межам заданого інтервалу (табл. 1.3).

$N$ -ий перцентиль (наприклад, 10-й перцентиль) - це примежова величина, нижче якої знаходяться  $n$  %, у даному випадку 10%, заміряних параметрів. Над цією примежовою величиною в нашому випадку знаходиться  $100\% - n\%$  (тут - 90%). Розрахунок перцентилей за допомогою середньої величини  $M$  і стандартної величини відхилення  $\sigma$  можливий тільки в разі нормального розкиду параметрів (крива Гауса і крива нормального розподілу).

## Діапазони вимірювання антропометричних ознак

Інтервал	Перцентилі	Відсоток людей, що входять в даний інтервал
$M \pm 2,5\sigma$	1-99	98
$M \pm 2\sigma$	1,5-97,5	95
$M \pm 1,65\sigma$	5-95	90
$M \pm 1,15\sigma$	12,5-87,5	75
$M \pm \sigma$	16-84	68
$M \pm 0,67\sigma$	25-75	50

Таке в природі відбувається у більшості випадків (рис. 1.9-1.13, табл. 1.4-1.8). Таким чином, 50-й перцентиль як визначальна конструктивна ознака при проектуванні, майже у всіх випадках не відповідає вимогам, оскільки виключає врахування інтересів 50% користувачів проектованого продукту. Залежно від ситуації в якості конструктивної ознаки може бути використаний 5-й або 95-й перцентиль, при необхідності з поправкою:

$$1\text{-й перцентиль} = M - 2,33\sigma$$

$$50\text{-й перцентиль} = M$$

$$3\text{-й перцентиль} = M - 1,88\sigma$$

$$75\text{-й перцентиль} = M + 0,67\sigma$$

$$5\text{-й перцентиль} = M - 1,65\sigma$$

$$80\text{-й перцентиль} = M + 0,84\sigma$$

$$10\text{-й перцентиль} = M - 1,28\sigma$$

$$90\text{-й перцентиль} = M + 1,28\sigma$$

$$20\text{-й перцентиль} = M - 0,84\sigma$$

$$95\text{-й перцентиль} = M + 1,65\sigma$$

$$25\text{-й перцентиль} = M - 0,67\sigma$$

$$97\text{-й перцентиль} = M + 1,88\sigma$$

$$99\text{-й перцентиль} = M + 2,33\sigma$$

## Конструктивні величини, які мають вирішальне значення для певних груп користувачів

Конструктивні величини	Приклад	Визначальна група користувачів
Зовнішній розмір	Область захвату, висота огляду	Маленька, наприклад 5-й перцентиль
Внутрішній розмір	Вільне місце для ніг, висота проходу	Велика, наприклад 95-перцентиль
Зусилля	Управління механізмами	Слабка, наприклад 5-перцентиль
Зусилля	Запас міцності	Максимальна, наприклад 99-перцентиль

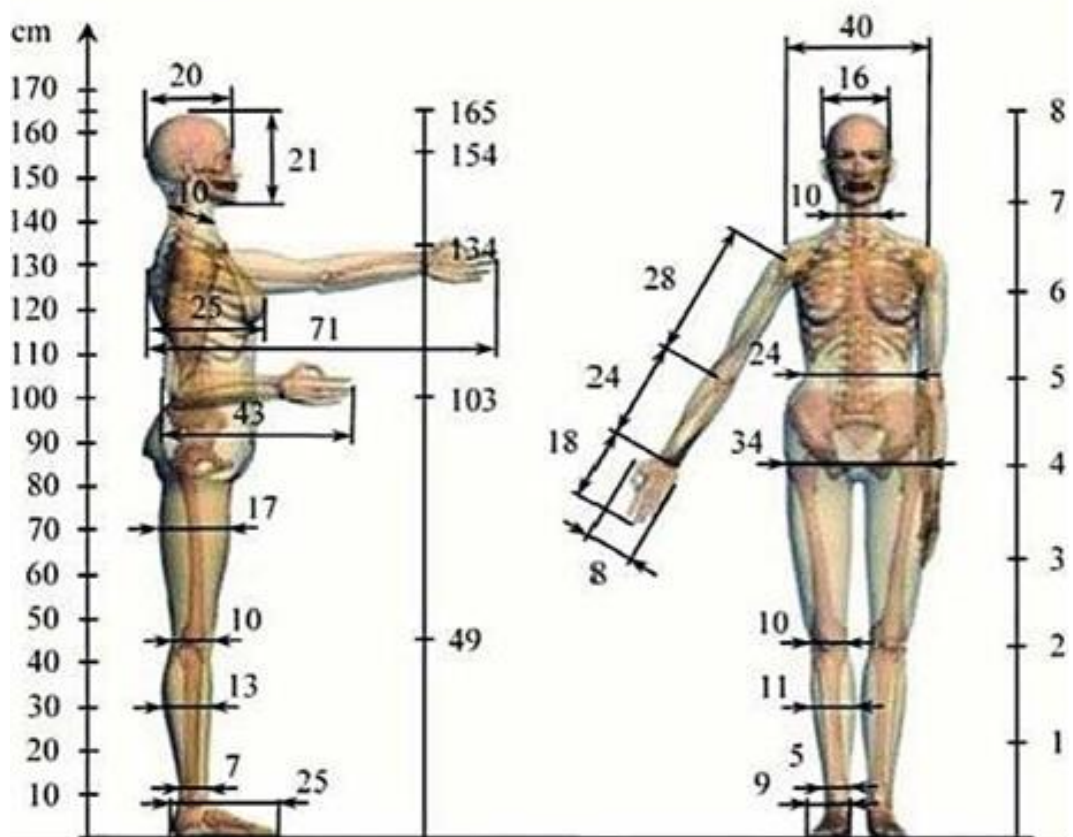
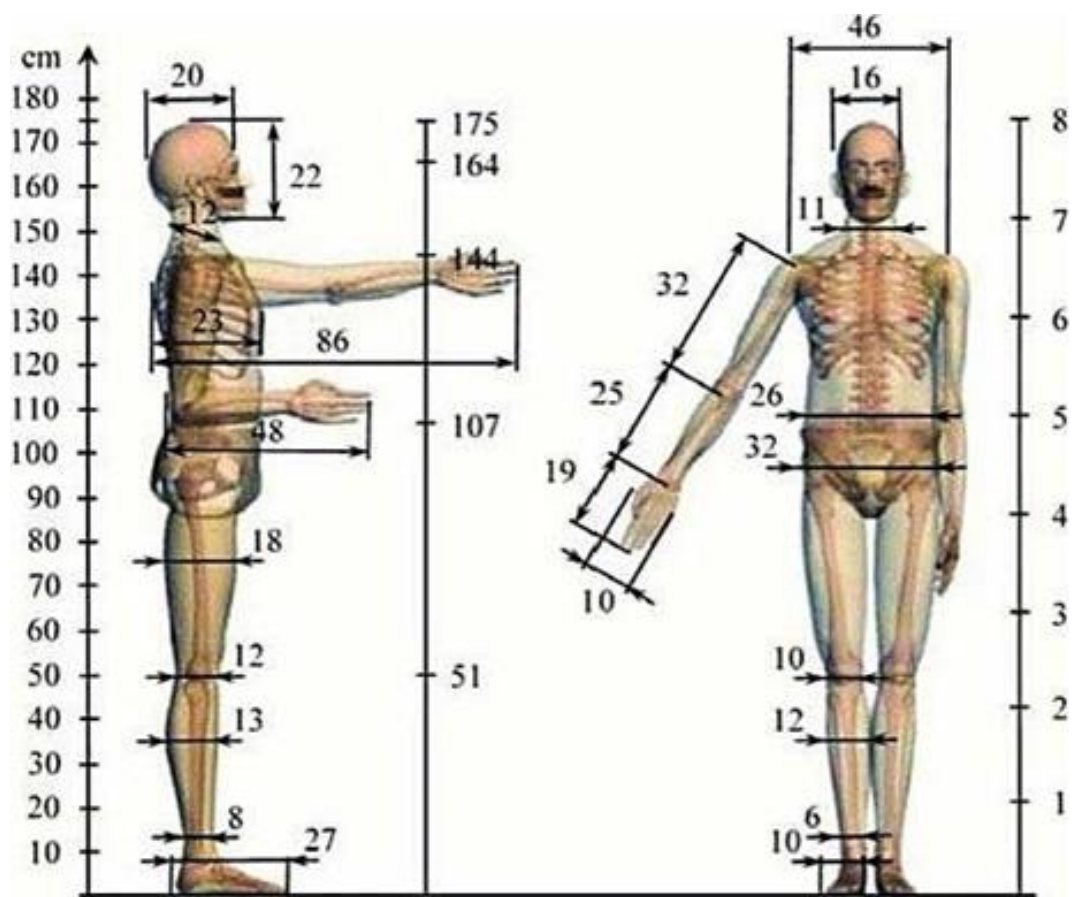


Рис. 1.9. Антропометричні параметри середньоєвропейського чоловіка і жінки 50-го перцентиля (в см). За даними Osman Mufitic «Anthropometry and Ergonomy» 2006

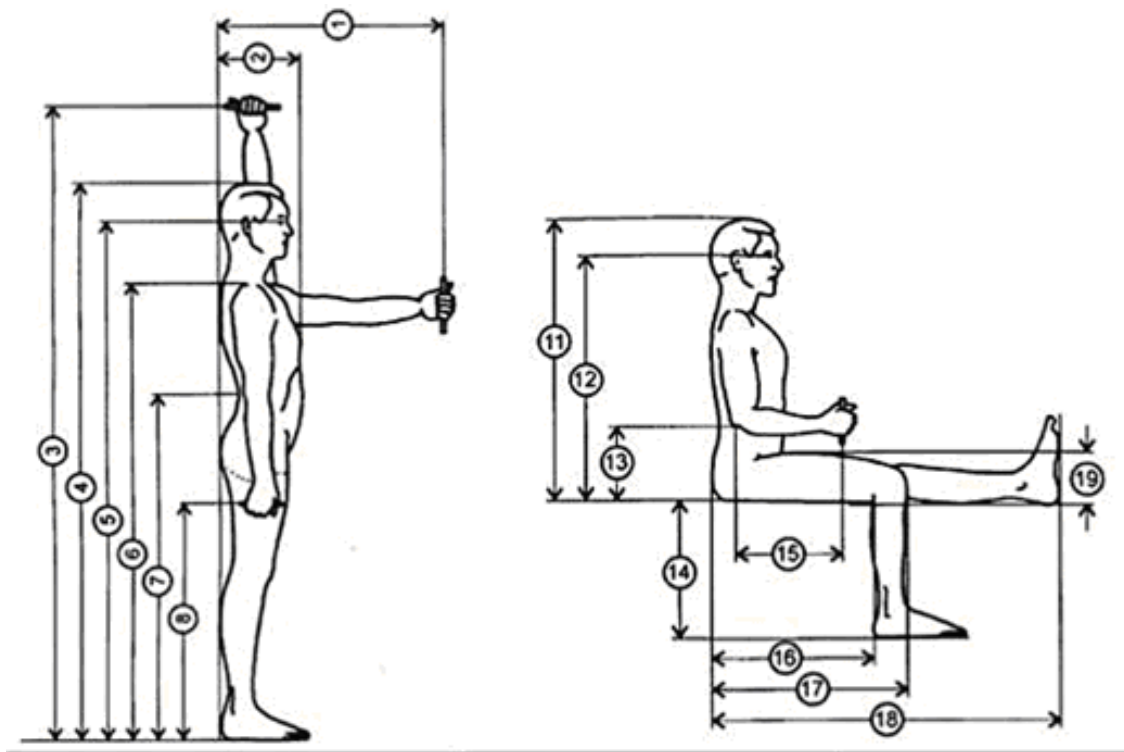


Рис. 1.10. Антропометричні параметри середньоєвропейського чоловіка

Таблиця 1.5

**Антропометричні параметри середньоєвропейського чоловіка.  
Усереднені дані для вікової групи від 18 до 65 років (DIN 33402)**

Параметри	Чоловіки, перцентиль			Жінки, перцентиль		
	5	50	95	5	50	95
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1. Радіус досяжності	68,5	74	81,5	62,5	69	75
2. Товщина тулуба	26	28,5	38	24,5	29	34,5
3. Радіус досяжності (верхнє положення)	197,5	207,5	220,5	184	194,5	202,5
4. Зріст	165	175	185,5	153,5	162,5	172
5. Зріст на рівні очей	153	163	173,5	143	151,5	160,5
6. Зріст на рівні плечей	134,5	145	155	126	134,5	142,5
7. Висота на рівні ліктів	102,5	110	117,5	96	102	108
8. Висота на рівні опущеної руки	73	76,5	82,5	67	71,5	76
9. Ширина стегна, стоячи	34	36	38,5	34	36	40
10. Ширина плечей	44	48	52,5	39,5	43,5	48,5
11. Зріст сидячи	85,5	91	96,5	81	86	91
12. Зріст на рівні очей в положенні сидячи	74	79,5	85,5	70,5	75,5	80,5
13. Висота ліктя від сидіння	21	24	28,5	18,5	23	27,5
14. Висота від ступні до сидіння	41	45	49	37,5	41,5	45



1	2	3	4	5	6	7
15. Довжина від кулака до ліктя	32,5	35	39	29,5	31,5	35
16. Глибина сидіння	45	49	54	43,5	48,5	53
17. Глибина сидіння до коліна	56,5	61	65,5	54,5	59	64
18. Довжина від спини до ступні витягнутої вперед ноги	96,5	104,5	114	92,5	99	105,5
19. Висота стегна над сидінням	13	15	18	12,5	14,5	17,5
20. Ширина під ліктем	41,5	48	55,5	39,5	48,5	55,5
21. Ширина стегон у положенні сидячи	35	37,5	42	36	39	46

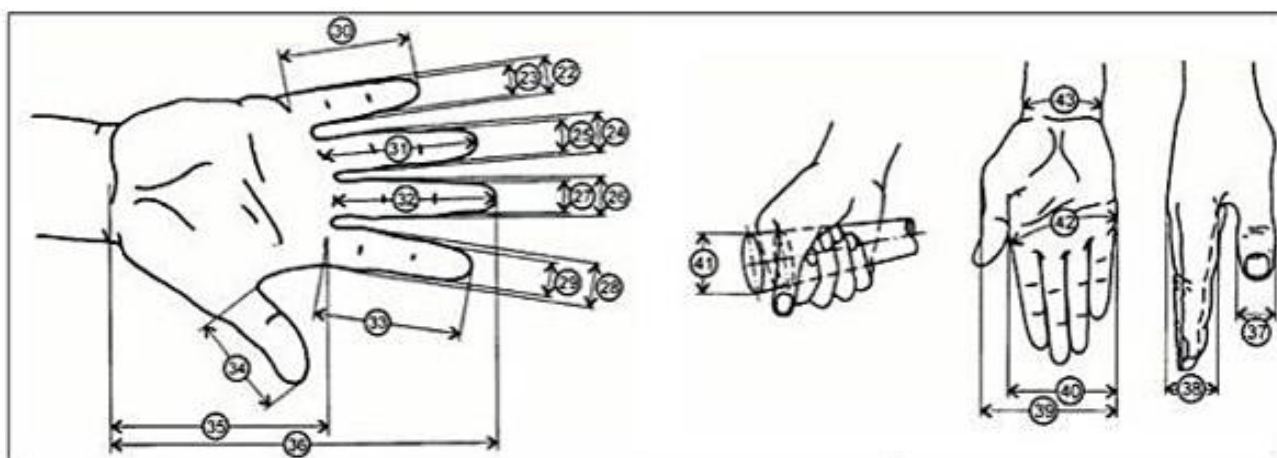


Рис. 1.11. Антропометричні параметри кисті дорослого німця

Таблиця 1.6

**Антропометричні параметри кисті дорослого німця (22,29,37 заміряні по суглобу). Усереднені дані для вікової групи від 18 до 65 років (DIN 33402)**

Параметри	Чоловіки, перцентиль			Жінки, перцентиль		
	5	50	95	5	50	95
1	2	3	4	5	6	7
22. Ширина мізинця проксимальна (у долоні)	1,5	1,7	1,9	1,2	1,4	1,7
23. Ширина мізинця дистальна (у кінчика)	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,6
24. Ширина безіменного пальця проксимальна	1,7	2,0	2,1	1,5	1,7	1,9
25. Ширина безіменного пальця дистальна	1,5	1,6	1,8	1,3	1,6	1,8
26. Ширина середнього пальця проксимальна	1,9	2,1	2,3	1,7	1,9	2,2
27. Ширина середнього пальця дистальна	1,6	1,7	1,9	1,4	1,7	1,9
28. Ширина безіменного пальця проксимальна	1,9	2,1	2,3	1,7	1,9	2,1

1	2	3	4	5	6	7
29. Ширина середнього пальця дистальна	1,7	1,8	2,0	1,4	1,6	1,8
30. Довжина мізинця	5,7	5,4	7,2	5,1	5,9	6,6
31. Довжина безіменного пальця	7,2	8,0	8,7	6,5	7,3	8,1
32. Довжина середнього пальця	7,6	8,4	9,3	7,1	7,7	8,6
33. Довжина вказівного пальця	6,8	7,5	7,5	6,2	6,9	7,7
34. Довжина великого пальця	5,9	6,8	7,5	5,3	6,0	6,9
35. Довжина долоні	10,4	11,1	12,1	9,2	10	10,8
36. Довжина кисті	17,5	18,9	20,7	16,2	17,7	19,3
37. Товщина великого пальця	2,0	2,2	2,4	1,6	2,0	2,2
38. Товщина долоні	2,4	3,0	3,1	2,1	2,6	3,2
39. Ширина долоні з великим пальцем	9,8	10,7	14,7	8,2	9,0	9,9
40. Ширина долоні без пальця	8,0	8,7	9,4	7,0	7,7	8,4
41. Розмір захоплення долонею	12,0	13,5	15,5	11,1	13,0	15,5
42. Обхват долоні	19,5	21,0	23,0	17,5	19,5	21
43. Обхват зап'ястя	16,0	17,5	19,0	15,0	16,5	18,0

### 1.5.1.2. Діапазон рухів

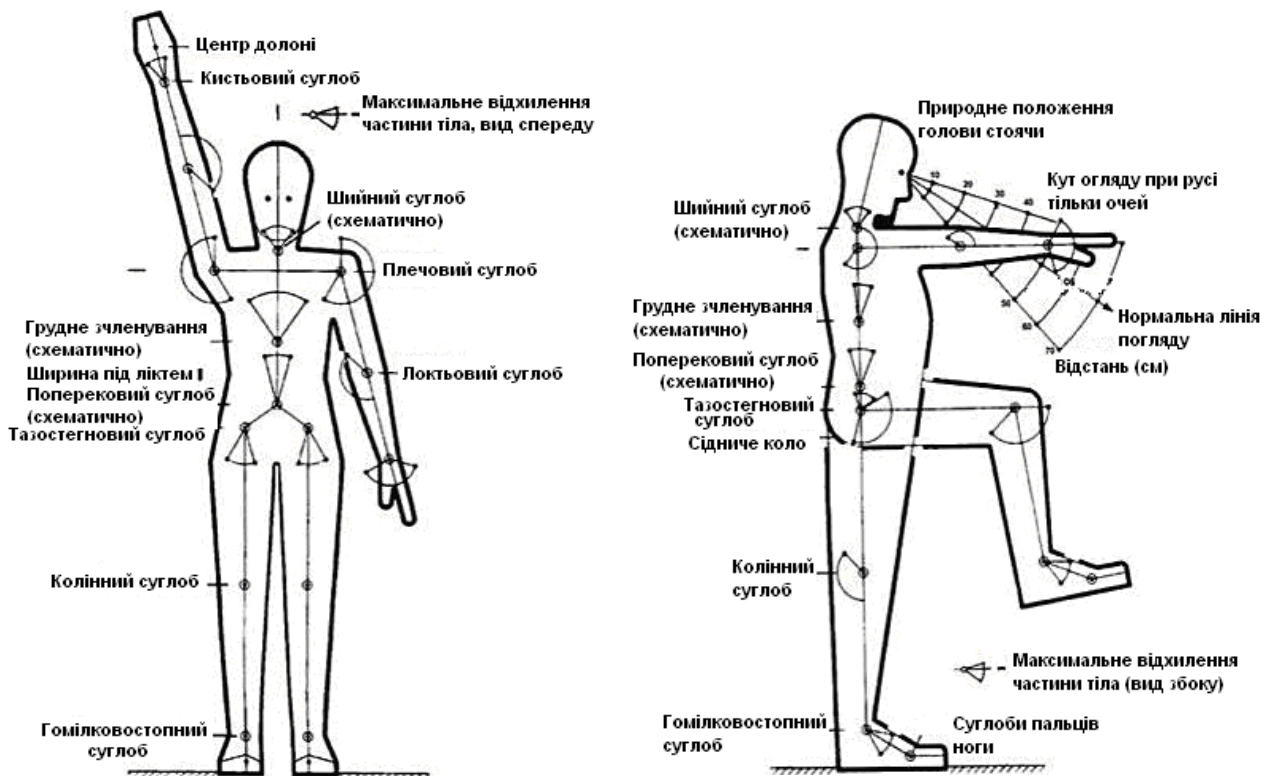


Рис. 1.12. Діапазон рухів та зручні для людського тіла діапазони налаштування (за даними IWA)

**Діапазон рухів та зручні для людського тіла діапазони налаштування  
(за даними IWA)**

Положення кінцівок	Суглоб	Рух	Макс. кут, град.	Мін. діапазон	Зручна позиція, град.
Голова до корпусу	шийний	вперед / назад, вправо / вліво обертання вправо / вліво	+40...-35 +55...-55 +55...-55	75 110 110	+12...+25 0 0
Корпус в себе	грудинно-поперековий	нахил вперед / назад, вправо / вліво, обертання вправо / вліво	+100... -50 +50...-50 +50...-50	150 100 100	0 0 0
Стегно до корпусу	тазостегновий	нахил вперед / назад, вправо / вліво, всередину, назовні	+120...+15 +30...+15	135 45	0 (+85...+100) <sup>2</sup> 0
Гомілку до стегна	колінний	поворот вперед / назад	0...-135	135	0 -95...-125
Стопа до гомілки	гомілково-стопний	нахил вгору / вниз	+110...+55	55	+85...+95
Стопа до корпусу	тазостегновий, гомілково-стопний	обертання всередину / назовні	+110...-70	180	0...+15
Плече до корпусу	плечовий	махи всередину / назовні, вгору / вниз, вліво / назад	+180...-30 +180...-45 +140...-40	210 225 180	0 +15...+353 +85...+110
Передпліччя до плеча	ліктьовий	згинання / розгинання	+140...0	145	+85...+110
Рука до передпліччя	кистьовий	обертання всередину / назовні, згинання / розгинання	+30...-20 +75...-60	50 135	0 <sup>4</sup> 0
Рука до корпусу	плечовий, передпліччя	нахил вгору / вниз	+130...-120	250	+60...-30

*Примітки: - Наведені максимальні значення кута, актуальні в нормальних випадках. З віком і при наявності товстого одягу руху стають обмеженими.*

*- При нашаруванні куткових параметрів багатокомпонентному ланцюжку утворюється великий діапазон свободи рухів (наприклад, нахил голови і корпусу).*

*1 – при нашаруванні зазначених рухів суглоба;*

*2 – обмеження для сидіння;*

*3 – обмеження для руху корпусом.*

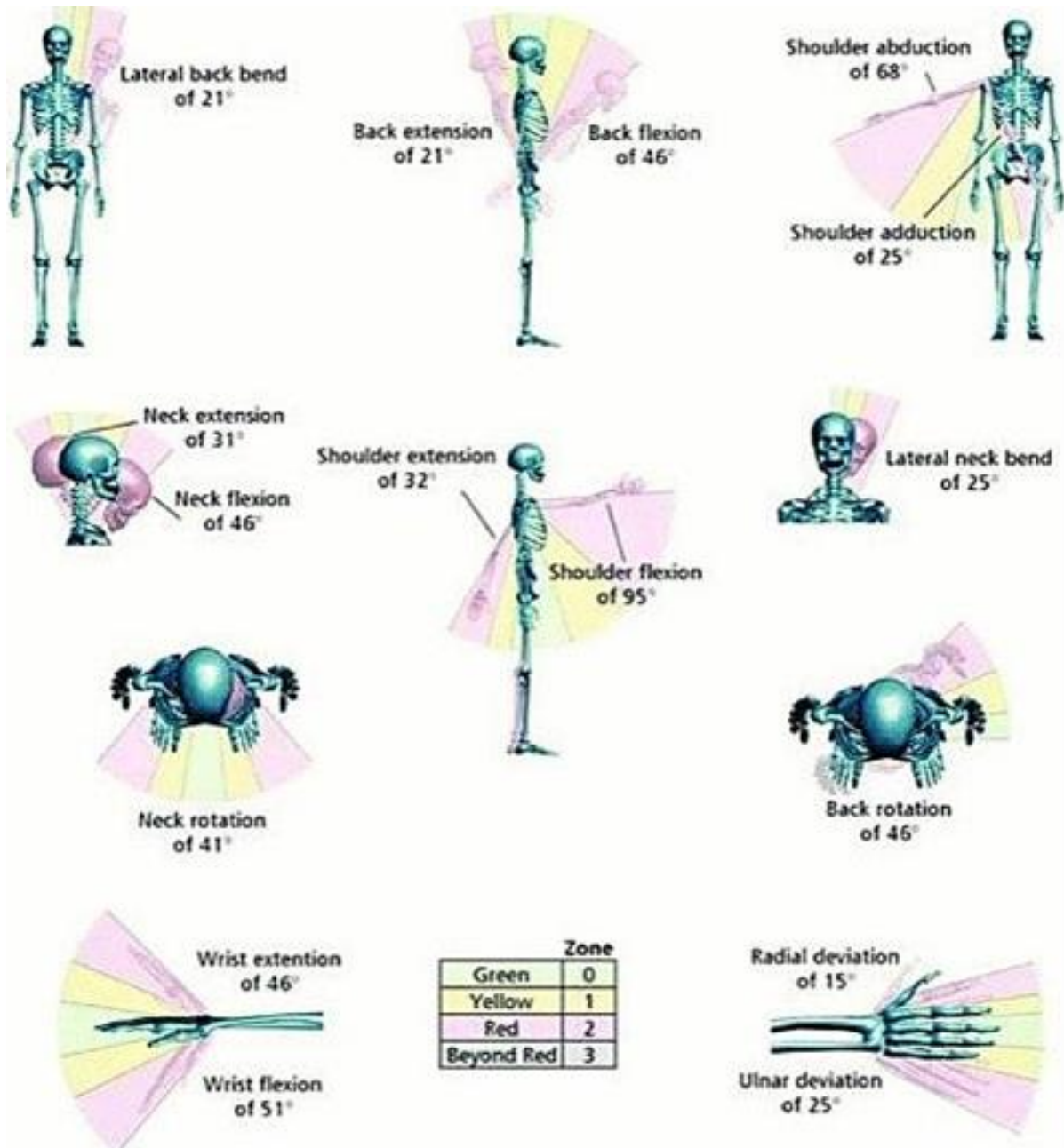


Рис. 1.13. Діапазони руху для різних суглобів.  
 Зони рухів поділені за рівнем відчуття комфортності:  
 від комфортного (0 - зелена) до вкрай незручною (3 - сіра)

Таблиця 1.8

### Діапазон рухів для різних суглобів

	Рух	Діапазон руху в градусах			
		0	1	2	3
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Зап'ястя	Нахил вперед	0-10	11-25	26-50	51+
	Відхилення назад	0-9	10-23	24-45	46+
	Променеве відхилення	0-3	4-7	8-14	15+
	Ліктьове відхилення	0-5	6-12	13-24	25+

1	2	3	4	5	6
Плече	Згинання	0-19	20-47	48-94	95+
	Розгинання	0-6	7-15	16-31	32+
	Адукція	0-5	6-12	13-24	25+
	Абдукція	0-13	14-34	35-67	68+
Спина	Нахил вперед	0-10	11-25	26-45	46+
	Відхилення назад	0-5	6-10	11-20	21+
	Обертання	0-10	11-25	26-45	46+
	Нахил вправо-вліво	0-5	6-10	11-20	21+
Шия	Нахил вперед	0-9	11-22	23-45	46+
	Відхилення назад	0-6	7-15	16-30	31+
	Обертання	0-8	9-20	21-40	41+
	Нахил вправо-вліво	0-5	6-12	13-24	25+

### 1.5.1.3. Робочі пози і робочі місця

Положення людини під час роботи - взаємна організація тулуба, голови і кінцівок - може бути проаналізовано і витлумачено з декількох точок зору. Оскільки пози спрямовані на вчинення роботи, вони мають кінцеву мету, яка впливає на їх природу, їх взаємозв'язок у часі та їх значення (фізіологічне чи інше) для описуваної людини.

Між фізіологічними здібностями тіла і умовами і складом роботи існує тісний зв'язок. Навантаження на опорно-рухову систему є необхідним елементом функцій тіла і невід'ємним фактором повноцінного життя і здоров'я людини. З точки зору проектування робочих місць питання полягає в тому, щоб знайти оптимальний баланс між необхідним і надмірним.

Поза - це джерело навантаження на опорно-рухову систему. За винятком випадків, коли людина стоїть, сидить або лежить в горизонтальному положенні для відпочинку, м'язи повинні напружуватися, щоб балансувати позу або контролювати рухи. При виконанні класично важких робіт, наприклад в будівництві - при ручній роботі з важкими матеріалами та виробами, зовнішні сили додаються внутрішнім силам тіла, створюючи високі навантаження, які іноді можуть перевищувати можливості тканин (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Поза з опертям на руку і згинанням вперед є одним з традиційних способів створення статичного навантаження

Навіть в позах відпочинку, коли м'язи не працюють, сухожилля і суглоби можуть бути навантажені і сигналізувати про втому. Поза тісно пов'язана з рівновагою і стабільністю положення і контролюється кількома нейтральними

рефлексами, для яких велике значення мають тактильні відчуття та візуальні підказки, що надходять з навколишнього середовища. Більшість поз, наприклад спрямовані на те, щоб дістати який-небудь об'єкт із заданого положення, нестабільні по суті. Втрата рівноваги - це звичайна і часта причина нещасних випадків в будівельному виробництві, через те, що роботи виконуються в середовищі, де стійкість не може бути завжди гарантована.

Поза - це основа для здійснення рухів, обумовлених визначеними навичками, і для візуального спостереження. Багато задач вимагають точних рухів рук і пильного контролю за предметом, через це поза стає базою для таких дій. Основна увага приділяється операції, яку виконує людина, при цьому поза часто стає нерухомою, а навантаження на опорно-рухову систему зростає і стає більш статичним.

Пози - це джерело інформації про події, які відбуваються під час роботи. Прийняття певної пози може бути навмисним. Наприклад, при роботі з баштовим краном певні пози використовуються для передачі повідомлень між машиністом крана і стропальником під час різних етапів роботи. Це відбувається, коли інші засоби зв'язку недоступні.

З точки зору безпеки і здоров'я пози привертають найбільшу увагу, через те, що вони є джерелом захворювань опорно-рухової системи, наприклад, хвороб нижньої частини спини. Проблеми опорно-рухової системи, пов'язані з повторюваною роботою, також пов'язані з позами. Біль у нижній частині спини (БНС) - це узагальнений термін для різних захворювань нижньої частини спини. Вони мають багато причин, і пози можуть бути однією з них. Важливо правильно ідентифікувати невдалі пози та інші невдалі елементи поз як складову частину аналізу безпеки і охорони праці в цілому (рис. 1.15, табл. 1.9).



Рис. 1.15. Мінімальні габарити при різних робочих позах

**Мінімальні габарити при різних робочих позах.  
За стандартом Міністерства оборони США – MIL-STD-1472,USA, 1969**

Позначення на рисунок	Опис робочої пози	Мінімальна величина	Бажана величина	При носінні зимового одягу
<b>Робота навпочіпки</b>				
A	Висота	120	-	130
B	Ширина	70	92	100
<b>Робота в присіді</b>				
C	Ширина	90	102	110
<b>Робота на колінах</b>				
D	Ширина	90	120	130
E	Висота	145	-	150
F	Висота руки над підлогою	-	70	-
<b>Повзання</b>				
G	Висота	80	90	95
H	Довжина	150	-	-
<b>Робота лежачи на животі</b>				
I	Висота	45	50	60
J	Довжина	245	-	-
<b>Робота лежачи на спині</b>				
K	Висота	50	60	65
	Довжина	190	195	200

Розмірні характеристики робочого місця в значній мірі визначають пози (як у випадку сидячої роботи) навіть для динамічної роботи (наприклад, при роботі з габаритними матеріалами в обмеженому просторі). Обробка вантажів вимагає певних поз тіла, які залежать від ваги і характеру робочого інструмента. Деякі роботи вимагають, щоб вага тіла використовувалася для підтримки інструменту або застосування сили по відношенню до об'єкта роботи. Коли суглоби незручно витягнуті, тиск може викликати небажану втому. Поза - стоячи на одній нозі може привести до навантаження на стегновий суглоб, яка в два з половиною рази перевищує вагу тіла. Хорошим прикладом такого випадку служить поза стячого робітника, який повинен використовувати незручно розміщену ножну педаль.

МОП опублікувала в 1967 р Рекомендації максимальних вантажів, з якими можна здійснювати роботу. Хоча рекомендації не торкалися елементів поз як таких, в них було приділено значну увагу напрузі, пов'язаній з позами. Рекомендації ці в даний час є застарілими, але вони послужили важливій меті, привернувши увагу на проблеми ручної праці з матеріалами. В ISO, а також в Європейському співтоваристві існують стандарти з ергономіки та директиви,

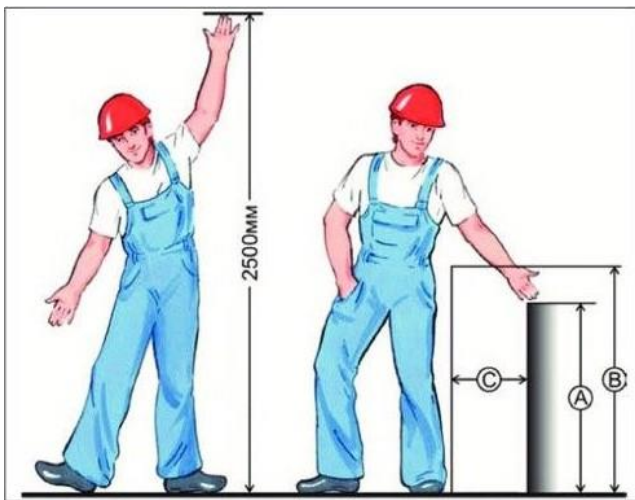
які містять положення, що стосуються елементів поз (CEN 1990 і 1991). Керівництво з підйому вантажів «Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation»: «Прикладне керівництво з підйому вантажів NIOSH (1997 р.)» вводить вагові обмеження для вантажів, виходячи з їх місцезнаходження, при цьому за основу беруться елементи поз.

#### 1.5.1.4. Деякі габаритні розміри, спрямовані на забезпечення безпеки і зручності виконання будівельних робіт

*Безпечна дистанція.*

Безпечна дистанція визначається для місць, в яких проходять виробничі процеси, обслуговування, очікування, спостереження за виробництвом, а також для транспортних комунікацій і проходів.

*Відстань зверху.* При прямому стійкому, витягнутому вгору корпусі безпечна відстань зверху становить 2500 мм (рис. 1.16).



*Рис. 1.16. Деякі габаритні розміри, орієнтовані на безпеку і зручність роботи:  
A- відстань до джерела небезпеки від землі; B – висота джерела небезпеки;  
C – відстань до краю джерела небезпеки за горизонталлю*

*Зона досяжності.* Під зоною досяжності краю, наприклад верстата або огорожі, розуміється безпечна відстань С (рис. 1.16, табл. 1.10).

*Таблиця 1.10*

#### Зона досяжності краю (безпечна відстань)

Відстань до краю джерела небезпеки за горизонталлю, С								
Відстань до джерела небезпеки від землі	Висота джерела небезпеки, В*							
	* - для параметра «В» значення нижче 1000 мм не вказані, тому що радіус досяжності стає не набагато більше і, крім того, виникає ризик потрапляння в небезпечну зону							
A	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2400	-	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100



1	2	3	4	5	6	7	8	9
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1 100	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	--	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100

Нормативні документи, зокрема ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги і ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги, встановлюють загальні ергономічні вимоги до робочих місць в положенні сидячи і стоячи, але ці рекомендації не охоплюють всього спектра поз і різних випадків суміщених положень тіла робітника в складних і досить обмежених процесах будівельного виробництва.

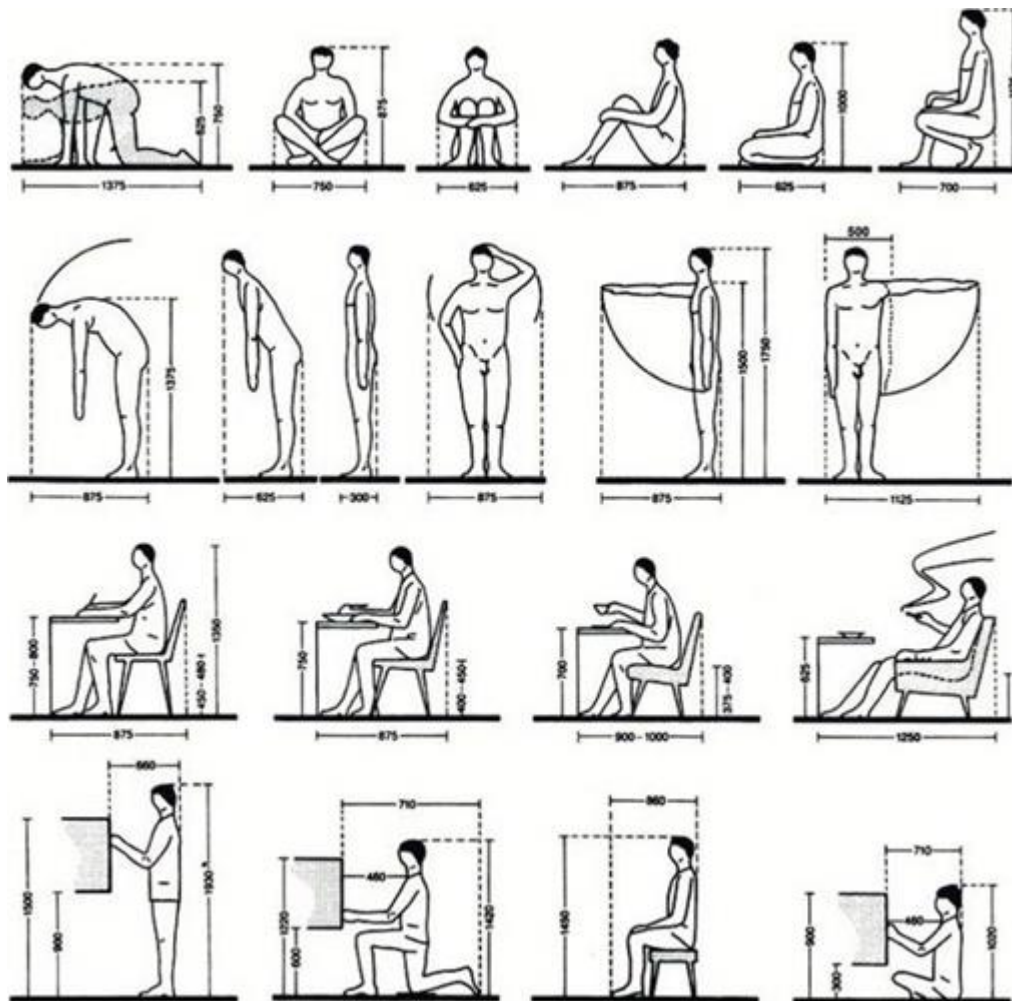


Рис. 1.17. Мінімальні габарити при різних позах людського тіла для 50-го перцентиля (за Нейфертом)

Деякі мінімальні габарити для комфортного розміщення людини і груп людей в різних позах і ситуаціях представлені на рис. 1.17-1.18.

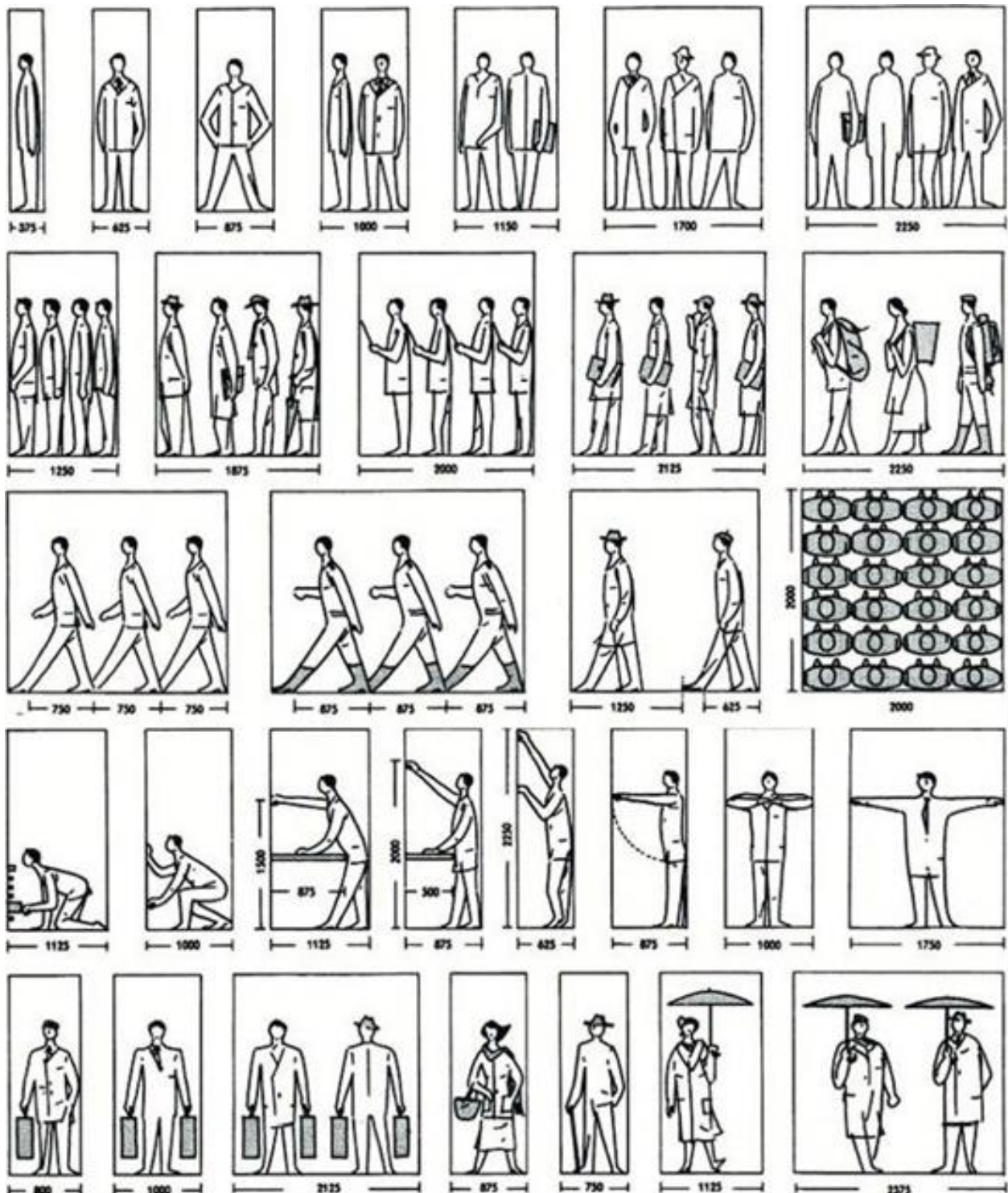
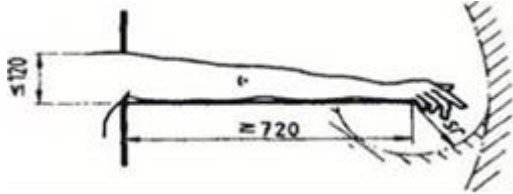
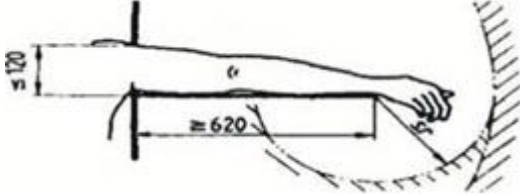
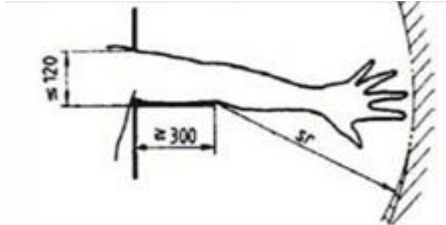
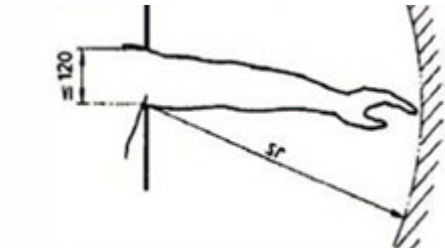


Рис.1.18. Мінімальні габарити для груп людей в різних ситуаціях (за Нейфертом)

Відстань передачі. Безпечна і зручна відстань для частини тіла, що вільно рухається, від будь-якої поверхні (табл. 1.11).

Таблиця 1.11

## Відстань передачі

Частина тіла: кисть (від основи пальців до їх кінчиків)	Відстань $sr \geq 130$ мм	Частина тіла: рука (від пахв до кінчиків пальців)	Відстань $sr \geq 230$ мм
			
Частина тіла: рука (від ліктя до кінчиків пальців)	Відстань $sr \geq 550$ мм	Частина тіла: рука (від плеча до кінчиків пальців)	Відстань $sr \geq 850$ мм
			

*Проникнення крізь отвори.* Крізь поздовжні прорізи з паралельними сторонами (для дорослих і дітей старше 14 років), (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

## Проникнення крізь отвори з паралельними сторонами

Ширина отвору Прямокутник або проміжок – е (см)	$> 4 \leq 8$	$> 8 \leq 20$	$> 20 \leq 30$	$> 30 \leq 135$	$\geq 135^*$
Відстань до джерела небезпеки $sr$	$\geq 15$	$\geq 120$	$\geq 200$	$\geq 850$	-
Частина тіла	Кінцівка пальця	Палець	Рука до кулака	Плече	-
Зображення					-

\* — при величині отвору понад 135 мм можливий вигин тіла, цей випадок тут не розглядається.

Крізь квадратні або хрестоподібні отвори (для дорослих і дітей старше 14 років), (табл. 1.13).

Таблиця 1.13

**Проникнення крізь квадратні або хрестоподібні отвори**







Ширина отвору або діагональ між сторонами – e (см)	$> 4 \leq 8$	$> 8 \leq 25$	$> 50 \leq 40$	$> 40 \leq 250$	$\geq 250^*$
Відстань до джерела небезпеки sr	$\geq 15$	$\geq 120$	$\geq 200$	$\geq 850$	-
Частина тіла	Кінцівка пальця	Палець	Рука до кулака	Плече	-
Зображення 					-

\* — при величині отвору понад 250 мм можливий вигин тіла, цей випадок тут не розглядається.

Положення затиску (тісний отвір). Положення затиску для певної частини тіла не вважаються небезпечними при дотриманні зазначених відстаней (відстані дані в мм), Джерело: DIN EN 349. (табл. 1.14).

Таблиця 1.14

**Положення затиску**

Частина тіла: нога. Відстань $a \geq 120$		Частина тіла: стегно. Відстань $a \geq 180$	
Частина тіла: рука. Відстань $a \geq 120$		Частина тіла: рука, долоня, кулак. Відстань $a \geq 100$	
Частина тіла: корпус. Відстань $a \geq 500$		Частина тіла: палець. Відстань $a \geq 25$	

**1.5.2. Сила людського тіла**

Ергономіка прагне до гармонійної взаємодії людини з оточуючими його в умовах трудової діяльності засобами і знаряддями виробництва, що передбачає як мінімум знання функціональних можливостей людини. У цьому їй допомагає біомеханіка - дисципліна, яка підходить до вивчення тіла, так, начебто воно було б виключно механічною системою: всі частини тіла аналогічні механічним структурам і вивчаються аналогічним чином (рис. 1.19).

Можна провести наступні аналогії:

- Кістки: важелі, структурні члени.
- Плоть: об'єми та маси.
- Суглоби: несучі поверхні і зчленування.
- Суглобові речовини: мастила.
- М'язи: мотори, пружини.
- Нерви: контрольні механізми зворотної реакції.
- Органи: поставка енергії.
- Сухожилля: канати.
- Тканини: пружини.
- Порожнини тіла: балони.

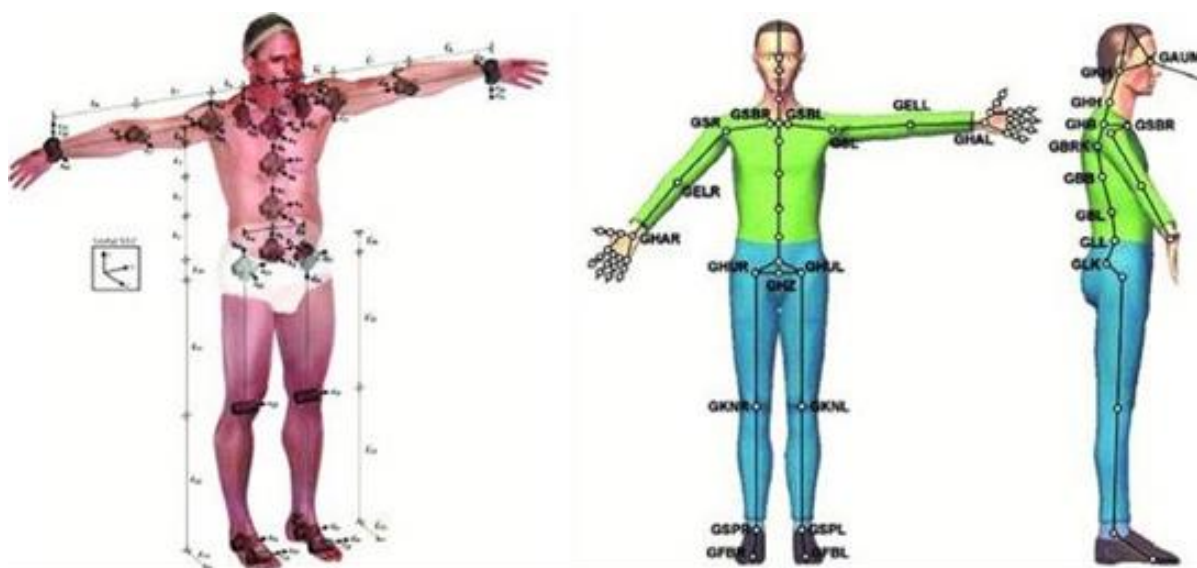


Рис. 22. Кінематична модель людини

Основна мета біомеханіки полягає у вивченні способів, за допомогою яких тіло прикладає зусилля і робить рухи. Ця дисципліна базується, головним чином, на анатомії, математиці та фізиці; пов'язані з нею дисципліни - це антропометрія (дослідження, пов'язані з вимірами людського тіла), виробнича фізіологія і кінезіологія (дослідження принципів механіки і анатомії в зв'язку з людським рухом).

Отже, стисло розглянемо основні структури людського тіла, які беруть участь у фізичній роботі.

### 1.5.2.1. З'єднання кісток

Кістки з'єднуються одна з однією нерухомо (безперервні з'єднання) і рухомо (переривані з'єднання, або суглоби). Між ними є перехідна форма - напівсуглоб. До безперервних сполук відносяться сполуки за допомогою сполучної тканини (синдесмози), хрящової тканини (синхондрози), кісткової тканини (синостози). Одним з різновидів синдесмозів є зв'язки - колагенові і еластичні.

Тип з'єднання кісток визначається дією механічних факторів. Переважну

роль відіграє фактор руху. Наприклад, у людей з сильно розвиненою мускулатурою відсутнє повне розгинання в ліктьовому суглобі, що пов'язано з надмірним розвитком ліктьового відростка і функціональною гіпертрофією м'язів згиначів передпліччя, що перешкоджає повному розгинанню. В цілому рухливість суглобів у жінок дещо більше, ніж у чоловіків.

### 1.5.2.2. Суглоби

Суглобами є рухомі з'єднання кісток (рис. 1.20), що дозволяє їм рухатися відносно один одного. Деякі суглоби виключно потужні, а інші - дуже рухливі. Один і той же суглоб не може бути одночасно і потужним, і рухливим. Всі суглоби мають загальний план будови. Анатомічними частинами будь-якого суглоба є суглобові поверхні, покриті гладким хрящем, суглобова сумка і суглобова порожнина.

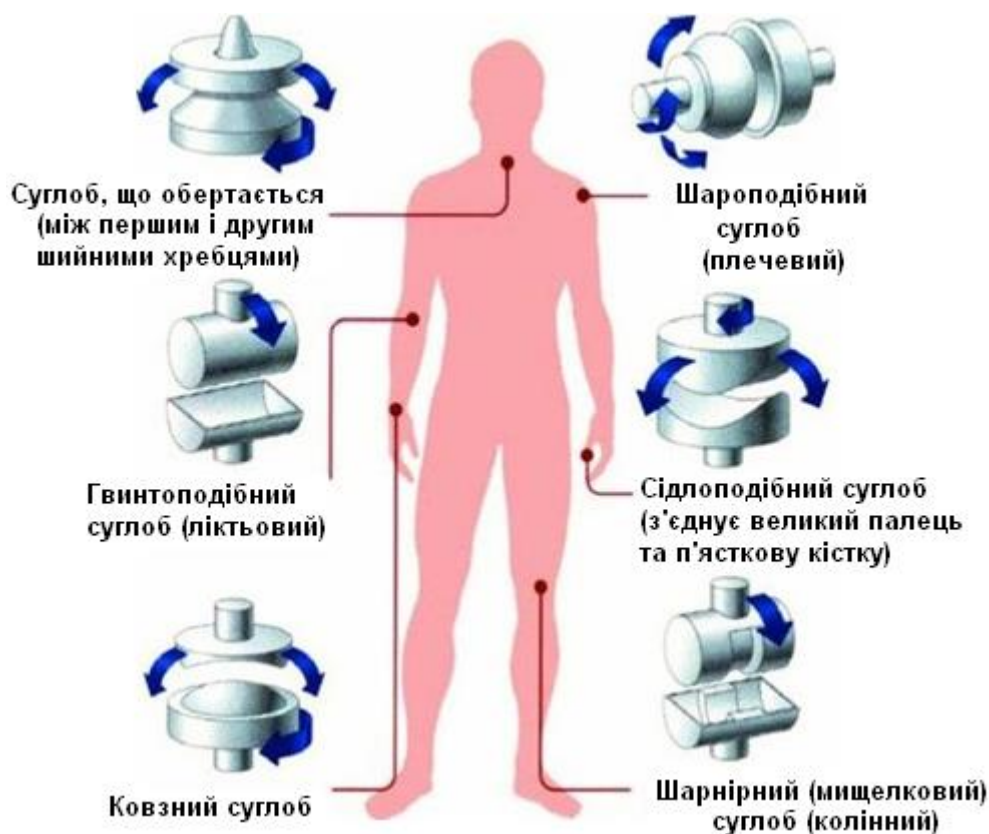


Рис. 1.20. Типи суглобів

Край суглоба має потужну волокнисту капсулу, яка оточує мішечок синовіальної оболонки між кінцями кістки. Ця оболонка виділяє рідину, що змащує - синовію, яка дозволяє уникнути тертя при русі, а хрящ, що з'єднує, утримує кістки на відстані одна від одної. Суглоб має підтримуючі зв'язки, які укріплюють його. За формою зчленованих поверхонь можна виділити 7 видів суглобів: сідлоподібний, блокоподібний, еліпсоподібний, горіхоподібний, плоский, мищелковий, циліндричний (рис. 1.20).

*Напіврухливі з'єднання кісток (напівсуглоби)*

Деякі суглоби рухаються не дуже багато і повинні бути дуже потужними і

витримувати значні навантаження. Такі сполуки кісток розташовані між хребцями хребта та лонним зрощенням лобкових кісток. У них є товста волокнисто-хрящова подушка між кістками, що утримується на місці потужними волокнистими зв'язками; подушка грає роль амортизатора.

### *Нерухомі з'єднання кісток*

Безперервні з'єднання кісток зустрічаються в черепі. У ранньому віці у дітей багато кісток черепа пов'язані разом, і в двох місцях, передньому і задньому тім'ячках, між ними існують отвори. У міру зростання малюка ці отвори з'єднуються, і в результаті утворюється однорідна черепна коробка. Нерівні, зубчасті краї кістки з'єднуються разом міцною волокнистою тканиною лініями місць з'єднання (швами).

### *М'язи*

М'язова систем - сукупність тканинних структур, які спеціалізуються на здійсненні життєво важливої функції організму - руху тіла, його частин і органів. У хребетних тварин і людини розрізняють три види м'язових тканин: кісткову, серцеву і гладку. Перші дві називають поперечносмугастою, або поперечнозкресленою м'язовою тканиною, а гладку м'язову тканину - незкресленою м'язовою тканиною.

М'язове волокно - це багатоядерне утворення, або симпласт.

У дорослої людини діаметр м'язового волокна буває різним - від 10 мкм до 100 мкм, а в середньому він становить 50 мкм. Довжина м'язового волокна теж значно різниться - від 1 мм до 10-30 см.

Скелетні м'язи - м'язи, що прикріплюються до кісток скелета, здатні швидко скорочуватися і розслаблятися; утримують тіло в певному положенні.

У людському організмі налічується близько 600 поперечносмугастих м'язів. Вони складають від 35 до 40% ваги дорослої людини, у жінок дещо менше, ніж у чоловіків, у новонароджених - до 20-22%, у людей похилого віку - до 30%, у атлетів вага м'язів може становити понад 50% ваги тіла.

Скелетні м'язи в тілі людини виконують безліч функцій, завдяки їх скороченням відбувається переміщення тіла і його частин у просторі, здійснюються найтонші рухи рук і пальців, дихальні рухи, жування, ковтання, міміка, артикуляція мови. Скелетні м'язи є частиною допоміжного апарату таких органів почуттів, як орган слуху і орган зору. Функціональне різноманіття скелетних м'язів людини досягається особливостями їх структури і співвідношень з кістковими важелями. Формування цих особливостей відбувається в процесі індивідуального розвитку.

Скелетні м'язи поряд з нервовими структурами відносяться до збудливих тканин, а складові їх клітини є найбільш складноутвореними в організмі. Структурно-функціональною одиницею м'язової тканини є поперечно-м'язове волокно. За функціональними властивостями м'язові волокна діляться на два типи: які повільно скорочуються («червоні» волокна), більш витривалі та які швидко скорочуються («білі» волокна), більш сильні, швидкі і швидко стомлюються. Переважна більшість м'язів є змішаними, що складаються з волокон цих типів в різних пропорціях. Співвідношення типів волокон досить

стійке і визначається генетичними факторами. Ось чому одні можуть швидко бігати, а інші ні, одні можуть довго рухатися, працювати, а інші навпаки.

Скелетні м'язи можуть бути масивними, як великий сідничний м'яз, або мініатюрними, як стременцевий м'яз в середньому вусі. Більшість м'язів з'єднують одну кістку з іншою і прикріплюються одним кінцем до однієї нерухомої кістки, а іншим кінцем - до другої, яка повинна рухатися. Прикріплення зазвичай займає порівняно велику площину на кістці, і у деяких м'язів таких точок прикріплення може бути декілька, наприклад дві «головки» у біцепса або двоголового м'яза.



*Рис.1.21. Сухожилля стопи*

Основна частина м'язу називається «м'язове черевце». Прикріплюється м'яз зазвичай сухожиллям до невеликої ділянки кістки, але може кріпитися і за допомогою широкої плоскої смуги - апоневроза - до інших структур, як, наприклад, в області спини. Довгі сухожилля, що проходять через інші структури, наприклад в стопі (рис. 1.21), зазвичай оточені «щитами» синовіальних оболонки, які зменшують силу тертя. У цих областях сухожилля утримуються фіброзними зв'язковими утвореннями (вуздечками). Короткі сухожилля прикріплюються безпосередньо до окістя кістки, що підлягає.

Скелетні м'язи - основа руху. Довгі м'язи, такі як кравецький м'яз, скорочуються в довжину більше, ніж більш потужні м'язи типу дельтоподібного. Це відбувається завдяки паралельному розташуванню волокон, тоді як дельтоподібний м'яз нагадує за формою лопать вентилятора або віяло, а її волокна зібрані в невеликі пучки, закріплені в сухожиллі.

Розглянемо два важливі принципи біомеханіки:

1. М'язи працюють в парі. М'язи можуть тільки скорочуватися, тому для кожного суглоба повинен бути один м'яз (або група м'язів) для руху його в одному напрямку і відповідний м'яз (або група м'язів), щоб пересунути його в протилежному напрямку (рис. 1.22).

2. М'язи скорочуються найбільш ефективно, коли пара м'язів знаходиться в релаксаційному балансі. М'яз діє найбільш ефективно, коли він знаходиться в середині діапазону руху суглоба, який він згинає. Це відбувається з двох причин: по-перше, якщо скорочується укорочений м'яз, він витягнеться вздовж витягнутого протилежного м'язу. Через те, що останній витягнутий, виникне еластична протидіюча сила, яку м'яз, що скорочується, повинен подолати.





Рис. 1.22 показує спосіб, за допомогою якого сила м'яза змінюється в залежності від довжини м'язу. По-друге, якщо м'яз скорочується не в середині руху суглоба, він буде діяти в механічно несприятливому стані. Друга частина (рис. 1.23) ілюструє зміну механічно вигідного положення для ліктя у трьох різних положеннях.

Рис.1.22. Скелетні м'язи розташовані парами, для ініціювання одного руху та здійснення зворотнього йому

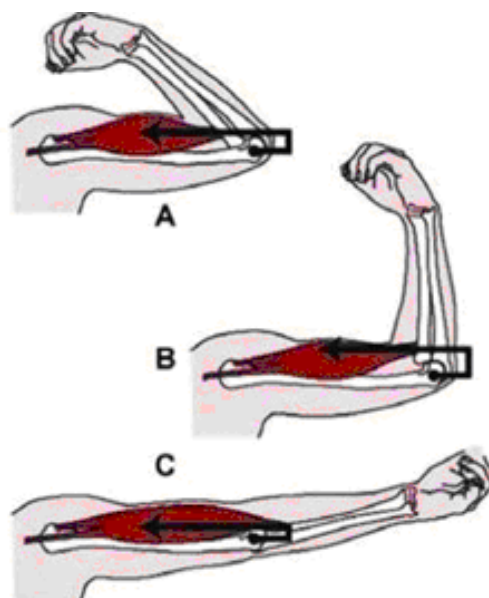
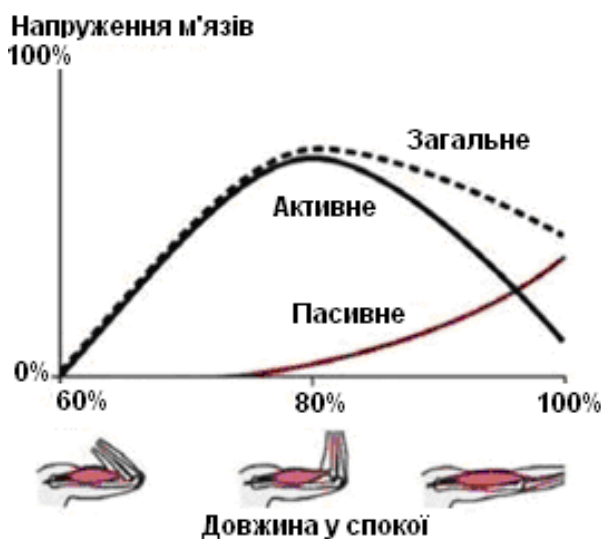


Рис. 1.23. Оптимальні положення при русі суглоба. Найбільш сприятливим становищем для руху суглоба є проміжний: передпліччя може рухатися з найбільшою силою в положенні B

З цих принципів впливає важливий критерій: робота повинна бути запланована таким чином, щоб вона відбувалася за участю протилежних м'язів кожного суглоба в релаксаційному балансі. Для більшості суглобів це означає, що з'єднання має відбуватися приблизно в середині руху і напруга м'яза при виконанні такої роботи буде мінімальною (рис. 1.24).

Прикладом порушення цього правила є синдром надмірного використання (друга назва: травма від повторної напруги), який пов'язаний з м'язами у верхній частині передпліччя у операторів клавіатури, які зазвичай працюють зап'ястями, вигнутими вгору. Часто ця звичка нав'язується оператору невірним дизайном клавіатури і робочої станції.

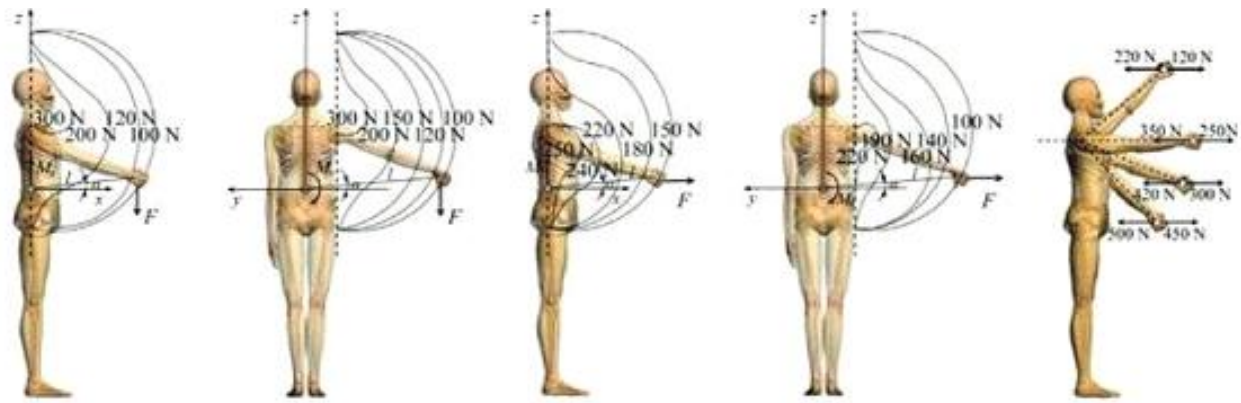


Рис. 1.24. Зміна оптимального навантаження в залежності від напрямку силового впливу і положення руки

## 1.6. Приклади використання положень біомеханіки в ергономіці

Розглянемо деякі приклади використання положень біомеханіки в рішенні ергономічних задач.

### 1.6.1. Оптимальний діаметр ручок інструментів

Діаметр ручок (хватки) впливає на силу, з якою м'язи руки можуть впливати на інструмент. Дослідження показали, що оптимальний діаметр ручки залежить від виду інструменту і способу його використання. Для розподілу навантаження уздовж лінії ручки кращим є діаметр, який дозволяє пальцям кисті злегка перетинатися при хватці. Він становить приблизно 40 мм. Щоб розподілити обертальний момент, оптимальним буде діаметр 50-65 мм. На жаль, на практиці для обох цілей використовуються ручки меншого діаметру (рис. 1.25).



Рис. 1.25. Наслідки неввірно підібраного діаметра ручки - збільшення навантаження на м'язи та сухожилля кисті. Рекомендовані параметри.

Плоскогубці представляють собою окремий випадок: можливість розподілити силу при роботі з ними залежить від зазору між ручками, як показано на рис. 1.26.

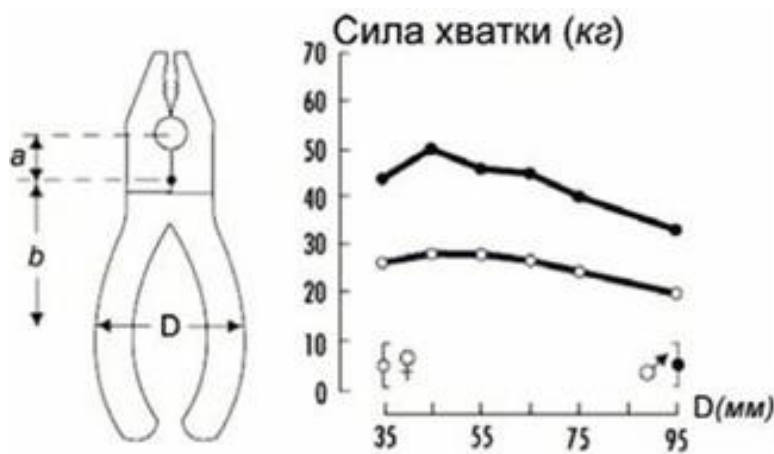


Рис. 1.26. Сила стиснення плоскогубців, що прикладається чоловіками і жінками, як функція розмаху долоні

### 1.6.2. Сидяче положення

Електроміографія - це метод, який може використовуватися для вимірювання напруги м'язів. При вивченні напруження м'язів (спини), які розпрямляють хребет, було виявлено, що опора на спинку (нахилену) знижує напругу на ці м'язи. Вплив можна пояснити тим, що спинка бере на себе більшу частину ваги верхньої частини тіла. Рентгенівське обстеження людей в різних положеннях показало, що становище релаксаційного балансу м'язів, які відкривають і закривають тазостегновий суглоб, відповідає положенню таза під кутом приблизно  $135^{\circ}$ . Це близько до положення ( $128^{\circ}$ ), яке займає цей суглоб в стані невагомості (у космосі). У сидячому положенні під кутом  $90^{\circ}$  м'язи підколінного сухожилля, які оперізують як коліно, так і суглоби таза, намагаються привести крижову кістку (частину хребетного стовпа, яка з'єднується з тазом) у вертикальне положення. Щоб усунути природний лордоз (викривлення) поперекового хребця, крісла повинні бути обладнані спинками, щоб усунути подібний ефект.

### 1.6.3. Використання викрутки

Чому викрутки обертаються за годинниковою стрілкою? Можливо, ця практика склалася в результаті несвідомого відчуття того, що м'язи, які обертають праву руку за годинниковою стрілкою (більшість людей є правшами), більше (і тому потужніше), ніж м'язи, які обертають руку проти годинникової стрілки. Слід звернути увагу на те, що лівші (близько 9% населення) будуть в несприятливому стані при закручуванні викрутки руками і тому для них в деяких ситуаціях необхідні спеціальні інструменти.

Спостереження за працівниками, які використовують викрутки при складанні, виявило більш тонке відношення між певним рухом і певною проблемою зі здоров'ям. Було виявлено, що чим більше ліктьовий кут (чим пряміше рука), тим більше людей страждають від запалення ліктьового

суглоба. Причиною цього є те, що м'яз, який обертає передпліччя (біцепси), притягує головку променевої кістки (нижня кістка руки) до голівочки (закруглена голівка) плечової кістки (верхня кістка руки). Сила, що зростає при більшому куті нахилу ліктя є причиною збільшення її фрикційної складової, що нагріває суглоб та призводить до запалення. При більшому куті м'яз повинен скорочуватися з більшою силою для того, щоб зробити дію закручування. Велика сила, що застосовується в порівнянні з тією, яка потрібна при куті, рівному приблизно  $90^\circ$ . Було прийнято рішення пересунути площину виконання робіт ближче до оператора, щоб зменшити кут ліктя до положення в  $90^\circ$ .

Випадки, наведені вище, показують, що для застосування біомеханіки на робочому місці необхідно правильне розуміння анатомії. При проектуванні робочих місць необхідно консультиватися з експертами з функціональної анатомії, щоб передбачати можливі проблеми.

### **1.7. М'язова робота у виробничій діяльності**

У промислово розвинених країнах близько 20% працівників все ще займаються роботою, яка вимагає м'язових зусиль. Число традиційних видів важкої фізичної роботи скоротилося, але, з іншого боку, велика частка роботи стала більш статичною, асиметричною і стаціонарною. У країнах, що розвиваються, все ще широко поширена м'язова робота в усіх формах.

М'язова робота в будівництві може бути грубо розділена на чотири групи: важка динамічна м'язова робота, ручна робота, пов'язана з підйомом і переміщенням вантажів, статична робота і повторювана робота. Статичне навантаження частіше поширене в офісній управлінській та проектній роботі, електромонтажних роботах, в ремонтних і обслуговуючих роботах. Завдання, пов'язані з діяльністю, що повторюється, більше поширені в промисловості будівельних матеріалів.

Важливо відзначити, що ручна робота, пов'язана з підняттям і переміщенням важких речей, і повторювана робота може бути в основному динамічною або статичною м'язовою роботою або їх комбінацією.

У всіх органах тіла відбувається оновлення за рахунок відмирання старих і появи нових клітин, однак ми старіємо. Старіння в багатьох випадках починається досить рано.

Більшість функцій знаходяться в своїй пікової формі у 25-річному віці. Після цього відбувається повільне старіння, яке спочатку непомітне, а потім стає явним (рис. 1.27).

Наукові дослідження показали, що, наприклад, м'язи протягом життя поступово слабшають. Це пов'язано з тим, що з віком у м'язах стає менше м'язової тканини, а сухожилля подовжуються. Згодом ми стаємо більш жилавими (порівняйте курку і курчат). Розтягнуті м'язи є більш слабшими, що означає з віком ми слабшаємо. Це можна побачити на наведеній діаграмі. М'язова сила тут показана зеленою лінією. Видно, що сила досягає свого максимуму у віці 20 років, потім крива йде вниз, і м'язи слабшають і слабшають.

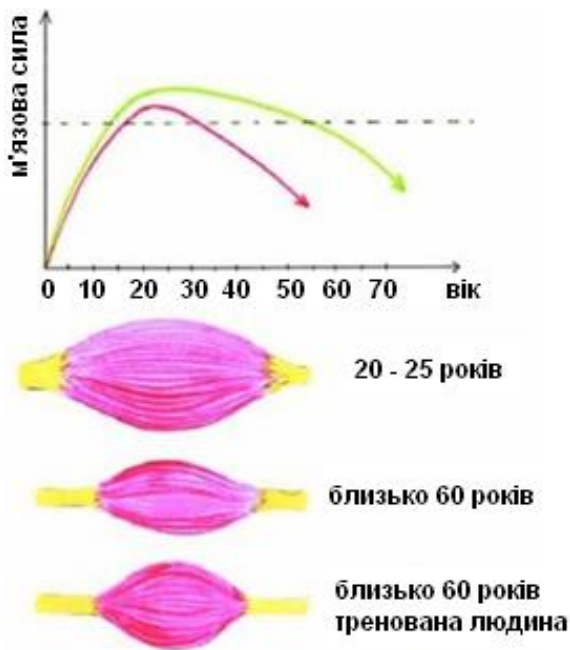


Рис. 1.27. Схематичне зображення зміни м'язів з віком

На діаграмі також показані і вимоги, що пред'являються роботою до м'язів. Людина повинна бути в змозі проявляти необхідну силу, щоб впоратися з роботою, в тому числі і з будівельною. Це не становить проблем до тих пір, поки зелена крива знаходиться вище пунктирною лінії - необхідного рівня. Але у віці приблизно 55 років лінії перетинаються. Тепер м'язи більше не справляються з пропонованими роботою вимогами, і, якщо людина, не дивлячись на це, продовжує працювати з такими ж навантаженнями, що і раніше, може виникнути захворювання.

На діаграмі також показані і вимоги, що пред'являються роботою до м'язів. Людина повинна бути в змозі проявляти необхідну силу, щоб впоратися з роботою, в тому числі і з будівельною. Це не становить проблем до тих пір, поки зелена крива знаходиться вище пунктирною лінії - необхідного рівня. Але у віці приблизно 55 років лінії перетинаються. Тепер м'язи більше не справляються з пропонованими роботою вимогами, і, якщо людина, не дивлячись на це, продовжує працювати з такими ж навантаженнями, що і раніше, може виникнути захворювання.

Всі ми різні. Частина людей володіє більшою м'язовою масою, ніж інші. Їх зелена лінія проходить вище і, може бути, що ніколи не перетне пунктирну лінію вимог. Інші люди - більш слабкі, їм відповідає червона лінія, проблеми з виконанням важкої роботи у них виникають набагато раніше.

### 1.7.1. Фізіологія м'язової роботи

При виконанні динамічної роботи активні м'язи скелета скорочуються і розслабляються ритмічно. Потік крові до м'язів збільшується, щоб задовольнити метаболічні потреби. Збільшений потік крові утворюється завдяки більш швидким скороченням серця, зниженням потоку крові до неактивних областей, таким як нирки і печінка, і збільшенням числа відкритих кровоносних судин в робочих м'язах. Ритм серця, тиск крові, виділення кисню в м'язах збільшується лінійно залежно від інтенсивності роботи. Також збільшується вентиляція легенів, яка призводить до більш глибокого дихання і більш високої частоти дихання (рис. 1.28). Мета активізації всієї серцево-дихальної системи полягає в тому, щоб збільшити споживання кисню для активації м'язів. Рівень споживання кисню, виміряний під час важкої м'язової

роботи, свідчить про інтенсивність роботи. Максимальне споживання кисню ( $VO_{2max}$ ) вказує на максимальну продуктивність людини при аеробній роботі. Значення споживання кисню можуть бути переведені у витрату енергії (1 літр спожитого кисню в хвилину відповідає приблизно 5 ккал/хв, або 21 кДж/хв).



Рис. 1.28. Статична і динамічна робота

У разі динамічної роботи, коли задіяні активні м'язи невеликої м'язової маси (як на руках), максимальна робоча продуктивність і максимальне споживання кисню менше. При одній і тій же продуктивності праці динамічна робота, в якій задіяні малі м'язи, викликає більш значну серцево-дихальну реакцію (наприклад, серцевий ритм, тиск крові) в порівнянні з роботою, в якій задіяні великі м'язи.

#### *Статична робота м'язів*

При статичній роботі скорочення м'язів не призводить до видимого руху, наприклад, кінцівок. Статична робота підвищує тиск всередині м'язів, який разом з механічним стисканням перекриває повністю або частково кровообіг. Доставка поживних речовин і кисню в м'яз і видалення з м'язу кінцевих продуктів метаболізму утруднено. Таким чином, при статичній роботі м'язи втомлюються швидше, ніж при динамічній.

Найбільш характерний прояв статичної роботи - це підвищення кров'яного тиску. Ритм серця і серцева продуктивність в значній мірі не змінюються. При перевищенні певної інтенсивності зусиль кров'яний тиск збільшується прямо пропорційно інтенсивності і тривалості зусиль. Крім того, при одній і тій же відносній інтенсивності зусиль статична робота з великими групами м'язів викликає більш високий тиск в порівнянні з роботою, до якої залучено менші м'язи (рис. 1.28).

Статичне навантаження на плечі та передпліччя.  
Чим важче вантаж, тим більше навантаження.



Рис. 1.29. Рекомендовані зони робочих навантажень при перенесенні вантажів

боку, м'язова робота певної інтенсивності, частоти і тривалості може привести до ефекту тренування, в той час як низькі м'язові навантаження можуть привести до негативного ефекту.

Практично немає ніяких наукових підтверджень того, що саме по собі м'язове навантаження є фактором ризику, яке викликає захворювання. Однак погане здоров'я, непрацездатність і занадто велике навантаження на робітника є результатом фізично важких робіт, особливо у працівників старшого покоління. Крім того, багато факторів ризику для опорно-рухової системи пов'язані з різними видами м'язового навантаження, такими як тривала напруга, складні робочі пози і раптові критичні навантаження.

Однією з цілей ергономіки було визначення прийнятних меж для м'язового навантаження, які могли бути застосовані для запобігання втоми і розладів.

### 1.7.1.1. Прийнятне навантаження при важкій динамічній м'язовій роботі

Оцінка прийнятності робочого навантаження при виконанні завдань, пов'язаних з динамічною роботою, традиційно базувалася на вимірах споживання кисню (або, відповідно, потреби енергії). Потреба кисню може вимірюватися порівняно легко за допомогою переносних приладів (наприклад, пакет Дугласа (Douglas bag), респірометр «Макс Пленк» (Max Planck respirometer), «Оксілог» (Oxylog), «Космед» (Cosmed)) (рис. 1.30) або оцінюватися за частотою серцевого ритму, яку можна з високим ступенем

Наслідки  
навантаження

м'язового

Ступінь фізичного навантаження, який відчуває працівник під час м'язової роботи, залежить від розміру м'язової маси, типу м'язових скорочень (статичні, динамічні), інтенсивності скорочень і індивідуальних характеристик (рис. 1.29).

Якщо м'язове навантаження не перевищує фізичні можливості працівника, тіло буде адаптуватися до навантаження, а відновлення буде відбуватися швидко після припинення роботи. Якщо м'язове навантаження занадто велике, буде накопичуватися втома, продуктивність буде знижуватися, а процес відновлення сповільниться. Критичні або тривалі навантаження можуть привести до пошкодження органів (у формі виробничих захворювань). З іншого

надійності заміряти на робочому місці, наприклад, за допомогою приладу «Спорт Тестер» (Sport Tester).



Рис. 1.30. Прибори «Оксілог» (Oxylog), «Спорт Тестер» (Sport Tester RS300X)

Використання серцевого ритму при оцінці споживання кисню вимагає, щоб він був індивідуальним чином каліброваним відповідно із споживанням кисню, що заміряється у стандартному робочому режимі в лабораторії, тобто дослідник повинен знати потребу в кисні випробуваного при даному серцевому ритмі. Значення серцевого ритму повинні інтерпретуватися з обережністю, тому що на них також впливають такі фактори, як фізична форма, температура навколишнього середовища, психологічні чинники і розмір активної м'язової маси. Таким чином, заміри серцевого ритму можуть призвести до переоцінки споживання кисню, так само як і значення споживання кисню можуть призвести до недооцінки загального фізичного напруження шляхом відображення тільки потреб в енергії.



Рис. 1.31. Аналіз прийняттого навантаження

Відносна аеробна напруга (RAS) визначається як функція (виражена у відсотках) споживання кисню працівником, виміряна для роботи, яка відповідає його  $VO_{2max}$ , заміряному в лабораторії (рис. 1.31). Якщо є тільки виміри серцевого ритму, близька апроксимація RAS може бути отримана шляхом розрахунку величини для процентного діапазону серцевого ритму за допомогою так званої формули Karvonen.  $VO_{2max}$  зазвичай вимірюється за допомогою велосипедного ергометра. Коли маса активних м'язів не велика або статична складова роботи вище, і механічна ефективність буде менше, ніж у разі використання великих



м'язових груп. Раніше рекомендувалося 50-відсоткове обмеження RAS як для чоловіків, так і для жінок. Пізніше було виявлено, що робітники будівельних спеціальностей спонтанно вибирають в середньому 40-відсотковий рівень RAS (25-55%) під час робочого дня. Кілька останніх досліджень показали, що RAS прийнятний при рівні, який є нижчим 50%. Більшість авторів рекомендують в якості прийнятного 30- 35-відсотковий рівень RAS для всього робочого дня.

На додаток до вимірів або оцінки споживання кисню також є інші корисні фізіологічні польові методи для кількісного вираження фізичного навантаження або напруги від важкої динамічної роботи. Методи спостережень можуть використовуватися при оцінці витрат енергії (наприклад, за допомогою шкали Едгольма (Edholm, 1966; ISO-DIS 8996, 1987). Рейтинг сприйнятої напруги (PCN) вказує на зростання у суб'єкта втоми. Нові амбулаторні системи моніторингу кров'яного тиску дозволяють проводити більш детальний аналіз реакцій кровообігу.

### **1.7.1.2. Прийнятні робочі навантаження при ручній роботі, пов'язані з підйомом і переміщенням вантажів**

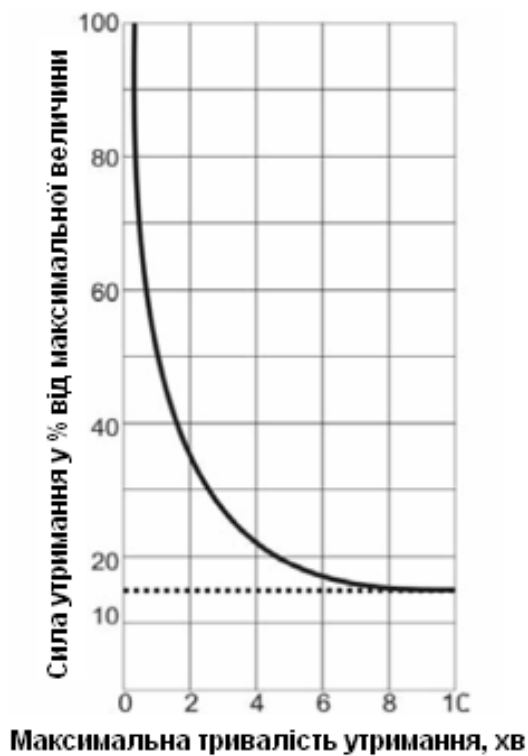
Більшість досліджень у цій сфері сконцентровані на проблемах, пов'язаних з нижньою частиною спини при підйомі важких предметів, особливо з біомеханічної точки зору. 20-35-відсотковий рівень RAS був рекомендований для задач, пов'язаних з підняттям важкостей, при цьому завдання порівнювалося з індивідуальним максимальним споживанням кисню на підставі тесту велосипедного ергометра.

Рекомендації з приводу максимально допустимого серцевого ритму або абсолютні, або прив'язані до серцевого ритму в спокої. Абсолютні величини для чоловіків і жінок складають 90-112 ударів у хвилину при безперервній ручній роботі з важкостями. Ці величини приблизно відповідають рекомендованим величинам для збільшення серцевого ритму вище рівнів спокою, тобто 30-35 ударів у хвилину. Ці рекомендації також дійсні для важкої динамічної м'язової роботи для молодих і здорових чоловіків і жінок.

### **1.7.1.3. Прийнятне навантаження для статичної м'язової роботи**

Статична м'язова робота потрібна, головним чином, при утриманні робочих положень (поз). Термін витривалості при статичному скороченні експоненціально залежить від порівняльної сили скорочення. Це означає, наприклад, що коли статичне скорочення вимагає 20% від максимальної сили, термін витривалості становить 5-7 хвилин, а коли відносна сила складає 50%, термін витривалості становить приблизно 1 хвилину (рис. 1.32).

Раніше вважалося, що ніяка втома не буде збільшуватися, якщо відносна сила знаходиться на рівні, меншому 15% від максимальної сили. Однак більш пізні дослідження показали, що прийнятна відносна сила для м'язу або м'язової групи становить від 2 до 5% максимальної статичної напруги і ці межі сили складно використовувати в практичних виробничих цілях.



Для практики є трохи реальних методів для кількісного вивчення напруги при статичній роботі. Існують деякі методи спостереження (наприклад, метод OWAS) для аналізу пропорції невдалих робочих положень, тобто положень, що відхиляються від нормальних середніх положень людських суглобів. Можуть бути корисні виміри кров'яного тиску і значення сприйнятої напруги, в той час як виміри серцевого ритму в даній ситуації не показові.

*Рис. 1.32. Максимальна відносна сила утримання при статичному м'язовому зусиллі в залежності від тривалості утримання*

#### **1.7.1.4. Прийнятне навантаження при повторюваній роботі**

Повторювана робота за участю груп малих м'язів нагадує статичну роботу м'язів з точки зору циркуляційних і метаболічних реакцій. Зазвичай при повторюваній роботі м'язи скорочуються більш 30 разів на хвилину. Якщо відносна сила скорочення перевищує 10% максимальної сили, рівень витривалості і сила м'язу починають зменшуватися. Однак в рівнях витривалості спостерігаються великі індивідуальні розбіжності. Наприклад, між двома і п'ятдесятьма хвилинами при скороченнях м'язів від 90 до 110 разів на хвилину рівень порівняльної сили залишається в межах 10-20%.

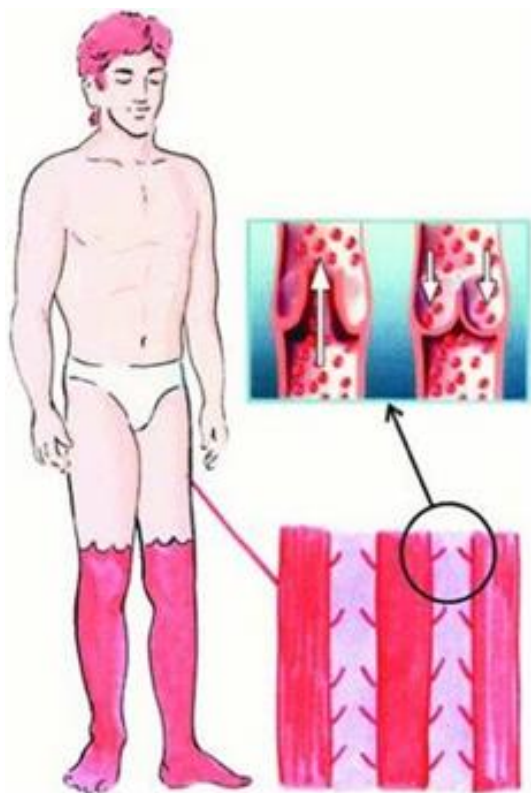
Дуже важко встановити якийсь певний критерій для повторюваної роботи, оскільки навіть дуже легкі види роботи (наприклад, при використанні комп'ютерної миші) можуть викликати збільшення внутрішньом'язового тиску, яке може іноді приводити до розширення м'язових фібр, болю і зниження м'язової сили.

Періодична і статична м'язова робота буде викликати втому і зниження продуктивності при дуже низьких рівнях відносної сили. Тому ергономічне втручання повинно бути спрямоване на те, щоб мінімізувати, наскільки це можливо, число повторюваних рухів і статичних скорочень.

##### *Циркуляція крові*

З кожним ударом серця збагачена киснем кров надходить у всі частини тіла. Це можна порівняти з хвилею, що несе все необхідне для гарного самопочуття. Якщо людина регулярно виконує фізичні вправи, наприклад, бігає або їздить на велосипеді, серце зміцнюється і може забезпечити кращу подачу крові. При цьому зміцнюються кровоносні судини (артерії), оскільки скорочується кількість бляшок і поліпшується обмін речовин. Тренування призводять до утворення в м'язах нових судин, що дозволяє справлятися з більшим навантаженням.

У тренуванні є багато переваг, але важливо також давати організму відпочинок. Найкраще – правильне чергування тренування і відпочинку.



*Рис. 1.33. Принцип роботи кровоносних судин у м'язах ніг*

Серце не єдиний насос, який переміщує кров в організмі. М'язи в ногах допомагають подавати кров назад в серце. У кровоносних судинах ніг знаходяться маленькі зворотні клапани (рис. 1.33), які при кожному стисканні м'язів трохи просувають кров вгору. Клапани перешкоджають зворотному стіканню крові. Таким чином, кров йде назад в серце, а воно подає її в легені і знову в усі інші органи. При нерухомому або тривалому сидінні, наприклад в літаку, ноги опухають. Це означає, що функція насоса не спрацьовує через те, що м'язи ніг не працювали в достатньому обсязі.

Важка фізична робота – це робота, що включає підйом вантажів або іншу важку м'язову роботу, а також роботу в екстремальних фізичних умовах, наприклад, при високих або низьких температурах.

Якщо робота виконується з належним контролем і при наявності хороших професійних знань, то при застосуванні правильних методів і допоміжних засобів вона не повинна бути важкою.

Власні оцінки робітників рівня важкості виконуваної ними роботи: «інтенсивність роботи». За останні роки на Заході велися численні дискусії щодо потреби уточнення поняття «вимоги робітників». Крім того, вивчалася можливість самостійної оцінки робочими важкості своєї праці (див. шкала Борга, шкала Galaxen).

Шкала Борга (за іменем її творця в 1970 р. Гуннара Борга (Borg G. A.) має градацію від 6 до 20 і є хорошим допоміжним засобом для оцінки сприйняття важкості роботи (рис. 1.34).

У стані спокою пульс становить 60-70 ударів, що відповідає оцінці 6-7 за шкалою Борга. При інтенсивній важкій роботі пульс збільшується до 180-190, що відповідає оцінці 18-19.

#### **Шкала Борга**

6	
7	Дуже-дуже легка
8	
9	Дуже легка
10	
11	Достатньо легка
12	
13	Декілько напружена
14	
15	Напружена
16	
17	Дуже напружена
18	
19	Дуже-дуже напружена
20	

*Рис. 1.34. Шкала Борга*

Шкала Galaxen ґрунтується на AFS 1998:1. Оцінка проводиться за допомогою шкали Galaxen, що є методом оцінки людських відчуттів. Оцінка 1 відповідає визначенню «дуже добре», оцінка 7 – «дуже погано». Людина описує своє сприйняття або відчуття. Шкала легка в застосуванні і досить достовірна (рис. 1.35).



Рис. 1.35. Шкала Galaxen

В інструменті Galaxen, контролі над практичною ергономікою, використовуються оціночні критерії в трьох кольірних діапазонах, де 1 і 2 відповідають зеленій зоні, 3-5 – жовтій, а 6 і 7 – червоній зоні.

Контроль над практичною ергономікою включає 3 етапи:

1. Опитування:

- фізика;
- робочі положення;
- величина навантаження при ходьбі та перенесенні вантажу;
- монотонна праця;
- підйом;
- робочі рукавички;
- ручний інструмент;
- відчуття від вібрації;
- відчуття від шуму;
- клімат і одяг;
- планування.

2. Спостереження:

- положення при роботі;
- підйом.

3. Висновки та коментарі:

- пропозиції з корегування;
- узагальнення даних опитування та спостереження;
- прості пояснення.

### 1.7.2. Запобігання м'язового перевантаження

Сучасні виробничі фізіологічні та ергономічні дослідження показують, що м'язове перевантаження призводить до втоми (тобто зниження працездатності) і може зменшити продуктивність і якість роботи.

Запобігання м'язовому навантаженню може бути спрямовано на вид роботи, умови роботи і на працівника. Навантаження може бути зкоригованим за допомогою технічних засобів, які акцентуються на робочому середовищі, інструментах і/або робочих процесах. Найшвидший спосіб відрегулювати м'язове робоче навантаження полягає в тому, щоб підвищити гнучкість робочого часу на індивідуальній основі. Це означає проектування режимів робота-відпочинок, які беруть до уваги робоче навантаження і потреби і здатності окремого працівника.

### Екзоскелети

Багато фантастів описували у своїх творах пристрій, що приймає на себе вагу вантажу, який підіймає людина. Такий пристрій зазвичай виглядає як другий скелет і дозволяє в кілька разів збільшити навантаження на людину. Нещодавно вчені з лабораторії Cybernics японського університету Цукуби (Tsukuba University) розробили спеціальний костюм, який працює на стисненому повітрі, що дозволяє вдвічі збільшити «підйомну силу людини» (рис. 1.36).



Рис. 1.36. Екзоскелети (HAL-3)

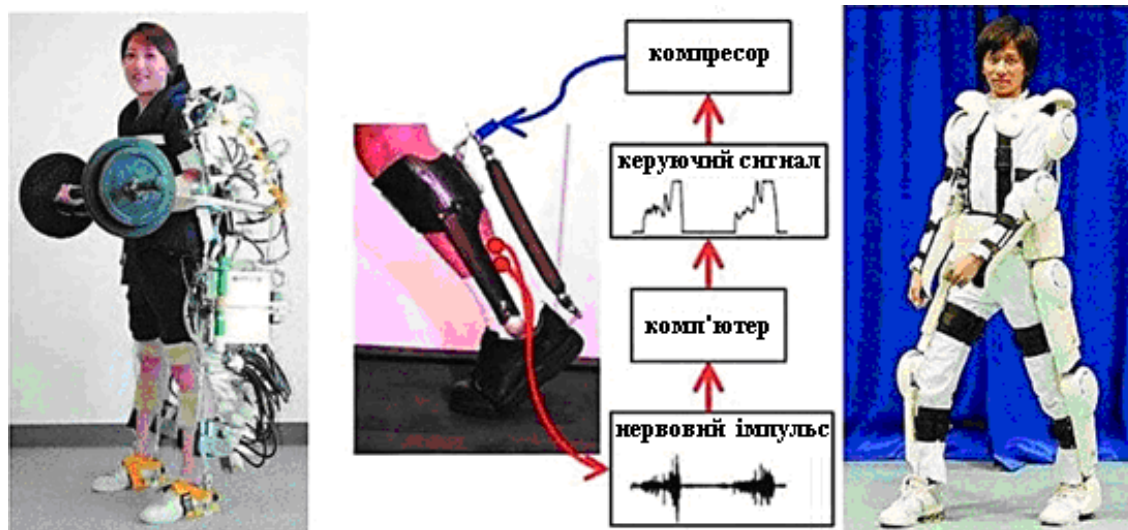


Рис. 1.37. Екзоскелети

Назва лабораторії Cybernics вигадано вченими для позначення сплаву кібернетики, мехатроніки, біоніки, медицини, інформатики, електроніки, фізики і математики. Костюмом керує вбудований комп'ютер (рис. 1.37 в центрі). На внутрішній поверхні екзоскелета прикріплені датчики напруження м'язів, які стикаються з рухомими кінцівками людини і передають роботу всю інформацію про рухи. На основі цієї інформації механізм розраховує подальше

переміщення, а посилення відбувається за рахунок складного набору пневматичних приводів. У 2005 р. остання модель HAL-5 (рис. 1.37 праворуч) отримала верхні кінцівки, знижену вагу, більш компактні блоки живлення, більш тривалий час роботи батарей, компактний блок управління і приглядний дизайн.

HAL-5 – це надягаємий на людину робот, який може збільшувати фізичний потенціал його користувача. Одягаючи цей екзоскелет, працівник зможе утримувати вагу до 40 кілограмів на витягнутих руках і збільшити максимальний рівень навантаження на ноги зі 100 до 180 кілограмів. Екзоскелет HAL-5 нещодавно стали виготовляти масово, він повинен допомагати медичним працівникам при піднятті і переміщенні пацієнтів. Спочатку HAL (Hybrid Assistive Leg) замислювався як помічник літнім людям або інвалідам – завдяки цьому екзоскелету вони могли б переміщатися на своїх ногах. HAL-3 досяг поставленої задачі вже в 2000 р.

## **2. НЕРВОВА СИСТЕМА – СИСТЕМА ЗАХИСТУ ВІД НЕБЕЗПЕК**

Життя організму в природних біологічних умовах – безперервна боротьба за існування, в якій перемагає найбільш пристосований, тобто найбільш кмітливий, сильний, спритний, швидкий, невтомний, в процесі еволюції людини була створена система, яка у разі небезпеки максимально мобілізувала рухову і інтелектуальну активність і запускала в дію всі ресурси організму. Що ж це за система, що забезпечує природний захист від небезпек? Загалом це центральна нервова система (ЦНС), в якій симпатичний відділ – система тривоги, система захисту, система мобілізації резервів забезпечує активну взаємодію з середовищем життєдіяльності.

У основі сучасного уявлення про структуру і функцію ЦНС лежить нейронна теорія (іспанський нейрогістолог Р. Кахала і англійський фізіолог Ч. Шеррінгтон). За допомогою нервових клітин (нейронів), що спеціалізуються на сприйнятті, обробці, зберіганні і передачі інформації, об'єднаних в специфічні нейронні ланцюги і центри, вирішуються життєво важливі завдання.

Координація всіх цих систем здійснюється ЦНС, що забезпечує ефективне безпечне пристосування організму до змін навколишнього середовища. Основною «цеглинкою» ЦНС є нервова клітина (нейрон), яка складається з тіла, дендритов, аксона. Кожна частина виконує певну функцію. Тіло клітки містить різну внутріклітинну органелу, необхідну для забезпечення життєдіяльності всієї клітини. Дендріти – волокна нейрона, що гілкуються, – сприймають збудження. Аксон – волокна, що передають нервовий імпульс (потенціал дії) іншим нейронам. Контакт аксона з дендритами або тілом інших нейронів називається синапсом і в ЦНС таких синаптичних контактів астрономічна цифра  $10^{15}$ - $10^{16}$  (рис.2.1).

Основним механізмом діяльності ЦНС є рефлекс. Рефлексом (віддзеркаленням) називають будь-яку відповідну реакцію організму за участю ЦНС (рис. 2.1).

Під дією певних чинників (наприклад, небезпеки) зовнішнього або внутрішнього середовища відбувається роздратування клітини (рис. 2.1) і порушується потенціал спокою  $E_0$ , тобто порушується рівновага системи. Порушення рівноваги, викликане потенціалом дії  $\Delta V_0$ , називається пороговим потенціалом.

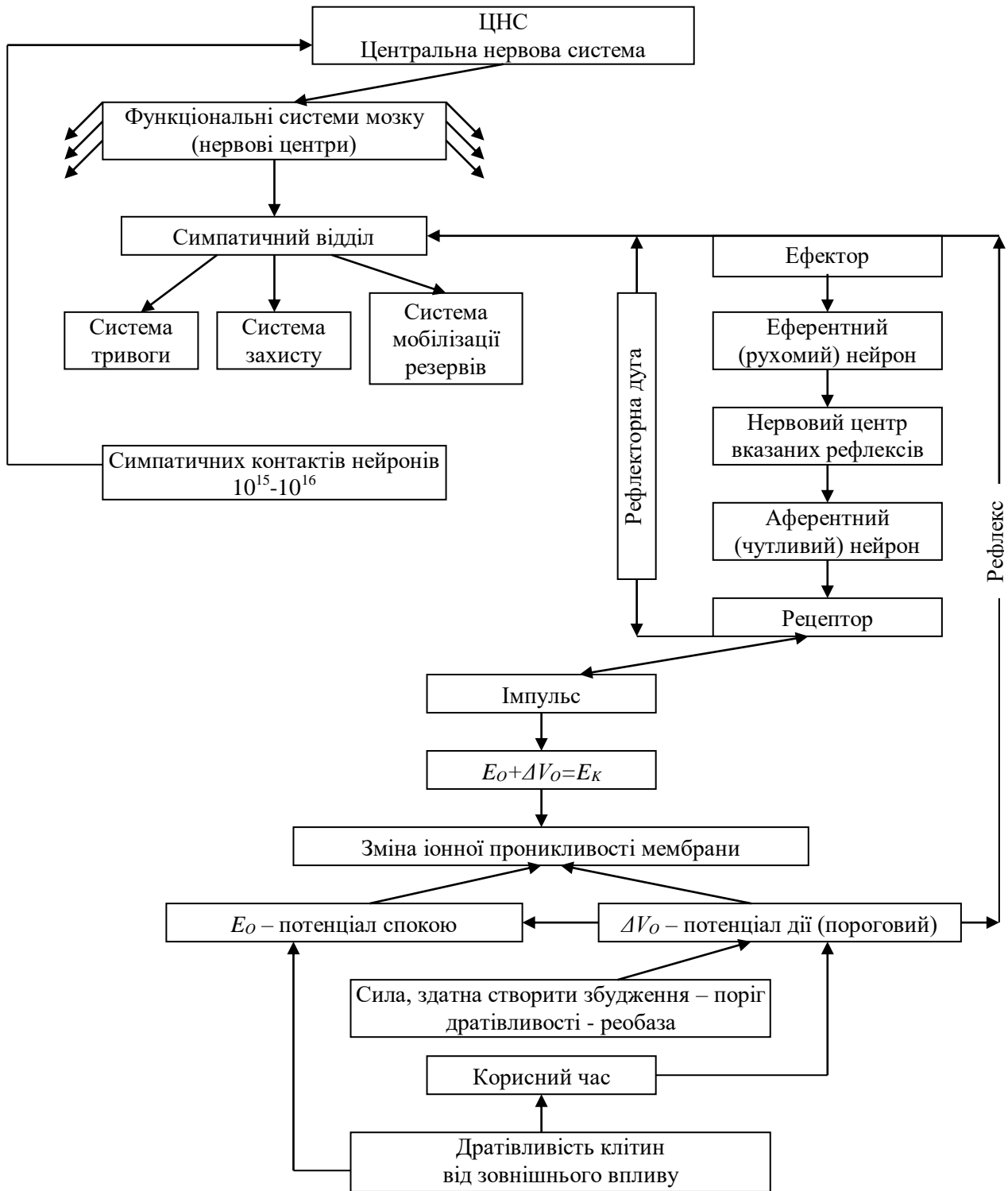


Рис. 2.1. Схема роботи симпатичного відділу ЦНС

Якщо мінімальна сила здатна викликати збудження (поріг роздратування) в одну реобазу за корисний час (найменший час, протягом якого повинен діяти

дратівливий стимул величиною в одну реобазу), то цей потенціал дії (пороговий потенціал)  $\Delta V_o$  приведе до критичної зміни мембранного потенціалу  $E_K$

$$E_K = E_o + \Delta V_o \quad (2.1)$$

Така зміна потенціалу мембрани веде до виникнення імпульсу. Морфологічною основою рефлексу є рефлекторна дуга, що складається з п'яти ланок.

Перша ланка рефлекторної дуги – рецептор, це спеціалізований прилад, що сприймає певний вид дії у вигляді імпульсу зовнішнього або внутрішнього середовища.

Друга ланка ланцюга - аферентний (чутливий) нейрон, який проводить сигнал від рецептора в нервовий центр.

Третя ланка - уставний нейрон, що представляє центральну частину рефлекторної дуги, зазначеного рефлексу (рис.2.1).

Четверта ланка – еферентний (руховий) нейрон, по аксону якого сигнал доходить до п'ятої ланки рефлекторного ланцюга еффектора. Еффектор – поперечносмугастий або гладкий м'яз або залоза, що здійснюють відповідну діяльність у відповідь на роздратування рецептора (рис.3.1). В результаті інтеграційної діяльності нейронів, основу якої складають процеси сумування збудливих і гальмівних постсинаптичних потенціалів, в ЦНС відбувається генерація імпульсів або команд, регулюючих діяльність органів і так далі.

Складність і різноманіття вирішуваних завдань ЦНС привели не тільки до високого ступеня спеціалізації окремих нейронів, але й до створення значного числа нервових центрів, тобто об'єднань або ансамблів нервових клітин.

Безперечно, що мозок і ЦНС побудовані дуже складно, тому розділення їх і опис дається умовно і дуже спрощено, але достатньо, щоб мати елементарне уявлення з технічної точки зору як про систему захисту від небезпек.

Як вже наголошувалося, в основі діяльності ЦНС лежать відповідні реакції організму на джерела роздратування (рефлекси), вперше розвинені І.М. Сеченовим («Рефлекси головного мозку») і І.П. Павловим. Безумовні рефлекси – це реакції організму, що спадково передаються, здійснювані в підкіркових ядрах, мозковому стовбурі, спинному мозку. Безумовні рефлекси є видовими, тобто властиві всім представникам даного вигляду і відносно постійні.

Умовні рефлекси – це реакції організму, придбані ним в процесі індивідуального розвитку на основі життєвого досвіду. Умовні рефлекси є функцією кори великого мозку, індивідуальні і у представників одного і того ж виду можуть бути, або бути відсутніми. Умовні рефлекси не постійні і залежно від умов життя можуть вироблятися, закріплюватися або зникати.

Всі рефлекси за їх біологічним значенням прийнято розділяти на харчові, оборонні, статеві, статокінетичні та локомоторні, орієнтовні, що підтримують гомеостаз.

Особливе місце серед безумовних рефлексів займають орієнтовний і



оборонний рефлекс. Орієнтовний рефлекс – це рефлекс на новизну. Він виникає у відповідь на будь-яку достатню зміну навколишнього середовища, що швидко відбувається, і виражається зовні в настороженні, прислуханні, обнюхуванні, повороті очей, голови, тіла тощо. В оборонному рефлексі головним є руховий компонент.

Одним з проявів вищої нервової діяльності людини є емоції (приголомшуючі, хвилюючі) – це реакції організму на дію зовнішніх і внутрішніх подразників, що дуже сильно впливають на суб'єкт, і що охоплюють всі види чуттєвості. При емоціях змінюється суб'єктивний стан людини, інтелектуальна сфера працює дуже тонко. В стані спокою мислення нерідко буває шаблонним, стереотипним. У моменти емоційного підйому відбувається натхнення, осявають відкриття, спостерігається підйом духовних і фізичних сил людини, у екстремальних і надзвичайних умовах (війни, конфлікти, небезпечні і шкідливі умови праці тощо) емоції виступають як механізм пристосування, тобто екстремній мобілізації своїх ресурсів у важкій і небезпечній обстановці за існування індивідуума. Емоції виникають лише в тому випадку, якщо перед організмом є яке-небудь завдання, потреба, мета (вижити, залишитися цілим, перемогти тощо), а засобів для її вирішення виявляється недостатньо.

Як засоби виступають:

- 1) інформація, уміння, досвід, навик (І);
- 2) енергія (Е);
- 3) час (Ч).

Якщо ці три основні види засобів емоцій розглянути з погляду безпеки життєдіяльності людини, то слідує, в першу чергу, зупинитися на наступних чинниках.

Інформація – уміння, досвід, навик, час. Для забезпечення безпеки у виробничому процесі навчання повинне включати, по-перше, глибокі професійні знання, правильні прийоми праці; по-друге, розбір виробничих ситуацій з описом неправильних прийомів праці і наслідків, до яких вони приводять; по-третє, для вироблення уміння і освоєння навиків необхідно проводити навчання з використанням різного виду тренажерів, макетів, стендів тощо; по-четверте, з метою закріплення знайдених навиків в процесі навчання необхідне виробниче стажування під керівництвом професіоналів.

Для того, щоб придбані навики (умовні рефлекси) не зникали, а закріплювалися, і час на їх здійснення скорочувався, необхідно постійно з певною періодичністю проводити навчання у вигляді різного виду інструктажів.

Для забезпечення безпеки в критичних ситуаціях (війни, конфлікти, вибухи тощо) навчання повинне включати: по-перше, глибокі знання причин і аналіз наслідків цих ситуацій; по-друге, розбір критичних ситуацій з аналізом неправильної поведінки людей і наслідків, до яких ця поведінка приводить; по-третє, для вироблення уміння і освоєння навиків необхідно проводити навчання з використанням різного виду тренажерів, макетів, стендів і т. д.; по-четверте, з метою закріплення придбаних навиків (умовних рефлексів), підвищення

професійної майстерності необхідно постійно з певною періодичністю проводити навчання у вигляді «моделювання» критичних ситуацій і оцінки поведінки людей (рис. 2.2).

Розглянувши два види засобів емоцій, проведемо оцінку, витрат енергії. У випадку, якщо існуючі у організму інформація ( $I_C$ ), енергія ( $E_C$ ), час ( $Ч_C$ ) менше необхідних  $I_H$ ,  $E_H$ ,  $Ч_H$  для вирішення поставленої мети, то стан напруги ( $C_H$ ) описується рівнянням:

$$C_H = f(I_H \cdot E_H \cdot Ч_H - I_C \cdot E_C \cdot Ч_C) \quad (2.2)$$

За величиною  $C_H$  розрізняють чотири ступені стану емоцій. Перший ступінь емоцій характеризується тим, що при зосередженні уваги, мобілізації активності (ВМА) стан напруженості організму зростає і дозволяє вирішити поставлену мету:

$$C_{H_1} + ВМА = C_H \quad (2.3)$$

На першій стадії (рис. 2.2) організм тренується, підвищується працездатність, мобілізуються інтелектуальні і фізичні ресурси, і такий стан дуже корисний.

Другий ступінь ( $C_{H_2}$ ) характеризується (рис. 2.2) тим, що мобілізація ресурсів організму виявляється недостатньою для вирішення поставленої мети. При подальшому зростанні напруги з'являється астенична негативна емоція (СОЕ):

$$C_{H_2} + СОЕ < C_H \quad (2.4)$$

Психологічно, це прояв стану люті, гніву, обурення, що супроводжується максимальним збільшенням ресурсів, підвищенням працездатності для вирішення мети.

Третій ступінь ( $C_{H_3}$ ) характеризується (рис. 2.2) тим, що мобілізація ресурсів організму виявляється недостатньою для вирішення поставленої мети ( $C_H$ ):

$$C_{H_3} + АСОЕ < C_H \quad (2.5)$$

Подальша максимальна мобілізація сил приводить до виникнення астеничної негативної емоції (АСОЕ), коли завдання вимагає ресурсів, що набагато перевищують ті, які має в своєму розпорядженні організм. Психологічно це прояв страху, жаху, туги. Спостерігається зниження інтелектуальних і енергетичних ресурсів. Такий стан шкідливий для людини, руйнує тіло і душу.

Четвертий ступінь ( $C_{H_4}$ ) характеризується (рис. 2.2) тим, що мобілізація ресурсів організму при вирішенні поставленого завдання нездійснима, відбувається зниження інтелектуальних і енергетичних ресурсів. Організм вимушений відмовитися від досягнення поставленої мети:

$$C_{H_4} + (АСОЕ) \ll C_H \quad (2.6)$$

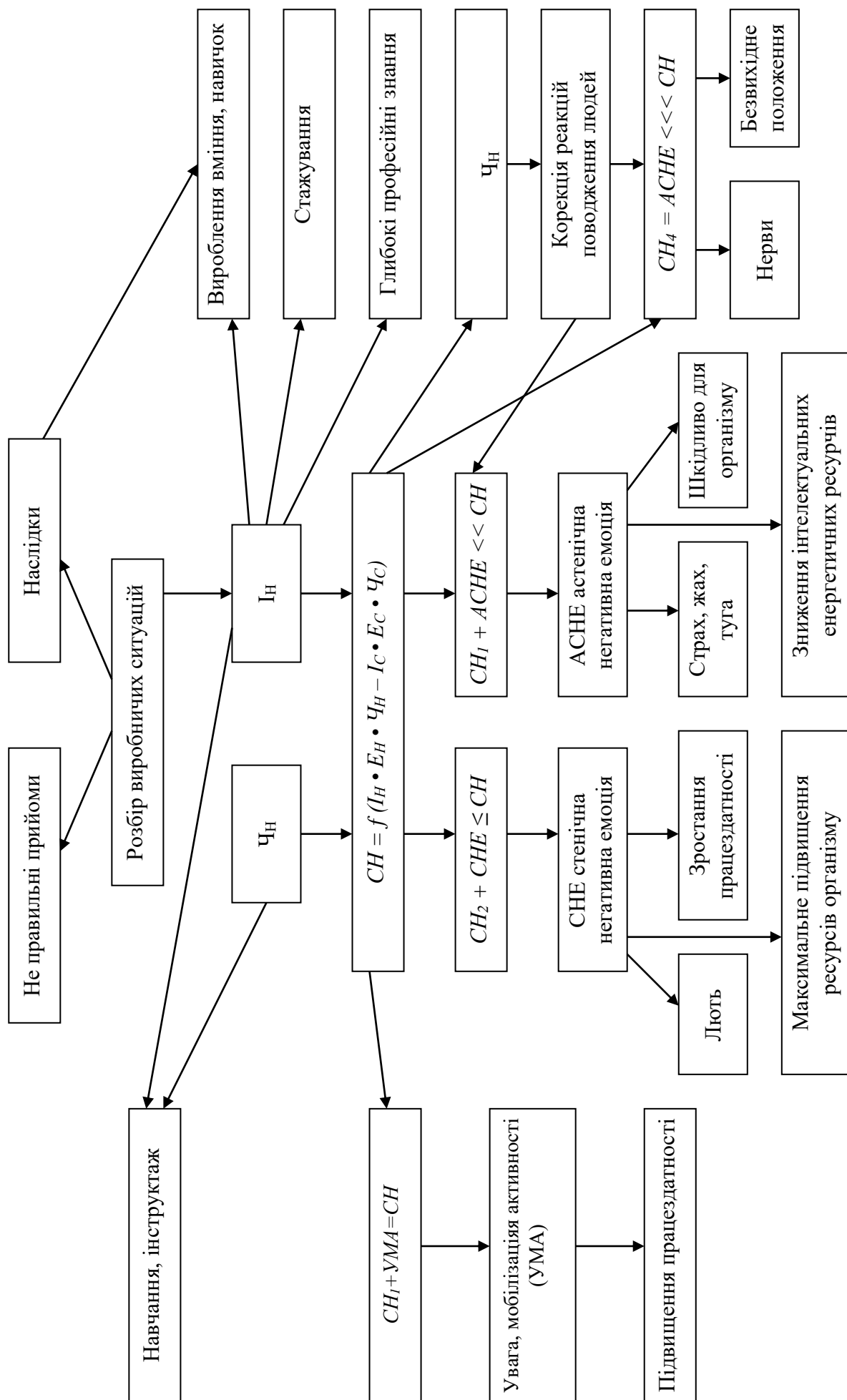


Рис. 2.2. Схема роботи симпатичного відділу ЦНС

Людина, по суті, поставлена в безвихідне положення, наступає невроз.

У надзвичайних ситуаціях страх можуть випробовувати всі – і боязкі, і мужні люди. Людей необхідно вчити виробляти відчуття, які допомагають йти наперекір страху. Відчуття страху приводить до того, що людина втрачає розум і, або ухвалює неправильні рішення, або перестає боротися і гине. Таким чином, психологічна надійність людини ще стабільно виявляється на першій, другій стадіях емоцій. При відповідному навчанні і придбанні навиків (умовних рефлексів) в екстремальних ситуаціях психологічна надійність може виявлятися на третій і четвертій стадіях емоцій, вносить корекції в поведінкові реакції людини.

## **2.1. Характеристика аналізаторів і закон Вебера-Фехнера**

Здоров'я людини – це стан повного фізичного, психологічного і соціального благополуччя, відсутність хвороб або фізичних дефектів. З медичної точки зору: здоров'я – це, перш за все, стан організму, в якому наголошується відповідність структури і функції, а також здатність регуляторних систем підтримувати постійність внутрішнього середовища (гомеостаз).

Нормальна життєдіяльність людини полягає в тому, що її організм стикається постійно, щодня з різними подразниками. Для підтримки постійності внутрішнього середовища організму у відповідь на дію цих подразників виникають адекватні реакції, які за силою, характером, тривалістю і часом властиві більшості людей даної популяції. Властивість організму відповідати зміною життєдіяльності на різні дії навколишнього середовища називається реактивністю. Реактивності організму об'єднані в системи.

Розглянемо, які захисні функції виконує імунна система.

Імунна система складається з центральних і периферичних органів і має в своєму розпорядженні рухомі іммуноцити. Головною функцією імунної системи є підтримка антигенного гомеостазу в організмі. При цьому імунна система забезпечує скріплення і руйнування як інфекційних, так і неінфекційних антигенів, виконуючи захисну функцію організму.

Важливим елементом життєдіяльності є активна розвідка, пошук нового місця існування, переходу до нових умов праці і існування. Така діяльність необхідна для накопичення життєвого досвіду, підвищення життєстійкості і можливості виживання людини.

Для отримання такої інформації організм людини забезпечений аналізатором або сенсорною системою. Аналізатором або сенсорною системою називають частину нервової системи, що складається з безлічі спеціалізованих сприймаючих приладів-рецепторів, а також проміжних і центральних нервових клітин, що зв'язують їх нервовими волокнами. Аналізаторами є системи входу інформації в мозок і аналізу цієї інформації.

Робота будь-якого аналізатора починається (I етап) з виявлення і сприйняття сигналу із зовнішнього або внутрішнього середовища (рис. 2.3). На другому етапі аналізатори зобов'язані провести розрізнення сигналів. На даній

стадії основним критерієм виступає не абсолютна чутливість аналізатора, а його здатність реагувати на зміну інтенсивності тимчасових показників або просторових ознак стимулу, то природний «пристрій» виконаний так, щоб забезпечити різну реакцію на мінімальну відмінність (інтенсивність) між стимулами. Ця мінімальна відмінність в інтенсивності і є порогом відмінності.

У 1934 р. Е. Вебер сформулював наступний закон: «Приріст роздратування (поріг відмінності), що відчувається, повинен перевищувати роздратування, що діє раніше, на певну частку». Сформульований закон можна записати таким чином:

$$\frac{\Delta J}{J} = const \quad (2.7)$$

де:  $J$  – роздратування;

$\Delta j$  – його приріст, що відчувається (поріг відмінності).

Подальші дослідження чутливості аналізаторів привели до оцінки їх здатності за величиною відчуття ( $E$ ):

$$E = a \log J + b \quad (2.8)$$

де:  $J$  – роздратування,

$a$  і  $b$  – константи, різні для різних сигналів.

Цей узагальнений вираз отримав назву закону Вебера-Фехнера.

Розглянемо приклад. Людина тримає на руці гирку масою 100г. Наступна мінімальна добавка вантажу (поріг відмінності), яку здатна відчути людина через тиск на шкіру руки, буде рівна 3 г, для вантажу в 200 г – поріг відмінності – 6 г. Аналогічні співвідношення були отримані для зору, слуху і інших органів чуття людини. Так, нюхові фоторецептори здатні збуджуватися при дії одиночних молекул пахучих речовин, одиночним квантом світла у видимій частині спектру.

У психофізіології органів чуття приймають за порогове таке значення стимулу, вірогідність сприйняття якого дорівнює 0,75 (правильна відповідь про наявність стимулу в 3/4 випадках його дії).

На третьому етапі (рис. 2.3) аналізатори передають і перетворюють сигнали. Мета роботи полягає в тому, щоб донести до вищих відділів мозку найбільш важливу інформацію про подразник у формі, найбільш зручній для надійного і швидкого його аналізу.

Надалі (IV етап) відбувається перетворення інформації в умовну форму, яка називається кодуванням. Код здійснюється по певних правилах у вигляді «залпів імпульсів», «пачок» імпульсів, частоти імпульсації тощо.

На п'ятому етапі (рис. 2.3) проводиться детектування сигналів. Це спеціальний вид виборчого аналізу окремих ознак подразника і їх конкретного біологічного значення. Здійснюється такий аналіз спеціалізованими нейронами – детекторами, які реагують тільки на певні параметри стимулу.

На шостому етапі проводиться розпізнання образів, кінцева і найбільш складна операція аналізатора, яка полягає в класифікації образу, віднесенні його до того або іншого класу об'єктів, з якими зустрівся організм. Завдання

розпізнання образу може бути зведено до побудови мозком «моделі подразника» і виділення його з серії подібних. Після розпізнання образу відбувається вибір або розробка програми на відповідну реакцію організму.

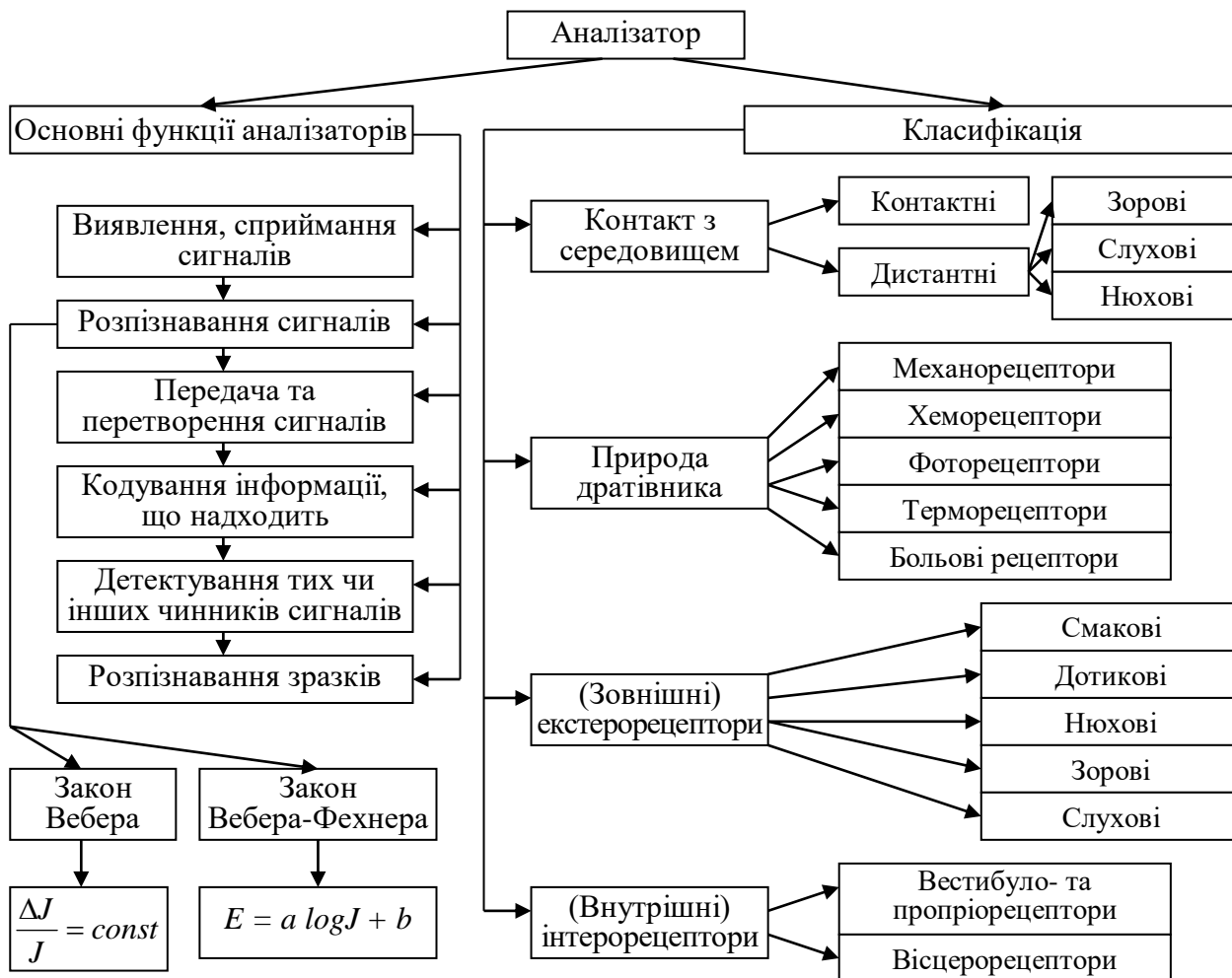


Рис. 2.3. Схема роботи аналізаторів

Так, основною частиною аналізатора є рецептор, який виконує строго певні функції. Спробуємо розглянути їх класифікацію (рис. 2.3). Всі рецептори розділяються на дві великі групи – зовнішні (екстерорецептори) і внутрішні (інтерорецептори). До екстерорецепторів відносяться: слухові, зорові, нюхові, смакові, дотикові. До інтерорецепторів відносяться вісцерорецептори (що сигналізують про стан внутрішніх органів) і пропріорецептори (рецептори опорно-рухового апарату).

За характером контакту з середовищем рецептори діляться на дистантні (зорові, слухові, нюхові), одержуючі інформацію на деякій відстані від джерела роздратування, і контактні – що збуджуються при безпосередньому зіткненні з ним.

Залежно від природи подразника рецептори (рис. 2.3) можуть бути поділені на:

- механорецептори (вестибулярні, гравітаційні, і ін.);
- хеморецептори (смак, нюх, судинний, тканинний);

- фоторецептори;
- терморецептори (шкіри, внутрішніх органів тощо);
- больові рецептори.

Необхідно врахувати, що розділення процесів на етапи і різні класифікації мають чисто умовне значення і зроблені для наочності і спрощення викладу матеріалу з технічної точки зору.

## **2.2. Рухомий апарат людини, функціональний стан, корекції поведінки, безпека і час реакції**

Рух є основною формою активності людини при взаємодії із зовнішнім середовищем. В основі будь-якої рухової діяльності лежать процеси координації рухів (керування рухами). Суть координації рухів полягає в просторовій і часовій організації процесів збудження м'язового апарату, необхідного для виконання рухомого завдання.

Надзвичайно велика різноманітність рухових можливостей людини обумовлена біомеханічними властивостями рухомого апарату унаслідок його багатоланковості і двохтрьохвісності багатьох суглобів. Поперечно-смугасті м'язи є активною частиною опорно-рухомого апарату, окрім них, беруть участь кістки, зв'язки і сухожилля. В результаті скоротливої діяльності м'язів (рис. 2.4), що відбувається під впливом імпульсів, які приходять з ЦНС, можливі:

- 1) пересування організму в просторі;
- 2) переміщення частин тіла щодо одна одної;
- 3) підтримка пози;
- 4) вироблення тепла.

Така система вимагає не тільки керування рухом, але і корекції по ходу руху на підставі свідчень рецепторів.

Таким чином, керування рухами здійснюють два основні механізми (рис. 2.4). З одного боку, при здійсненні будь-якого руху відділи ЦНС на основі природжених зв'язків і зв'язків, вироблених в процесі досвіду, формують просторово-часову структуру збудження м'язів (через рецепторні системи) для даного рухового завдання і початкове положення рухомого апарату (рис. 2.3 та рис. 2.4).

З іншого боку, найважливішим механізмом керування рухами є внесення по ходу руху корекції в первинну структуру м'язового збудження (рис. 2.4). Якщо використовувати термінологію кібернетики, то перший механізм керування можна назвати програмою, а другий – корекціями на основі зворотних зв'язків (рис. 2.4). Відносна роль програм і зворотних зв'язків в різних рухах може бути неоднаковою. Швидкі рухи здійснюються переважно на основі програми. Наприклад, поява небезпеки обумовлює швидкий і дуже швидкий біг без аналізу інших чинників, особливо в початковий момент. Повільні рухи, обумовлені малою інформацією, відсутністю досвіду, точні роботи виконуються з використанням зворотних зв'язків. При виконанні навіть звичних рухів (робіт) в незвичайних ситуаціях, наприклад в невагомості, збільшується роль зворотних зв'язків. При навчанні у міру вироблення навичку

роль програми зростає.

Таке фізіологічне керування рухами людини дозволяє по-новому сформулювати безпеку. При виконанні робіт необхідно, в першу чергу, прагнути до високого професіоналізму, щоб людина мала глибокі знання і досвід, що істотно підвищить безпеку і продуктивність робіт. Таким чином, технологія і безпека праці є двома сторонами єдиного процесу.

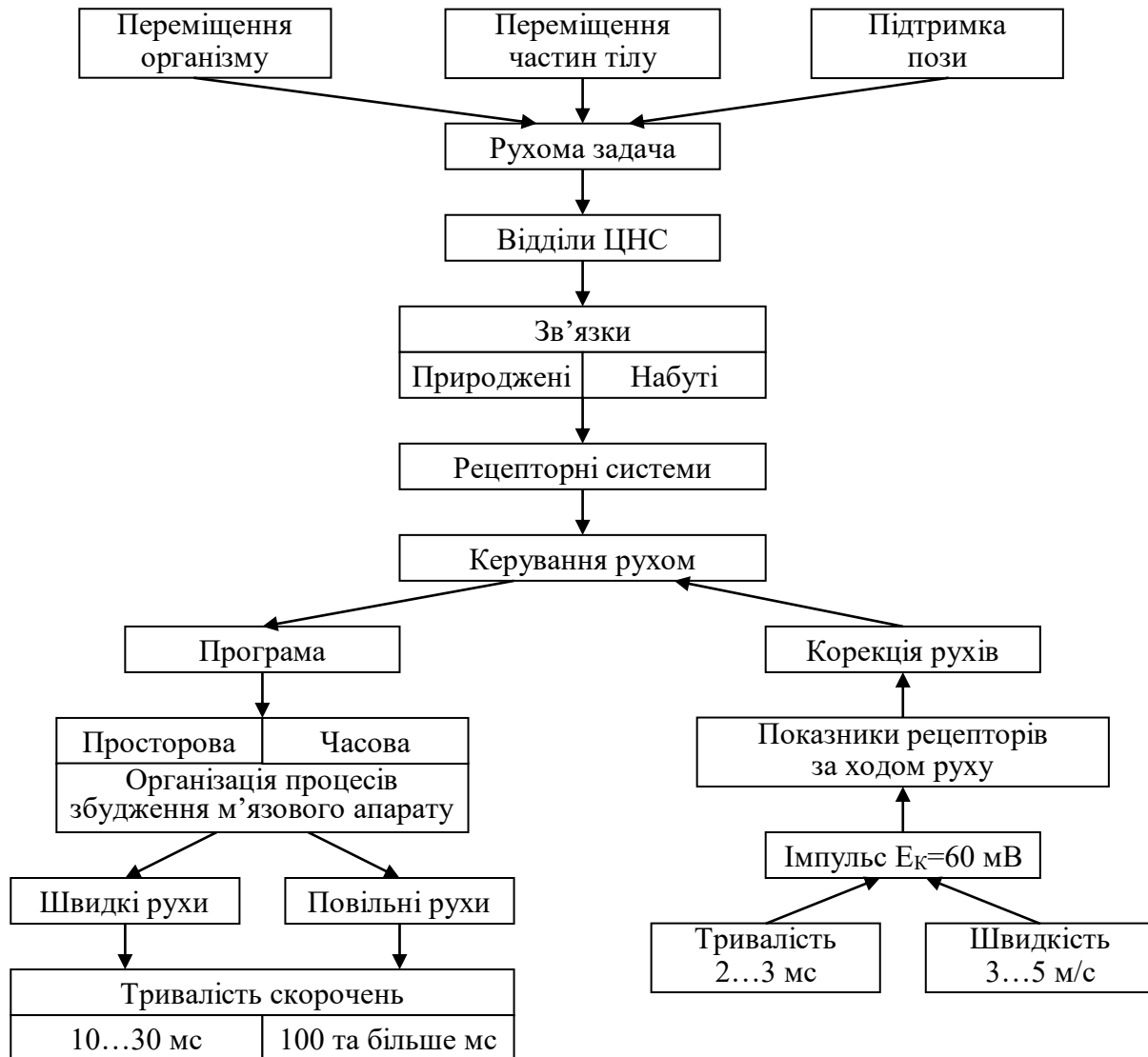


Рис. 2.4. Механізм керування рухом

Робота або рух викликає скорочення і розслаблення м'язів під дією імпульсів. Потенціал спокою  $E_0$  м'язових волокон приблизно 20 мВ, критичний потенціал  $E_K = 50 \div 60$  мВ, тоді згідно формули потенціал дії дорівнює:  $\Delta V = 60 - 20 = 40$  мВ, тривалість його у волокнах м'язів 2-3 мс, швидкість розповсюдження 3-5 м/с при температурі тіла. Тривалість скорочень повільних рухомих одиниць може бути 100 мс і більше, швидких – 10÷30 мс. Силу м'яза визначають або по максимальному вантажу, який вона здатна підняти, або по максимальній напрузі (зусиллю), яку вона може розвинути в умовах ізометричного скорочення. Потенційні можливості людини дуже великі. Одиначне м'язове волокно здатне



розвинути зусилля (напругу) 10000 мг•с, а якщо врахувати, що кількість м'язових волокон в тілі людини приблизно 150 млн., то одночасне зусилля в один бік дорівнювало 15-30 т•с. Проте оцінка зусиль дається за величиною абсолютної м'язової сили, яка представляє відношення максимальної маси, яку в змозі підняти м'яз, до площі її фізіологічного поперечного перетину. Наприклад, абсолютна сила згину плеча дорівнює 8,1 кгс/см<sup>2</sup>.

Постава розглядається як один з видів руху. Основне завдання «поставної» діяльності м'язів – утримання в потрібному положенні суглобів і ланок тіла в полі сили тяжіння. В «поставній» діяльності беруть участь переважно низько порогові, повільні, стійкі до стомлення рухові одиниці. У трудовій діяльності утримання постави буває пов'язано з подоланням зовнішніх сил. Типовий приклад постави – стояння людини. Таким чином, підтримка постави – це активний процес за участю зворотних зв'язків від рецепторів і вестибулярного апарату. Стомлення виявляється в зміні координації м'язової діяльності, в менш концентрованому збудженні в часі; залученні до роботи інших м'язів; в уповільненні темпу; в меншій точності робіт. Встановлення стадії стомлення дуже важливе з погляду попередження травматизму, зниження продуктивності праці і появи браку.

### **2.3. Вплив на життєдіяльність людини зорового, слухового, шкірного, температурного, больового, нюхового і смакового аналізаторів**

Одним з найважливіших в життєдіяльності людини є зоровий аналізатор, який дає більше 90% інформації нашому мозку. Тому не випадково говорять: «Краще один раз побачити, чим сто разів почути».

Які основні характеристики зорового аналізатора необхідно знати для забезпечення безпеки праці, більшої продуктивності і менших витрат енергії?

1. Найближча точка (рис. 2.5) ясного бачення знаходиться на відстані 10 см від ока. Предмети, пульти керування, прилади тощо, розташовані ближче 10 см, не можуть бути ясно видні людиною з нормальним зором.

2. Інерція зору обумовлена часом дії фізіологічних процесів і коливається від 0,03– 0,1с.

3. Мінімальна тривалість фіксації погляду на даному предметі, або крапці, що світиться, лампі пульта керування знаходиться в межах 0,2 – 0,5с.

4. Порогова світлова чутливість (рис. 2.5) (енергія, необхідна для виникнення зорового відчуття) рівна  $1 \cdot 10^{-17} - 10^{-18}$  Вт.

5. Темна адаптація відбувається нерівномірно, в перших 10 хв. чутливість ока збільшується в 50-80 разів, а потім протягом години – в багато десятків тисяч разів. Дану обставину необхідно враховувати, коли виводять або вивозять людей зі світлих приміщень на темні вулиці на роботу або в маршрути.

6. Яскравість (рис. 2.5), на яку безпосередньо реагує око людини, представляє відношення сили/світла, випромінюваною поверхнею, до площі цієї поверхні. Яскравість вимірюється в нитях (Нт)  $1 \text{ Нт} = 1 \text{ кд/М}^2$ .

6а. При дуже великих яскравостях виникає ефект засліплення, що може приводити до браку на роботі (при точних роботах), зниженню продуктивності

праці, до травм і аварій. Верхня сліпуча межа яскравості залежить від попередньої темної адаптації ока. Для попередження травм і аварій сліпучий спалах може бути визначена за формулою:

$$g = 8\sqrt[3]{B} \quad (2.9)$$

де:  $g$  – сліпуча яскравість;

$B$  – яскравість фону, до якого око заздалегідь адаптувалося.

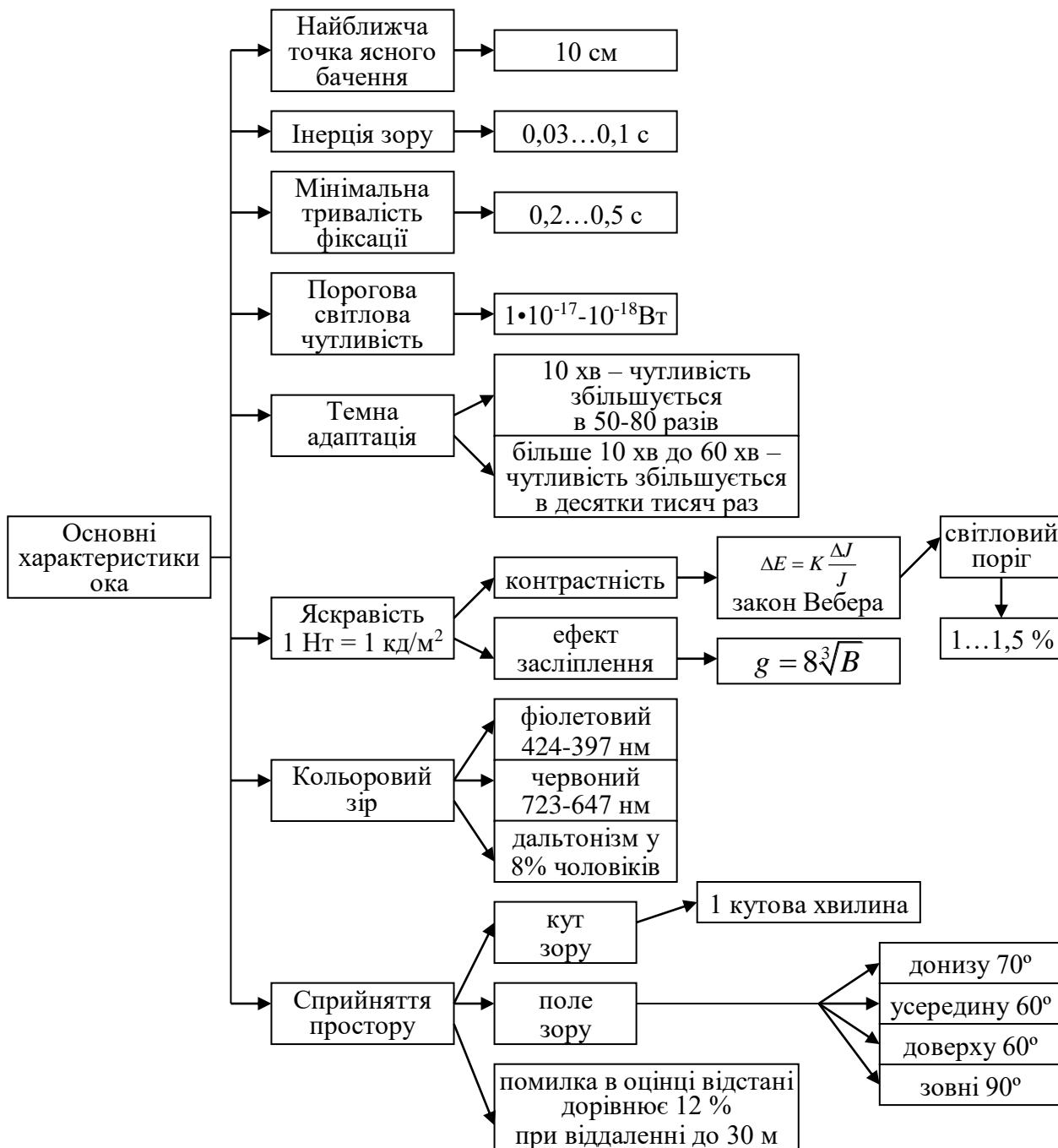


Рис. 2.5. Основні характеристики очей людини

6б. Контрастність (різницева або диференціальна зорова чутливість) – ступінь сприйманої відмінності між двома яскравостями, розділеними в просторі або часі. Контрастність дозволяє оцінити, наскільки будівельний

об'єкт по яскравості відрізняється від фону. За законом Вебера (рис. 2.5) людина відмітить різницю в освітленні тільки при певному співвідношенні цих величин:

$$\Delta E = K \frac{\Delta J}{J} \quad (2.10)$$

де  $\Delta E$  – приріст збудження – пропорційний відношенню приросту яскравості  $\Delta J$  до яскравості освітленої поверхні  $J$ ;

$K$  – коефіцієнт пропорційності.

Відношення  $\Delta J/J$  при різних освітленостях є постійною величиною та дорівнює 0,01-0,015. Таким чином, диференціальний поріг світлової чутливості двох поверхонь 1-1,5%.

7. Колірний зір (рис. 2.5) охоплює діапазон видимого спектру від червоного (довгохвильового 723 – 647 нм) до фіолетового (довжина хвилі 424 – 397 нм). Решту кольорів спектру (помаранчевий, жовтий, зелений, зелено-блакитний, синій) мають проміжні значення довжини хвилі. Часткова колірна сліпота, тобто відсутність відмінності окремих кольорів, обумовлена генетичною природою і називається дальтонізмом. Дальтонізм зустрічається у 8% чоловіків.

8. Сприйняття простору (рис. 2.5).

8а. Під гостротою зору розуміється здатність розрізнити, окремі об'єкти. Гострота зору характеризується мінімальним кутом, під яким дві точки видно, як окремі. Нормальне око розрізняє дві точки, видимі під кутом в 1' (одну кутову хвилину).

8б. Поле зору називається простір, помітний оком при фіксації погляду в одній точці. Межі поля зору для безбарвних предметів складають по низу 70°, по верху – 60°, всередину – 60°, назовні – 90°. Поля зору для різних кольорів неоднакові, і мінімальний кут назовні для зеленого кольору складає тільки 40°.

8в. При оцінці відстані на віддаленості до 30 м помилка в середньому дорівнює 12%.

Слуховий аналізатор – другий за значенням дистанційний аналізатор людини у зв'язку з появою членороздільної мови.

Розповсюдження коливального руху в середовищі називається звуковою хвилею. Звуковий тиск  $P$  виражається в Паскалях (Па).

Сила звуку характеризується кількістю звукової енергії.

Середній потік звукової енергії, що проходить в одиницю часу через одиницю поверхні, перпендикулярної до напрямку розповсюдження звукової хвилі, називається інтенсивністю звуку  $J$ . Фізичною величиною інтенсивності є  $Вт/м^2$ . За одиницю частоти коливань прийнято 1 герц (Гц), який дорівнює одному коливанню в секунду.

Шумом є хаотичне поєднання множини різних за частотою і силою звуків.

Вібрація – це механічні коливання матеріальних точок або тіл. У промисловості і будівництві коливання окремих вузлів, машин і споруд з амплітудами до декількох міліметрів і частотою до 20 Гц називають вібраціями.

Вібрації з частотою вище 20Гц супроводжуються виникненням шуму.

Фізично вібрація характеризується частотою коливання (Гц), амплітудою коливання (м), швидкістю (м/с) і прискоренням коливальних рухів (м/с<sup>2</sup>).

Звук, а отже, і шум, має дві характеристики: фізичну (об'єктивну) і фізіологічну (суб'єктивну). Фізична характеристика – це коливальний рух середовища, що характеризується звуковим тиском.

Порогом чутності називається мінімальний рівень звукового тиску на даній частоті, що викликає слухове відчуття, – поріг чутності Р<sub>ц</sub>, даного звуку при частоті коливань 10 000 Гц: Р<sub>0</sub> = 2•10<sup>-5</sup>Па або J = 10<sup>-12</sup>Вт/м<sup>2</sup>.

Людське вухо реагує на відносну зміну сили звуку. Зміна інтенсивності і звукового тиску сприйманого звуку величезна і складає відповідно 10<sup>14</sup> та 10<sup>7</sup> разів. Тому введені логарифмічні величини при визначенні рівня інтенсивності звуку, дБ:

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0} \quad (2.11)$$

і рівня звукового тиску, дБ:

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad (2.12)$$

де: J<sub>0</sub> і Р<sub>0</sub> – відповідні значення порогу чутності;

J і P – заміряні рівні інтенсивності звуку і звукового тиску.

Зазвичай параметри шуму і вібрації оцінюються в октавних або третина октавних діапазонах. Октава – це смуга частот з відношенням верхньої f<sub>1</sub> до нижньої f<sub>2</sub> граничної частоти, рівним двом (f<sub>2</sub>/f<sub>1</sub> = 2). Для третина октавної смуги f<sub>2</sub>/f<sub>1</sub> = 1,26.

Для характеристики смуги в цілому прийнята середьгеометрична частота

$$f = \sqrt{f_1 \cdot f_2} \quad (2.13)$$

Середньгеометричні частоти октавних смуг стандартизовані. Для звуку з частотами більше 11,2 кГц (ультразвук) середньгеометричні частоти третина октавних смуг дорівнюють 12500, 16000, 20000Гц та більше.

Больовий поріг сприйняття звуку наступає при J = 102 Вт/мг, P = 2 • 10<sup>2</sup>Па. Якщо ці значення підставити у формули, то отримаємо:

$$L_J = 10 \lg \frac{10^2}{10^{-12}} = 140 \text{дБ}$$
$$L_P = 20 \lg \frac{2 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^{-5}} = 140 \text{дБ}$$

Різниця рівнів в 1 дБ відповідає мінімальній величині, помітній слухом. При цьому інтенсивність звуку змінюється в 1,26 рази, або на 26%. З урахуванням даного явища розроблена міжнародна шкала гучності, що сприймається людським вухом, яка розділяється на 130 одиниць. За нуль

прийнята сила звуку на порозі чутності. Збільшення сили звуку в 1,26 рази створює наступний ступінь гучності. Рівень інтенсивності різних звуків на відстані 1 м складає, дБ: шепіт – 10-20, гучна мова – 60-70, шум на вулиці – 70-80, шум електропоїзда – 110, шум реактивного двигуна – 130-140. Шум в 150 дБ нестерпний для людини, шум в 180 дБ викликає втому металу, в 190 – вириває заклепки з конструкцій.

Застосування шкали дозволяє весь величезний діапазон інтенсивності звуку вимірювати в межах від нуля до 140 дБ. При перевірці рівня шуму органами наглядом або при розробці мір профілактики оцінку постійного шуму на робочому місці  $L_A$ , дБ, розраховується по формулі:

$$L_A = 20 \lg \frac{P_A}{P_0} \quad (2.14)$$

де:  $P_A$  – заміряне за шкалою А шумоміру середньоквадратичний звуковий тиск, Па.

Проте рівень сили звуку, виражений в децибелах, ще не дозволяє судити про фізіологічне відчуття гучності. Сприйняття гучності звуку залежить не тільки від рівня сили звуку, але й від його частот. Чутливість вуха не однакова до звуків різних частот, і тому звуки, однакові за своєю силою, але різні за частотою, можуть опинитися на слух не однаково гучними.

Другою характеристикою звуку – фізіологічною (суб'єктивною) – є відчуття, що сприймається органами слуху, характеризується гучністю. Вухом людини сприймає звуки з частотою коливань від 16 до 20 000 Гц. Області звукових коливань з частотою до 16 Гц (інфразвуки) і більше 20 000 Гц (ультразвуки) вухом не уловлюються. Тому для оцінки рівня інтенсивності використовується порівняння вимірюваного звуку з еталонним звуком частотою в 1000 Гц. Фізичною величиною гучності звуку є фон. Якщо який-небудь звук опиниться на слух таким же гучним, як звук частотою 1000 Гц і з рівнем сили 1 дБ, то рівень гучності даного звуку приймається рівним фону 1.

Відмінність між рівнем сили звуку і рівнем гучності полягає в тому, що перший визначає тільки чисту фізичну величину рівня сили звуку незалежно від частоти, а другий враховує також і фізіологічне (суб'єктивне) відчуття звуку.

Для звукової частоти 1000 Гц децибелі і фонів чисельно рівні. В міру збільшення інтенсивності звуку і при рівні більше 80 фонів гучність звуку визначається фактично його силою незалежно від частоти. Шкала рівнів гучності не є натуральною шкалою (наприклад, зміна рівня гучності в два рази не означає, що суб'єктивне відчуття гучності звуку змінюється в стільки ж разів). Для оцінки суб'єктивного сприйняття гучності шуму або звуку введена шкала фонів. Гучність визначається по формулі фона:

$$S = 2 \frac{L - 40}{10} \quad (2.15)$$

де:  $L$  – рівень гучності, фон.

Наприклад, потрібно порівняти по гучності два звуки з рівнем гучності 60 і 80 фон. По формулі знаходимо:

$$S = 2 \frac{60 - 40}{10} = 4$$

$$S = 2 \frac{80 - 40}{10} = 8$$

Таким чином, другий звук сприймається слуховим апаратом людини, як звук в два рази гучніший, ніж перший.

Тривалий і сильний шум відбивається на здоров'ї і працездатності людини. Тривала дія шуму викликає загальне стомлення та може поступово привести до втрати слуху і до глухоти. Втратою слуху називається постійний зсув порогу чутності на даній частоті, тобто необоротне (стійке) зниження гостроти слуху від дії шуму. Для визначення втрат слуху встановлено три методи: I метод – на 8 частотах, II метод – на 4 частотах, III метод – на 2 частотах. Оцінка результатів проводиться по середньому арифметичному значенню втрат слуху, дБ, окремо для правого (O) і лівого (X) вуха на мовних частотах 500, 1000, 2000 Гц:

$$O = \frac{O_{500} - O_{1000} - O_{2000}}{3} \quad (2.16)$$

$$X = \frac{X_{500} - X_{1000} - X_{2000}}{3} \quad (2.17)$$

Якщо втрати слуху на мовних частотах 10-20 дБ, то це легке зниження слуху (I ступінь); при втраті слуху в 21-30 дБ спостерігається помірне зниження слуху (II ступінь); якщо зниження слуху 31 дБ і більше, то це значне зниження слуху (III ступінь).

Ступінь дії вібрації на фізіологічні відчуття людини визначається величиною коливального прискорення, швидкістю коливань, м/с, і прискоренням, м/с<sup>2</sup>:

$$v = (2\pi f)A \quad (2.18)$$

$$\omega = (2\pi f)^2 A \quad (2.19)$$

де: f – число коливань в секунду;

A – амплітуда коливань, м.

Шкірні рецептори мають величезну поверхню чутливої системи від 1,4 до 2,1 м<sup>2</sup>. У шкірі зосереджена велика кількість чутливих до дотику, тиску, вібрації, тепла, холоду, до больових роздратувань нервових закінчень. Тактильний аналізатор сприймає відчуття дотику і тиску, що виникають при дії механічних чинників на певній ділянці шкірної поверхні. Абсолютно тактильна чутливість істотно розрізняється в різних частинах шкіри і коливається від 50 мг до 10 г. Просторова відмінність на шкірній поверхні, тобто здатність людини роздільно сприймати дотик до двох сусідніх точок шкіри, сильно відрізняється в різних ділянках тіла. На слизовій оболонці мови поріг просторової відмінності дорівнює 0,5 мм, на шкірі – 60 мм.

Температурна чутливість обумовлюється роботою холодних і теплих терморецепторів. Температурна інформація зовнішнього середовища необхідна для діяльності механізмів терморегуляції тіла. Підвищення частоти імпульсів пульсації відбувається з підвищенням температури, проте в діапазоні температур 20-50°C для теплих і 10-41°C для холодних частот пульсацій постійна. Диференціальна чутливість терморецепторів велика, досить змінити температуру на 0,2°C, щоб викликати тривалі зміни в їх пульсації.

Больова чутливість має особливе значення для виживання організму, оскільки сигналізує про небезпеку при дії будь-яких надмірно сильних і шкідливих агентів. Адаптація больових рецепторів можлива. Проте важливою особливістю больових рецепторів у багатьох випадках є відсутність істотної адаптації, що робить страждання хворого особливо болісними і вимагає застосування спеціальних ліків.

Нюховий аналізатор в основному обумовлюється роботою рецепторів нюхової сенсорної системи, які розташовані в області верхніх носових ходів. Кожен нюховий рецептор відповідає не на одне, а на багато пахучих речовин. Чутливість нюхового аналізатору людини надзвичайно висока: один рецептор збуджується однією молекулою пахучої речовини, а збудження невеликого числа рецепторів приводить до виникнення відчуття. Проте інтенсивність дії речовини (поріг відмінності) оцінюється людьми досить грубо. Найменша сприймана відмінність в силі запаху складає 30-60% від його початкової концентрації.

Рецептори смакового аналізатору несуть інформацію про характер і концентрацію речовин, що поступають до рота. Ці рецептори розташовані на язиці, задній стінці глотки, м'якому небі, мигдалинах і надгортаннику. У різних людей абсолютні пороги смакової чутливості до різних речовин істотно розрізняються, аж до «смакової сліпоты». Крім того, смакові пороги залежать від стану організму.

Аналіз, що проводився на основі досліджень координації всіх захисних систем людини, а також його фізіологічних, біологічних і психологічних особливостей, показує, що забезпечення ефективності взаємодії людини з керованою машиною або знаряддям праці досягається тільки з урахуванням ергономічних витрат при виконанні технологічних операцій. Робота оператора машин і механізмів в будівництві вимагає особливого підходу і оцінки різноманіття виконуваних робіт одним і тим же оператором, його знань і умінь.

### **3. ВПЛИВ ШУМУ ЯК ФАКТОРА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВНИЦТВІ**

#### **3.1. Проникаюча природа виробничого шуму**

Шум – один з найбільш поширених джерел небезпеки в будівельному виробництві. Шкідливі рівні шумів легко виявити. У переважній більшості випадків надмірний шум можна зменшити, застосовуючи вже існуючі

технології, модернізуючи устаткування, вдосконалюючи виробничий процес або знешумлюючи механізми. Але дуже часто не робиться взагалі нічого. Однією з найважливіших причин відсутності програм зі зниження рівня шуму і охорони слуху є те, що, на жаль, шум дуже часто сприймається як «неминуче зло», як невід'ємна частина виробничого процесу. Шкідливі шуми не викликають кровотеч, не ведуть до переломів, не викликають пошкодження тканин, і, якщо робітники перетерплять перші кілька днів або тижнів, у них дуже часто виникає відчуття «звикання» до шуму. У більшості випадків відбувається наступне: у людини починається тимчасова втрата слуху, яка притупляє його здатність чути під час робочого дня, але ця здатність відновлюється за ніч. Таким чином, розвиток втрати слуху таїть в собі наступну небезпеку: людина втрачає слух поступово і в більшості своїй непомітно протягом місяців і років, поки ослаблення слуху не досягає критичної позначки.

### 3.2. Масштаби впливу шуму

Шум найбільш поширений у виробничих галузях. Департаментом праці США було підраховано, що 19,3% робітників, зайнятих на виробництві і в комунальній сфері, в середньому щодня піддаються впливу шуму в 90 дБА і вище, 34% – понад 85 дБА і 54,1% – понад 80 дБА. Ці оцінки досить типові щодо відсотка робітників, що піддаються впливу шумів критичного рівня і в інших країнах. Багато робітників у всьому світі відчувають згубний вплив шумів з рівнем звукового тиску понад 85-90 дБА. Наприклад, департамент праці США підрахував, що приблизно півмільйона робочих схильні до щоденного впливу шуму 100 дБА і вище і більш 800 тисяч – від 95 до 100 дБА тільки на промислових підприємствах.

Що таке шум і що таке 1 децибел?

Найпростіше це можна проілюструвати шкалою шумів (табл. 3.1):

Таблиця 3.1

Шкала шумів

Децибел, дБА	Характеристика	Джерела звуку
1	2	3
0	Нічого не чути	
5	Майже не чути	
10	Майже не чути	тихий шелест листя
15	Ледь чути	шелест листя
20	Ледь чути	шепіт людини (на відстані менше 1 м)
25	Тихо	шепіт людини (на відстані більше 1 м)
30	Тихо	шепіт, цокання настінного годинника (норма для житлових приміщень вночі з 23 до 7 год.)
35	Досить чути	приглушена розмова
40	Досить чути	звичайна мова (норма для житлових приміщень з 7 до 23 год.)
45	Досить чути	звичайна розмова



1	2	3
50	Чітко чути	розмова, друкарська машинка
55	Чітко чути	норма для офісних приміщень класу А (за європейськими нормами)
60	Шумно	норма для контор
65	Шумно	голосна розмова (на відстані менше 1 м)
70	Шумно	гучні розмови (на відстані менше 1 м)
75	Шумно	крик, сміх (на відстані менше 1 м)
80	Дуже шумно	крик, мотоцикл з глушником
85	Дуже шумно	гучний крик, мотоцикл з глушником
90	Дуже шумно	вантажний залізничний вагон (в 7м)
95	Дуже шумно	вагон метро (в 7 м)
100	Вкрай шумно	оркестр, вагон метро (переривчасто), гуркіт грому. Максимально допустимий звуковий тиск для навушників плеєра (за європейськими нормами)
105	Вкрай шумно	в літаку до 80-х років ХХ століття
110	Вкрай шумно	гвинтокрил
115	Вкрай шумно	піскоструменевий апарат (на відстані менше 1 м)
120-125	Майже нестерпно	відбійний молоток (на відстані менше 1 м)
130	Больовий поріг	літак на старті
135-140	Контузія	звук злітаючого реактивного літака
145	Контузія	старт ракети
150—155	Контузія, травми	
160	Шок, травми	ударна хвиля від надзвукового літака
При рівнях вище 160 дБА можливий розрив барабаних перетинок і легень, при рівнях вище 200 дБА може наступити смерть.		

Максимально допустимі рівні звуку ( $L_{\text{макс}}$ , дБА) – вище «нормальних» на 15 децибел. Наприклад, для житлових кімнат квартир допустимий постійний рівень звуку в денний час – 40 децибел, а тимчасовий максимальний – 55.

На робочих місцях гранично допустимі еквівалентні рівні звуку для переривчастого шуму: максимальний рівень звуку не повинен перевищувати 110 дБА, а для імпульсного шуму – 125 дБА. Забороняється навіть короткочасне перебування в зонах з рівнями звукового тиску понад 135 дБА в будь-який октавної смузі.

### 3.3. Професійне погіршення слуху

Викликана шумовим впливом втрата слуху зазвичай розглядається як професійне захворювання, а не травма, оскільки розвивається поступово. У рідкісних випадках працівник може отримати раптову і незворотню втрату слуху в ході події, яка супроводжується надзвичайно гучним звуком, наприклад вибуху, або в ході процесу, пов'язаного з надмірним шумом, типу роботи палебійного агрегату. Втрата слуху, яка виникає при таких обставинах кваліфікується іноді як каліцтво, і для її позначення використовується термін

«акустична травма». Найбільш поширеним в будівництві є поступове погіршення слуху, що розвивається на протязі багатьох років. Ступінь його залежить від рівня шумового впливу, його тривалості і сприйнятливості до нього кожного конкретного працівника. На жаль, не існує засобів лікування професійних травм слухового апарату; можливо тільки їх запобігання.

Наслідки шумового впливу на слуховий апарат людини докладно описані в спеціальній літературі, і серед вчених практично не існує розбіжностей з питання про те, наскільки значним має бути постійне шумовий вплив, щоб воно могло привести до тієї чи іншої міри втрати слуху (ISO 1999:1990). Не піддається сумніву і той факт, що втрата слуху може бути викликана непостійним шумом. Але чергування періодів шуму з періодами тиші дає внутрішньому вуху можливість оговтатися від тимчасової втрати слуху і тому є менш небезпечним, ніж постійний шум.

Імпульсний шум також шкідливий для слухового апарату. Є навіть деякі докази того, що імпульсний шум створює велику небезпеку для слухового апарату, ніж інші типи шумів, проте це не завжди так. Ступінь пошкодження слухового апарату залежить головним чином від рівня і тривалості звукового імпульсу і може зростати при наявності постійного фонового шуму. Є також підтвердження того, що високочастотні джерела імпульсного шуму є більш шкідливими, ніж джерела шуму низької частоти.

Викликана шумовим впливом втрата слуху спочатку часто буває тимчасовою. В ході галасливого дня вухо втомлюється, і працівник відчуває погіршення слуху, відоме під назвою «тимчасовий пороговий зсув» (TTS). Між закінченням однієї і початком наступної робочої зміни вухо зазвичай в значній мірі компенсує тимчасовий пороговий зсув, але часто не повністю. В результаті триваючого кілька днів, місяців або років шумового впливу тимчасовий пороговий зсув може привести до незворотніх наслідків, на які починають нашаровуватися нові зміни. За допомогою добре продуманої програми аудіометричного контролю можна спробувати виявити тимчасову втрату слуху і забезпечити проведення профілактичних заходів перш, ніж вона стане незворотною.

### **3.4. Вплив шуму на спілкування і заходи безпеки**

Той факт, що шум може заважати здійсненню мовного спілкування або певним чином «маскувати», спотворювати його, не вимагає особливих доказів. Багато виробничих операцій в будівництві можуть здійснюватися при мінімальному спілкуванні між працівниками. Однак існують ситуації, наприклад, в роботі монтажників, коли таке спілкування вкрай необхідно. У багатьох випадках робітникам доводиться напружувати органи слуху, щоб зрозуміти, незважаючи на шумовий фон, сенс адресованого їм повідомлення, спілкуватися криками або за допомогою умовних знаків. Іноді це призводить до виникнення хрипоти, вузликів на голосових зв'язках або інших ушкоджень зв'язок в результаті їх перенапруження. З власного досвіду люди знають, що при рівні шуму, що перевищує 80 дБА, доводиться говорити дуже голосно, а

при рівні шуму понад 85 дБА – переходити на крик. При рівні шуму, що значно перевищує 95 дБА, для зрозумілого спілкування необхідно наблизитися один до одного.

Широко відомо, що шум може сприяти зниженню безпеки праці. Для запобігання наслідків порушення мовного спілкування в умовах гучного середовища в даний час є засоби захисту органів слуху, що дозволяють з високою точністю розпізнавати мову і попереджувальні сигнали в умовах сильного шуму.

### **3.5. Вплив шуму на інтенсивність праці**

Вплив шуму на інтенсивність праці вивчався як в лабораторіях, так і в умовах реального виробництва (табл. 3.2). Результати досліджень показали, що шум зазвичай практично не позначається на виконанні одноманітної, монотонної роботи, а в деяких випадках може навіть призводити до збільшення її інтенсивності, якщо рівень шуму характеризується як низький або помірний. Високий рівень шуму може знижувати інтенсивність виконання робіт, особливо якщо мова йде про виконання складної операції або декількох операцій одночасно. Непостійні шуми зазвичай представляють собою велику перешкоду в роботі, ніж шум постійний, особливо якщо шум виникає несподівано і не піддається контролю.

### **3.6. Неслухові наслідки шумового впливу**

Як біологічний подразник, шум може впливати на всю фізіологічну систему. Шум впливає на організм подібно до інших подразників, викликаючи у нього реакцію, яка в кінцевому рахунку може привести до порушень, відомим як «нервові розлади». При зіткненні людини з небезпекою організм зазнає ряд біологічних змін, готуючи людину до того, щоб протистояти небезпеці. Є докази того, що такі ж зміни відбуваються і під впливом гучного шуму, навіть якщо людина вважає, що вже «звикла» до нього.

Більшість цих наслідків є, очевидно, минущими, але при тривалому характері шумового впливу деякі несприятливі наслідки носили у піддослідних тварин хронічний характер. Деякі дослідження за участю промислових робітників також підтверджують можливість існування такої залежності. Найбільш вагомими доказами є за фактами впливу шуму на функціонування серцево-судинної системи, а саме підвищення кров'яного тиску або зміна хімічного складу крові. Значна кількість експериментів, проведених на тваринах, показало хронічно високі рівні кров'яного тиску, що стали результатом шумових впливів з рівнем від 85 до 90 дБА, які не повернулися до початкових величин після припинення шумового впливу.

Оскільки шум надає неслухові впливи на організм через слуховий апарат і, отже, для виникнення згубних наслідків необхідно почути шум, належним чином підібрані захисні засоби зменшать ймовірність появи зазначених наслідків, точно так же, як і втрати слуху.

**Межі шуму (PEL), корекція та інші вимоги для шумового впливу  
на виробництві по країнам**

Країна, рік прийняття	PEL* 8-годинний робочий день, дБА	Корекція** (Exchange rate), дБА	$L_{\max rms}$ $L_{\text{peak SPL}}$
Аргентина	90	3	дБА
Австралія, 1993	85	3	140 дБ-пик
Канада, 1990	87	3	
Країни Європейського співтовариства, 1986	85	3	140 дБ-пик
Китай, 1985	70—90	3	115 дБА
Ізраїль, 1984	85	5	дБА 140 дБ-пик
Норвегія, 1982	85 55,70	3	110 дБА
Швеція, 1992	85	3	дБА 140 дБ-пик
Великобританія, 1989	85	3	140 дБ-пик
США, 1983	90	5	115 дБА 140 дБ-пик
Україна, 1999	80	5	120 дБ-пик

\* – PEL – *Permissible exposure limit* – гранично допустимий рівень шуму.

\*\* – *Exchange rate* (Корекція). Іноді називається подвійною нормою або відношенням часу до інтенсивності шуму, зміна шуму на цю величину (в дБ) еквівалентно збільшення або зменшення тривалості його впливу в два рази.

#### 4. ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

Механічна вібрація, що виникає в силових процесах або інструментах і надходить в тіло людини через пальці або долоні рук, називається вібрацією, що передається через руки. Часто використовуються синоніми для позначення вібрації, яка передається через руки: вібрація, яка передається через руки і передпліччя, і місцева або сегментальна вібрація. Силові процеси і інструменти, які піддають руки+ робітників вібрації, широко поширені в будівництві. Виробничий вплив вібрації, яка передається через руки, виникає при використанні ручних силових інструментів (наприклад, бурильні установки і перфоратори, відбійні молотки і бетоноломи, віброущільнювачі, ланцюгові і дискові пили, пили для порубкових залишків, ручні шліфувальні машинки тощо). Вібрація, що передається через руки, може також виходити від віброуючого обладнання, яке утримується руками робітника-оператора,

наприклад станина паркетно-шліфувальної машини, а також від органів управління ручних віброуючих інструментів, як, наприклад, при управлінні віброуцілювачем. За звітами, число осіб, що піддаються виробничій вібрації, яка передається через руки, перевищує 0,5 мільйона в Великобританії і 1,45 мільйона в Сполучених Штатах. На жаль, дані по Україні відсутні. Надмірний вплив вібрації, яка передається через руки, може викликати захворювання кровоносних судин, нервів, м'язів, кісток і суглобів верхніх кінцівок. Було підраховано, що від 1,7 до 3,6% робочих в європейських країнах і Сполучених Штатах, піддаються потенційно шкідливій вібрації, яка передається через руки (Міжнародний сектор досліджень ISSA, 1989). Термін «синдром вібрації, яка передається через кисті та передпліччя (СППВ)» зазвичай використовується для позначення ознак і симптомів, пов'язаних з вібрацією, переданої через руки, включаючи:

- судинні розлади;
- периферійні неврологічні розлади;
- пошкодження кісток і суглобів;
- інші розлади (всього тіла, центральної нервової системи).

Зв'язок між професійним впливом вібрації, яка передається через руки, і несприятливим впливом на здоров'я непростий. Нижче показані деякі найбільш важливі фактори, які можуть сприяти розвитку ушкоджень верхніх кінцівок у робітників, що піддаються впливу вібрації.

Деякі потенційні фактори шкідливого впливу вібрації, що передається через руки.

Характеристики вібрації:

- амплітуда (середньоквадратичне значення, піковий стан, зважена / незважена);
- частота (спектральні, домінантні частоти);
- напрямок (осі x-, y-, z-).

Інструменти або процеси:

- конструкція інструментів (переносні, стаціонарні);
- тип інструменту (ударний, що обертається, ударно-обертовий);
- умови;
- експлуатація;
- матеріал, який використовується для роботи.

Умови впливу:

- тривалість (щоденне, протягом усього року);
- структура впливу (безперервне, переривчасте, з інтервалами);
- сукупна тривалість впливу.

Умови навколишнього середовища:

- навколишня температура;
- повітряний потік;
- вологість;
- шум;

- динамічна реакція системи пальці-руки-передпліччя;
- механічний опір;
- випромінююча здатність;
- поглинаюча енергія.

Індивідуальні характеристики:

- метод роботи (сила стиснення, сила штовхання, положення рук і передпліччя, положення тіла);
- здоров'я;
- навчання;
- навички;
- використання рукавичок;
- індивідуальна сприйнятливність до пошкодження.

## 4.1. Амплітуда

Коливальні переміщення об'єкта означають зміну його швидкості поперемінно в одному, а потім у зворотному напрямку. Така зміна швидкості означає, що об'єкт знаходиться в постійному прискоренні спочатку в одному напрямку, а потім в зворотному. Вібрація може характеризуватися амплітудними значеннями переміщення, швидкості і прискорення. Для практичної зручності прискорення зазвичай вимірюється акселерометрами (рис. 4.5). Одиницею прискорення є  $1 \text{ м/с}^2$ . Прискорення земної гравітації становить приблизно  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

Амплітуда коливання може визначатися як відстань між точками з максимальними відхиленнями, що досягаються при русі (величина подвоєної амплітуди), або як відстань від будь-якої центральної точки до точки максимального відхилення (максимальне значення). Часто амплітуда вібрації визначається середньою величиною прискорення коливального руху, зазвичай середньоквадратичної величиною ( $\text{м/с}^2$ , середньоквадратичне). Для коливання однієї частоти (синусоїдальне) середньоквадратична величина є максимальним значенням, діленим на  $\sqrt{2}$ .

Для прискорення синусоїдального руху величина ( $\text{м/с}^2$ ) може розраховуватися виходячи з частоти  $f$  (в циклах в секунду) і зміщення  $d$  (в метрах):

$$a = (2\pi f)^2 d \quad (4.1)$$

Цей вираз може використовуватися для перетворення вимірів прискорення в зміщення, але воно є точним тільки тоді, коли коливання відбуваються з однаковою частотою.

Іноді використовується логарифмічна шкала для визначення амплітуд вібрації в децибелах. При використанні вихідного рівня за Міжнародним стандартом ISO 1683: 2008 рівень прискорення  $L$  виражається як:

$$20\log\left(\frac{a}{a_0}\right), \quad (4.2)$$

де  $a$  – прискорення, що вимірюється (в  $\text{м/с}^2$ , середньоквадратичне),  
 $a_0$  – вихідний рівень  $10^{-6} \text{ м/с}^2$ .

У деяких країнах використовуються інші вихідні рівні.

## 4.2. Частота

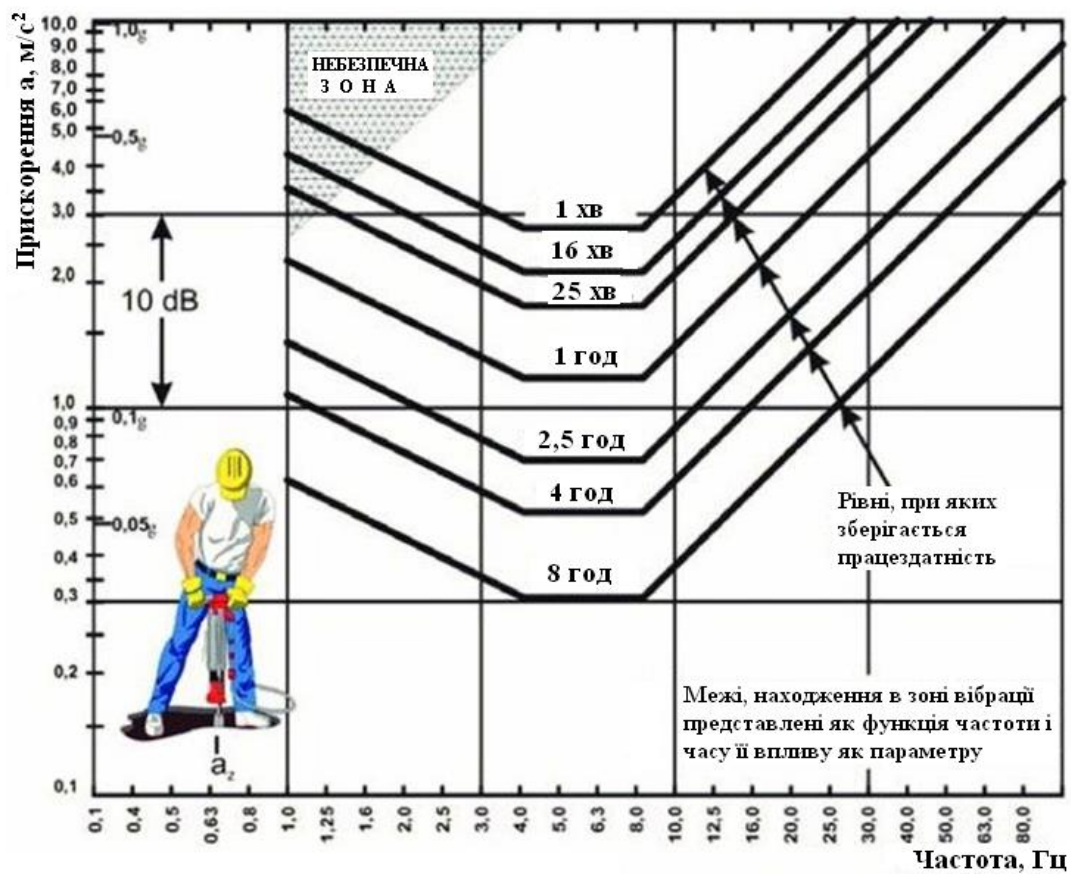
Частота вібрації, виражена в кількості циклів на секунду (герц, Гц), впливає на ступінь передачі вібрації тілу (наприклад, поверхні стільця або ручці віброуючого інструменту), ступінь передачі через тіло (наприклад, від стільця голові), а також наслідки вібрації для організму. Відношення між зміщенням і прискоренням руху також залежить від частоти коливань: зсув на один міліметр відповідає дуже низькому прискоренню при низьких частотах, а не дуже високому прискоренню – при високих частотах; зміщення при вібрації, помітне людському оку, не дає можливості виявити прискорення вібрації.

Вплив вібрації, що проходить через все тіло, зазвичай найбільш помітно в нижньому діапазоні, від 0,5 до 100 Гц. Вібрація, що передається через руки, погано впливає на більш високих частотах – 1000 Гц і більше. Частоти нижче 0,5 Гц можуть викликати хворобу руху (рис. 4.1).

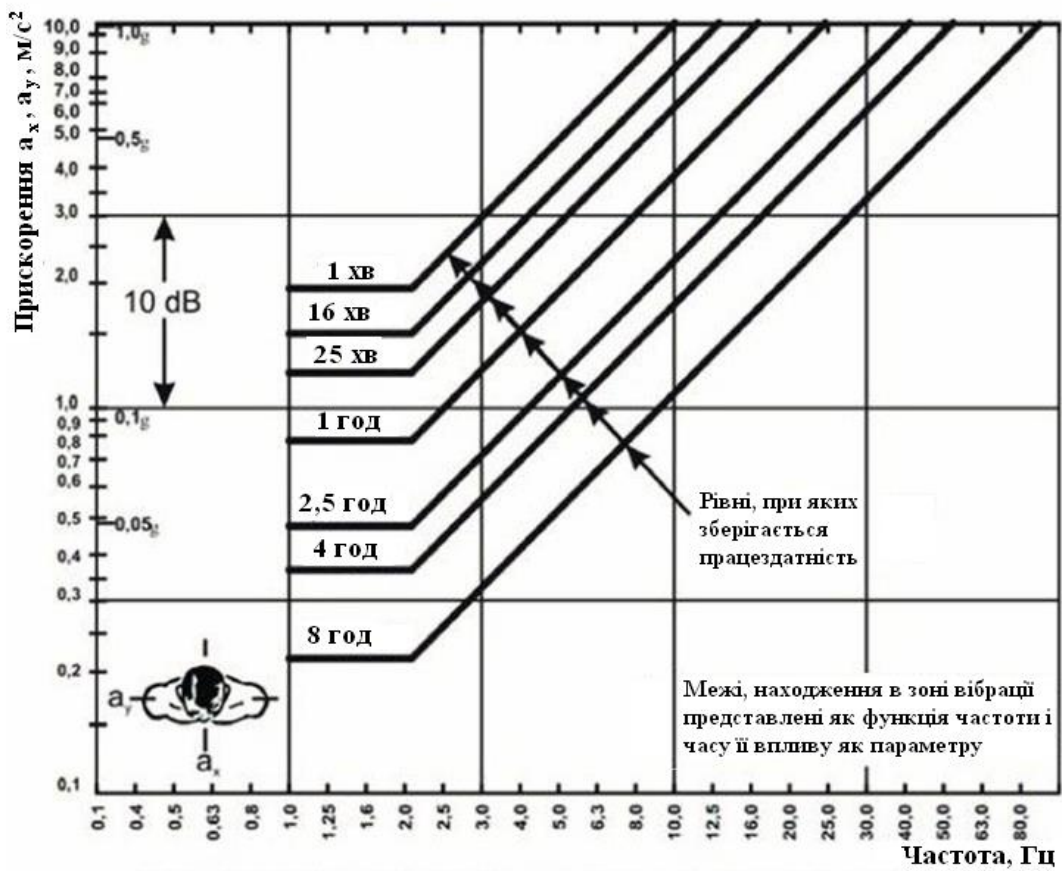
Частотність вібрації відображається в спектрах. Більшість типів вібрації, що передається через все тіло і через руки, має складні спектри. Проте часто є максимальні величини, що вказують частоти, при яких відбувається найбільша кількість вібрацій.

Через те, що людські реакції на вібрацію залежать від частоти, необхідно зважувати вимірювану вібрацію відповідно до кількості вібрації на кожній частоті. Зважування частоти відображають ступінь небажаного впливу вібрації на кожній з частот. Зважування необхідно проводити по кожній осі вібрації. Різні зважування частоти необхідні при вібрації, що проходить через все тіло, вібрації, що передається через руки і при закачуванні.

Деякі країни прийняли стандарти або керівництва щодо наслідків вібрації, яка передається через руки. Більшість з них базується на Міжнародному стандарті ISO 5349 (1986). Для вимірювання вібрації, яка передається через руки, даний стандарт рекомендує використовувати криву частотного навантаження, що приблизно дорівнює частотній залежності чутливості руки від впливу вібраційного подразника. Прискорення частотного навантаження вібрації ( $a_{hw}$ ) досягається за допомогою фільтра навантаження або підсумовування значень прискорень, вимірюваних в октаві або в 1/3 діапазону октави уздовж ортогональної системи координат ( $x_h, y_h, z_h$ ), (рис. 4.2).



**МЕЖІ ПРИПУСТИМОЇ ПРОДОВЬНОЇ (до тіла людини) ВІБРАЦІЇ**



**МЕЖІ ПРИПУСТИМОЇ ВІБРАЦІЇ З ОДНОГО БОКУ ДО ІНШОГО І ВПЕРЕД-НАЗАД**

Рис. 4.1. Межі припустимих рівнів вібрації



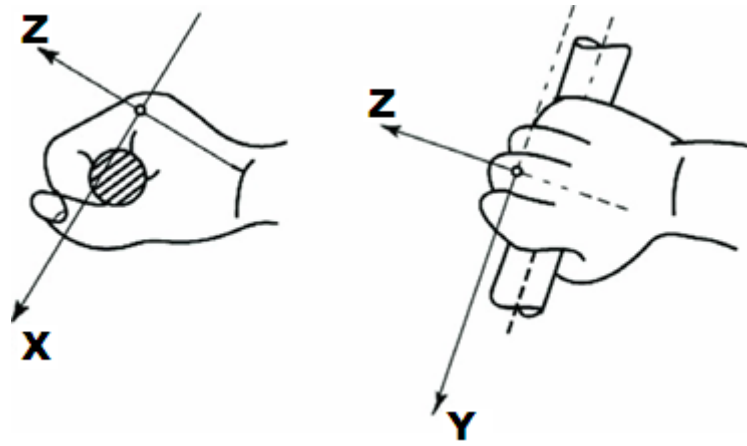


Рис. 4.2. Напрям координатних осей при дії вібрації при охопленні циліндричних, торцевих і близьких до них поверхонь

У стандарті ISO 5349-1: 2001 щоденний вплив вібрації визначається як енергетичний еквівалент прискорення частотного навантаження за період 4 години  $[(a_{hw})_{eq(4)}] \rightarrow$  в  $m/s^2$ , середньоквадратичного значення за наступним рівнянням:

$$(a_{hw})_{eq(4)} = \left(\frac{T}{4}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot (a_{hw})_{eq(T)}, \quad (4.3)$$

де  $T$  – щоденний час впливу в годинах  $(a_{hw})_{eq(T)}$  є енергетичним еквівалентом прискорення частотного навантаження для щоденного часу впливу  $T$ .

Стандарт дає методику розрахунків  $(a_{hw})_{eq(T)}$  для випадку, якщо протягом звичайного робочого дня відбувається кілька впливів різної амплітуди і тривалості. Додаток А до стандарту ISO 5349 (який не є частиною стандарту) пропонує розрахунок дози впливу із залежності між  $(a_{hw})_{eq(4)}$  і СППВ за рівнянням

$$C = \left[ (a_{hw})_{eq(4)} \frac{T_f}{95} \right]^2 \cdot 100, \quad (4.4)$$

де  $C$  – відсоток робітників, що піддаються впливу, у яких передбачається СППВ (в діапазоні від 10 до 50%);

$T_f$  – час впливу до моменту побіління пальця серед схильних до впливу робітників (в діапазоні від 1 до 25 років).

Домінант – одиночний компонент осі вібрації, спрямованої на руку, – використовується для розрахунку  $(a_{hw})_{eq(4)}$ , значення якої не повинно перевищувати  $50 m/s^2$ . Відповідно до стандарту ISO зв'язок доза – ефект СППВ може виникати приблизно у 10% робітників при щоденному впливі вібрації до  $3 m/s^2$  протягом 10 років.

Інші організації також пропонували встановити рівні впливу і граничні величини порогів (ГВП) впливу вібрації, щоб звести до мінімуму ризик

несприятливого впливу вібрації на здоров'я. ACGIH опублікувала у 1992 р. ГВП вібрації, яка передається через руки, вимірюваним частотним навантаженням (табл. 4.1.).

Таблиця 4.1

**Величини граничної межі вібрації, що передається через руки**

Загальний щоденний вплив (години)	Граничне частотно-зважене прискорення із середньоквадратичною величиною в домінантному напрямку,	
	м/с <sup>2</sup> ,	g*
4-8	4	0,40
2-4	6	0,61
1-2	8	0,81

\* –  $1g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Методи вимірювання або оцінки впливу вібрації, в своїй більшості засновані на Британському Стандарті (BS) 6842 (BSI 1987a). Британський Стандарт не встановлює граничні величини впливу, але передбачає інформативний додаток про стан знань зв'язку доза – ефект вібрації, переданої через руки. Розрахункові амплітуди частотно-зваженого прискорення, які повинні викликати СППВ у 10% робітників, що піддаються вібрації, згідно Британському Стандарту представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

**Передбачувані частотно-зважені амплітуди прискорення вібрації (м/с<sup>2</sup>, середньоквадратичне значення) у разі побіління пальців 10% людей, які піддаються впливу\***

Щоденний вплив (години)	Довічний вплив (роки)					
	0,5	1	2	4	8	16
0,25	256,0	128,0	64,0	32,0	16,0	8,0
0,5	179,2	89,6	44,8	22,4	11,2	5,6
1	128,0	64,0	32,0	16,0	8,0	4,0
2	89,6	44,8	22,4	11,2	5,6	2,8
4	64,0	32,0	16,0	8,0	4,0	2,0
8	44,8	22,4	11,2	5,6	2,8	1,4

\* – при короткочасному впливі амплітуда висока, і судинні захворювання не можуть бути первинним несприятливим симптомом розвитку захворювань.

Вібрація може відбуватися в трьох напрямках зсуву і трьох напрямках повороту. Для осіб, які працюють в сидячому і стоячому положеннях, осі зсуву

позначаються як вісь  $x$  (поздовжня), вісь  $y$  (поперечна) і вісь  $z$  (вертикальна). Обертання навколо осей  $x$ ,  $y$  і  $z$  позначаються  $r_x$  (виток),  $r_y$ , (нахил) і  $r_z$  (відхилення) в зазначеному порядку (рис. 4.3). Вібрація зазвичай вимірюється на межі між тілом і вібруючим предметом.

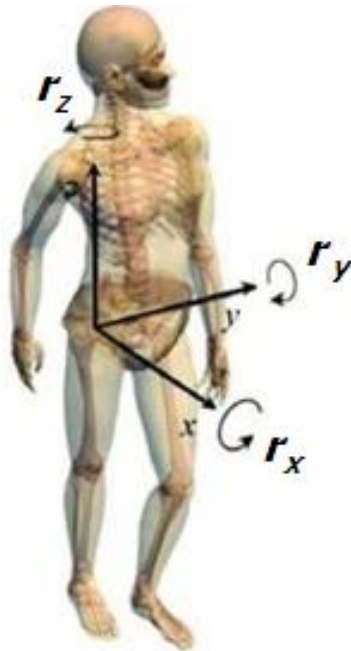


Рис. 4.3. Позначення ліній вібрації

### 4.3. Поза

Значною мірою наставання стомлюваності від роботи з вібруючим інструментом залежить від робочої пози (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Середні значення часу наставання значного стомлення м'язів кисті при різній висоті руки, піднятої вище рівня ліктя, в умовах впливу локальної вібрації**

Умови подання: осьове зусилля на вібруючий інструмент (Н)	Час наставання стомлення (хв) при прикладенні зусилля піднятою вгору рукою вище рівня ліктя на 5, 30 і 50 см		
	5 см	30 см	50 см
0	21	11	6
10	17	9	5
20	14,5	7,5	4
30	12	6	2,5
40	10	5	2
50	8	4	1,5
60	7	3	1,5
70	6	2,5	1
80	4	2	1
90	3	1,5	0,8
100	2	1	0,5

#### 4.4. Тривалість

Людина реагує на вібрацію в залежності від загальної тривалості її впливу. Якщо характеристики вібрації не змінюються з часом, то вимір середньої амплітуди вібрації забезпечує середньоквадратичне значення вібрації. Секундоміра може вистачити для оцінки тривалості впливу. Якщо характеристики вібрації змінюються, середня величина вібрації буде залежати від періоду, протягом якого вона вимірюється. Більш того, вважається, що середньоквадратичне прискорення не враховує жорсткість рухів, які викликають струси або ж є досить рідкісними.

Більшість професійних наслідків носить непостійний характер, які розрізняються в амплітуді в різні моменти часу або представляючи собою епізодичні струси. Жорсткість комплексних рухів може накопичуватися якимось особливим чином, що робить відповідний вплив, наприклад, на короткі періоди високоамплітудної вібрації або тривалі періоди складної вібрації. Нормованими параметрами вібрації ручних інструментів в Україні є абсолютні значення віброшвидкості (в м/с) або віброприскорення (в м/с<sup>2</sup>) і їх логарифмічні рівні (в дБ).

Вібраційними характеристиками інструменту є кориговані рівні вібрації і рівні нормованих параметрів в октавних смугах частот. Характеристикою вібраційного впливу на робітника є еквівалентний коректований рівень вібрації. Гранично допустимі значення вібрації ручних інструментів за ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації представлені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Гранично допустимі значення локальної вібрації

Середньогеометричні частоти октавних смуг, Гц	Допустимі значення			
	У величинах віброприскорення		У величинах віброшвидкості	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с · 10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
13,5	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Кориговані і еквівалентні кориговані значення та їх рівні	2,0	76	2,0	112

Оцінка вібраційних параметрів ручних інструментів проводиться за

максимальним значенням, встановленим при вимірах рівнів вібрації в трьох ортогональних осях. Ці показники обов'язково вносяться в технічну документацію на ручні інструменти.

#### 4.5. Профілактика

Профілактика травм і захворювань, що викликаються вібрацією, переданої через руки, вимагає впровадження адміністративних, технічних і медичних процедур (ISO5349: 1986). Також слід проводити відповідні консультації з користувачами вібраційних інструментів.

Адміністративні заходи повинні включати адекватну інформацію і навчання (інструктаж) операторів вібраційних механізмів для застосування безпечних і правильних способів роботи. Через те, що тривалий вплив вібрації несе підвищену небезпеку, робочі графіки повинні встановлюватися з урахуванням перерв на відпочинок.

Технічні заходи повинні включати вибір інструментів з найменшою величиною вібрації і з відповідним ергономічним дизайном. Згідно з Директивою ЄС (1989 р.) щодо безпечного використання механізмів виробник повинен заявити, чи перевищує частотно-зважене прискорення вібрації, яка передається через руки,  $2,5 \text{ м/с}^2$  – норму, визначену контрольними кодами, такими як зазначено в Міжнародному стандарті ISO 8662/1:1988 у супровідних документах на зазначені інструменти. Умови технічного обслуговування інструментів повинні ретельно перевірятися шляхом проведення періодичних вимірів вібрації. Потрібно виконувати медичний огляд перед прийняттям на роботу і наступні клінічні обстеження робітників, що піддаються вібрації, через регулярні інтервали часу. Цілі медичного обстеження: інформування робітника про потенційний ризик, пов'язаний з впливом вібрації, оцінка стану здоров'я і рання діагностика захворювань, що викликаються вібрацією (рис. 4.4). При першому медичному огляді необхідно звернути увагу на стан, який може погіршитися під дією вібрації (наприклад, органічна схильність до побіління пальців, минулі пошкодження верхніх суглобів, неврологічні захворювання тощо).

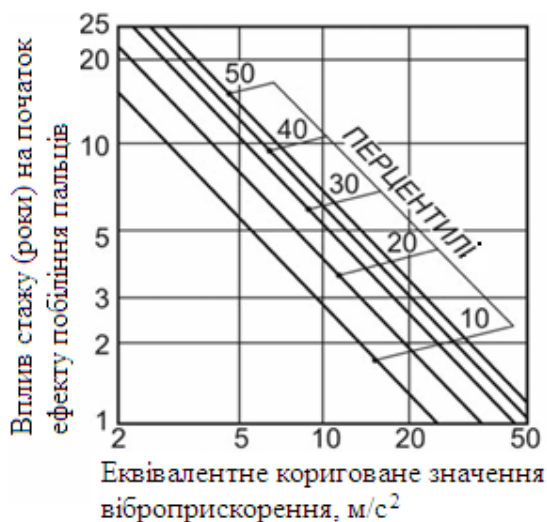


Рис. 4.4. Залежність тривалості стажевого впливу вібрації до появи судинних розладів, що характеризуються побілінням пальців, від еквівалентного корективованого значення віброприскорення  
(Еквівалентне кориговане значення віброприскорення розраховане за переважною компонентою вібрації. Криві дають стаж в роках до появи випадків епізодичного побіління пальців у 10, 20, 30, 40, 50-го перцентиліа, що працюють в умовах регулярного щоденного впливу вібрації тривалістю 4 год. Допускається інтерполяція між кривими.)

Рішення про виключення або скорочення впливу вібрації на робітників повинно прийматися після розгляду серйозності симптомів і характеристик всього робочого процесу. Робітникам повинні даватися поради щодо носіння відповідного одягу для підтримки тепла в усьому тілі, уникнення або зведення до мінімуму паління, яке може впливати на периферійну циркуляцію крові. Рукавички можуть стати в нагоді для захисту пальців від травм і підтримки в них тепла. Спеціальні антивібраційні рукавички можуть забезпечити відносну ізоляцію високочастотних компонентів вібрації деяких типів інструментів.

#### 4.6. Вібрації, що передаються всьому тілу людини машинним обладнанням

Директива щодо безпечного використання машинного обладнання Європейського економічного співтовариства вказує, що машинне обладнання повинно проектуватися і створюватися таким чином, щоб небезпеки від вібрації, виробленої машинним обладнанням, скорочувалися до найменшого практичного рівня, беручи до уваги технічний прогрес і наявність засобів стримування вібрації. Директива щодо безпечного використання машинного обладнання (Рада європейських співтовариств, 1989) вітає зниження вібрації шляхом використання додаткових засобів для зменшення вібрації від її джерела (наприклад, зручне сидіння).

#### 4.7. Вимірювання і оцінка впливу

Вібрація, що проходить через все тіло, повинна вимірюватися на поверхнях між тілом і джерелом вібрації. Для працюючих в сидячому положенні це передбачає установку датчиків визначення вібрації на поверхні сидіння під сидничий бугор. Вібрація також іноді вимірюється на опорній поверхні спини (між спинкою і спиною), а також на руках і ногах (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Осі для заміру впливу вібрації на людей, які працюють сидячи (праворуч трьохосьові датчики для вимірювання вібрації – акселерометри)

Одних тільки медико-статистичних даних недостатньо для оцінки вібрації, що проходить через все тіло, з метою прогнозування ризиків для здоров'я від різних типів впливу вібрації. Для виконання даного правила такі дані розглядаються у поєднанні з відповідними біодинамічними реакціями і суб'єктивними реакціями. В даний час вплив коливання на здоров'я в залежності від частоти, напряму і тривалості рухів визначається тим же способом який використовується для визначення дискомфорту вібрації. Однак вважається, що загальний вплив, на відміну від середнього ступеня впливу, є важливим, і тому встановлюються відповідні нормативні дози.

Крім оцінки вимірюваної вібрації відповідно до стандартів ISO, вважається за доцільне зазначити частотні спектри, амплітуди в різних осях і інші характеристики впливу, включаючи щоденні і довічні впливи. Крім того, має враховуватися наявність інших шкідливих оточуючих факторів, особливо положення сидючи.

#### 4.8. Профілактика

По можливості бажано зменшити джерело вібрації. Це може бути досягнуто скороченням хвилеподібних рухів ґрунту або зниженням швидкості руху транспортних засобів. Інші методи скорочення передачі вібрації операторам машин вимагають розуміння характеристик вібрації навколишнього оточення і шляхів передачі вібрації людині. Наприклад, амплітуда вібрації часто змінюється в залежності від місця розташування: в деяких зонах будуть відчуватися знижені амплітуди. У табл. 4.5 представлені деякі превентивні заходи, які можуть бути прийняті до відома робітників, операторів машинного обладнання і їх роботодавців.

Таблиця 4.5

##### Заходи щодо профілактики вібрації, яка проходить через усе тіло

Група	Дія
1	2
Керівництво	Звертатися за технічною консультацією. Звертатися за медичною консультацією. Попередження працівників про шкідливий вплив. Проводити навчання осіб, що піддаються впливу. Контроль часу впливу. Виробляти заходи щодо усунення впливу
Виробники механізмів	Проводити вимірювання вібрації. Здійснювати проектування для зведення до мінімуму вібрації, що проходить через усе тіло. Оптимізувати проектування підвісної системи. Оптимізувати динаміку сидіння. Використовувати ергономічний дизайн для забезпечення зручного положення тіла. Забезпечити керівництва з техобслуговування механізмів. Забезпечити керівництва з техобслуговування сидінь. Забезпечити запобіжні заходи при небезпечній вібрації

1	2
Технічна допомога на робочому місці	Проводити вимірювання вібрації. Передбачити відповідні механізми. Підбирати сидіння, що знижують вібрацію. Підтримувати стан механізмів. Інформувати керівництво
Медична допомога	Рентгенівське обстеження перед прийомом на роботу. Регулярні медичні перевірки. Реєстрація всіх ознак і симптомів. Попереджати працівників про можливі наслідки. Давати поради щодо наслідків впливу. Інформувати керівництво
Особи, які піддаються вібрації	Правильно користуватися механізмами. Уникати зайвого впливу вібрації. Перевіряти правильність регулювання сидіння. Приймати зручне положення тіла. Перевіряти умови роботи механізму. Інформувати контролера про всі проблеми, пов'язані з вібрацією. При появі симптомів звертатися за медичною радою. Інформувати роботодавця про відповідні розлади.

## 5. ВПЛИВ ФАКТОРУ ЗОРУ ЛЮДИНИ ПРИ ВИКОНАННІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

### 5.1. Анатомія очей

Очне яблуко представляє собою сферу приблизно 20 мм в діаметрі, до очного яблука прикріплюються шість поперечно-смугастих м'язів (рис. 5.1).

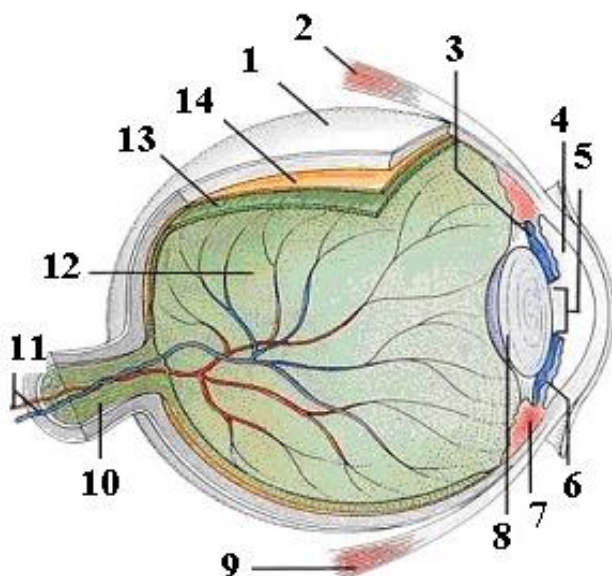


Рис. 5.1. Схематичне зображення ока:

- 1 - склера;
- 2, 9 - м'язи ока;
- 3, 6 - райдужка;
- 4 - передня камера очного яблука;
- 5 - зіниця;
- 7 - війкове тіло;
- 8 - кришталік;
- 9 - м'яз очного яблука;
- 10 - диск зорового нерву;
- 11 - зоровий нерв;
- 12 - склисте тіло; 13 - сітківка;
- 14 - судинна оболонка



Очне яблуко складається з оболонок: зовнішня - фіброзна оболонка - виконує захисну функцію. Передня частина її прозора і називається рогівкою, велика задня частина називається склерою. Відразу позаду рогової оболонки у внутрішній камері знаходиться райдужка - сама передня частина судинної - середньої оболонки ока, в центрі райдужної оболонки є круглий отвір - зіниця, діаметр якого непостійний і залежить від рівня освітленості. Розташований позаду камер очного яблука кришталик має форму двоопуклої лінзи і має велику світлопереломлюючу здатність. Ступінь опуклості кришталіка регулюється скороченнями війкового м'яза, що складається з складнопереpletених пучків гладких м'язових клітин, які беруть початок від краю рогівки і від склери і влітаються в передню частину власне судинної оболонки. Склоподібне тіло знаходиться в склоподібній камері очного яблука позаду кришталіка, де щільно прилягає до внутрішньої поверхні сітківки. Склоподібне тіло представляє собою желеподібну масу, прозору, позбавлену судин і нервів. Судинна оболонка очного яблука багата кровоносними судинами і пігментом. Внутрішня (чутлива) оболонка очного яблука – сітківка. Вона щільно прилягає з внутрішньої сторони до судинної оболонки на всьому її протязі, від місця виходу зорового нерва до краю зіниці.

Слізні залози розташовані у верхньому краї очниці, слізна рідина що виходить з них омиває передню частину очного яблука. Миготіння повік сприяє поширенню і збереженню слізної плівки на поверхні ока, а також відтоку сліз до слізних каналців, які впадають в слізний мішок, а звідти слізна рідина потрапляє в носослізну протоку, яка закінчується в носовій порожнині. Частота миготіння, яка використовується в якості тесту в ергономіці, помітно змінюється в залежності від діяльності суб'єкта (наприклад, вона повільніше під час читання) і від умов освітлення (частота миготіння знижується при збільшенні освітленості).

Навколо зіниці циркулярно розташовані пучки гладких м'язових клітин – сфінктер зіниці, а радіально від війкового краю райдужної оболонки до її зрачкового краю проходять тонкі пучки м'яза, що розширює зіницю. Коли на око в нормальному стані спрямоване яскраве світло, зіниця стискається (зіничний рефлекс). Він також стискається при фокусуванні зору на близькі предмети.

У сітківці виділяють два шари: зовнішню пігментну частину і складноутворену внутрішню світлочутливу частину, що отримала назву нервової частини. Відповідно функції виділяють велику задню зорову частину сітківки, яка містить чутливі елементи – паличкоподібні і колбочкоподібні зорові клітини (палички і колбочки), і меншу сліпу частину сітківки, де ці елементи відсутні.

Світло, що потрапило на сітківку проникає в її глибокі шари і викликає там складні фотохімічні перетворення зорових пігментів. В результаті в світлочутливих клітинах (паличках і колбочках) виникають нервові імпульси, які по зоровому нерву надходять в мозок. Колбочки, загальна кількість яких становить від чотирьох до п'яти мільйонів одиниць, відповідальні за сприйняття яскравих зображень і кольору. Вони сконцентровані на внутрішній частині

сітківки, найбільш щільно в центральній ямці, невеликій западині, розташованій на місці, відповідному задньому полюсу ока, тут немає паличок, і в цій точці зір є найбільш гострим. За допомогою спектрофотометрії були ідентифіковані три типи колбочок, чії поглинаючі піки є жовтими, зеленими і синіми зонами, що пояснює сприйняття кольору. Палички чутливі до сутінкового світу (нічний зір), вони також грають важливу роль у чорно-білому зорі і при виявленні рухомих об'єктів. Від 80 до 100 мільйонів паличок розміщені таким чином, що в міру просування до периферії сітківки їх кількість збільшується.

Нервові волокна поряд з кровоносними судинами, що живлять сітківку, перетинають власне судинну оболонку ока, середній з трьох шарів, який утворює стінку задньої камери, прямують в сторону диска і формують зоровий нерв у точці, дещо зміщеної від центру ока, яка в зв'язку з відсутністю в ній фоторецепторів відома під назвою «сліпа пляма».

## 5.2. Поле зору і область фіксації

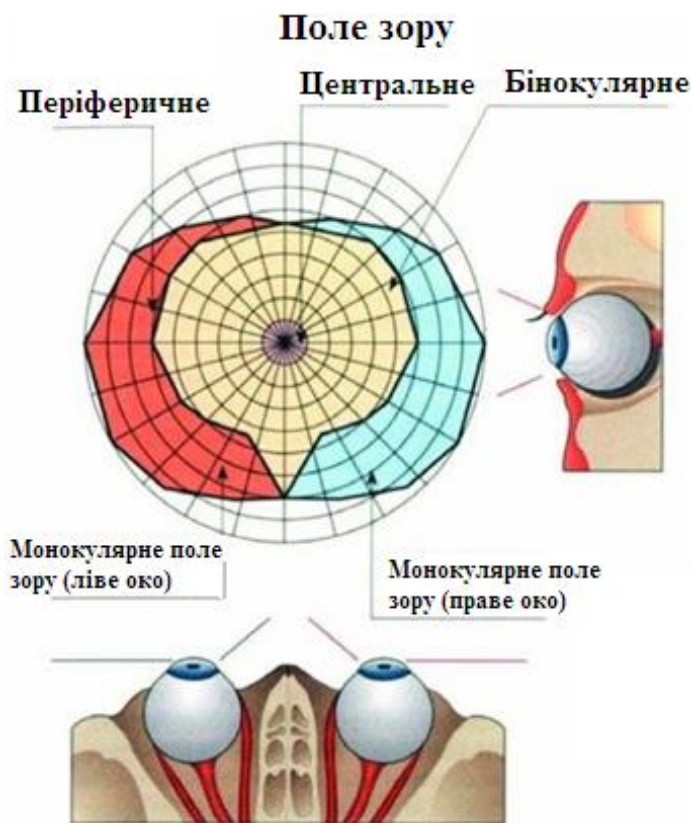


Рис. 5.2. Поле зору

Поле зору (простір, що охоплюється очима в нерухомому стані) обмежений анатомічними структурами в горизонтальній площині (більш сильно зменшено з боку, спрямованої до носа) і у вертикальній площині (обмежена верхнім краєм орбіти) (рис. 5.2).

У бінокулярному зорі горизонтальне поле становить приблизно 180 градусів, а вертикальне – від 120 до 130 градусів (рис. 5.3). При денному зорі більшість зорових функцій послаблені на периферії поля зору, а сприйняття руху, навпаки, покращені. При нічному зорі має місце значна втрата гостроти зору по центру поля зору, де, як було зазначено вище, палички присутні в менш численному складі.

Область фіксації розташована завдяки рухливості очей, голови і тіла поза полем зору; у професійній діяльності область фіксації має велике значення.

Існує велика кількість причин зменшення розмірів поля зору, як анатомічних, так і фізіологічних: звуження зіниці; непрозорість кришталика; патологічні захворювання сітківки, зорових шляхів або зорових центрів; яскравість об'єкта сприйняття; оправа окулярів для корекції і захисту зору; рух і швидкість об'єкта сприйняття тощо.

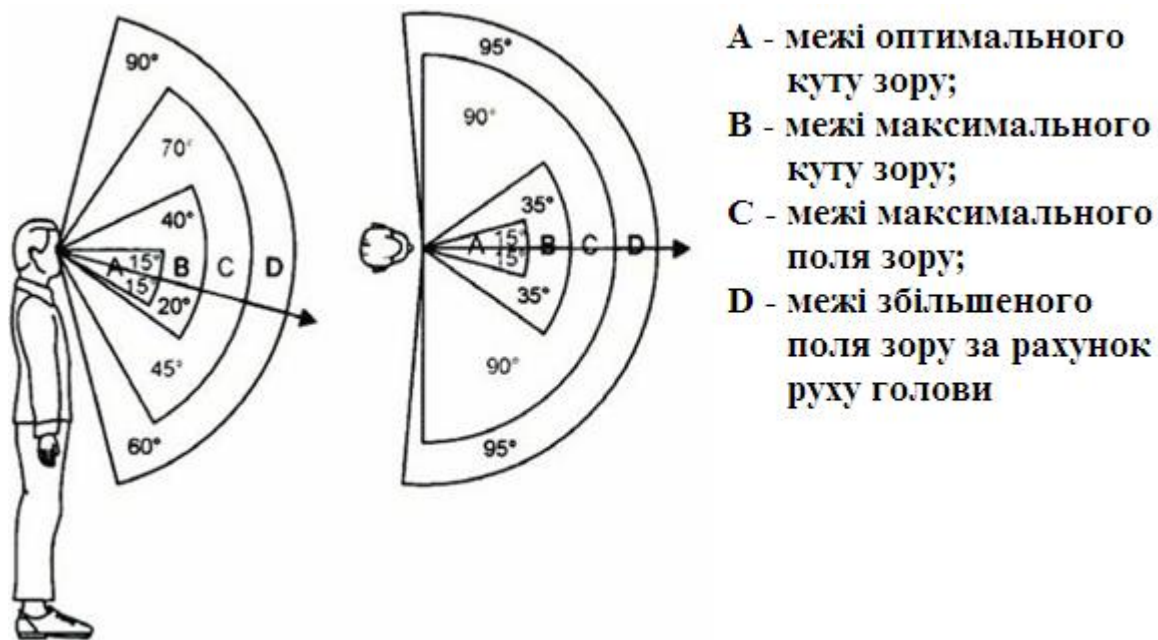


Рис. 5.3. Кут зору и поле зору. Розташування погляду на рівні  $15^{\circ}$  відносно горизонталі та голови –  $0^{\circ}$  відносно перепендикурраря у положенні стоячи (рівно, прямо)

### 5.3. Гострота зору

Гострота зору (VO) представляє собою здатність розрізняти дрібні деталі об'єктів в полі зору. Вона визначається в межах мінімальної величини деталей тестованого предмета, які суб'єкт може правильно ідентифікувати. Оптимальна гострота зору представляє собою здатність розрізняти дрібні деталі. Гострота зору визначає межу просторового розпізнавання. Розмір відображення предмета на сітківці залежить не тільки від його фізичного обсягу, а й від його віддаленості від ока і називається кутом зору (зазвичай в хвилинах дуги), (рис. 5.3). Гострота зору знаходиться в зворотній залежності від кута зору.

Той факт, що світло і колір впливають на продуктивність праці і на психо-фізіологічний стан робочого, стимулює інтерес ергономістів до вивчення і визначення найбільш сприятливих умов впливу світла і кольору на кожному робочому місці. Комбінація освітлення, контраст яркостей, колір світла, кольоровідтворення або вибір кольору є елементами, що визначають колірний клімат і зоровий комфорт.

### 5.4. Фактори, що визначають зоровий комфорт

Для того, щоб забезпечити умови, необхідні для зорового комфорту, в системі освітлення повинні бути реалізовані наступні попередні вимоги:

- однорідне освітлення;
- оптимальна яскравість;
- відсутність відблисків;
- відповідна контрастність;
- правильна колірна гамма;
- відсутність стробоскопічного ефекту або мерехтіння світла.

Важливо розглядати світло на робочому місці, керуючись не тільки

кількісними, а й якісними критеріями. Першим кроком тут має бути вивчення робочого місця, точності, з якою повинні виконуватися робочі операції, кількість роботи, ступінь переміщень робітника при роботі і т.д. Світло повинне включати компоненти як розсіяного, так і прямого випромінювання. Результатом цієї комбінації має стати тіньостворення більшої чи меншої інтенсивності, яке повинно дозволити робітнику правильно сприймати форму і положення предметів на робочому місці. Дратівливі відображення, які ускладнюють сприйняття деталей, повинні бути усунені, так само як і надмірно яскраве світло або глибокі тіні.

Велике значення має періодичне обслуговування освітлювальних установок. Його метою є попередження старіння ламп і концентрації пилу на світильниках, через те, що це призводить до постійної втрати світла. З цієї причини важливо вибирати лампи та системи освітлення з урахуванням їх зручності в обслуговуванні. Лампа розжарювання зберігає свою ефективність аж до свого виходу з ладу, проте з люмінесцентними лампами інша справа, через те, що їх світловіддача може впасти до 75% після тисячі годин роботи.

#### 5.4.1. Рівні освітленості

Кожен вид діяльності вимагає певного рівня освітленості на тій ділянці, де ця діяльність здійснюється. Звичайно чим сильніше ускладнене зорове сприйняття, тим вище повинен бути середній рівень освітленості.

Критерієм природної освітленості є коефіцієнт природної освітленості (КПО або  $E_n$ ), який представляє відношення природної освітленості світлом неба в деякій точці заданої площини всередині приміщення  $E_{вн}$  до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, створюваної світлом повністю відкритого небосхилу  $E_{зовн}$ , і виражається у відсотках:

$$КПО = \frac{E_{вн}}{E_{зовн}} \cdot 100\%. \quad (5.1)$$

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 при односторонньому боковому освітленні критерієм оцінки є мінімальне значення КПО в точці, розташованій в 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлового прорізу, на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні або підлоги. Під характерним розрізом приміщення розуміється поперечний розріз приміщення, площина якого перпендикулярна до площини скління світлових прорізів. До характерного розрізу приміщення повинні попадати ділянки з найбільшою кількістю робочих місць. За умовну робочу поверхню приймається горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від підлоги. При двосторонньому бічному освітленні критерієм оцінки є мінімальне значення КПО в середині приміщення, в точці на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (підлоги).

При верхньому, бічному і комбінованому освітленні нормується середнє значення КПО (табл. 5.1).

Всі параметри освітлення визначаються розрядом зорової роботи. Розряд зорової роботи при відстані від об'єкта розрізнення до очей працюючого понад 0,5 м визначається відношенням мінімального розміру об'єкта розрізнення  $d$  до відстані від цього об'єкта до очей працюючого  $l$ . Під об'єктом розрізнення розуміється розглянутий предмет, окрема його частина або дефект, які потрібно розрізнити в процесі робіт. Всього встановлено вісім розрядів зорової роботи (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Нормування коефіцієнта природного освітлення**

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	КПО ( $e_n^{IV}$ ), %			
			при верхньому і комбінованому освітленні	при бічному освітленні		
				в зоні зі стійким сніговим покривом	на решті території	
Найвища точність	менше 0,15	I	9	2,8	3,2	
Дуже висока точність	від 0,15 до 0,8	II	6,3	2,0	2,3	
Висока точність	вище 0,3 до 0,5	III	4,5	1,6	1,8	
Середня точність	вище 0,5 до 1,0	IV	3,2	1,2	1,4	
Мала точність	вище 1,0 до 5,0	V	2,7	0,8	0,9	
Груба (дуже мала точність)	вище 0,5	VI	1,8	0,4	0,5	
Робота з матеріалами, які світяться, і виробами в гарячих цехах	вище 0,5	VII	2,7	0,8	0,9	
Загальні спостереження за ходом виробничого процесу:		VIII	0,9	0,2	0,3	
			періодичне при постійному перебуванні людей	0,6	0,2	0,2
			періодичне при періодичному перебуванні людей	0,4	0,1	0,1

Нормоване значення КПО ( $e_n$ ) приймається в залежності від розряду зорової роботи, особливостей світлового клімату і сонячного клімату.

Рівень освітленості вимірюється за допомогою люксметра, що перетворює світлову енергію в електричний сигнал, який потім посилюється і легко читається на шкалі, градуйованої у люксах. При виборі певного рівня освітленості для конкретного робочого місця потрібно вивчити наступні моменти:

- характер роботи;
- відбивну здатність об'єкта роботи і безпосереднього оточення;
- різницю з освітленням природним світлом і необхідність денного освітлення;
- вік робітника.

### **5.4.2. Одиниці та величини освітленості**

В області освітленості використовується кілька величин. Основними величинами є наступні.

*Світловий потік.* Світлова енергія, яку випромінює в одиницю часу джерело світла. Одиниця виміру: люмен (лм).

*Сила світла.* Світловий потік, що випромінюється в заданому напрямку нерівномірно розподіленим світлом. Одиниця виміру: кандела (кд).

*Рівень освітленості.* Рівень освітленості одного квадратного метра поверхні, на який падає світловий потік в один люмен. Одиниця виміру: люкс = лм/м<sup>2</sup>.

*Яскравість або фотометрична яскравість.* Визначається для поверхні в певному напрямку і є відношенням сили світла до поверхні, яку видно спостерігачем, що знаходиться в тому ж напрямку (удавана площа). Одиниця виміру: ніт (1ніт = кд/м<sup>2</sup>).

*Контрастність.* Різниця в яскравості між об'єктом і його тлом або між різними частинами об'єкта.

*Коефіцієнт відбиття.* Пропорція світла, відбитого поверхнею. Це безрозмірна величина. Її значення знаходяться між 0 і 1.

### **5.4.3. Фактори, що впливають на видимість об'єктів**

Ступінь безпеки і точності, з якою виконується робота, у великій мірі залежить від якості освітлення і від зорових здібностей працівника. Видимість об'єкта може змінюватися в багатьох напрямках.

Одним з найважливіших факторів є контрастність яркостей, що залежить від коефіцієнтів відбиття, тіней або кольорів самого об'єкта і від коефіцієнтів відображення кольору. Те, що око дійсно сприймає, це різниця в яскравості між об'єктом і його тлом або між різними частинами самого об'єкта. У табл. 5.2 контрастність між кольорами перерахована в порядку зниження.

Яскравість об'єкта, його тло впливає на легкість, з якою бачиться або ідентифікується об'єкт. Тому завданням першорядної важливості є ретельний аналіз зони, де буде виконуватися робота.

## Колірна контрастність у порядку зменшення

Колір предмету	Колір тла
Чорний	Жовтий
Зелений	Білий
Червоний	Білий
Синій	Білий
Білий	Синій
Чорний	Білий
Жовтий	Чорний
Білий	Червоний
Білий	Зелений
Білий	Чорний

Розмір об'єкту, що спостерігається, який може бути адекватним або не залежним від відстані і кута зору спостерігача, є іншим фактором. Ці два останніх фактори визначають розташування робочого місця, розподіляючи різні зони за ступенем легкості їх бачення. Ми можемо призначити 5 зон в районі робочого місця (рис.5.4, табл.5.3).

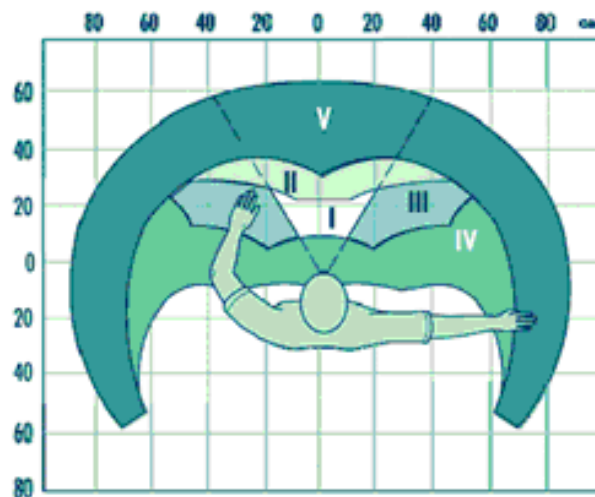


Рис. 5.4. Розподіл візуальних зон на робочому місці

Таблиця 5.3

## Візуальні зони на робочому місці

Зони	Рух при виконанні роботи	Зорове зусилля
I	Часті рухи, які припускають великі часові витрати	Велике зорове зусилля
II	Менш часті рухи	Часте використання зорового апарату
III	Потрібні менші часові витрати	Зорова інформація немає значення
IV	Випадок менш частий, невеликий час	Немає зорового зусилля
V	Цього слід уникати	Цього слід уникати

Наступним фактором є часовий період, протягом якого відбувається зорове сприйняття об'єкта. Час бачення буде більшим або меншим в залежності від того, чи в статичному становищі перебувають спостерігач і об'єкт або один з них або вони обидва знаходяться у русі. Здатність ока пристосовуватися до різного освітлення об'єктів може також мати значний вплив на видимість.

#### 5.4.4. Розподіл світла. Осліплення

Ключовими факторами, що впливають на зорове сприйняття, є розподіл світла і контраст яркостей. Що стосується розподілу світла, то краще мати гарне загальне освітлення замість місцевого, для того щоб уникнути засліплення. З цієї причини прилади освітлювання повинні бути розподілені як можна рівномірніше, щоб уникнути різниці у силі світла. Постійне переміщення у нерівномірно освітлених зонах стомлює очі, і з часом це може призвести до послаблення гостроти зору.

Осліплення відбувається, коли в полі зору знаходиться яскраве джерело світла; результатом його є зменшення здатності розрізняти предмети. Робітники, які постійно піддаються засліпленню, можуть страждати від очної напруги, а також й від функціональних розладів, хоча часто вони цього не усвідомлюють.

Осліплення може бути прямим, коли воно викликане перебуванням яскравих джерел світла у полі зору, або відбитим, коли світло відбивається від поверхонь з високим коефіцієнтом відбиття. У явищі засліплення беруть участь наступні фактори:

1. *Яскравість джерела світла.* Максимальна переносима яскравість при прямому спостереженні становить  $7500 \text{ кд/м}^2$ . На рис. 5.5 наведено кілька приблизних значень яскравості для деяких джерел світла.

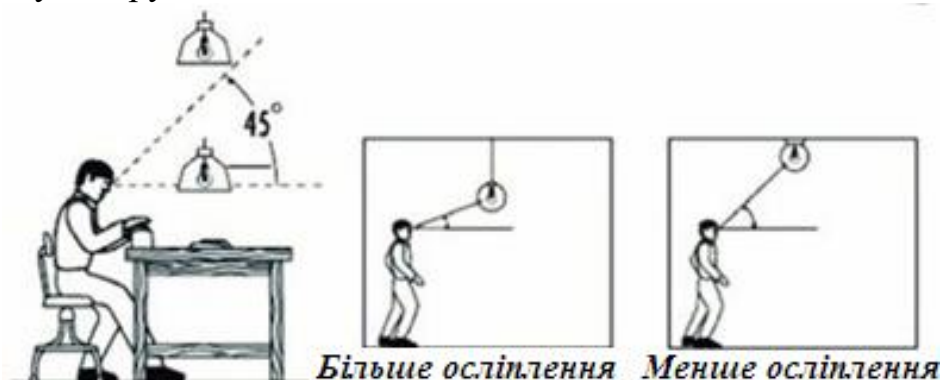


Рис. 5.5. Приблизні значення яскравості для різних джерел світла

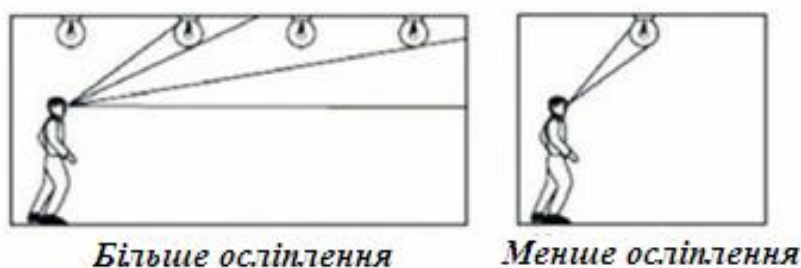
2. *Розташування джерела світла.* Цей варіант засліплення трапляється, коли джерело світла знаходиться в межах кута в  $45^\circ$  до лінії прямої видимості спостерігача, і буде зведений до мінімуму, якщо джерело світла буде знаходитися поза цим кутом. Прийоми і методи, що дозволяють уникнути прямого і відбитого засліплення (рис. 5.6). Зазвичай осліплення відбувається



частіше, якщо джерела світла розташовуються на невеликих підвищеннях або встановлені у великих кімнатах, тому що джерела світла в великих кімнатах або джерела світла, які розташовані занадто низько, можуть легко опинитися в межах того кута зору, який викликає осліплення.



### 1. Висота освітлювального приладу



### 2. Розмір кімнати

Рис. 5.6. Фактори, які впливають на осліплення

3. Розподіл яскравості серед різних об'єктів і поверхонь. Чим більше різниця в яскравості серед предметів, що знаходяться у полі зору, тим сильніше буде осліплення і тим сильніше буде зниження здатності бачити через вплив на процеси адаптації зору. Нижче наведені максимальні рекомендовані диспропорції яскравості:

зорова робота - робоча поверхня: 3:1;

зорова робота - навколишнє оточення: 10:1.

4. Тимчасовий період зорового сприйняття об'єкта. Навіть джерела світла з низькою яскравістю можуть викликати осліплення, якщо зорове сприйняття тривало занадто довго. Уникнути засліплення можна досить просто декількома способами. Одним зі способів, наприклад, є установка сіток під джерелами освітлення; можна також використовувати охоплюючі дифузори або параболічні рефлектори, які можуть направляти світло туди, куди потрібно, або встановити джерела світла так, щоб вони були поза кутом зору. При облаштуванні робочого місця правильний розподіл яскравості так само важливий, як і саме освітлення, але важливо також і усвідомлювати, що занадто рівномірний розподіл яскравості ускладнює тривимірне і просторове сприйняття предметів.

### 5.4.5. Системи освітлення

Нещодавно зріс інтерес до природного освітлення. Це викликано не стільки його якістю, скільки почуттям комфорту, яке воно дає, а також інтересами економії електроенергії. Але в зв'язку з тим, що освітлення від природних джерел складно зробити рівномірним, як правило, потрібне додаткове використання штучної системи освітлення.

Найпоширенішими системами освітлення є наступні.

*Загальне рівномірне освітлення.* При такій системі джерела світла розподілені рівномірно без урахування розташування робочих місць. Середній рівень освітлення повинен дорівнювати рівню освітлення, необхідного для виконання майбутньої роботи. Ці системи використовуються головним чином на ділянках, де робочі місця не є стаціонарними. Така система повинна відповідати трьом фундаментальним вимогам. Перш за все вона повинна бути оснащена антивідблисковими пристосуваннями (сітками, дифузорами, рефлекторами тощо). Друга вимога полягає у тому, що частина світла повинна бути спрямована на стелю і на верхню частину стін. Третя вимога: джерела світла повинні бути встановлені якомога вище, щоб звести осліплення до мінімуму і зробити освітлення якомога більш однорідним (рис.5.7).

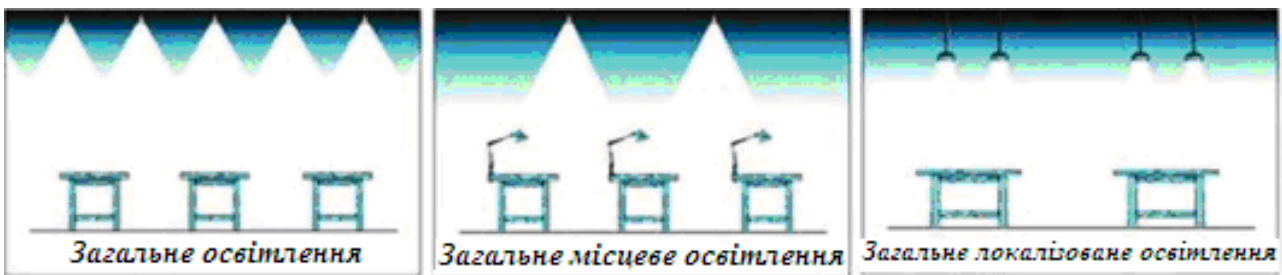


Рис. 5.7. Системи освітлення

*Загальне місцеве освітлення.* Таке рішення намагається посилити загальну схему освітлення за допомогою розміщення ламп ближче до робочих поверхонь. Лампи часто дають відблиски, і рефлектори повинні бути розташовані таким чином, щоб вони прибирали джерело світла з прямого поля зору робітника.

Використання місцевого освітлення рекомендується для такого застосування, де візуальні вимоги дуже високі: такі, як рівні освітлення близько 1000 лк або вище. Зазвичай з віком робітника його зорова здатність зменшується, що вимагає збільшення рівня загального освітлення або посилення його місцевим освітленням (рис. 5.8).

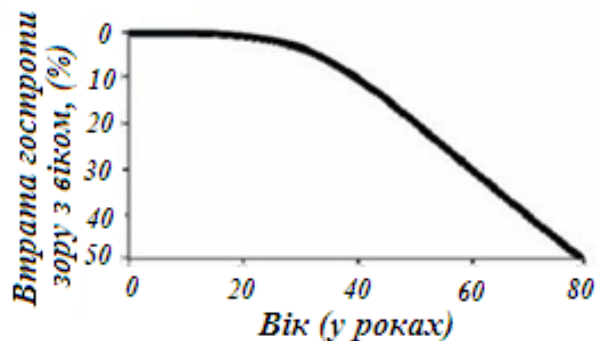


Рис. 5.8. Втрата гостроти зору з віком

*Загальне локальне освітлення.* Цей тип освітлення використовує стельові джерела, розміщені з урахуванням двох моментів: характеристик освітлювального обладнання та потреб в освітленні кожного робочого місця. Він рекомендується для просторів або робочих зон, яким необхідний високий рівень освітлення, і він вимагає знання майбутнього розташування кожного робочого місця перед стадією проектування.

Освітлення будівельних майданчиків нормується ДСТУ Б А.3.2-15:2011.

#### **5.4.6. Колір: основні поняття**

Правильний вибір кольору для робочого місця значно сприяє підвищенню продуктивності праці, безпеки і загального самопочуття працівників. Оздоблення поверхонь і обладнання, що знаходиться в робочій зоні, точно також сприяє створенню приємних зорових відчуттів і приємної робочої обстановки.

Звичайне світло складається з електромагнітних випромінювань з різними довжинами хвиль, кожне з яких відповідає певному діапазону видимого спектру. Змішуючи червоне, жовте і блакитне світло, можна отримати більшість видимих кольорів, включаючи білий.

Наше сприйняття кольору предмета залежить від кольору світла, яким він освітлений, і від того, яким чином сам предмет відбиває колір (рис. 5.9).

Лампи поділяються на такі три категорії в залежності від кольору світла, яке вони випромінюють:

- «теплий» колір: біле червонувате світло рекомендується для освітлення житлових приміщень;
- проміжний колір: біле світло рекомендується для освітлення робочих місць;
- «холодний» колір: біле блакитне світло рекомендується при виконанні робіт, що вимагають високого рівня освітленості або для жаркого клімату.



*Рис. 5.9. Ілюстрація кольорового сприйняття людини*

Кольори також можуть класифікуватися як холодний або теплий залежно від їх тону (рис. 5.10).

Поєднання усіх кольорових відчуттів до сполучення подразнення лише трьох чутливих елементів стало основою для створення систем, які дають можливість кількісно подати колір у вигляді трьох чисел. Щоправда, не враховуються загальний психофізіологічний стан спостерігача та надзвичайна роль мозкових центрів зору. При конкретизованому описі кольору використовують ще три його атрибути: кольоровий тон, насиченість та світіння.



Рис. 5.10. Тональності «теплих» і «холодних» кольорів та їх застосування у будівництві – колірна книжка муляра

Величезна різноманітність кольорів і відтінків, що сприймаються зором, викликала прагнення звести їх у певну систему, яка б давала можливість точно визначити не лише основні кольори, а й їх найтонші нюанси. Це призвело до створення певних видів колориметрії — систем, що дають змогу визначити будь-який колір певною комбінацією чисел.

На основі трикомпонентної теорії зору опрацьовано найпростішу колориметричну систему на основі трьох кольорів, змішування яких може дати будь-який колір. Графічно вона представлена у вигляді так званого кольорового трикутника (рис. 5.11). Основні кольори — червоний R (red), зелений G (green) і синій B (blau) в ньому розміщуються на вершинах. Додаткові кольори (жовтий, блакитний та маджента) лежать у середині сторін трикутника. Інші спектральні кольори розташовані вздовж лівої і правої сторін. Вздовж основи трикутника лежать ті кольори, що отримуються змішуванням червоного та синього кольорів (рожевий, гвоздичний, маджента, пурпуровий).



Рис. 5.11. Кольоровий трикутник

Людське око здатне сприймати величезну кількість кольорів і їх відтінків. Тренований спостерігач розрізняє: за кольоровим тоном — близько 150 кольорів, за насиченістю — біля 25, за світінням — від 64 (при високій освітленості) до 20 (при зниженій).

### 5.4.7. Контраст і температура різних кольорів

На кольоровий контраст впливає колір обраного світла, і з цієї ж причини якість освітлення буде залежати від світла, обраного для освітлення конкретного об'єкта. Вибір кольору світла повинен бути зроблений, виходячи з характеру роботи, яка буде виконуватися при цьому світлі. Якщо колір світла близький до білого, кольорове відтворення і розсіювання кольорів будуть кращими.

Чим ближче буде світло до червоного кінця спектра, тим гірше буде кольороутворення, але навколишнє оточення буде теплішим і більш привабливим.

Тон освітлення залежить не тільки від кольору світла, але також і від рівня сили світла. Температура кольору пов'язана з різними формами освітлення. Почуття задоволення при освітленні навколишнього оточення залежить від дії температури. 100-ватна лампа роздарювання, наприклад, має колірну температуру 2800 К, люмінесцентна лампа має колірну температуру 4000 К, а колірна температура затягнутого хмарами неба дорівнює 10 000 К.

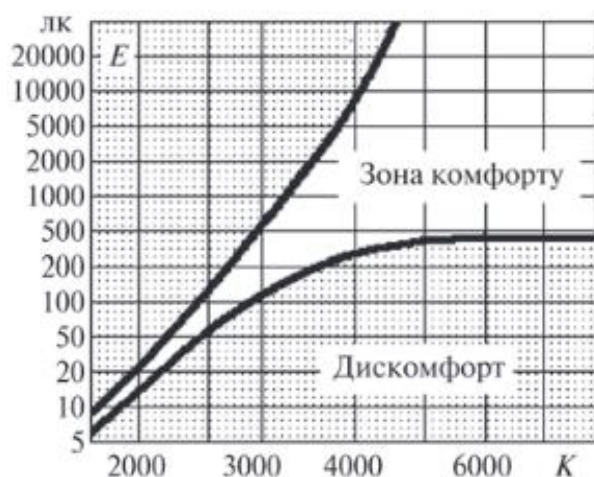


Рис. 5.12. Діаграма комфортності в залежності від освітленості і колірних температур

За допомогою емпіричних спостережень голландський вчений Круйтхоф (Arie Andries Kruithof) склав таблицю комфортного стану при різних рівнях освітлення і колірної температури в певному навколишньому середовищі (рис. 5.12). Він показав, що можна відчувати себе комфортно в певній обстановці при низьких рівнях освітлення, якщо колірна температура також є низькою: наприклад, якщо рівень освітлення одна кандела, а колірна температура дорівнює 1750 К.

Кольори електричних ламп можна розділити на три групи, в залежності від їх колірної температури:

- білий, денного світла: близько 6000 К;
- нейтральний білий: близько 4000 К;
- теплий білий: близько 3000 К.

### 5.4.8. Поєднання і вибір кольорів

Вибір кольору дуже актуальний, коли він розглядається в комплексі з таким видом діяльності, де ідентифікація предметів, з якими доведеться стикатися, має важливе значення. Вибір тональності не є таким важливим питанням, як вибір потрібних якостей відбиття поверхні. Є кілька рекомендацій з цього питання:

*Стелі.* Поверхня стелі повинна бути якомога біліша (з коефіцієнтом відбиття 75%), тому що світло буде від неї відбиватися в розсіяному вигляді, розсіюючи, в свою чергу, темряву і зменшуючи відблиски від інших поверхонь. Це буде також сприяти економії штучного освітлення.

*Стіни і стелі.* Поверхні стін на рівні очей можуть викликати осліплення. Бліді кольори з коефіцієнтом відбиття від 50 до 75% більш підходять для стін. Хоча глянцевої фарби служать довше матових, але у них більший коефіцієнт відбиття. Тому стіни повинні бути пофарбовані матовою або напівглянцевою фарбою.

*Підлоги.* Підлоги повинні бути трохи темніші, ніж стіни і стелі, для запобігання відблисків. Коефіцієнт відбиття підлог повинен складати від 20 до 25%.

*Устаткування.* Робочі поверхні, верстати і столи повинні мати коефіцієнт відбиття від 20 до 40%. Обладнання повинно бути покрито міцним шаром фарби чистого кольору, світло-коричневої або сірої, який не повинен бути блискучим.

Правильний підбір кольорів для робочої обстановки сприяє створенню відчуття комфортності, збільшення продуктивності праці і може позитивно позначитися на якості роботи. Він може також сприяти кращій організації праці та попередженню нещасних випадків на виробництві.

Колір світла, його розподіл і кольори, існуючі в заданому просторі, є поряд з іншими ключовими чинниками, які впливають на відчуття людини. Так існує безліч кольорів і факторів комфортності і можна встановити точні норми, особливо з урахуванням тієї обставини, що всі ці фактори повинні використовуватися комплексно, відповідно до характеристик конкретного робочого місця і щодо вимог, які висувуються до нього. Проте можна дати перелік основних загальних правил, які можуть допомогти створити сприятливу навколишню обстановку:

- яскраві кольори сприяють виникненню відчуття комфортності, активності і спокою, тоді як темні кольори створюють гнітючість;
- джерела світла теплих тонів добре сприяють відтворенню теплих кольорів. Предмети, пофарбовані в теплі тони, приємніші оку в теплому світлі, ніж в холодному;
- чисті і тьмяні кольори (такі, як пастельні) дуже доречні в якості тла, тоді як власне об'єкти повинні мати багаті і насичені кольори;
- теплі кольори збуджують нервову систему і дають відчуття підвищення температури;
- холодні кольори переважні для предметів. Вони мають заспокійливу дію і можуть використовуватися для створення ефекту кривизни. Холодні кольори допомагають створити відчуття зниження температури.

Якщо навколишнє середовище фізично холодне або гаряче, то відчуття цього можна пом'якшити, використовуючи відповідно тепле або холодне освітлення.

За допомогою кольору можна також вплинути на просторове сприйняття кімнати. Здається, що кімната має низьку стелю, якщо її стіни пофарбовані в

яскравий колір, а підлога і стеля темніші, і здається, що у кімнати висока стеля, якщо стіни темніші, а стеля яскрава.

#### 5.4.9. Розпізнавання предметів за допомогою кольору

Підбір кольорів може впливати на ефективність систем освітлення за допомогою впливу на відбиваючу частину світла. Але колір також відіграє ключову роль при розпізнаванні предметів.

На виробництві можливо використовувати яскраві і приваблюючі увагу кольори або кольорові контрасти для виділення ситуацій або предметів, які вимагають особливої уваги. У табл. 5.4 наведені деякі коефіцієнти відображення для різних кольорів і матеріалів.

Таблиця 5.4

#### Коефіцієнти відбиття різних кольорів і матеріалів, освітлених білим кольором

Колір / матеріал	Коефіцієнт відбиття (%)
Білий	100
Білий папір	80-85
Слонової кістки, лимонно-жовтий	70-75
Яскраво-жовтий, світлої охри, світло-зелений, пастельно-блакитний, світло-рожевий, кремовий	60-65
Лимонно-зелений, блідо-сірий, рожевий, помаранчевий, сіро-блакитний	50-55
Світлого дерева, блакитного неба	40-45
Дуб, сухий бетон	30-35
Темно-червоний, ніжно-зелений, коричнево-зелений, яскраво-зелений з жовтуватим відтінком	20-25
Темно-синій, пурпуровий	10-15
Чорний	0

У будь-якому випадку, ідентифікація за допомогою кольору повинна використовуватися тільки тоді, коли вона дійсно необхідна тому, що вона буде мати належний ефект тільки коли поруч немає занадто великої кількості предметів, виділених кольором. Нижче дається кілька рекомендацій щодо розпізнавання різних елементів за допомогою кольору:

*Протипожежне обладнання.* Для того, щоб його можна було швидко знайти, рекомендується повісити на найближчу стіну схему, яка кидається в очі.

*Виробниче обладнання.* Забарвлення пуско-зупиночних або аварійних пристроїв в яскраві кольори є настійною вимогою. Також рекомендується позначати фарбою місця, які потребують змазування або періодичного обслуговування, що полегшить виконання цих процедур і додасть їм функціональності.

*Трубопроводи і труби.* Якщо вони мають важливе значення або

призначені для транспортування небезпечних речовин, то найкращою порадою буде пофарбувати їх повністю. У деяких випадках буде досить нанести фарбою лінію по всій їх довжині.

*Сходи.* Для того щоб полегшити спуск, краще нанести фарбою на марш одну смугу замість декількох.

*Небезпеки.* Позначити кольором небезпеку слід лише там, де небезпека існує постійно. Це позначення буде більш ефективно, якщо буде зроблено відповідно до задалегідь обумовленого умовного забарвлення.

## 6. ВПЛИВ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ БУДОВИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я І БЕЗПЕКУ ПРИ ВИКОНАННІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Протягом усього свого життя людина існує в межах дуже обмеженого і активно захищає мого діапазону внутрішніх температур тіла. Максимально допустимі межі для життєздатних клітин: від  $0^{\circ}\text{C}$  (утворення кристалів льоду) до  $45^{\circ}\text{C}$  (теплова коагуляція внутрішньоклітинних білків); проте в короткі проміжки часу людина може переносити температуру тіла нижче –  $35^{\circ}\text{C}$  або вище  $41^{\circ}\text{C}$  (рис. 6.1).

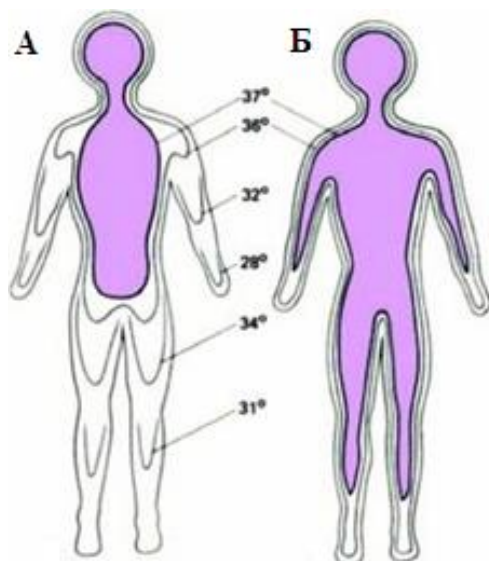


Рис. 6.1. Температура різних частин тіла людини в умовах холоду (А) та тепла (Б)

Щоб підтримувати температуру свого організму в цих межах, людина виробила дуже ефективні і в деяких відносинах дуже специфічні фізіологічні реакції, за допомогою яких вона зазвичай реагує на різкі перепади, пов'язані з сильним перегріванням організму. В основі цих реакцій, викликаних необхідністю купірувати, ініціювати або усувати перегрів організму, – механізм тонкої координації різних систем людського організму.

### 6.1. Тепловий баланс людини

Найпоширенішим і найбільш значущим способом передачі людському організму тепла є метаболічний. Навіть при пікових значеннях ККД в умовах механічного навантаження від 75 до 80% енергії, еквівалентній м'язовій роботі, яка здійснюється, вивільняється у формі тепла (рис. 6.2). У стані спокою рівень метаболізму  $300 \text{ мл O}_2$  в хвилину створює теплове навантаження приблизно в  $100 \text{ Вт}$ . В умовах стаціонарної і відносно стійкої роботи при споживанні кисню  $1 \text{ літр}$  за хвилину вивільняється близько  $350 \text{ Вт}$  тепла, тобто менше, ніж



потрібно для виконання будь-якого виду робіт. Навіть за такої помірної інтенсивності роботи температура людського організму через кожні 15 хвилин повинна була б підвищуватися приблизно на 1<sup>0</sup>С, якби не існувало ефективних засобів тепловиділення. Насправді найбільш розвинені у фізичному відношенні люди можуть протягом години виробляти теплоту в кількості, що перевищує 1200 Вт, не піддаючи себе небезпекам теплового удару.

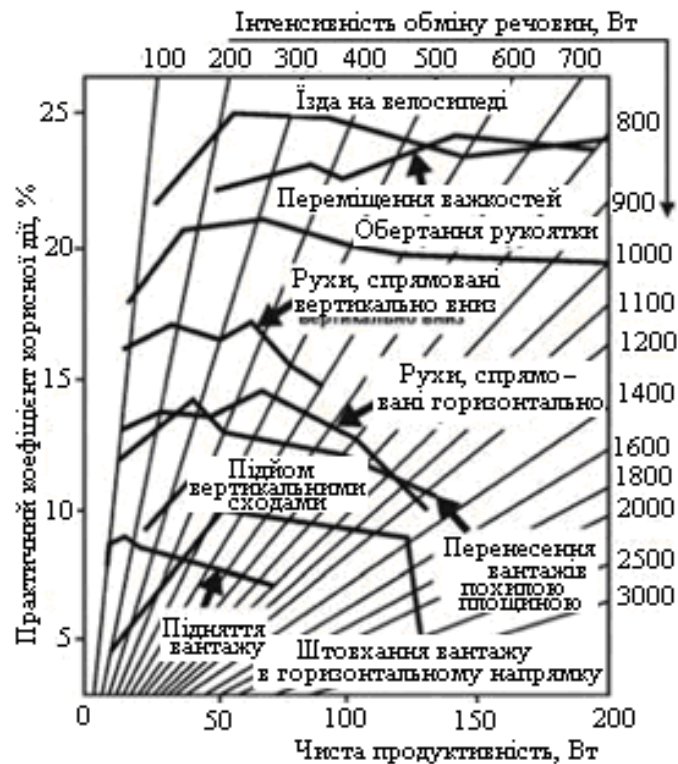


Рис. 6.2. Практичний коефіцієнт корисної дії при різних видах фізичної роботи

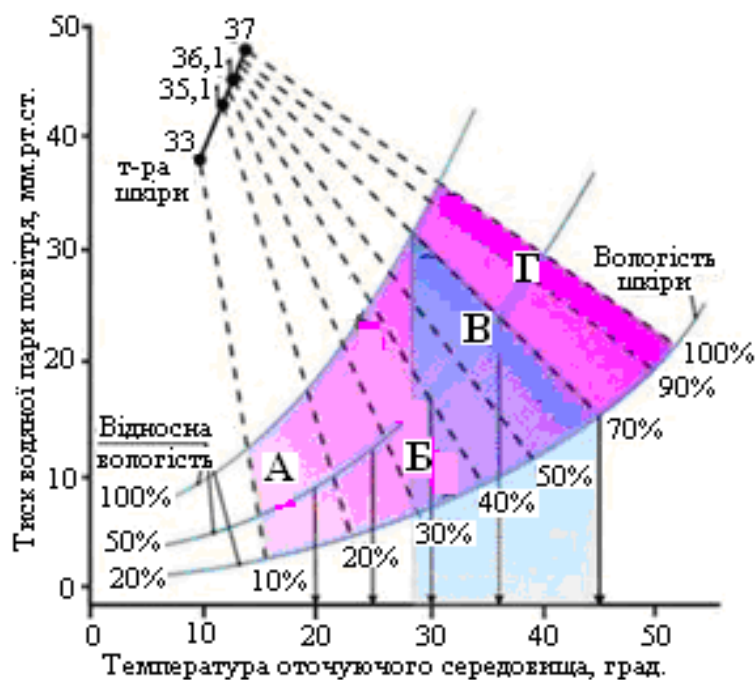


Рис. 6.3. Психометрична діаграма

(температура, відносна вологість та відчуття рівня комфортності: А – комфорт; Б – помірний дискомфорт; В – сильний дискомфорт; Г – граничний дискомфорт)

Кінцевий етап теплових втрат – випаровування – зазвичай найбільш важливий через те, що прихована теплота пароутворення поту висока і становить приблизно 680 Вт на 1 літр поту, що випаровується. За умови нульової терморегуляції приріст тепла збалансований тепловими втратами, теплота не зберігається, а температура тіла підтримується в рівноважному стані (рис. 6.3).

## 6.2. Температура тіла і її регуляція

Для опису фізіологічних реакцій на спеку і холод тіло людини умовно поділене на два компонента – «ядро» і «оболонка». Внутрішня температура ( $\tau_c$ ) представляє внутрішню або глибоку температуру тіла. Вона може бути виміряна перорально або в лабораторних умовах на стравоході або барабанній перетинці. Температура оболонки представлена середньою температурою шкіри ( $\tau_{sk}$ ). Середня температура тіла ( $\tau_t$ ) у будь-який час представляє середньозважену рівновагу:

$$\tau_t = k\tau_c + (1-k)\tau_{sk}, \quad (6.1)$$

де ваговий множник  $k$  змінюється приблизно від 0,67 до 0,90.

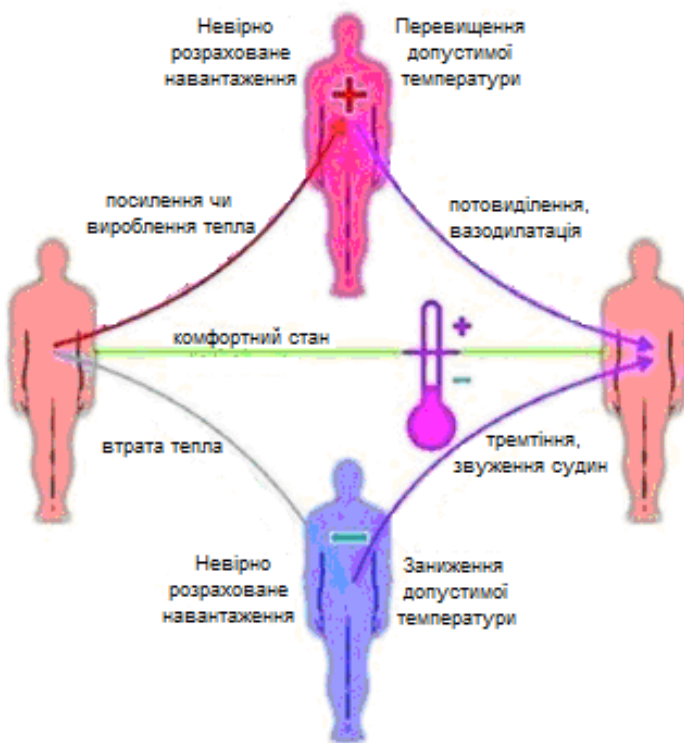


Рис. 6.4. Модель терморегуляції людського організму

Коли виникає загроза зриву терморегуляції (тепловий або холодний стрес), тіло людини прагне керувати температурою  $\tau_c$ , змінюючи фізіологічну настройку. У цьому випадку, щоб координувати управління,  $\tau_c$  забезпечує зворотний зв'язок з мозком. Хоча локальна та середня температура шкіри важливі для забезпечення введення сенсорної інформації,  $\tau_{sk}$  змінюється в залежності від температури навколишнього середовища. При порушенні терморегуляції вона встановлюється в середньому на позначці приблизно 33 °С і досягає 36-37 °С при важкій роботі в жарких умовах. Вона

може значно знижуватися, якщо переохолодженню піддається все тіло або окремі його частини. Дотикова чутливість виникає в інтервалі температур між 15 і 20 °С, в той час як критична температура для мануальної спритності встановлюється між 12 і 16 °С. Верхні і нижні порогові значення болю для

температури шкіри людини дорівнюють приблизно 43 °С і 10 °С відповідно.

Система управління тілом людини аналогічна терморегулюючій функції побутового термостата, який може як підігрівати, так і охолоджувати приміщення в будинку. Реакції з боку виконавчого елемента, який використовує тіло, щоб підтримувати тепловий баланс, відбуваються у відповідь на «відхиляючі навантаження», тобто температура тіла постійно коливається навколо якихось заздалегідь встановлених значень (рис. 6.4). Внутрішня температура нижче порогових значень терморегуляції організму створює розсіююче відхилення навантаження, приводячи до збільшення теплототоку (тремтіння, звуження судин на шкірі тіла тощо). Внутрішня температура вище порогових значень терморегуляції створює позитивне відхилення навантаження, приводячи до підключення елементів, відповідальних за теплові втрати (вазодилатація (розширення кровоносних судин за рахунок розслаблення м'язів) оболонки тіла, потовиділення). В кожному окремому випадку результуюча теплопередача зменшує відхилення навантаження і допомагає відновлювати температуру тіла до стійкого стану.

### **6.3. Температурна регуляція у жарких умовах**

Людина звільняється від надлишкового тепла шляхом теплопередачі в навколишнє середовище насамперед за допомогою таких засобів, як радіація, конвекція і випаровування. Щоб полегшити цей обмін, включені і регулюються дві первинні системи виконавчого механізму - вазодилатація оболонки тіла і потовиділення. Так як вазодилатація оболонки організму часто призводить до незначного збільшення теплових втрат завдяки радіації і конвекції, то це відбувається перш за все для того, щоб передати тепло від ядра до оболонки тіла людини (внутрішня теплопередача), в той час як випаровування поту забезпечує надзвичайно ефективний засіб охолодження крові до її повернення до глибоких тканин тіла людини (зовнішня теплопередача).

#### **6.3.1. Потовиділення**

У терморегуляції життєдіяльності людини беруть участь від 2 до 4 мільйонів екзокринних потових залоз, безладно і нерівномірно розкиданих по всій поверхні тіла. На відміну від апокринних потових залоз, які мають тенденцію до скупчень (на обличчі і руках, в осьових і статевих областях) і виділяють піт у волосяні фолікули, екзокринні залози виділяють піт безпосередньо на поверхню оболонки тіла. Цей піт без запаху, він безбарвний і відносно розбавлений або розчинений, тому що це – ультрафільтрат плазми. Таким чином, він має високу приховану теплоту пароутворення та ідеально задовольняє цілі охолодження.

Приклад ефективності цієї системи охолодження: працююча людина в перерахунку на кількість споживаного кисню в обсязі 2-3 літрів в хвилину виробляє в чистому вигляді метаболічної теплоти в кількості приблизно 640 Вт. Якби не було потовиділення, то температура тіла підвищувалася б на 1°С кожні 6-7 хвилин. При ефективному випаровуванні, що становить приблизно 16 г

поту за хвилину (розумна норма теплових втрат), виділення тепла може відповідати нормі, і внутрішня температура тіла може підтримуватися в рівноважному стані.

При нормальному потовиділенні охолодження внаслідок ефекту випаровування в кінцевому рахунку визначається градієнтом тиску водяної пари між вологою оболонкою і оточуючим її повітрям. Таким чином, висока вологість і щільний або водонепроникний одяг обмежують охолодження випаровуванням, в той час як сухе повітря, обвітрювання тіла і легкого пористого одягу повітрям полегшує випаровування. З іншого боку, якщо робота пов'язана з великими фізичними навантаженнями і супроводжується рясним потовиділенням, то охолодження випаровуванням може бути також обмежене здатністю тіла до потовиділення (не більше 1-2 літрів на годину).

### **6.3.2. Внесення змін в практику роботи**

Широко поширений метод внесення змін в практику роботи полягає в тому, щоб знизити усереднений за часом тепловий перегрів, зменшивши його величину до прийнятних значень. Цього можна досягти за рахунок скорочення фізичного навантаження на конкретного робочого і шляхом введення в практику роботи відповідних перерв на відпочинок для відновлення сил після теплового перегріву. Практично усереднене за часом метаболічне виділення тепла можна ефективно обмежити величиною приблизно в 350 Вт (5 кілокалорій за хвилину), тому що більш напружена робота стимулює фізичну втому і створює потребу у відповідних перервах на відпочинок.

Рівень індивідуальних зусиль робітників можна знизити, скоротивши до мінімуму такі види робіт, як підйом вантажів, пересування і навіть зміна ними незручних положень. Ці цілі можуть бути досягнуті, якщо оптимізувати виробничі завдання згідно ергономічних принципів, забезпечити працюючий персонал механічним оснащенням і встановити більш адекватний розподіл виробничих завдань з урахуванням новоприбулого робочого поповнення.

Найпростіша форма внесення змін до графіку повинна ґрунтуватися на принципах самостимуляції. Будівельні робітники, які виконують знайоме для них виробниче завдання в умовах помірного клімату, підлаштовуються під такий ритм роботи, при якому температурні показники тіла складуть приблизно 38°C; якщо при цьому у них відбудеться тепловий перегрів, вони мимоволі знизять темп роботи і почнуть виходити на перерви. Здатність свідомо і за власним вибором налаштуватися на певну продуктивність праці, ймовірно, залежить від того, чи розуміють вони природу своїх серцево-судинних напруг і втоми. Відчувати або виявляти підйом температури тіла вони не можуть; щоб оцінити незручності, пов'язані з тепловим перегрівом, вони будуть покладатися, скоріше, на вимірювання температури і вологості шкірного покриву.

Ще один спосіб внесення змін до робочого графіка – це виконання приписаних раніше циклів роботи і відпочинку, коли керівництво встановлює тривалість кожної робочої зміни, тривалість перерв на відпочинок і передбачуване число таких робочих циклів. На відновлення сил після теплового

перегріву потрібно значно більше часу, ніж на відновлення ритму дихання і частоти серцевих скорочень: зниження температури тіла до нормальних значень вимагає від 30 до 40 хвилин відпочинку в прохолодному і сухому приміщенні і значно більше часу, якщо відпочинок відбувається в жаркому приміщенні і в захисному одязі. Якщо мова йде про безперервний виробничий цикл, то в цьому випадку виробничий графік повинен складатися таким чином, щоб робочі зміни по черзі відпочивали, змінюючи одна одну, причому відновлення сил або сидяча робота повинні відбуватися в прохолодному приміщенні.

Для задоволення потреб людини в питній воді одного пиття води, щоб вгамувати спрагу, недостатньо. Більшості людей не знайоме почуття спраги до тих пір, поки вони не втратять 1-2 л води, а зайняті на важкій роботі люди можуть втратити навіть від 3 до 4 л поту, перш ніж нагальна спрага змусить їх припинити роботу і випити води. Як це не парадоксально, але зневоднення організму призводить до того, що здатність абсорбувати воду з шлунково-кишкового тракту скорочується. Тому робітники повинні навчитися мистецтву достатнього водоспоживання протягом робочого часу і щедрої повторної гідратації в позаслужбовий час. Їм потрібно також роз'яснити значення «попередньої гідратації», тобто споживання великої кількості води безпосередньо перед початком теплового перегріву, оскільки спека і фізичне навантаження заважають вивести надлишок води через сечу.

Керівництво підприємства повинно забезпечити на виробництві вільний доступ до питної води або іншим відповідним напоям, які стимулюють повторну гідратацію. Будь-яка фізична або адміністративна перешкода, що заважає вгамуванню спраги, буде посилювати «мимовільно» дегідратацію, що веде до захворювань від теплового перегріву:

- свіжа і смачна вода повинна бути у декількох кроках від кожного робочого місця або пропонуватися робочому кожну годину – більш часто в самих напружених ситуаціях;

- у резервуара з питною водою повинен стояти гігієнічний посуд для пиття, оскільки з водяного фонтанчика майже неможливо вгамувати спрагу;

- ємності з водою повинні стояти в затіненому місці або їх слід охолодити до 15-20<sup>0</sup>C (напої з льодом – аж ніяк не ідеальне рішення проблеми, через те що вони можуть ускладнювати процес всмоктування рідини).

Для поліпшення водоспоживання можуть використовуватися і ароматизовані речовини. Однак популярні напої, які «знімають» спрагу, споживати не рекомендується, через те що вони блокують всмоктування рідини перш, ніж завершиться повторна гідратація. З цієї причини краще запропонувати воду або розбавити нею напої, уникаючи при цьому води, яка насичена вуглекислотою, кофеїном або з великою концентрацією цукру чи солі.

#### **6.4. Температурна регуляція у холодних умовах**

Відмінною особливістю терморегулюючої реакції людини на холод є той факт, що в ній значно більше місця відводиться поведінці. Наприклад, у

порівнянні зі спекою в холодних умовах навколишнього середовища значно важливішу роль відіграє те, який одяг носить людина і які пози вона може приймати, щоб мінімізувати площу тепловтрат (скорочуватися, стискатися; згортатися калачиком тощо). Друга відмінність полягає в тому, що в період переохолодження гормони грають більш значущу роль, включаючи збільшену секрецію катехоламінів (норепінефріна і адреналіна) і гормонів щитовидної залози.

Розрізняють такі типи стресів від переохолодження:

- переохолодження усього тіла;
- переохолодження окремих частин тіла, в тому числі кінцівок, шкіри при охолодженні конвективним теплопереносом (охолодження вітром), шкіри при охолодженні кондуктивним теплопереносом (охолодження при поверхневому контакті) і дихальних шляхів.

Найімовірніше, що одночасно настає відразу кілька, якщо не всі види, переохолоджень. Оцінка стресів від переохолодження передбачає встановлення ризику настання одного або декількох наслідків. Табл. 6.1 може використовуватися в якості першої грубої класифікації ризиків. Після аналізу ситуації загальний висновок полягає в тому, що число стресів від переохолодження зростає в міру того, як скорочується рівень фізичної активності і зменшуються заходи щодо захисту від нього.

Таблиця 6.1

#### Наближена класифікація роботи в умовах холоду

Температура	Вид роботи	Тип переохолодження
10-20 <sup>0</sup> С	Сидяча, легка і тонка ручна робота	Охолодження усього організму, охолодження кінцівок
Від 0 до 10 <sup>0</sup> С	Сидяча, стаціонарна і легка робота	Охолодження усього організму, охолодження кінцівок
Від -10 до 0 <sup>0</sup> С	Легка фізична робота, робота з підйомно-транспортним устаткуванням і матеріалами	Охолодження усього організму, охолодження кінцівок, охолодження при зіткненні з поверхнями
Від -20 до -10 <sup>0</sup> С	Робота середньої важкості, перевезення металів і рідин, в умовах вітру	Охолодження усього організму, охолодження кінцівок, охолодження при зіткненні з поверхнями, конвективне охолодження
Нижче -10 <sup>0</sup> С	Усі види робіт	Усі типи переохолодження

#### 6.4.1. Звуження судин на шкірі

Ефективна стратегія проти переохолодження тіла від випромінювань і конвекції полягає в тому, щоб спробувати збільшити дієву теплоізоляцію оболонки людського тіла. У людини це досягається шляхом зменшення

поверхневого кровотоку до його шкіри, тобто звуженням шкірних судин. Звуження шкірних судин більш помітно виражене на кінцівках, ніж на тулубі людини. Подібно активній вазодилатації, звуження судин на шкірі також регулюється симпатичною нервовою системою. Крім того, воно піддається змінам з боку таких температурних показників, як  $t_c$ ,  $t_{sk}$  і місцева температура.

#### 6.4.2. Здригання і тремтіння

Якщо охолодження тіла не припиняється, то може бути задіяна другу оборонна лінія – здригання і тремтіння. Тремтіння шкіри - це випадкове, мимовільне скорочення поверхневих волокон м'язів, яке не обмежує теплових втрат, а скоріше збільшує вироблення теплової енергії. Через те, що подібні скорочення не супроводжуються ніякою діяльністю, то виробляється просто тепло. Під час інтенсивного тремтіння або здригання відпочиваюча людина може збільшувати виділення свого метаболічного тепла приблизно в тричотири рази і змінювати температуру свого тіла  $t_c$  на  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Команди на здригання і тремтіння виходять в основному зі шкірного покриву.

Хоча тремтіння в кожному окремому випадку викликається багатьма конкретними причинами (і в загальному пов'язано з перенесенням людиною холоду), існує один важливий фактор – ожиріння тіла. Людина з дуже невеликим підшкірним шаром жиру (2-3 мм) починає тремтіти вже після 40-хвилинного перебування при  $15^{\circ}\text{C}$  і 20-хвилинного перебування при  $10^{\circ}\text{C}$ . У той же час людина зі значно більшим шаром підшкірного жиру (11 мм) може взагалі не тремтіти при  $15^{\circ}\text{C}$ , а мурашки і тремтіння у нього на шкірі можуть з'явитися лише через 60 хвилин після перебування при  $10^{\circ}\text{C}$ .

#### 6.4.3. Застереження, пов'язані з роботою на холоді

Проблема підготовки для роботи на холоді відноситься головним чином до тих, хто не привчений до роботи в умовах холоду, або до тих, хто приїхав з регіонів з помірним кліматом. Перш за все необхідно знати, яких збитків може бути завдано холодом, а також як необхідно поводитися в тих чи інших випадках. Кожен, хто працює в зоні з холодним кліматом повинен бути ознайомлений з першими ознаками захворювань, особливо тих з них, які стосуються локальних ушкоджень (зміна кольору шкіри, поява болю тощо). Рекомендації щодо одягу мають особливе значення: наявність в ній повітряної подушки дозволяє відкоригувати рівень її теплоізоляції з таким розрахунком, щоб енергетичну витрату збалансувати з зовнішньою напругою, що йде від несприятливих факторів навколишнього середовища. Вологі предмети одягу повинні бути висушені (від дощу, поту і т.п.). Максимум уваги потрібно приділити захисту рук і ніг (ніяких тугих пов'язок або відкритих незахищених місць, своєчасна зміна шкарпеток (не менше двох або навіть трьох разів на день) з причини їх запотівання). Через ризик обмороження слід уникати прямого контакту з усіма остудженими металевими предметами. Одяг повинен мати гарантований теплозахист від холоду, перевірятися перед виходом з приміщення на холод. Необхідно також пам'ятати про правила харчування в

умовах холодного клімату (з усією необхідною увагою ставитися до споживання теплокалорій і потребам гідратації). Вживання алкоголю (спирту), кофеїну і нікотину потрібно заборонити.

Робітники не повинні близько підносити до свого рота рукавички, щоб нагріти їх, інакше вони перетворяться у льодяники. Нарешті, повинні бути надані рекомендації щодо поліпшення фізичної підготовки. Хороший рівень фізичної підготовки на відкритому повітрі дозволяє навіть в найсуворіших умовах зберегти не тільки більший термогенез, але і відносно велику ступінь фізичної витривалості, що само по собі є сприятливим фактором через додаткові втрати енергії, пов'язані з фізичною активністю на холоді.

Люди середнього віку повинні залишатися під пильним наглядом, тому що вони більш сприйнятливі до обмороження через стан судинної системи. Підвищена втома і сидяча робота збільшують ризик захворювань. Люди з деякими медичними діагнозами (холодна кропив'янка, хвороба Рейно, стенокардія, попереднє обмороження) повинні уникати надмірного переохолодження.

#### **6.4.4. Зміни в постановці завдань, які виконуються в умовах холоду**

У зоні холодного клімату значно змінюються і робочі завдання. Вага одягу, перенесення окремих матеріалів і елементів конструкцій, обладнання та потреба в перетині важкопрохідних ділянок збільшують м'язову енергію, що витрачається для фізичних зусиль. Крім того, одяг ускладнює рух, координацію і фізичну вправність. Поле зору часто обмежене носінням захисних головних уборів. Радіус (дальність) огляду зменшується до 6 м, коли температура сухого повітря опускається нижче  $-18^{\circ}\text{C}$  або коли піднімається вітер. У снігопад або туман видимість може бути нульовою. Незграбні рукавиці ускладнюють виконання деяких завдань, що вимагають тонкої роботи. Через конденсацію прилади та інструменти часто вкриваються кригою; якщо спробувати взяти їх оголеними руками, руки можна відразу ж відморозити. Структурний дизайн одягу, призначеного для носіння в умовах надзвичайно низьких температур, в разі потреби змінюється, тому що крига, що утворюється від заморожування укупі з конденсацією, часто блокує застібки-блискавки.

Таким чином, для оптимального виконання завдань в умовах холодного клімату потрібні кілька різних типів комплектів одягу; надійний теплозахист кінцівок; заходи проти конденсації вологи всередині одягу і на приладах. Виконання робочих завдань повинно здійснюватися як послідовність простих завдань: якщо роботу можна виконати силами двох груп, то так і слід чинити – одна працює, а інша в цей час зігрівається. У холоді слід уникати бездіяльності, роботи в самотності і далеко від комунікацій. Запобігти випадкам обмороження може хороша професійна підготовка, володіння усією інформацією про навколишнє середовище, загальна підготовка (фізична форма, харчування, навчання адаптивним механізмам), необхідні комплекти спецодягу і постановка відповідних завдань. У разі травми потерпілому потрібно швидко надати допомогу і негайно обробити уражену ділянку.



## 6.5. Різноманітний одяг

Теплозахист комплектів спецодягу в великій мірі залежить від її дизайну. До параметрів, які впливають на теплозахист одягу, відносять число набивальних шарів, вирізи, зручність носіння, розподіл теплозахисного шару по тілу і незахищеним частинам шкірного покриву. Важливі також деякі властивості матеріалу, такі як повітропроникність, коефіцієнти відбиття випромінювань і якість поверхневих покриттів. Крім того, ефективність теплозахисного шару залежить також від знімання тепла вітром і роду діяльності. Чи можна дати адекватний опис одягу з метою передбачення ступеня її комфортності і можливості переносити в ній спеку або холод? Було проведено безліч експериментів, в яких були задіяні різні технології і підходи. Більшість оцінок систем теплозахисту було проведено в розрахунку на повні комплекти спецодягу. Вони стосувалися тільки статичних умов носіння одягу всередині приміщень (без урахування будь-яких рухів випробовуваних манекенів або впливу вітру), тому що надані дані вивчалися стосовно «теплових манекенів». Робота з людьми є трудомістким процесом, при цьому одержувані результати в багатьох випадках погано узгоджуються. Починаючи з середини 1980-х р. були задіяні і постійно використовувалися в роботі надійні динамічні манекени. Крім того, вдосконалені методи вимірювань дозволили провести більш точні експерименти за участю людини. Питання, яке все ще не до кінця вирішене, - це належне включення в сферу оцінок проблеми випаровування поту. Манекени, які можуть потіти - досі велика рідкість, тим більше важко уявити собі реальний графік їх потовиділення на різних ділянках шкірного покриву. Люди потіють не постійно.

### 6.5.1. Чисельний вираз теплозахисту одягу

Теплозахист одягу  $I_{cl}$  виражається в  $\text{м}^2\text{К/Вт}$ . Часто значення  $I_{cl}$  виражено в одиницях  $clo$  (нестандартна міжнародна одиниця). Одна одиниця  $clo$  дорівнює  $0,155 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ . Використання одиниці  $clo$  неявно означає, що це стосується тіла у всій його сукупності і, отже, має на увазі теплоперенос і з відкритих частин тіла.

$I_{cl}$  змінюється під впливом руху і вітру, і після внесення корекції результат називається результуючою теплоізоляцією. Це популярний, але не загальноприйнятий термін.

У табл. 6.2 наведені приклади основних параметрів теплоізоляції, розрахованих для типових комплектів одягу. Значення цих параметрів повинні бути відкориговані з поправкою на рух тіла і знімання тепла вітром. Як правило, значення даних показників для тіла в стані спокою також потребують додаткового коригування. При виконанні робіт, які не потребують значного фізичного навантаження, значення цих факторів скорочуються на 10%, при більш високих рівнях активності скорочення цих же показників становить 20%.

Рівень теплозахисту кращих зразків спецодягу відповідає 3-4 одиницям  $clo$ . Коли наявний комплект одягу не забезпечує достатньої теплоізоляції,

робиться перерахунок часу виходячи з реальних умов. Цей термін визначається різницею між необхідним рівнем теплоізоляції одягу і цим же показником в пропонованому комплекті. Оскільки не вдається досягти повного рівня теплозахисту, термін ефективного використання одягу розраховується на основі прогнозованого скорочення теплообміну організмом. Таким же чином може бути розрахований і час відновлення організмом рівня теплообміну.

Таблиця 6.2

**Приклади основних значень теплоізоляції одягу ( $I_{cl}$ )**

Комплекти одягу	$I_{cl}$ ( $m^2K/Wt$ )	$I_{cl}$ ( <i>clo</i> )
Шорти, сорочка з коротким рукавом, добре підігнані штани, довгі шкарпетки, черевики	0,08	0,5
Труси, сорочка, добре підігнані штани, шкарпетки, черевики	0,10	0,6
Труси, робочий комбінезон, шкарпетки, черевики	0,11	0,7
Труси, сорочка, робочий комбінезон, шкарпетки, черевики	0,13	0,8
Труси, сорочка, штани, блуза, шкарпетки, черевики	0,14	0,9
Шорти, нижня сорочка, труси, сорочка, робочі халати, довгі шкарпетки, черевики	0,16	1,0
Труси, нижня сорочка, сорочка, штани, сорочка, жилет, шкарпетки, черевики	0,17	1,1
Труси, сорочка, штани, сорочка, робочий комбінезон, шкарпетки, черевики	0,19	1,3
Нижня сорочка, труси, утеплені штани, утеплена сорочка, шкарпетки, черевики	0,22	1,4
Шорти, футболка, сорочка, добре підігнані штани, теплозахисний комбінезон, довгі шкарпетки, черевики	0,23	1,5
Труси, нижня сорочка, сорочка, штани, джемпер, куртка, шапка, рукавички, шкарпетки, черевики	0,25	1,6
Труси, нижня сорочка, сорочка, штани, джемпер, куртка, робочі штани, шкарпетки, черевики	0,29	1,9
Труси, нижня сорочка, сорочка, штани, джемпер, куртка, робочі штани, шкарпетки, черевики, шапка, рукавички	0,31	2,0
Нижня сорочка, труси, утеплені штани, утеплена сорочка, робочі штани, куртка, шкарпетки, черевики	0,34	2,2
Нижня сорочка, труси, утеплені штани, утеплена сорочка, робочі штани, шкарпетки, черевики, шапка, рукавички	0,40	2,6
Нижня сорочка, труси, утеплені штани, утеплена куртка, робочі штани і куртка на хутрі, шкарпетки, черевики, шапка, рукавиці	0,40-0,52	2,6-3,4
Одяг в північному виконанні	0,46-0,70	3-4,5

Джерело: Зміни до міжнародного стандарту ISO / TR-11079, 1993 р.

### 6.5.2. Прилягання одягу до тіла

Сумарна величина теплообміну тіла включає теплоту, яка переноситься з відкритих ділянок шкірного покриву (зазвичай це голова і руки), і теплоту, що проходить крізь одяг. Оцінка внутрішньої теплоізоляції проводиться в розрахунку на повну площу шкірного покриву, а не тільки закритої його частини.

Теплоперенос з відкритих частин тіла завжди перевищує тепловіддачу із закритих ділянок шкіри і, отже, має великий вплив на загальну теплоізоляцію. Цей ефект ще більш помітний, якщо збільшується швидкість вітру. На рис. 6.5 показано, як внутрішня теплоізоляція послідовно зменшується через кривизни форм тіла (зовнішні шари менш ефективні, ніж внутрішні), відкритих частин тіла (додатковий шлях для теплообміну) і збільшеної швидкості вітру (менша теплоізоляція особливо відкритої ділянки шкіри). У комплектах спецодягу з щільним і товстим набиванням утеплювача відбувається ще більш помітне падіння рівня теплоізоляції.

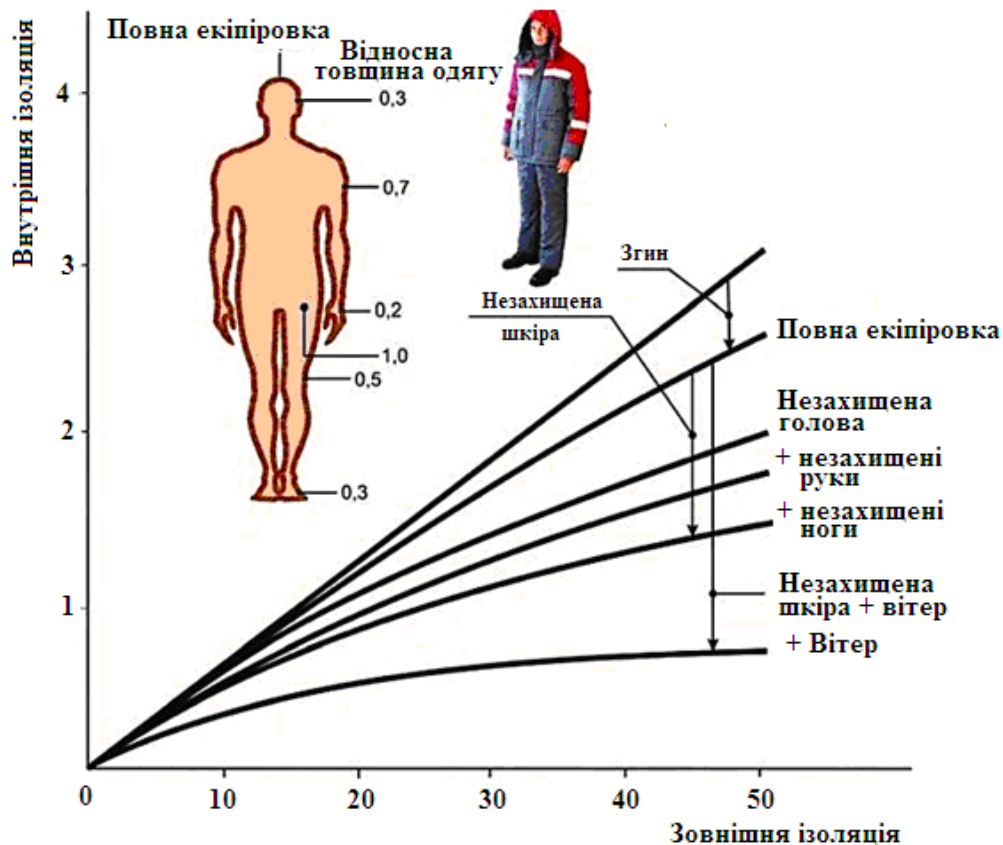


Рис. 6.5. Внутрішній теплозахист організму: вплив згинів тілу, оголеної шкіри і швидкості повітряних потоків

### 6.5.3. Вентиляція одягу

Повітряна подушка всередині комплекту одягу схильна до різного роду змін при пересуванні об'єкта в просторі і під впливом руху в ньому повітря, але не в такій мірі, як суміжний шар оточуючого її повітряного середовища. Вітер вентилює одяг через повітря, що проникає крізь тканину і вирізи, в той час як

пересування в просторі збільшує внутрішній кровообіг в організмі. Тепловиділення від руху робітника у спецодязі - сильніший чинник, ніж втрати тепла від переміщення в суміжному повітряному шарі. Це залежить в значній мірі від повітряної проникності тканини. Для сильно повітропроникних тканин теплові зміни на вітрі бувають досить значними. Загальну вентиляцію можна виразити як функцію швидкості реального вітру і повітропроникності (рис. 6.5).

## **7. ВПЛИВ УМОВ ПРАЦІ НА ЗДОРОВ'Я РОБІТНИКІВ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ В БУДІВНИЦТВІ ТА НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУДІНДУСТРІЇ**

Роботи, що виконуються на будівельному майданчику (земляні, фундаментні, монтаж різних видів будівельних конструкцій, оздоблювальні та ін.) на підприємствах будіндустрії (виготовлення арматури, залізобетонних конструкцій тощо) в значному ступені вирізняються тим, що вони виконуються не на постійних робочих місцях, а працівник зазвичай постійно переміщується, фізичні навантаження постійно змінюються, що в певній мірі впливає на розвиток різних захворювань опорно-рухової системи.

Захворювання опорно-рухової системи, викликані роботою, є основною причиною отримання людьми непрацездатності в робочий період життя. Вони можуть бути викликані частою роботою, що вимагає навантаження на тіло, наприклад:

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| - обхват;                        | - підйом;                      |
| - робота в незручних положеннях; | - повторювані рухи;            |
| - нахил;                         | - скручування;                 |
| - робота на колінах;             | - необхідність дотягуватися до |
| - застосування сили;             | об'єкта роботи;                |
| - робота над головою;            | - робота на вприсядки.         |

Найкращий спосіб скоротити захворювання опорно-рухової системи, викликані роботою, - застосовувати принципи ергономіки при проектуванні інструментів і обладнання, створенні будівельних матеріалів і розробці робочих процесів.

Прості зміни можуть суттєво поліпшити ситуацію. Застосування ідей ергономіки при удосконаленні інструментів, обладнання, матеріалів або робочих процесів скорочує контакт робітників з тими факторами, які можуть викликати захворювання. Коли на робочому місці або будівельній ділянці вводяться ергономічні зміни, вони завжди повинні супроводжуватися навчанням робітників застосуванню нових методів і роботі з обладнанням.

Багато західних експертів з ергономіки рекомендують роботодавцям та їх об'єднанням розробити власні ергономічні програми з метою аналізу факторів ризику на робочому місці і вироблення рішень щодо їх мінімізації. Ці програми можуть бути частиною загальної програми забезпечення здоров'я і безпеки на робочому місці, а можуть формуватися окремо. Ергономічна програма може стати цінним інструментом зниження захворюваності, поліпшення морального

стану робітників і зменшення витрат на лікування.

*Термінова ергономічна програма* може знадобитися, якщо на ділянці (підприємстві):

- дані про тимчасову непрацездатність говорять про збільшення захворювань рук, передпліч, плечей; попереку; розвитку кистьового тунельного синдрому;

- робочі часто скаржаться на те, що деякі робочі операції викликають біль, хворобливі відчуття або чутливість, особливо якщо ці симптоми не зникають після нічного відпочинку;

- завдання виробництва вимагають докладання зусиль, повторюваних рухів, підйому вантажів, підйому над головою, застосування віброуючого обладнання або роботи в незручній позі, наприклад, підйом рук, нахил вперед, робота на колінах.

*Ефективні програми ергономіки* включають такі елементи:

- зобов'язання роботодавця щодо робочого часу, персоналу та технічних ресурсів;

- відповідальна за програму особа уповноважена приймати рішення і вносити зміни;

- чітко визначена адміністративна структура;

- система ідентифікації та аналізу факторів ризику;

- система розробки, створення і впровадження змін (наприклад, застосування нового обладнання):

- навчання робітників і керівників усіх ланок;

- медична допомога хворим;

- забезпечення якісної звітності із захворюваності;

- регулярна оцінка ефективності програми.

## **7.1. Ергономічні рішення при роботі на рівні землі або підлоги**

Деякі робочі операції передбачають роботу на рівні землі або підлоги. Наприклад, доводиться нахилитися або вставати на коліна при влаштуванні плиткових підлог, дерев'яних настилів або різноманітних підлогових покриттів. Нахили, робота на колінах або на вприсядки може викликати біль в попереку або колінах. Згодом може розвинутися серйозна хвороба м'язів або суглобів.

Ризик зростає, якщо працівник нахилиється або стоїть на колінах часто або протягом тривалого часу. Ситуація ускладнюється, якщо при цьому необхідно повертати корпус. У цих положеннях важче виконувати роботу. Нахилиючись або стоячи на колінах, працівник не може підняти, зрушити або потягнути на себе тягар, не навантажуючи своє тіло.

*Деякі види захворювань, які можуть виникнути внаслідок роботи на рівні підлоги.*

Поперек. Хребет людини простягається від верхньої частини шиї до попереку. Він складається з безлічі кісток, що називаються хребцями, накладених один на один. Між хребцями знаходяться суглоби і диски. Вони забезпечують гнучкість спині, дозволяючи їй рухатися (рис. 7.1).

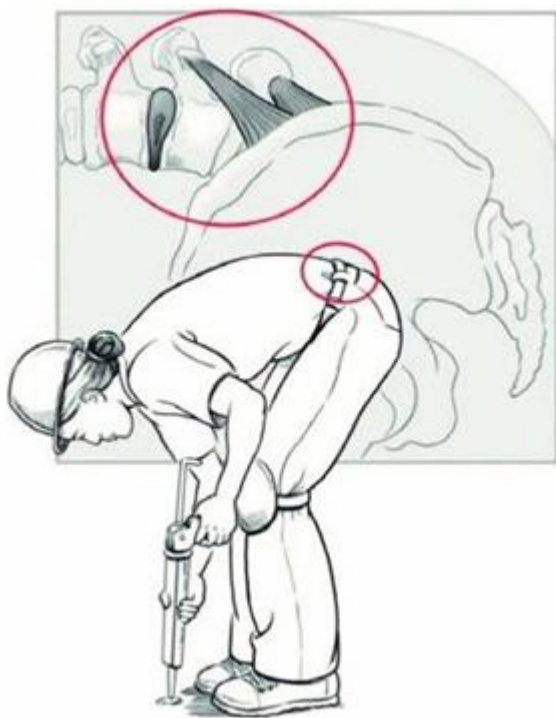


Рис. 7.1. Поперек

Гнучкість дискам забезпечує желеподібна речовина, що міститься всередині. Коли робітник нагинається вперед, м'язи спини напружуються, і зв'язки (довгі волокна, які підтримують м'язи спини) скорочуються і розтягуються, а диски стискаються. У цьому стані вони можуть тиснути на різні ділянки хребта, включаючи нервові волокна. Це може викликати біль у спині. Якщо нахили вперед відбуваються постійно з року в рік, диски слабшають, що може викликати їх розрив (або утворення грижі).

Поворот корпусу при нахилі створює ще більше навантаження на диски, хрящі і зв'язки, особливо якщо робітник намагається підняти, зрушити або тягнути, вантаж.

Коліна. Колінні м'язи пов'язані з ногою сухожиллями (рис. 7.2). Між ними і кістками знаходяться мішечки з рідиною, що називаються бурса. Вони забезпечують змащення коліна, тому воно вільно рухається. Постійне навантаження на коліна тисне на бурсу, викликає набрякання, ущільнення і запалення (бурсит). Таке навантаження може викликати біль, запалення сухожиль (тендиніт).

Робочі операції, що вимагають частої роботи в нахиленому положенні, на вприсядки або на колінах, збільшують ризик розвитку бурситу, тендиниту або артриту колін. Ризик виникнення артриту зростає у робочих, у яких вже є проблеми з колінами, і вони продовжують працювати в такому положенні.

Уникнути роботи на рівні підлоги в будівництві неможливо, але можна змінити спосіб її виконання, знизивши небажане навантаження на тіло. Існують рішення, що знижують навантаження на шию, коліна і інші частини тіла, які можуть також зменшити частоту і тривалість такого впливу. Багато з цих рішень можуть також мінімізувати вплив інших потенційно небезпечних факторів і збільшити продуктивність праці.

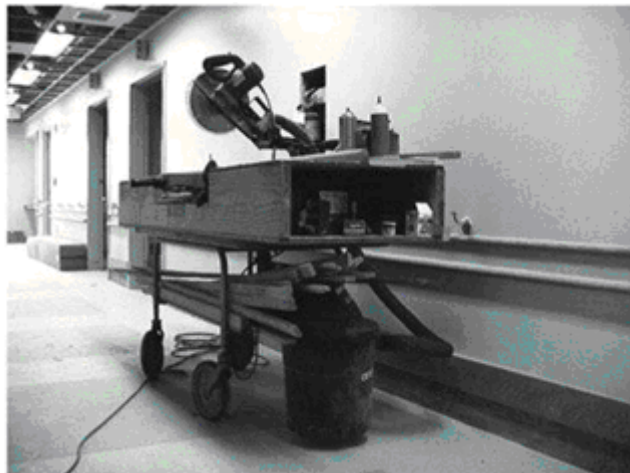


Рис. 7.2. Коліна

### 7.1.1. Заміна матеріалів або методів роботи

Одне з найбільш ефективних рішень може складатися у використанні будівельних матеріалів, виробів або методів роботи, які є менш трудомісткими; таким чином, операція займає менше часу, і робітник нахиляється або стоїть на колінах протягом більш короткого періоду. Оскільки при цьому може порушуватися питання вартості робіт, умов підяду та інжинірингу, сам робочий або субпідрядник зазвичай не може приймати рішення одноосібно. Зміни можуть зажадати узгодження з архітектором, головним інженером проекту, забудовником або генпідрядником.

Однак самі робітники часто можуть змінити спосіб виконання роботи. Іноді людей змушує працювати на підлозі лише те, що це єдина доступна велика пласка поверхня. Підлога використовується в якості верстата при складанні конструкцій, змішуванні розчинів і барвників та інших операціях. Це загальноприйнята практика, наприклад, при складанні протяжних металевих повітропроводів або арматурних каркасів, при сантехнічних роботах. При цьому зростає число нахилів і частота випадків роботи на колінах. Замість того щоб нахилитися до підлоги, можна спробувати перемістити об'єкт на рівень поперек за допомогою монтажного столу або іншого доступного обладнання. Можна зробити подобу верстата з підручних матеріалів або пристосувати інше подібне обладнання (рис. 7.3).



*Рис. 7.3. Приклад переобладнаної під робочий стіл лікарняного візка*

### 7.1.2. Правильний підбір інструментів або обладнання

Використання інструментів з телескопічними або спеціально подовженими ручками дозволяє стояти прямо при виконанні роботи на рівні підлоги. Підрядники в силах ввести правила, що пропонують використання лавок, столів або спеціальних риштувань для переміщення об'єкта роботи на рівень поперек, щоб робітникам не було необхідно нахилитися або стояти на колінах. Правила також можуть наказувати зберігання матеріалів вище рівня підлоги. Можна ввести тимчасові обмеження на тривалість безперервної роботи на рівні підлоги. Якщо неможливо виключити роботу на колінах на твердій поверхні, слід використовувати наколінники чи інший тип захисту. Політика проведення

навчання персоналу питанням ергономіки може допомогти робітникам швидше ідентифікувати потенційні проблеми і знайти ефективні рішення.

### 7.1.3. Кріпільні інструменти, що дозволяють зменшити обсяг роботи в зігнутому положенні

При роботі на рівні підлоги або землі робочі часто користуються шурупвертом або іншим кріпильним інструментом, працюючи з яким вони нахилиються, стоять на колінах або сидять на вприсядки протягом тривалого часу. Періодична робота в цих положеннях може викликати втому, біль і травму. Поперек і коліна - зони підвищеного ризику розвитку захворювання м'язів або суглобів при знаходженні в похилому положенні, положенні на колінах або на вприсядки протягом тривалого часу. Ризик значно зростає, якщо в такому положенні необхідно піднімати або пересувати вантаж.

Використання шурупверта з системою автоматичної подачі шурупів (рис. 7.4) (і довгою ручкою, що дозволяє працювати в положенні стоячи. Робота стоячи забезпечує нейтральне положення хребта і колін, мінімізує навантаження і м'язову втому. Багато інструментів для роботи стоячи оснащені телескопічною ручкою, щоб забезпечити, зручність людям різного зросту. Інструменти з запальним порошковим приводом (монтажні пістолети) (рис. 7.5) можуть бути використані тільки з ручками, поставленими виробниками.

Шурупверт з подовженою ручкою і з автоматичною подачею шурупів можна використовувати при закріпленні підкладок, фальш підлог і дерев'яних настилів; при виготовленні опалубки і для інших робіт з типом кріплення «дерево-дерево». Можна використовувати його і при монтажі гіпсокартонних перегородок. Шурупи в таких пістолетах подаються спеціальною подаючою стрічкою. Завантаження їх відбувається в лічені секунди, при цьому не треба нагинатися, нові моделі розроблені таким чином, що не відбувається защемлення шурупів, як це було на старих моделях. Є моделі з ручкою фіксованої довжини або телескопічною ручкою. На деяких моделях ручка знімна, що дозволяє застосовувати пістолет окремо від неї при роботі на стінах.



Рис. 7.4. Шурупверт з автоматичною подачею шурупів



Рис. 7.5. Монтажні пістолети з порошковим запальним приводом

Кріпильні інструменти з порошковим запальним приводом, оснащені вертикальною ручкою, можуть використовуватися для кріплення металевих



елементів до бетонного покриття при складанні внутрішніх сталевих каркасів, для кріплення фанери на бетонну основу як основи для дерев'яних і паркетних підлог, для кріплення дощок до бетону та кам'яної кладки і для кріплень типу «сталь в сталь». Це швидкі, надійні, ефективні методи кріплення, що застосовуються незалежно від погодних умов. Для установки кріплень використовується вибуховий заряд калібру 6,8 мм. Кріпильні елементи виготовлені із загартованої сталі і представляють собою сталевий дюбель, який надійно тримається в матеріалі основи. Немає необхідності попередньо свердлити отвори. Глибина проникнення може варіюватися в залежності від завдання. При роботі з таким інструментом рекомендується використовувати захисні навушники або спеціальні вкладиші у вуха.

Робітники, які проводять менше часу в зігнутому положенні або на колінах, піддаються меншому ризику розвитку захворювань попереку і колін. Продуктивність праці також значно збільшується. Дослідження показали, що шуруповерти з автоматичною подачею шурупів працюють у 2 рази швидше, ніж традиційні. І шуруповерти з довгими ручками, і монтажні пістолети були значно вдосконалені в порівнянні з часу їх появи: зараз вони більш надійні і прості у використанні. Шурупи дорожче цвяхів і тому можуть бути неефективні з точки зору витрат для деяких видів робіт. Проте застосування шурупів підвищує якість будівництва в певних видах робіт, як, наприклад, при влаштуванні чорних підлог.

#### 7.1.4. Віброрейки для бетону

При вирівнюванні бетону вручну доводиться працювати в зігнутому положенні, крім того доводиться прикладати великі зусилля, щоб протягнути рейку свіжим бетоном (рис. 7.6). Передпліччя і плечі знову і знову витримують великі навантаження. Часте або тривале виконання цієї роботи збільшує ризик виникнення втоми і болю. Основне навантаження припадає на спину, коліна, руки, передпліччя і плечі, що може призвести до серйозних захворювань м'язів або суглобів.



*Рис. 7.6. Вирівнювання бетону вручну*



*Рис. 7.7. Автоматизоване вирівнювання бетону*

Користуючись віброрейкою, можна працювати стоячи прямо, а

управління нею набагато легше, ніж ручною. Цей тип рейки виключає роботу в зігнутому положенні і необхідність в повторюваних рухах плечей і передпліч (рис. 7.7).

Віброрейка складається з полотна або плуга, що ковзає бетоном, одного або двох бензинових двигунів, що створюють вібрацію, металевої підтримуючої станини і ручок для управління. Найкращі результати досягаються на невеликих і середніх об'єктах.

Віброрейка може зменшити ризик виникнення захворювань м'язів або суглобів, значно скорочує фізичні зусилля людини в порівнянні з вирівнюванням вручну і виключає часту і тривалу роботу в зігнутому положенні. Для переміщення полотна рейки по бетону потрібно лише незначне зусилля.

Існують і застереження. При прокладанні труб для електро- і водопостачання в тілі бетону може знадобитися ручне вирівнювання. Переносити віброрейку з захватки на захватку вручну може бути важко. Її вага з одним двигуном становить 20-25 кг, піднімати і нести її досить незручно. У деяких моделях віброрейок передбачено швидке від'єднання плуга, що полегшує її переміщення.

Вібрація також може являти собою проблему. Важливо забезпечити, захист робітників від вібраційного синдрому рук–передпліч, нервових розладів, які можуть спричинити за собою втрату працездатності. У США проводилися виміри рівнів вібрації на трьох типах віброрейок. На двох з них бензиновий двигун розташовувався в нижній частині рами над плугом. У третій він перебував на одинарному валу, і оператор постійно тримав його під двигуном. Рівні вібрації для перших двох типів з двигуном в нижній частині були нижче рекомендованих. Третя рейка створювала набагато більшу вібрацію, яка перевершувала рекомендовані рівні. Більш високі рівні вібрації очікуються в тих випадках, коли двигун з'єднаний з рамою або валом, які повинен тримати оператор.

### **7.1.5. Інструменти для в'язки арматури**

Робітники-арматурники скріплюють арматуру в'язанням дротом вручну плоскогубцями і спеціальними гачками (рис. 7.8). Ця робота вимагає повторюваних рухів руки і передпліччя і великих зусиль. Якщо необхідно скріпляти арматуру на рівні підлоги то тіло ще і нахилене вперед. Кріплення арматури вручну підвищує ризик розвитку захворювань руки і зап'ястя через великі зусилля, які потрібно прикладати для обхвату плоскогубців або гачка, швидких рухів рук при закладці і закручуванні дроту. При роботі на рівні підлоги з'являється небезпека розвитку хвороб попереку, пов'язаних з частими і тривалими нахилами.

Зараз існують як механічні, так і електричні інструменти для в'язки арматури (рис. 7.9). Електричні інструменти автоматично закріплюють арматуру і дріт. Їх можна використовувати там, де потрібна просте кріплення типу «wrap and twist» («обмотай і закрути»). Однак вони не забезпечують

надійності кріплень типу «сідло» або «вісімка».

Багато фірм пропонують приводні інструменти для зв'язування арматури. В одних моделях потрібно натиснути важіль, і інструмент подає дріт до арматури, закручує і відрізає її. Такі моделі не призначені для роботи стоячи, але вони можуть оснащуватися довгими ручками.

Інша модель – приводний інструмент для роботи стоячи, оснащений крученим пружинним дротом, що скріплює арматуру. Інструмент автоматично «закручує» плоский витий дріт навколо пересічних частин арматури. Цей інструмент був розроблений з використанням принципів ергономіки.



*Рис. 7.8. В'язання арматури вручну*



*Рис. 7.9. В'язання арматури за допомогою інструменту*

У дослідженнях Асоціації будівельної безпеки, Онтаріо (Канада), було проведено порівняння роботи вручну і з використанням однієї з моделей електроприводного інструменту. Вони показали, що застосування електроінструменту може значно знизити ризик розвитку захворювань рук, зап'ястя і попереку. Було також зафіксовано збільшення продуктивності: приводний інструмент скріплює арматуру в два рази швидше в порівнянні з роботою вручну.

#### **7.1.6. Пересувні платформи для колін**

При виконанні багатьох будівельних операцій доводиться часто нахилитися, сидіти навпочіпки або стояти навприсядки, оскільки багато видів робіт виробляються на рівні підлоги (рис. 7.11). При роботі на колінах вони піддаються безпосередньому сильному тиску, при роботі навприсядки навантаження припадає на сухожилля, зв'язки і хрящі колінних суглобів. Часта

або тривала робота в будь-якому з цих положень може призвести до захворювань колін, включаючи остеоартрит.

Робота на колінах означає велике навантаження на коліна, плечі, передпліччя і шию. Хороший наколінник зменшить навантаження на колінну чашечку за рахунок перерозподілу сили. При роботі правою рукою ліва використовується як опора, і навпаки. А це означає велике навантаження на ліву (праву) руку і передпліччя. Вся верхня частина тіла утримується однією рукою.

Голова при цьому перебуває тривалий час в положенні нахилу назад. Це означає статичне навантаження на плечі і шию. Тому робота на колінах те саме що робота вище рівня плечей, але для шиї і опорної руки вона ще більш напружена, ніж при роботі стоячи (рис. 7.10).



Рис. 7.10. Рекомендації Центру ергономіки Galaxen, Швеція

Коли робота вимагає частого знаходження на колінах або навпочіпки, пересувна платформа для колін з опорою для грудей дозволить знизити навантаження на коліна, щиколотки і попереk.



Рис. 7.11. Робота на колінах



Рис. 7.12. Укладання плитки за допомогою пересувної платформи для колін з опорою для грудей

Пересувні платформи можуть бути оснащені змінними сидіннями і м'якими підкладками для колін (рис. 7.12). Вони дуже низькі, висота роликів

становить 5-8 см. М'які опори для колін, як звичайні подушки, зменшують тиск на них. Деякі моделі оснащені м'якими регульованими опорами для грудей. Це зручно при тривалому виконанні роботи на рівні підлоги, наприклад, укладання плитки та ремонті бетонної основи.

Платформи забезпечують підтримку тіла, коли робота проводиться в незручних положеннях або тих, що викликають напругу. Вони знижують навантаження на коліна і попереk і допомагають запобігти серйозним проблемам з м'язами і суглобами. Оскільки робота завдає менше дискомфорту і больових відчуттів, продуктивність зростає.

Платформи дозволяють переміщатися більш швидко і легко, а також розміщувати на них інструмент. Ці пристосування можуть дозволити працівникам, які вже мають захворювання, повернутися до роботи, оскільки вони знижують навантаження на попереk і коліна.

### 7.1.7. Регульовані риштування для мулярів

Мулярам часто доводиться нагинатися, щоб взяти цеглу, блок або розчин. Ця робота передбачає велику кількість нахилів і поворотів корпусу. Кількість і глибина таких нахилів зростає, якщо матеріали знаходяться нижче рівня стегна або сама кладка виробляється нижче цього рівня (рис. 7.13). Часті нахили викликають втому і створюють навантаження на попереk. При цьому зростає ризик розвитку захворювань попереку або серйозних хвороб спини. Ризик збільшується, якщо при цьому доводиться швидко повертати корпус тіла, тримаючи важкі предмети.



*Рис. 7.13. Робота на звичайних, незакритих рамних риштуваннях*



*Рис. 7.14. Робота на різнорівневих риштуваннях*

При використуванні різнорівневих риштувань (підмосток) мулярові доведеться нагинатися менше, оскільки матеріали і робоча поверхня знаходяться на рівні пояса, що є більш зручним і забезпечує менше навантаження на тіло (рис. 7.14). Такі риштування бувають різних розмірів: від призначених для роботи в житлових приміщеннях до застосування на великих будівельних об'єктах. Це обладнання може адаптуватися для різних видів робіт. Регульовані риштування мають роздільні платформи для робочого і для матеріалів. Оскільки платформа робочого може опускатися або підніматися,

поверхня для зберігання матеріалів і робоча поверхня можуть бути розміщені на рівні пояса робітника. Невеликі риштування можна піднімати вручну з використанням ручної лебідки або домкрата. Великі риштування регулюються електролебідкою. Слід надавати перевагу більш ширшим платформам, що надають більше простору для пересування. Вони скорочують важку робочу працю при зміні робочої висоти звичайних рамних або збірно-розбірних риштувань. Знижується кількість підйомів і переносів рам, стійок, прогонів і плит настилу, а також будівельних матеріалів. Регульовані різнорівневі риштування значно зменшують ризик падіння та іншого травматизму.

## 7.2. Ергономічні рішення для виконання операцій над головою

Деякі види робіт передбачають виконання будівельних операцій над головою, при цьому одна або обидві руки знаходяться вище рівня плечей. Голова може бути закинута назад, щоб забезпечити огляд об'єкту роботи. При свердлінні, установці кріплень або обробці стіни робота над головою дає велике навантаження на плечі і шию. Вона може призвести до розвитку серйозних захворювань м'язів або суглобів. Ризик захворювань зростає, коли часто доводиться тримати інструменти, обладнання або матеріали вище рівня плечей або повертати корпус, а руки при цьому знаходяться в незручному піднятому положенні.

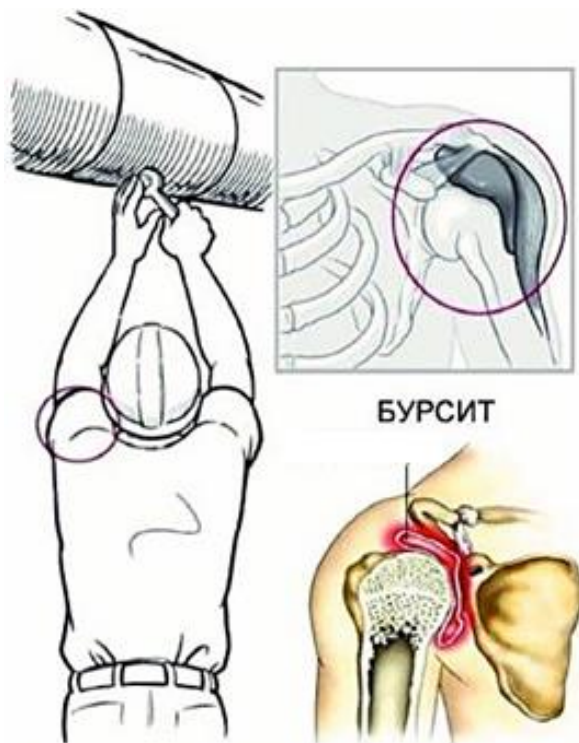


Рис. 7.15. Робота з піднятими руками.  
Бурсит.

При роботі з піднятими руками ризик розвитку захворювання зростає, якщо доводиться робити рухи, що повторюються або прикладати велику силу. При використанні деяких інструментів над головою доводиться здійснювати однотипні рухи знову і знову, одночасно прикладаючи силу і намагаючись при цьому дотягнутися. Підйом, утримання та переміщення важких або незручних об'єктів при піднятих руках вимагають фізичних зусиль.

Виконання операцій над головою скорочує здатність робочого виконати роботу безпечно і продуктивно. У випадках, коли обмежений огляд, ненадійна опора для ніг або незручно утримувати або розміщувати інструмент є ризик отримати і інші типи травм.

Плечі. Болі в плечах і хронічні захворювання є результатом перенапруги плеча. Коли рука піднята вище рівня плеча (або витягнута), через короткий час в плечі з'явиться біль: воно швидко втомлюється.

М'язи в плечах пов'язані з передпліччям сухожиллями. Між сухожиллями і кістками знаходяться мішечки з рідиною, звані бурса. Вони забезпечують змащення плеча, щоб воно могло легко рухатися. Постійне навантаження на плечі стискає бурсу, викликає її набрякання, ущільнення і запалення (бурсит) (рис. 7.15).



Рис. 7.16. Робота з піднятими руками.  
Розрив обертальної манжети.

Інше захворювання плеча – розрив обертальної манжети. Обертальна манжета - це група з чотирьох м'язів і їх сухожиль, що проходять в передній, задній і верхній частинах плечового суглоба. Вона забезпечує рух плеча в різних напрямках. Навантаження на плече може викликати її розрив, що спричинить хворобливість і утруднення при виконанні звичайних дій. Проведений в США аналіз показує, що ризик розвитку болю в плечі, його м'язах або суглобі збільшується пропорційно частоті роботи з піднятими плечима (на 60° і більше), при повторюваних рухах передпліччя або плечей в цьому положенні або при застосуванні фізичної сили (рис. 7.16).

**Шия.** Це складна структура, яка складається з семи кісток, що називаються цервікальними хребцями, розташованими один під іншим. У ній знаходяться хрящі, нерви, м'язи і зв'язки (довгі волокна, які підтримують м'язи). Коли шия нахилена вперед або назад, а також при частих нахилах м'язи працюють в посиленому режимі, а зв'язки згинаються і розтягуються. Зв'язки можуть навіть частково порватися, що призведе до розтягування ший.

Інше поширене захворювання – синдром напруженої ший. Це м'язове розтягнення, що є результатом довгого погляду вгору. При цьому може виникнути заціпеніння ший, м'язові спазми, біль в ший або розбіжна біль.

Можливий розвиток артриту в ший. Ризик артриту збільшується для робітників, які вже мають захворювання ший і продовжують працювати з піднятими руками.

Згідно з американськими дослідженнями ризик виникнення болю в ший або розвитку захворювань опорно-рухової системи в області ший зростає при поєднанні частої роботи з нахилом ший (на 15° і більше), повторюваних рухів і фізичних зусиль в цьому положенні. Рухове навантаження при нахилі голови назад сприяє розвитку так званих мікротравм дрібних суглобів ший. Велика їх кількість може призвести до серйозних проблем. Згодом може статися і защемлення нерва (рис. 7.17).

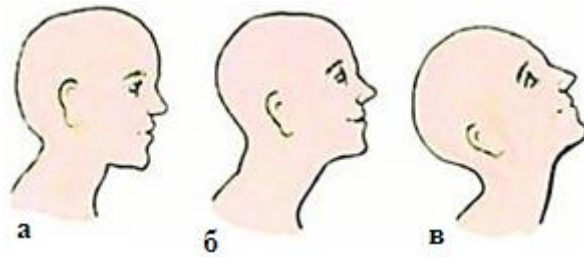


Рис. 7.17. Синдром напруженої шиї (нахили голови: а – 0°; б – 15°; в – 35°)

Будівельні процеси не можуть обійтися без виконання операцій над головою, але можна змінити спосіб їх виконання, щоб зменшити навантаження на тіло. Існують рішення, які можуть знизити рівень навантаження на плечі, шию і передпліччя. Ці рішення можуть також скоротити частоту і тривалість перебування тіла під навантаженням. Багато з них можуть також усунути інші потенційні фактори ризику та збільшити продуктивність праці.

Одне з найбільш ефективних рішень може складатися у використанні найменш трудомістких матеріалів, елементів конструкцій або прийомів роботи; при цьому робота в незручному положенні займає менше часу. Наприклад, установка заздалегідь закладених різьбових шпильок в опалубку при бетонуванні перекриттів зменшила б обсяг свердління для установки підконструкцій підвісних стель і підвісного вентиляційного обладнання. Можливе використання подовжених насадок для дрилів і шуруповертів, що дозволяє тримати інструмент на рівні пояса або плеча, а не над головою; механічних підйомників або спеціальних платформ для підйому і переміщення будівельних матеріалів (рис. 7.18-7.19), замість того, щоб пересувати їх вручну (рис. 7.20), або використання підйомнику, щоб піднятися до місця роботи.



Рис. 7.18. Механічні підйомники



Рис. 7.19. Персональні підйомники

### 7.2.1. Подовжуючі насадки на дрилі та шуруповерти

Використовування подовжуючих насадок на дріль або шуруповерт, що дозволяють тримати інструмент нижче рівня плечей і поруч з поясом (рис. 7.21). Навантаження на шию, плечі і попереk стає менше, оскільки не доводиться тримати інструмент над головою вище плечей або працювати в



незручному становищі. Під час роботи передпліччя знаходяться з боків корпусу, а руки - перед ним, робітник працює м'язами біцепсів, а не плечей.



*Рис. 7.20. Робота з інструментом над головою*



*Рис. 7.21. Робота з використанням насадки*

Насадка представляє собою звичайну довгу трубку, виготовлену з вуглецевої сталі. Один її кінець приварений до елемента, вставляється в патрон дреля або пістолета, гніздо для свердла знаходиться на іншому кінці. Рукав з ПВХ надягається зверху на насадку. Шматок його заходить на свердло. Цей рукав захищає руки від обертового вала і дозволяє краще управляти інструментом. Такі насадки виготовляються різної довжини - від 30 до 100 см. Можна зробити і індивідуальну насадку.

Насадки повинні знизити ризик розвитку у робочих захворювань м'язів і суглобів. Робочі виграють від того, що їм не доводиться довго тримати важкий інструмент вище рівня плечей. Сама насадка важить менше 1 кг. Користуватися насадкою стає простіше з досвідом. Американські будівельні компанії, які застосовують такі насадки, відзначають, що їх робочі позитивно відгукуються про ефективність подібних рішень для запобігання розтягування плечей. Але на жаль, насадки не вирішують усіх проблем, викликаних нахилом шії вперед або закиданням назад.

### **7.2.2. Насадки для будівельно-монтажного пістолета (БМП)**

Віддача інструменту в руку, передпліччя і плече створює великий ризик травми. При установці конструкцій в стелі доводиться працювати на сходах, риштуваннях або підйомнику, які також по-своєму є небезпечними.

При роботі можливо використовувати насадку, яка може бути фіксованої або регульованої довжини і приєднуватися до БМП (рис. 7.23). В такому випадку інструмент взагалі не знаходиться в руці. Все, що потрібно зробити, - це натиснути на важіль. Насадка дозволяє зберігати нейтральне положення тіла: передпліччя розташовані уздовж корпусу нижче рівня плечей, що скорочує ризик розвитку захворювань плечей, передпліч, рук; знижується також і віддача в плечі і шию. Крім того, часто можна працювати стоячи на підлозі, взагалі без застосування сходів, риштувань і підйомників. Оскільки пістолет (рис. 7.22)

знаходиться далі від голови, роздратування від звуку пострілу зменшується. Завдяки насадці обличчя і очі працівника віддалені від пилу і частинок бруду, що виникають при пострілі; не доводиться дивитися вгору для прицілювання, що незручно для шиї.



*Рис. 7.22. Робота з будівельним пістолетом над головою*



*Рис. 7.23. Модульна насадка для БМП*

### **7.2.3. Пневматичний інструмент для обробки стін**

Шпаклівка стін вручну вимагає докладання великих зусиль і повторюваних рухів, при цьому ілю знаходиться в незручному положенні, що може призвести до розвитку захворювань зап'ястя, плечей, передпліч і спини (рис. 7.24). Зігнуте зап'ястя при нахиленій або зігнутій спині - звичайне положення при виконанні оздоблювальних робіт вручну. Деякий інструмент (наприклад, прямі і кутові шпателі) також може викликати проблеми, оскільки його використання вимагає докладання великих зусиль. Поєднання великих зусиль і роботи в незручному положенні викликає втому і виснаження м'язів, чере це така робота може викликати ризик розвитку захворювань м'язів і суглобів.



*Рис. 7.24. Виконання шпаклівки стін вручну*



*Рис. 7.25. Система пневматичної шпаклівки*

Одним з рішень цієї незручності є використання системи пневматичної обробки стін (рис. 7.25) (не доводиться виконувати обробку вручну і користуватися прямими або кутовими шпателями). Повітряний компресор виробляє достатньо тиску для переміщення шпаклювальної суміші через прямі або кутові головки пневматичної системи. Компресор видавлює суміш в трубку, а насос подає суміш в головку інструменту при натисканні важеля. Головки забезпечують таку ж якість обробки, що і резервуари. Для інструменту необхідна наявність повітряного шланга від бункера до аплікатора, а компресор потребує наявності електроживлення. Пневмосистема вимагає набагато менше фізичних зусиль, ніж робота вручну; при цьому зменшується число повторюваних рухів зап'ясть, передпліч і спини, робітник тільки направляє інструмент.

Але є й деякі застереження: повітряний шланг і електропровід можуть обмежувати руху під час роботи і нова система вимагає більшого часу для установки, налагодження та очищення, ніж ручний інструмент. Вона визнана рентабельною в основному для об'єктів з великим обсягом оздоблювальних робіт.

### 7.3. Ергономічні рішення для роботи, пов'язаної з підняттям і переміщенням будівельних матеріалів при виконанні операцій над головою

На більшості будівельних майданчиків робочі витрачають багато часу на підйом і переміщення будівельних матеріалів та інших вантажів. Хоча в даний час для такої роботи широко використовуються механічні пристрої, великий обсяг матеріалів як і раніше обробляється вручну. Іноді за певних умов механічна обробка вантажів неможлива.

Якщо робітник піднімає і переносить матеріали часто або протягом тривалого часу, спина і плечі знаходяться в постійній напрузі. В кінцевому рахунку може розвинутися серйозне захворювання м'язів або суглобів. Захворювання може розвинутися, якщо доводиться часто штовхати або тягнути важкі візки, платформи або інше транспортне обладнання. Скелет, суглоби і м'язи працюють за принципом важеля. Напруга м'язів спини, що врівноважують вагу вантажу, який піднімається, дуже велике, оскільки важіль дуже короткий, і його не можна змінити.



Рис. 7.26. Процентна доля ваги частин тіла людини

Це означає, що при підніманні вантажу на великій відстані від тіла м'язи спини для підтримки вертикальної лінії повинні працювати з більшою силою. Розрахунки, що цікавлять ергономіку представляють собою перш за все визначення величини сил, що діють на тіло, наприклад, при підйомі вантажу (зовнішнє навантаження), і напруження м'язів (внутрішнє навантаження). У розрахунки входить також вплив сили на довжину важеля, а також дані про розмір, форму і положення різних частин тіла (рис. 7.26).

### 7.3.1. Рекомендовані вагові обмеження

Вагові обмеження в різних країнах відрізняються. Наприклад, індійським докерам колись було дозволено піднімати 110 кг, в той час як їхні колеги в колишній НДР були обмежені 32 кг. Спостерігається схильність до завищення вагових обмежень. Обмеження в 55 кг, яке було нормою в багатьох країнах, на основі недавніх наукових фактів в даний час вважається занадто завищеними. Національний інститут з виробничої безпеки та охорони здоров'я (NIOSH) в США в 1991р. схвалив в якості вагового обмеження 23 кг.

Кожна робота, пов'язана з підняттям вантажів, повинна оцінюватися за індивідуальними характеристиками. Корисним підходом для визначення вагових обмежень для робіт, пов'язаних з підняттям вантажів, є рівняння, запропоноване NIOSH:

$$R_{WL} = L_C \cdot H_M \cdot V_M \cdot D_M \cdot A_M \cdot C_M \cdot F_M, \quad (7.1)$$

де  $R_{WL}$  – рекомендована вагова межа для даної роботи;

$H_M$  – горизонтальна відстань від центра ваги вантажу до середньої точки між кісточками (мінімум 15 см, максимум 80 см);

$V_M$  – вертикальна відстань між центром ваги вантажу і підлогою, з якої буде підніматися вантаж (максимум 175 см);

$D_M$  – вертикальне переміщення вантажу (мінімум 25 см, максимум 200 см);

$A_M$  – фактор асиметрії – кут відхилення тіла при виконанні роботи;

$C_M$  – парний множник – можливість добре схопити вантаж (вибирається з довідкової таблиці);

$F_M$  – частотні множники – частота підйому.

Всі перемінні довжини в рівнянні виражені в сантиметрах.

Як уже зазначалося, 23 кг – це максимальна вага, який NIOSH рекомендує піднімати. Вона була знижена до цієї величини з 40 кг після того, як спостереження за багатьма людьми, які займалися підняттям вантажів, виявили, що середня відстань від тіла при початку підйому становить 25 см, а не 15 см, як передбачалося в попередній версії рівняння (NIOSH, 1981).

#### Індекс підйому

Порівнюючи вагу, яку необхідно було підняти під час виконання роботи, і  $R_{WL}$ , можна отримати індекс ( $L_I$ ) з наступного співвідношення:

$$L_I = (\text{вага, яку необхідно підняти}) / R_{WL}, \quad (7.2)$$

Особливе значення може мати використання рівняння NIOSH для ранжування робіт з підняття вантажів в порядку їх складності з використанням індексу підйому при визначенні пріоритетності дій.

#### *Оцінка стиснення суглобів і хребта при виконанні роботи*

Існує програмне забезпечення для оцінки стиснення спини при виконанні ручної роботи. Оцінку виконують двовірні і тривимірні програми «Backsoft» з прогнозування статичної сили, розроблені Університетом Мічигану.

Вхідні дані для програми наступні:

- поза, в якій виконується робота;
- силовий вплив;
- напрямок впливу сили;
- число рук, на які поширюється дія сили;
- перцентиль досліджуваного робочого контингенту.

Програми відрізняються тим, що тривимірні дозволяють обчислення щодо пози в трьох вимірах. Вихідними даними програми є дані зі стиснення спини і відсоток людей, які зможуть виконувати певну роботу без перевищення меж для шести суглобів: щиколоток, колін, таза, першого поперекового диска – крижів, плечей і ліктів.

### **7.3.2. Захворювання і розлади, які виникають при роботі, пов'язаній з підняттям і переміщенням будівельних матеріалів**

Біль в попереку і більш серйозні захворювання опорно-рухової системи можуть виникнути раптово або розвиватися протягом довгого часу. Наприклад, різкі швидкі рухи, особливо при роботі з важким вантажем, можуть відразу викликати хворобливі м'язові розтягування. Вони можуть розвинути в більш важкі захворювання, якщо м'язи не лікувати і піддавати додатковому навантаженню.

Перенесення навіть легких вантажів вище рівня плечей може швидко викликати втому і пошкодження м'язів шиї і плеча. Ризик розвитку більш серйозних проблем шиї і плеча збільшується при частому або тривалому виконанні роботи. Коли вантаж переноситься на плечах або спирається на них, навантаження може викликати травму шиї або плечей.

Інша поширена проблема – синдром напруженої шиї. Це тип м'язового розтягування, що викликає нерухомість шиї, м'язові спазми, біль в шиї або по радіусу від неї. При цьому порушується трапецієподібний м'яз (рис. 7.27), великий тонкий м'яз,

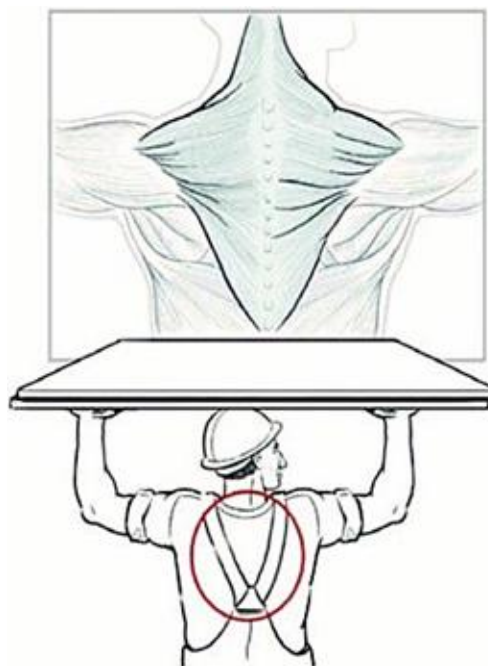


Рис. 7.27. Трапецієподібний м'яз

що йде від верхньої частини спини через плечову зону до шиї. На цьому м'язі може з'явитися «вузлик», виникнути нерухомість або біль.

При перенесенні вантажу з твердими гострими краями можна пошкодити м'які тканини рук. Якщо цей вантаж важко схопити й утримати, рука і кисть будуть перебувати в незручному напруженому положенні, що викликає захворювання типу тендинита або кистьового тунельного синдрому.

### 7.3.3. Методи полегшення ручної обробки вантажів

Ручна обробка вантажів все ще типова для будівельної галузі, однак можна полегшити її виконання за рахунок застосування нових методів. Існують рішення, що дозволяють знизити навантаження на спину, плечі, шию і інші частини тіла. Вони також можуть скоротити частоту і тривалість такого напруження. Багато з цих рішень дозволяють усунути і інші потенційно небезпечні чинники і збільшити продуктивність праці. Тип операції і умови будівельного майданчика або робочого місця визначають оптимальні варіанти рішень.

Існують альтернативні матеріали, робота з якими не вимагає великої фізичної сили, незручних положень тіла або повторюваних рухів. Наприклад, зараз у багатьох областях будівництва використовуються мішки з цементом або сухими будівельними сумішами з половинним завантаженням (25 кг замість 50 кг) і блоки з легких бетонів.

Переміщуваний вантаж сам по собі впливає на роботу в залежності від його ваги і місця розташування. Інші фактори, такі як його форма, стабільність, розмір і слизькість, можуть впливати на важкість роботи.

Спосіб організації роботи, як фізично, так і в часі, також впливає на її продуктивність. Найкраще розподілити тягар розвантаження вантажівки серед кількох людей, щоб вони працювали протягом години, а не змушувати одного робітника витратити весь день на виконання цього завдання. Оточуюче середовище також впливає на роботу, наприклад, погане освітлення, нерівна підлога або погані побутові умови можуть призвести до травм.

Особисті навички, вік, стать людини (рис. 7.28) і зношеність одягу також можуть впливати на хід роботи. Для роботи, пов'язаної з підняттям важкостей, необхідна певна підготовка, щоб отримати необхідну інформацію і мати час для розвитку фізичних навичок. Молодші люди піддаються більшому ризику; з іншого боку, більш зрілі люди мають менше сил і меншу фізіологічну потужність. Вузкий одяг може зажадати витрати більшої сили для виконання роботи, оскільки люди у вузькому одязі більше напружуються.

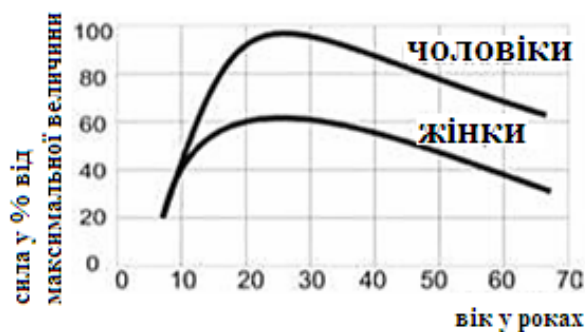


Рис. 7.28. Вплив віку і статі на величину фізичної сили

Вантажно-розвантажувальні пристрої для всіх етапів будівництва включають спеціальні круглі ручки і м'які захоплення для перенесення вантажів; приводні і ручні візки, платформи для використання в приміщенні і на вулиці; роликові візки для переміщення листових матеріалів, труб або лотків; стійки, що підтримують матеріали або елементи конструкцій під час монтажу.

Існують механічні, гідравлічні, і вакуумні підйомники різних типорозмірів (рис. 7.29). Деякі з них забезпечують відносно легке переміщення елементів конструкцій і матеріалів.



*Рис. 7.29. Використання електровакуумного підйомнику при підйомі та переміщенні віконного блока до місця монтажу*

Крім того, покращене планування і розміщення зон для зберігання матеріалів на будівельному майданчику і всередині будівлі, що будується дозволить мінімізувати число переміщень матеріалів і елементів конструкцій.

Політика проведення ергономічного навчання робітників може допомогти їм швидко виявити потенційні проблеми і знайти ефективні рішення.

Профілактичні фізичні вправи на робочому місці не прийняті в будівельній галузі України. Як показує західний досвід, вони можуть бути суттєвою частиною заходів щодо запобігання захворювань м'язів і суглобів, але не можуть розглядатися як абсолютна і повноцінна заміна інших профілактичних рішень. Дослідження західних фахівців показали, що такі вправи самі по собі не запобігають захворюванням, вони мають тільки короткостроковий ефект для зменшення болю в попереку. Також немає ніяких свідчень на користь того, щоб використовувати підтримуючі пояси для спини як засіб запобігання травм спини. Термін «ручна робота» включає підйом, опускання, штовхання, протягування, перенесення, пересування, тримання і утримування і охоплює широке коло робіт, що здійснюються в будівництві.

Біомеханіка, що очевидно, має безпосереднє відношення до ручної роботи, і вирішує наступне питання: який обсяг виконання фізичної роботи можна очікувати від людей? Відповідь заснований на трьох наукових

критеріях:

1. Який обсяг роботи може бути виконаний без нанесення шкоди для здоров'я (у формі, наприклад, розтягування м'язів, пошкодження дисків або проблем із суглобами)? Цей критерій називається біомеханічним.

2. Який обсяг роботи можна виконати без перенапруги серця і легенів (ускладненого дихання на межі сильної задишки)? Це – фізіологічний критерій.

3. Який обсяг роботи люди відчувають, що можуть виконати, зберігаючи почуття комфортності? Цей критерій називається психофізичним.

Необхідність в цих трьох різних умовах обґрунтована тим, що є три абсолютно різні реакції, які можуть статися при піднятті і переміщенні вантажів: якщо робота триває протягом усього дня, потрібно думати про те, що відчуває людина з приводу роботи – психофізичний критерій; якщо сила, яку потрібно прикладати, велика, потрібно звертати увагу на те, щоб м'язи і суглоби не були перевантажені настільки, що вони можуть бути пошкоджені – це біомеханічний критерій; а якщо ритм роботи дуже великий, то він може значно перевищувати фізіологічну або аеробну здатність людини.

#### **7.3.4. Загальні рекомендації з оптимізації умов роботи, пов'язаної з підйомом і переміщенням вантажів (важкостей)**

Можуть бути запропоновані наступні заходи:

- максимальна механізація і автоматизація робіт;
- планування роботи (наприклад, перепакування та «роздрібнення» великогабаритних сипучих і рідких матеріалів, укладання вантажу на підмостки, що виключає підйом з підлоги, тощо);
- ергономічне рішення робочого місця (наприклад, зняття навантаження за рахунок зміни робочої пози через регулювання висоти сидіння при сидячій роботі між 70 і 110 см; забезпечення простору для збільшення ступеня свободи рухів і т.п.);
- створення комфортної оточуючого середовища (зменшення впливу холоду, спеки, вологості; хороше освітлення, рівні підлоги, зручні проходи і т.д.);
- при роботі з вантажем - зменшення його ваги, використання пристосувань, захоплень, більш зручних ручок, спеціальних елементів одягу (рис. 7.30);
- маркування вантажів підвищеної важкості помітними знаками;
- використання додаткової допомоги;
- оптимальна зміна періодів роботи і відпочинку;
- навчання техніці оптимізації роботи.



*Рис. 7.30. Використання спеціального елемента одягу, який знижує навантаження при перенесенні важкостей*



Особливо важливе навчання основним принципам підйому важкостей і немодульних (незручних для підйому і переміщення вручну) вантажів.

За рекомендацією NIOSH (рис. 7.31, 7.32) одна людина не повинна піднімати більше 23 кг; підйом слід виконувати наступним чином:

- коли робітник піднімає або ставить вантаж, потрібно тримати його на відстані не більше 25 см від корпусу;
- не намагатися повернути корпус;
- піднімати ногами, а не спиною;
- тримати спину якомога більш прямою;
- піднімати вантаж за допомогою захоплення двома руками.

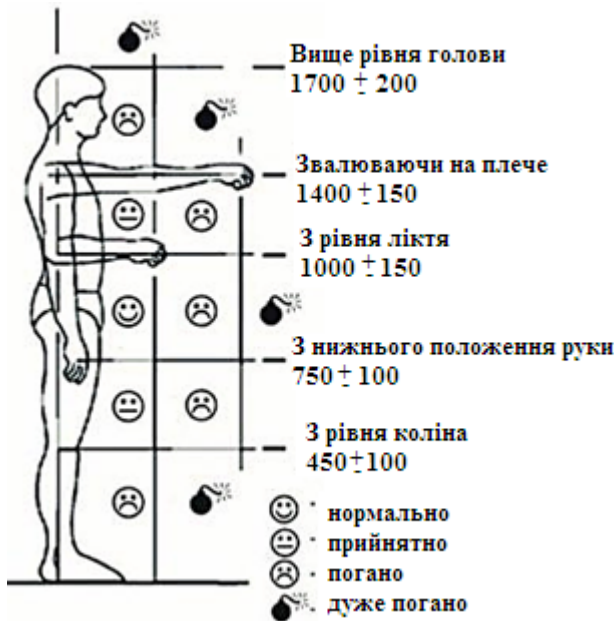


Рис. 7.31. Ранжування висот і зон захоплення при ручному підйомі вантажів з положення стоячи



Рис. 7.32. Обмеження маси вантажів, що піднімаються з різних зон захоплення для чоловіків і жінок (кг)

### 7.3.4.1. Готова суха суміш і засоби її подачі

Коли робітники замішують розчин традиційним способом, їм доводиться піднімати важкі мішки з цементом і кидати пісок лопатою в міксер (рис. 7.33). Зазвичай ці рухи повторюються знову і знову. Повний мішок цементу важить 50 кг, а в день робітники можуть використовувати більш 100 таких мішків. Робочі при цьому піддаються ризику розвитку захворювань попереку, плечей, а також м'язів суглобів, які можуть ускладнити їх подальшу кар'єру в будівництві.

Захворювання можуть бути результатом одноразового нещасного випадку, але зазвичай вони розвиваються протягом тривалого періоду часу. Ризик розвитку захворювань в результаті підйому вантажу і роботи лопатою залежить від ваги вантажу, числа підйомів, тривалості виконання цієї роботи і місця складування мішків. Якщо, щоб взяти мішок, доводиться нахилитися до низького піддону або тягнутися вище рівня плечей, щоб покласти мішки на

потрібне місце, небезпека особливо велика. Вона ще більш зростає, якщо при підйомі доводиться повертати корпус.

Одним з рішень є використання готової сухої суміші, яка може доставлятися на об'єкт в уже змішаному вигляді і не вимагати підйому мішків і засипки піску лопатою. Готова суха суміш може використовуватися зі звичайними міксерами або міксерами-бункерами європейського типу. Всі сухі компоненти переміщуються навантажувачем або краном, що виключає ризик розвитку захворювань внаслідок ручної обробки вантажу (рис. 7.34).



*Рис. 7.33. Традиційні способи завантаження міксера*



*Рис. 17.34 Завантаження бункера*

Попередньо змішані сухі компоненти (включаючи пісок, цемент, пігменти і добавки) поставляються на будівельний майданчик в біг-бегах (Big-Bag з англійської - великий мішок) - м'яких контейнерах ємністю в 1,5- 2 т. Вони розвантажуються навантажувачем або краном в воронкоподібний бункер, поєднаний з міксером. Мішок розстібається, і суміш скидається в бункер, Щоб почати змішування, оператору потрібно просто потягнути ручку, яка відкриває заслінку дозатора бункера. Готова суміш під дією сили тяжіння перетікає з бункера безпосередньо в міксер. Електрика при цьому не використовується. Тепер, щоб приготувати розчин, потрібно тільки додати воду і включити міксер.

За рахунок цього, у робітників знижується ризик втрати працездатності внаслідок постійного підйому важкостей. Продуктивність зростає, оскільки з процесу виключається час на ручну обробку мішків з цементом і піску. Один робітник може обслуговувати два чи три міксера. В системі з використанням бункера мішки не рвуться і не протікають. Кінцевий продукт виходить більш однорідним, оскільки він заздалегідь перемішаний в заводських умовах. Немає

проблеми із замерзанням піску взимку, Дозатор бункера дозволяє заощадити місце на обмеженому робочому місці і уникнути помилок при дотриманні пропорцій змішування. Більшість бункерних систем легко переміщується по об'єкту. Ці системи не усувають шкідливого впливу вдихання кварцового пилу, але на них застосовуються захисні завіски, що знижують викид пилу зі змістом кварцу. Необхідно дотримуватися певних правил безпеки праці при завантаженні бункера і роботі на його сходах, а також при перебезуванні системи з місця на місце.

#### 7.3.4.2. Опорні пластини для переміщення шлангів-бетоноводів

Заповнені бетоном шланги дуже важкі, і для переміщення їх потрібно прикладати велику силу (рис. 7.35). Замки на шлангу можуть застрягти в арматурі. Робітникам доводиться нахилитися, щоб звільнити шланг. Підйом, підтягування і переміщення шланга можуть ставити тіло в незручне становище і створювати навантаження в попереку і колінах. Якщо в процесі роботи доводиться смикати або повертати шланг, навантаження на спину ще більше збільшується. Робота зі шлангами-бетоноводом, особливо протягом тривалого часу, може викликати втому, біль в попереку і серйозні захворювання м'язів і суглобів.

Одне з рішень – опорні пластини (також відомі як «диски для переміщення шлангів»). Вони можуть бути корисними, коли неможливе застосування інших альтернативних способів подачі бетону. Опорні пластини представляють собою увігнуті металеві диски діаметром 60 см, що встановлюються під сполуками шланга. Вони оснащені ручкою для утримання і переміщення шланга (рис. 7.36). Пластини зменшують тертя шлангів об арматурну основу і полегшують переміщення шланга. Вони також запобігають застрягання замків шланга в арматурі.



Рис. 7.35. Переміщення шланга з бетоном над арматурним каркасом



Опорна  
плита

Рис. 7.36. Переміщення шланга за допомогою опорної плити та ручки-гака

Робітники зазвичай переміщують шланги з бетоном по основі з арматури за допомогою мотузок або довгих металевих гаків. Опорні пластини легко ковзають по основі з арматури, зменшуючи тертя. Переміщати шланг стає легше. Крім того, замки приєднання не застрягають в арматурі. При цьому робочим менше доводиться смикати шланг або нахилитися, щоб звільнити його.

### 7.3.4.3. Вакуумні підйомні пристрої для вікон і листового матеріалу

Установка великих віконних рам і листових матеріалів вручну передбачає роботу з важкими і громіздкими предметами. Як правило, доводиться їх піднімати і переносити на деяку відстань до місця установки. При установці до моменту закріплення доводиться прикладати силу, щоб утримувати їх в монтажному положенні. Ця робота створює навантаження на спину і плечі, що може привести до серйозних захворювань м'язів і суглобів. Проблеми можуть бути ще серйозніше, якщо доводиться працювати в незручному положенні або тримати матеріали протягом тривалого часу. Установка вікон і листових матеріалів вручну також може бути причиною травм рук (рис. 7.37).

Використовування вакуумного підйомного пристрою при установці вікон і габаритних листових матеріалів виключає необхідність підйому і установки вручну важких і незручних матеріалів і конструкцій. Вакуумне пристосування можна приєднати до виличного навантажувача або мініатюрного підйомального крана з противагою. Для роботи з боку фасаду його можна використовувати і з великим краном.

Існують як механічні, так і електроприводні вакуумні пристрої, здатні утримувати вантаж від 150 до 600 кг (рис. 7.38). Механічні «присоски» піднімають і переміщують вантаж за допомогою натяжних присосок вакуумного типу, розташованих на спеціальній рамі. Деякі з цих рам дозволяють повертати і нахилити вантаж. В окремих випадках присоски можна зняти з рами; таким чином, вони можуть використовуватися індивідуально для підйому і переміщення.



*Рис. 7.37. Установка вікна за допомогою ручних присосок (необхідність піднімати вантаж)*

*Рис. 7.38. Установка вікна за допомогою вакуумного пристрою*

Великі віконні групи і навісні панелі можна встановлювати без притаманного цій операції фізичного напруження, яке виникає при підйомі, перенесення, утримання та розміщенні важких об'єктів. Використання

підйомних пристосувань допоможе знизити ризик розвитку захворювань м'язів і суглобів у робітників, а також травматизму. Вакуумні підйомні пристосування, крім того, захищають пальці і руки від защемлення при переміщенні і установці віконних блоків, панелей або негабаритних листових матеріалів.

Порівняно недавно вакуумні підйомні пристрої стали використовуватися і при мощенні підлог, тротуарів та проїздів масивними блоками з природного або штучного каменю. Це дозволяє уникати роботи в нахиленому стані при переміщенні і установці важких кам'яних слябів і блоків (рис. 7.39).



*Рис. 7.39. Вакуумна траверса для монтажу мармурового слябу (ліворуч).  
Вакуумний монтажний захват для встановлення гранітних блоків при мощенні.*

#### **7.4. Ергономічні рішення при інтенсивній роботі руками**

Робітники в різних будівельних процесах зазвичай витрачають багато часу і сил на захоплення інструментів або матеріалів однією або двома руками, що може створити навантаження, яке викликає дискомфорт і біль в руках, кистях або ліктях. В кінцевому рахунку може розвинутися серйозне захворювання м'язів або суглобів. Може з'явитися обмеження рухової здатності рук і кистей, іноді призвести навіть до інвалідності. Захворювання можуть виникнути при частій роботі з вібруючим інструментом або при тиску твердих або гострих ручок інструменту на руку, кисть або передпліччя.

##### **7.4.1. Загальні правила для інструментів**

Будь-який ефективний інструмент повинен відповідати основним вимогам:

1. Інструмент повинен ефективно виконувати функції, для яких він призначений. Наприклад, сокира повинна перетворювати максимальну кількість своєї кінетичної енергії в корисну рубку, акуратно розшаровувати деревину за волокнами і бути простою при використанні.

2. Інструмент повинен мати правильні пропорції, відповідні вимірам тіла людини, яка його застосовує, для найбільшої ефективності використання фізичних можливостей цієї людини.

3. Інструмент повинен бути сконструйований відповідно до сили і реальним можливостям людини, яка його застосовує. Повинні бути враховані стать, навички і фізичний стан людини.

4. Інструмент не повинен бути причиною надмірної стомлюваності: він не повинен вимагати від людини незвичайних і незручних поз або дій, які викличуть необхідність більшої витрати енергії, ніж необхідно.

5. Інструмент повинен забезпечувати сенсорний зворотний зв'язок з людиною у вигляді тиску, поштовху, текстури, температури і т.п.

6. Вартість інструменту повинна бути обґрунтованою (розумною).

#### 7.4.2. Загальні біомеханічні фактори інструментів

##### Анатомія і типи захвата

Рука людини є складною структурою, що включає кістки, артерії, нерви, зв'язки і сухожилля. Пальці контролюються розгинальними і згинальними м'язами передпліччя, М'язи з'єднуються з пальцями за допомогою сухожиль, які проходять в зап'ясті по каналу, створеному кістками тилу руки з одного боку і поперечною зап'ястною зв'язкою з іншого боку. Через цей канал (п'ясний), проходять також і різні артерії і нерви. Кістки зап'ястя приєднуються до двох довгих кісток у передпліччі, ліктьової і променевої кістки. Променева кістка з'єднується із зап'ястям з боку великого пальця, тоді як ліктьова кістка з'єднується із зап'ястям з боку мізинця. Орієнтація шарнірних з'єднань зап'ястя дозволяє здійснювати рухи тільки в двох площинах, кожна під кутом  $90^0$  по відношенню до іншої. Перша площина руху дозволяє здійснити долонне згинання і тильне згинання. Друга площина руху допускає ліктьове і променеве відхилення. Ліктьова і променева кістки передпліччя з'єднуються з плечовою кісткою плеча. Біцепси brachii, brachialis і brachio-radialis контролюють згинання ліктя і в якійсь мірі супінацію (зовнішнє обертання) зап'ястя. Трицепси виступають в якості м'язу ліктя, що розгинає.

Унікальною якістю верхньої кінцівки людини є спритність руху, виробленою рукою. Джон Напье визначив ціпкі руху руки людини за допомогою термінів «силовий захват» і «точний захват». При силовому захваті інструмент, у якого вісь більш-менш перпендикулярна передпліччю, тримають в затиску, утвореному частково стислими пальцями і долонею, при цьому тиск, що протистоїть створюється великим пальцем (рис. 7.40). Існують три підкатегорії силового захвата, що розрізняються за лінією дії сили: (1) сила паралельна передпліччю, як при роботі пилкою; (2) сила під кутом до передпліччя, як при роботі молотком; і (3) крутний момент на передпліччі, як при застосуванні викрутки. Як видно з назви, силовий захват використовується для передачі сили або для того, щоб тримати важкі предмети.

При точному захваті інструмент затискається між сторонами пальців, що згинаються і протилежним їм великим пальцем. Відносна позиція великого пальця і інших пальців обумовлює те, скільки сили необхідно додати, і забезпечити сенсорну поверхню, необхідну для отримання віддачі і забезпечення потрібної точності. Розрізняють два типи точного захвата (див.

рис. 7.40): (1) внутрішній, при якому рукоятка інструменту (наприклад, ножа) проходить під великим пальцем і виявляється, таким чином, з внутрішнього боку руки; і (2) зовнішній, при якому рукоятка (наприклад, олівець) проходить по пальцю і знаходиться з зовнішнього боку руки.



Рис. 7.40. Положення руки і кисті, типи захватів

Існує також гачкоподібний захват, який використовується для підйому важкостей за допомогою тільки пальців (тримання валізи); поперечний щипок (тримання ключа); і пульпарний щипок (щипок подушечками пальців) і щипок кінчиками пальців, який визначається тим, стикаються чи кінчики нігтів. Існують і більш докладні градації захоплень. Слід зазначити, що всі види щипків мають значно менші силові можливості в порівнянні з силовим захватом (табл. 7.1) і для них не повинні передбачатися значні зусилля.

Таблиця 7.1

**Відносні рівні сили при різних типах захватів**

Захват	Чоловіки (Н)	Жінки (Н)	% силового захвата
Силовий захват	400	228	100
Щипок кінцівками пальців	65	45	18
Пульпарний щипок	61	43	17
Поперечний щипок	109	76	30

Деякі захворювання, які можуть розвиватися в результаті інтенсивної роботи руками.

Кистьовий тунельний синдром. Кистьовий тунель – область в зап'ясті, оточена кісткою і тканиною (рис. 7.41). Через нього проходять нерв і кілька сухожилля. Якщо у працівника вже є тендиніт і сухожилля розпухли, в тунелі залишається мало місця для вільного розміщення нерва. Затиск нерва в цьому випадку називається кистьовим тунельним синдромом. Він часто викликає біль, поколювання або оніміння в руці, кисті або передпліччі. Ці симптоми часто виявляються вночі. Якщо його не лікувати, кистьовий тунельний синдром може викликати загальне слабшання руки і труднощі при захваті предметів, а іноді і взагалі неможливість рухати рукою.

Синдром вказівного пальця. Періодичний тиск на палець (як, наприклад, при натисканні на приводний важіль інструменту) (рис. 7.42) може викликати розтягнення або запалення сухожилля, що йде до нього. При цьому виникає відчуття болю і дискомфорту.

Епіконділіт. Сильні обертальні рухи можуть стати причиною розтягування ліктьових сухожилля, що викликає дискомфорт або біль. Це захворювання називають епіконділіт, ще воно відоме під назвою «лікоть тенісиста» (рис. 7.43).

Вібраційний синдром руки-передпліччя (HAVS або ССПВ). Робота з віброючими інструментами типу перфоратора, дрилі може викликати зміну кольору шкірного покриву пальця, поколювання або його оніміння. У найважчих випадках можливий розвиток гангрени.

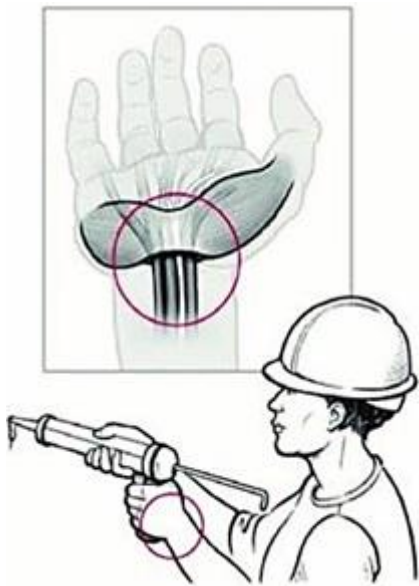


Рис. 7.41. Кистьовий тунельний синдром

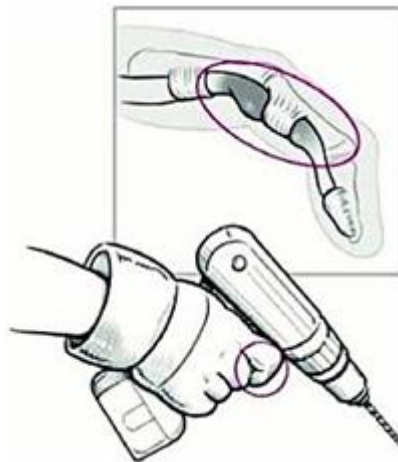


Рис. 7.42. Синдром вказівного пальця

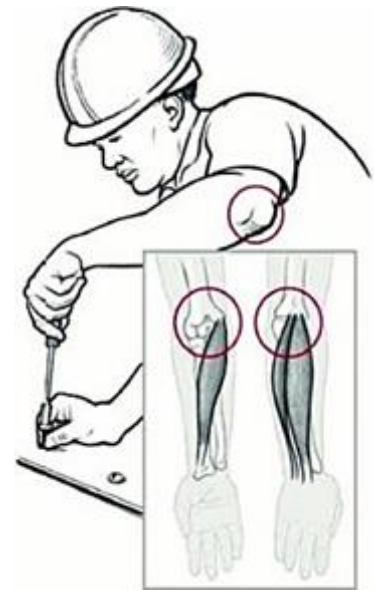


Рис. 7.43. Епіконділіт або «лікоть тенісиста»

Інтенсивну роботу руками неможливо виключити з будівельних процесів, але можна полегшити способи її виконання. Існують рішення, які дозволяють знизити навантаження на руки, кисті та передпліччя. Вони можуть також скоротити її частоту і тривалість. Багато з цих рішень сприяють також усуненню інших потенційно небезпечних факторів і збільшенню продуктивності праці.

Одним з найбільш ефективних рішень може бути використання найменш трудомістких матеріалів, елементів будівельних конструкцій або прийомів виконання роботи. Наприклад, можна використовувати контргайку на різьбових елементах, щоб зменшити число повторюваних рухів і обертань руки передпліччя.

Якщо робота передбачає часту напружену роботу руками, слід віддати перевагу електроінструменту. Це знизить навантаження на руки і скоротить число повторюваних рухів, особливо обертальних.

Можна також скористатися ергономічними інструментами (рис. 7.44-7.45), а саме інструмент з ергономічною насадкою на ручці, або можливо



встановити таку насадку на вже наявні інструменти.

Для розширення і надання зручної форми вузьким ручкам інструменту можна використовувати саморобні чохла, виконані зі спіненого пінополіуретану, що поліпшує ручний захват інструменту. У деяких електроінструментів передбачений великий спусковий механізм (клавіша управління), що дозволяє здійснювати тиск декількома пальцями, щоб не навантажувати постійно один і той же палець. Також має сенс вибирати електроінструменти, які відповідають європейським вимогам з вібрації.

Наприклад, ножиці по металу і інші інструменти бувають з різними опціями, такими, як зміщені ручки (рис. 7.44), що дозволяє тримати кисть прямо під час виконання деяких видів робіт.



*Рис. 7.44. Інструмент зі зміщеною ручкою*



*Рис. 7.45. Інструмент з м'якими ручками та пружиною*

У деяких випадках значні витрати і специфічні умови будівельного об'єкта можуть обмежити використання ергономічно модифікованих інструментів, але, врешті-решт, це лише питання ставлення роботодавця до збереження здоров'я своїх робітників.

### **7.4.3. Ергономічний ручний інструмент**

Існує багато нових інструментів, які дозволяють запобігти розвитку захворювань м'язів і суглобів. Однак деякі нові інструменти, рекламовані як «ергономічні», насправді не були ретельно розроблені.

Інструмент можна вважати ергономічним, якщо він підходить для виконуваної роботи, зручний в руці, забезпечує хороший захват, потребує докладання менших зусиль, не створює незручних положень тіла, який не впивається в пальці і руку, є зручним і ефективним. Інструмент, розроблений для виконання однієї операції, може збільшити навантаження на руку або кисть, якщо користуватися ним для інших видів робіт. Наприклад, плоскогубці з голкоподібним профілем зручні при стисненні електричних проводів, але не підходять для їх скручування.

Нижче наведені поради щодо вибору ергономічного ручного інструменту.

Ручка. Ручка повинна бути виготовлена з м'якого неслизького матеріалу і не повинна мати гострих країв. Для більшої зручності можна надіти на неї додаткову насадку. Однак вона не повинна збільшувати діаметр ручки більш

ніж до 50 мм, інакше тримати інструмент стане важко.

Якщо характер роботи вимагає застосування великої сили, вибирайте інструмент з рукою, довжина якої більше найширшої частини долоні. Її кінець не повинен постійно упиратися в долоню.

Положення кисті. Вибирайте інструмент, що дозволяє тримати кисть прямо. Інструмент з відігнутої (зміщеною) рукою оптимальний там, де докладається силу в горизонтальному напрямку (в напрямку витягнутого передпліччя і кисті). Інструмент з прямою рукою найкраще працює для прикладання сили в напрямку вниз або вгору.

Діаметр ручки. Інструмент з однією рукою. Якщо потрібна прикладення великої сили, діаметр ручки повинен бути між 31 і 50 мм. У правильно підбраному інструменті довжина кола ручки дорівнює відстані від кінчика середнього пальця до другої складки долоні (рис. 7.46).



Рис. 7.46. Підбір діаметру ручки

Якщо сили не потрібно, а потрібні акуратність і точність, діаметр ручки повинен бути від 6,5 до 13 мм.

Для інструментів з двома ручками, призначених для застосування великої сили, відстань між ручками має становити не менше 50 мм в закритому положенні і не більше 87 мм – в повністю відкритому. При виконанні робіт, що вимагають акуратності і точності, відстань між ручками повинно бути не менше 25 мм в закритому положенні і не більше 75 мм – в повністю відкритому.

Багато виробників зараз випускають ергономічно модифіковані інструменти (рис. 7.47). Часто вони лише ненабагато дорожче звичайних інструментів.



Рис. 7.47. Приклади ергономічно модифікованих інструментів

#### 7.4.3.1. Пістолети нагнітачі для герметика й клеїв

При роботі звичайним пістолетом-нагнітачем для закладення швів або склеювання поверхонь потрібно прикладати багато зусиль для натискання на важіль (рис. 7.48). Якщо будівельник часто або довго користується такими пістолетами, то піддається ризику пошкодження м'яких тканин руки, кисті та передпліччя. Це може привести до серйозного захворювання м'язів або суглобів. Чим більша сила потрібна для натискання на важіль, тим вище ризик отримання травми. При роботі з густим матеріалом зусиль може знадобитися

ще більше. Якщо йому доводиться в момент натискання на важіль згинати кисть або повертати передпліччя, це теж збільшує ризик травми. Імовірність отримання травми або розвитку захворювання збільшується, якщо на важелі пістолета є гострі краї або поглиблення або відстань до важеля занадто велика, що змушує розтягувати руку.

Щоб уникнути або зменшити негативний вплив можливо скористатися пістолетом з акумуляторним електроприводом або з приводом на стиснутому повітрі (рис. 7.49). При цьому зменшується навантаження на пальці, руку і передпліччя.



*Рис. 7.48. Видавлювання з пістолета вручну*



*Рис. 7.49. Пістолет з акумуляторним електроприводом або з приводом на стиснутому повітрі*

Акумулятор (електропривод) або стиснене повітря (пневматичні пістолети) створюють силу, що забезпечує подачу клею або герметика з пістолета. Деякі пістолети дозволяють подавати вміст з різною швидкістю.

Використання приводних пістолетів має скоротити втому м'яких тканин, зменшити дискомфорт і захворюваність. Хоча такі пістолети важче звичайних, але для видавлювання суміші не доводиться прикладати багато зусиль.

#### **7.4.3.2. Електроінструменти зі зменшеною вібрацією**

Ланцюгові пили, відбійні молотки, трамбівки та багато інших переносних електроінструментів можуть створювати значну вібрацію. Деякі інструменти виробляють настільки високий рівень вібрації, що це може призводити до пошкодження кровоносних судин і нервових закінчень в руках (рис. 7.50).

Проблема зазвичай починається з оніміння і поколювання в руках. В результаті тривалого впливу вібрації кінчики пальців можуть збліднути або стати білими, особливо при охолодженні. Може також знизитися сила захвату. В екстремальних випадках можливе виникнення гангрени. Вібраційна хвороба

іноді називається «білий палець» або «синдром вібрації кисті». Ризик розвитку викликаних вібрацією захворювань збільшується при частому і тривалому використанні віброуючих інструментів. Цим захворювання можна запобігти, але способів лікування їх на сьогоднішній день не існує.

В даний час існує багато інструментів зі зменшеною вібрацією. Їх завжди слід використовувати, з повноцінними антивібраційними рукавичками (рис. 7.51), які повинні бути сертифіковані і відповідати вимогам Міжнародної організації зі стандартизації (ISO): стандартам на вібрацію ДСТУ ISO 2631-2:2004. Вібрація та удар механічні. Оцінювання впливу загальної вібрації на людину.



Рис. 7.50. Використання віброуючого інструменту без захисту



Рис. 7.51. Інструменти зі зменшеною вібрацією

Завжди необхідно тримати руки теплими при використанні будь-якого віброуючого інструменту і якомога менш міцно стискати його ручку. При цьому вплив вібрації знижується.

У 2002 р ЄС визначило стандарти ISO за параметрами впливу вібрації на рівні 5 метрів в секунду за секунду ( $\text{m/s}^2$ ) протягом 8-годинного періоду. Це означає, що використання інструменту з високим рівнем вібрації (наприклад,  $10 \text{ m/s}^2$ ) обмежується коротшим періодом (2 години на день).

Національний інститут робочого життя Швеції (National Institute for Working Life in Sweden) визначив параметри вібрації для сотень інструментів (<http://www.arbetslivsinstitutet.se>). Вимірювання вібрації приблизні, а не абсолютні, вони можуть варіюватися в залежності від способу вимірювання, варіантів використання інструменту і його технічного стану. Якщо відомий рівень вібрації інструменту, можна визначити тривалість його використання без шкоди для здоров'я. В Інтернеті є калькулятори для розрахунку вібрації і безпечного часу роботи з таким інструментом «vibration exposure calculator».

#### 7.4.3.3. Ножиці для різання листового металу

Різка листового металу вручну вимагає застосування великих зусиль. Доводиться часто працювати пензлем в незручному становищі. Якщо робота виконується часто або протягом тривалого часу, може з'явитися біль в руці або кисті. Ножиці бувають різних форм і розмірів (виробники випускають ножиці

для різних типів операцій і категорій робітників) (рис. 7.52). Якщо потрібні лівобічні ножиці для різання праворуч, рука і кисть будуть відчувати напругу, і доведеться прикладати велику силу, або якщо необхідно різати метал, товщина якого перевищує рекомендовану виробником, також буде потрібно більше зусиль. При роботі тупими ножицями виникають ті ж проблеми.

З'явилися нові типи ножиць, які більш зручні в руці, дозволяють тримати кисть прямою і прикладати менше фізичних зусиль (рис. 7.53).



Рис. 7.52. Універсальні ножиці



Рис. 7.53. Використання вертикальних ножиць у повітроводі (стиснені умови)

Будь-які ножиці повинні бути гострими і щільно прилеглими. При необхідності існують набагато потужніші і більш складні ножиці. Деякі такі складні ножиці збільшують силу руки у 12 разів. Електричними ножицями краще користуватися при виконанні численних розрізів.

Ергономічні удосконалення в нових моделях ножиць складаються в скороченому відстані між ручками, в застосуванні м'яких і вигнутих ручок. Вигнута ручка дозволяє тримати кисть прямою, м'яка ручка знижує тиск на руку і пальці, зменшена відстань між ручками забезпечує кращий захват інструменту. Вертикальні ножиці дозволяють тримати кисть пряміше при роботі в обмеженому просторі і над головою (рис. 7.53).

Жодна пара ножиць не є універсальною. Виробники пропонують ножиці для правих і лівих, прямих, широких або вузьких, для викривлених розрізів (рис. 7.54). Для кожного типу металу існують свої ножиці. Вони виготовляються також для правшів і лівшів.

Існує кольорове кодування ручок в залежності від типу розрізів, для яких вони призначені: жовтий колір – для прямого, зелений – для правого і червоний – для лівого.



Рис. 7.54. Прямі, «праві» і «ліві» ножиці по металу

## 8. ВПЛИВ УМОВ ПРАЦІ ТА ЕРГОНОМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛЮДИНИ НА ПРОЦЕСИ ВІДНОВЛЕННЯ ОРГАНІЗМУ

Втома і відновлення – це періодичні процеси, що відбуваються в кожному живому організмі. Втома може бути описана як стан, що характеризується почуттям слабкості в поєднанні зі зниженням продуктивності або небажаними змінами в якості виконуваних робіт. Втома поширюється не тільки на м'язову активність, органи почуттів або нервові клітини також втомлюються. Разом з тим метою кожної клітини, кожного органу є відновлення здатності, втраченої в результаті діяльності, тобто процес, який ми називаємо відновленням.

### 8.1. Стрес, напруга, втома й відновлення

Концепції втоми і відновлення при виконанні роботи людиною тісно пов'язані з концепціями стресу і напруги (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Стрес, напруга і втомленість

Стрес означає сукупність всіх параметрів роботи в робочій системі, що впливають на працюючих людей, які ними сприймаються, головним чином, через систему рецепторів. Параметри стресу залежать від роботи (м'язова і нем'язова робота є показниками і факторами роботи), а також від фізичних, хіміко-біологічних і соціальних умов, при яких виконується робота (шум, клімат, освітлення, вібрація, позмінна робота та н.. – показники і фактори ситуації).

Інтенсивність і трудомісткість, тривалість і склад (тобто одночасний і послідовний розподіл цих спеціальних параметрів) стресових факторів призводять до комбінованого стресу, в результаті якого на робітника поширюються всі екзогенні впливи робочої системи. З комбінованим стресом можна активно боротися або примиритися в залежності від поведінки працівника. Активні дії мають на увазі діяльність, спрямовану на підвищення ефективності робочої системи, в той час як пасивні породжують реакції (добровільні або вимушені), які стосуються, головним чином, мінімізації стресу. На взаємозв'язок між стресом і діяльністю в значній мірі впливають індивідуальні характеристики і потреби працюючого. Основні фактори впливу – ті, які визначають роботу і пов'язані з мотивацією і концентрацією, а також фактори, які відносяться до характеру виконуваної діяльності, - це здібності та навички.

Стреси, пов'язані з поведінковими реакціями, які проявляються в деяких видах діяльності, викликають різну напругу. Напруга може проявитися у зміні реакції фізіологічних або біохімічних індикаторів (наприклад, підвищення серцевого ритму) або в сприйнятті, що підтверджує: стрес може сприйматися за «психофізичною шкалою», яка оцінює напругу, що випробовується працюючим.

Позитивний вплив може бути надано, якщо вдосконалити існуючі здібності та навички в процесі самого робочого періоду, наприклад, якщо трохи перевищити поріг тренувальної стимуляції. Негативний вплив може проявитися, якщо в процесі робочого періоду так звані межі витривалості перевищені. Подібна втома веде до зниження фізіологічних і психологічних функцій, які можуть бути компенсовані відновленням. Необхідно давати дозвіл на відпочинок або влаштовувати, принаймні, перерви на відпочинок.

Якщо процес адаптації відбувається за межами певних порогових значень, органічна система може бути пошкоджена, так що відбудеться часткове або повне ураження її функцій. Якщо стрес дуже сильний (сильне пошкодження) або відновлення неможливо протягом тривалого періоду (хронічне ушкодження), то може статися незворотне зниження функції. Типовим прикладом подібного пошкодження є втрата слуху в результаті впливу шуму.

### **8.1.1 Моделі втоми**

Втома може бути різноплановою, в залежності від форми і комбінації напруги, і дати їй загальне визначення неможливо. Біологічні наслідки втоми в цілому не можуть бути виміряні безпосередньо, тому її визначення робляться, головним чином, на основі симптомів втоми. Ці симптоми можуть бути поділені на наступні три категорії.

1. Фізіологічні симптоми: втома трактується як зниження функцій органів всього організму. Це може проявлятися у фізіологічних реакціях, наприклад, в збільшенні частоти серцевого ритму або електричної м'язової діяльності.

2. Поведінкові симптоми: втома інтерпретується як зниження параметрів продуктивності. Прикладами можуть бути збільшення помилок при вирішенні певних завдань або значні спади продуктивності.

3. Психофізичні симптоми: втома інтерпретується як наростання почуття погіршення сприйняття, яке залежить від інтенсивності, тривалості і складу факторів стресу.

У процесі накопичення втоми можуть грати роль усі три ці симптоми, але вони можуть виникати в різні моменти часу.

Фізіологічні реакції в органічних системах, особливо в тих, які пов'язані з роботою, можуть проявитися першими. Пізніше може спостерігатися відчуття напруги. Зміни в роботі можуть відобразитися, головним чином, в зниженні регулярного ритму роботи, або збільшенні помилок, хоча середня продуктивність може й не постраждати. І, навпаки, при відповідній мотивації працююча людина може навіть спробувати підтримувати продуктивність

зусиллям волі. На наступному етапі може спостерігатися очевидне зниження продуктивності, що завершується збоєм у виконанні роботи. Фізіологічні симптоми можуть привести до зриву в організмі, включаючи зміни структури особистості і виснаження. Основні тенденції втоми і відновлення показані на рис. 8.2.

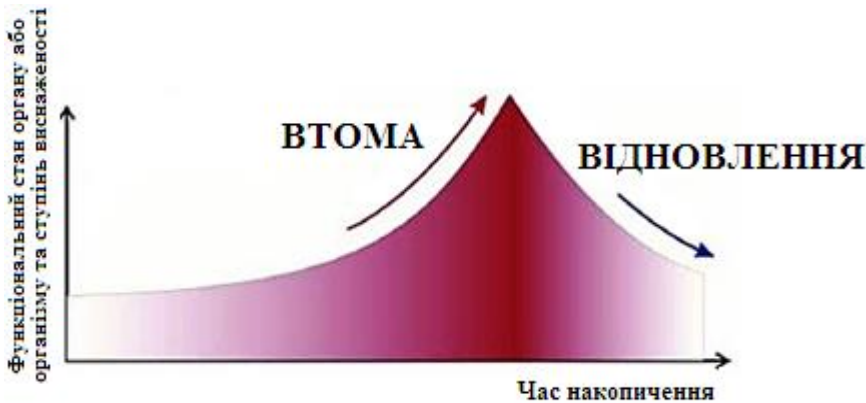


Рис. 8.2. Основний тренд втоми і відновлення

### 8.1.2. Прогноз втоми і відновлення

У сфері ергономіки особливий інтерес представляють пророкування втоми в залежності від інтенсивності, тривалості дії і складу факторів стресу, а також визначення часу, необхідного для відновлення. Табл. 8.1 показує різні рівні діяльності і відновлення і можливі причини втоми і способи відновлення.

Таблиця 8.1

#### Втома і відновлення залежать від рівнів діяльності

Рівень діяльності	Період	Втома від:	Відновлення за допомогою
Робоче життя	Десятиліття	Перенапруження протягом десятиліть	Вихід на пенсію
Фази робочого життя	Роки	Перенапруження протягом років	Відпустка
Послідовність робочих змін	Місяці / тижні	Несприятливі режими зміни	Вихідні дні, вільні дні
Одна робоча зміна	Один день	Напруга, що перевищує межі витривалості	Вільний час, періоди відпочинку
Задачі	Години	Напруга, що перевищує межі витривалості	Період відпочинку
Частина задачі	Хвилини	Напруга, що перевищує межі витривалості	Зміна факторів напруги

В ергономічному аналізі стресу і втоми для визначення необхідного часу відновлення облік періоду робочого дня представляє особливу важливість. Методи такого аналізу починаються з визначення різних факторів стресу як функції часу (рис. 8.3).





Рис. 8.3. Стрес, як функція часу

Фактори стресу визначаються на підставі характеру і умов роботи. Характер роботи може виражатися по-різному: у прикладанні сили (наприклад, при роботі з вантажами); координації рухових і сенсорних функцій (наприклад, при складанні або роботі крана); перетворенні інформації в реакцію (наприклад, при контролі);

трансформації вхідної інформації у вихідну (наприклад, програмування, переклад); виробництві інформації (наприклад, рішення проблем при проектуванні). Умови роботи включають фізичні (наприклад, шум, вібрація, тепло), хіміко-біологічні (хімічні реагенти, біологічно активні компоненти) і соціальні (наприклад, колеги, позмінна робота) аспекти.

У найпростішому випадку можна виділити єдиний найбільш важливий фактор стресу, в той час як іншими можна знехтувати. В інших випадках, особливо, коли фактори стресу утворюються в результаті м'язової роботи, часто можливо розрахувати необхідний період відпочинку, тому що базові концепції відомі.

Наприклад, достатній відпочинок при статичній м'язовій роботі залежить від розвинутої сили і тривалості м'язових скорочень, виражених у вигляді експоненційної функції у відповідності з наступною формулою:

$$R.A. = 18 \left( \frac{t}{T} \right)^{1,4} \cdot \left( \frac{f}{F} - 0,15 \right)^{0,5} \cdot 100, \quad \text{якщо } \frac{f}{F} > 0,15, \quad (8.1)$$

де:  $R.A.$  – період відпочинку у відсотку від  $t$ ;

$t$  – тривалість м'язових скорочень (робочий період) в хвиликах;

$T$  – максимально можливий період скорочень в хвиликах;

$f$  – розвинута сила, що необхідна для статичної сили;

$F$  – максимальна сила.

Зв'язок між силою, часом роботи і періодом відпочинку наведено на рис. 8.4.

Аналогічні закони існують для важкої м'язової роботи, активної легкої м'язової роботи або різних видів м'язової роботи на виробництві.

Складнішою є ситуація, коли діє комбінація різних чинників стресу, що впливають на працюючого одночасно.

Комбінація двох факторів стресу, наприклад, може призвести до різних реакцій напруги в залежності від законів їх поєднання. Комбінований ефект різних факторів стресу може бути незначним, що врівноважує або кумулятивним.

У разі незначного комбінованого ефекту різні чинники стресу мають вплив на різні підсистеми організму. Робота кожної з цих підсистем може бути компенсована періодом, коли підсистема не відчуває напруги. Загальне

напруження залежить від самого сильного чинника, і, таким чином, в застосуванні комплексного підходу немає необхідності.

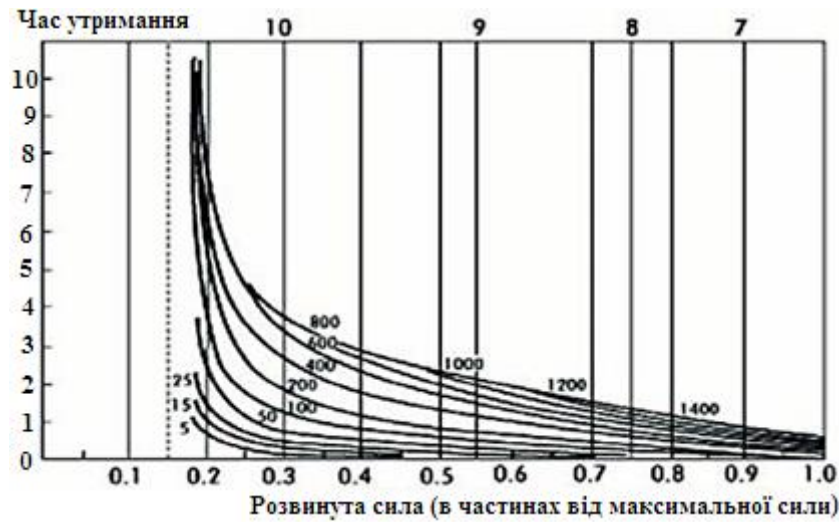


Рис. 139. Частина відпочинку, що відводиться для різних комбінацій сили утримання і часу утримання

Врівноважуючий ефект виникає, якщо комбінація різних чинників стресу призводить до більш незначної напруги, ніж кожен з факторів стресу окремо. Комбінація м'язової роботи і низьких температур може знизити загальну напругу, тому що низькі температури дозволяють тілу втрачати тепло, яке виробляється м'язовою роботою.

Кумулятивний ефект спостерігається, коли відбувається накладення декількох факторів стресу, тобто вони повинні проходити через одне фізіологічно «вузьке місце». Прикладом може бути комбінація м'язової роботи і теплового стресу. Всі чинники стресу впливають на циркуляційну систему, як на загальне «вузьке місце», що призводить до результуючої кумулятивної напруги (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

**Правила комбінації впливів двох чинників напруги при навантаженні**

	Холод	Вібрація	Освітлення	Шум
Важка динамічна робота	-	+	0	0
Активна легка м'язова робота	+	+	0	0
Статична м'язова робота	+	+	0	0

0 незначний ефект; + кумулятивний ефект; - врівноважуючий ефект

Для випадку комбінації більш ніж двох факторів стресу, яка є дуже поширеною на практиці, є тільки дуже обмежені відомості. Те саме можна сказати і до послідовної комбінації чинників стресу (тобто результату напруги від різних факторів стресу, які впливають на робітника послідовно). Для таких випадків на практиці необхідний час відновлення визначається шляхом вимірювання фізіологічних і психічних параметрів.

### 8.1.3. Змінна робота

Змінна робота – це та робота, яка постійно або часто виконується поза нормального денного часу. Змінною роботою може, наприклад, вважатися постійна робота ночами або вечорами або коли робочі години припадають на різний час доби. Кожна система змінної роботи має свої переваги і недоліки, і кожна має свій вплив на самопочуття, здоров'я, соціальне життя і продуктивність праці.

При традиційній системі повільної ротації зміни змінюються щотижня, тобто тиждень роботи в нічну зміну змінюється тижнем роботи у вечірню зміну, а потім настає тиждень ранкової зміни. При системі швидкої ротації подібний відрізок триває день, два чи три. У деяких країнах, наприклад в США, починають набувати популярності зміни довше, ніж 8 годин, зокрема 12.

В процесі еволюції люди перетворилися в денні істоти, їх організм «запрограмований» на роботу в денний час і відпочинок і спокій в нічний. Життєдіяльність і біохімічні процеси людини контролюються внутрішніми механізмами, часто званими біологічними годинниками, виходячи з моделі 24 години на добу. Ці цикли називаються добовими ритмами. Порушення цих ритмів, пов'язане з неспанням і роботою в біологічно незвичні години, а також сном в денний час, вважається однією з основних причин стресів змінної роботи.

Деякими індивідуальними особливостями, які впливають на переносимість змінної роботи, є різниця у фазі і амплітуді добового циклу, вік, стать, наявність вагітності, фізична підготовленість і гнучкість звичок сну, здатність долати сонливість, як показано на рис. 8.5.

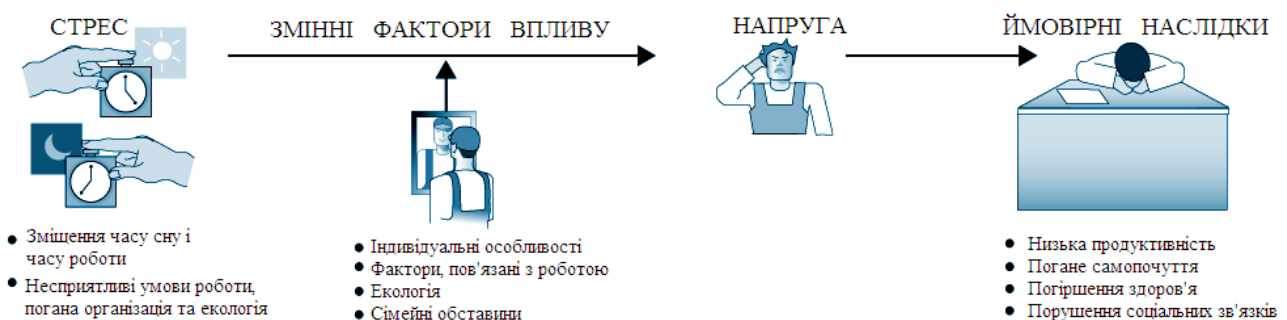


Рис. 8.5. Моделі стресу і напруги змінних робітників

Існує думка, що порушення добових ритмів в кінцевому підсумку може призвести до сумних наслідків, проте науці досі було досить важко встановити прямий причинно-наслідковий зв'язок. Незважаючи на відсутність абсолютних доказів, майже повсюдно найкращою системою змін вважається та, яка зводить до мінімуму порушення добових ритмів.

### 8.1.4. Поєднання впливів різних факторів на робочому місці

Іноді змінні робітники піддаються додатковим небезпечним впливам на своїх робочих місцях: таким, як шум, несприятливі кліматичні умови, погане

освітлення, вібрація або кілька цих факторів у поєднанні. Найчастіше вони можуть зустрічатися при тризмінній і нічній роботі, а також при безсистемному характері змін, ніж чим при двозмінній роботі і роботі в денний час.

Мабуть, людей можна поділити на два типи щодо їх добової фази - «ранкові» / «вечірні» і поведінково - на інтровертів і екстравертів.

У «ранкового» типу, «жайворонків», добова фаза просунута: вони рано лягають спати і встають раніше інших. У той час як у «вечірнього» типу, «сови», добова фаза спізнюється: вони пізно лягають спати і встають пізно. Очевидно, що «жайворонки» найбільш придатні до ранкової зміни, а «сови» до вечірньої. Проте деякі вчені, які займалися цією проблемою, відзначають, що непропорційно велике число людей, що залишили змінну роботу, були «ранкового» типу. Однак слід зауважити, що більшість досліджень включали тільки яскраво виражених «жайворонків» і «сов», кожна група яких становить лише 5% населення.

Результати багатьох опитувань показали, що найбільш несприятливо змінна робота позначається на здоров'ї людей старшого віку, критичний вік від 40 до 50 років. З віком денний сон приходить важче, існують також і інші показники повільної пристосованості добових ритмів до роботи в зміни працівників середнього віку в порівнянні з їх більш молодими колегами.

Фізична підготовленість, за деякими дослідженнями, є фактором, що збільшує переносимість змінної роботи. Були вивчені дві групи працівників, одна регулярно займалася фізкультурою протягом чотирьох місяців, а друга ні. Ті, що займалися, досягли значного скорочення загальної втоми, особливо після нічної зміни, а також скоротилися скарги на м'язово-суглобові болі і збільшилася тривалість денного сну.

### **8.1.5. Вплив змінної роботи на здоров'я**

Більшість скарг на здоров'я змінних робочих пов'язано з якістю денного сну після нічної зміни і в меншому ступені зі сном перед ранковою зміною. Тому що завдяки добовим ритмам людина в основному запрограмована на неспання днем і сон вночі, її організм не зовсім готовий до сну після нічної зміни. Можуть впливати ще й інші фактори. Сну може заважати денне світло. Зазвичай вдень рівень шуму вище, ніж вночі. Більшість робітників нічної зміни скаржаться на дитячий шум і шум від вуличного руху. Деякі переривають свій денний сон, щоб поїсти разом з усіма членами сім'ї, або скорочують свій сон, щоб приділити більше часу догляду за дитиною або виконанню домашніх обов'язків. Одне з досліджень змінних робітників показало, що денний сон був скорочений в середньому до 6 годин. Незважаючи на різну потребу уві сні, 6 годин на добу недостатньо для більшості людей, зокрема, після кількох нічних змін підряд зазвичай накопичується дефіцит сну, що впливає і на соціальне життя, і на продуктивність праці, також збільшується ймовірність виникнення нещасних випадків. Кілька проведених енцефалографічних обстежень виявили той факт, що у порівнянні з нічним якість денного сну нижча.

Дефіцит сну може виникати і після тижня нічної зміни, і після тижня

ранкової зміни. Довга тривалість сну у вихідні дні після тижня ранкової зміни може вказувати на підвищену потребу в сні.

Гастроентерологічні розлади. Робота вночі веде до зміни послідовності і годин прийому їжі. Вночі шлунок не справляється зі складом і якістю типової денної їжі. Таким чином, зрозуміло, чому робітники нічної зміни частіше страждають розладом апетиту, ніж робітники інших змін. В кінцевому підсумку нерегулярний прийом їжі може привести до скарг гастроентерологічного характеру або навіть захворювань шлунково-кишкового тракту.

Нервові розлади. Незважаючи на відсутність у дослідженнях систематизації симптомів і розладів нервового типу у змінних робітників, існують підтвердження більшої схильності у цих працівників до неспокійного стану, включаючи елементи тривоги і депресії, у порівнянні з їх колегами, що працюють в денну зміну. Вчені дійшли висновку: існує достатньо доказів для того, щоб припустити, що поряд з іншими індивідуальними або соціальними факторами на захворюваність нервово-психічних розладів в тій чи іншій мірі впливає і змінна робота (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

**Період часу від початку змінної роботи до моменту діагностування трьох хвороб (середнє і типове відхилення в роках)**

Графік роботи	Гастродуоденіт	Виразка шлунку	Нервові розлади
Денна робота	12,6 ± 10,9	12,2 ± 9,9	9,7 ± 6,8
Двозмінна робота	7,8 ± 6,6	14,4 ± 8,2	9,0 ± 7,5
Тризмінна робота	7,4 ± 6,5	5,0 ± 3,9	6,8 ± 5,2
Нічна робота	4,7 ± 4,3	5,6 ± 2,8	3,6 ± 3,3

**8.1.5.1 Соціальні проблеми змінних робітників**

Змінна робота може мати негативний вплив на сімейне життя, участь в житті суспільства і соціальні контакти. Глибина проблем може залежати від багатьох факторів - таких, як тип змінної системи, стать, вік, сімейний стан, склад сім'ї змінного робітника, а також від того, наскільки прийнятна в даному регіоні змінна робота. Після тижня вечірньої зміни регулярні контакти робітника чи працівниці зі своїми дітьми шкільного віку або з партнером, який працює в ранкову або денну зміну, значно скорочуються. Це становить значну проблему для змінних робітників, які працюють в так звану постійну післяобідню зміну. За традиційної переривчастої двозмінної системи, коли тиждень ранкової зміни змінюється тижнем вечірньої зміни, кожний другого тижня контакти порушуються. За традиційної тризмінної системи ротації тижнів вечірня зміна припадає на кожний третій тиждень. За системи швидкої ротації контакти в сім'ї не порушуються під час цілого тижня. Дослідники отримали суперечливі результати, але безсумнівно, що змінна робота, особливо, коли обидва з батьків змінні робітники, може негативно відбитися на успішності дітей у школі.

### **8.1.5.2. Продуктивність праці**

Крім можливого впливу змінної роботи на здоров'я робітника може бути порушено також рівень якості виконання роботи. Помилки і збої ритмічності при виконанні робіт особливо посилюються у нічну зміну.

Нічне зниження продуктивності праці може бути зменшено або попереджено, якщо організувати перерви, якщо робота цікава або є мотивація. Продуктивність праці знижується (зазвичай в нічну зміну, яка впливає особливо несприятливо), якщо робота складається з нудних, повторюваних, монотонних завдань, якщо вже сталася втрата сну і збільшується кількість часу, виділеного на завдання, а також індивідуальні особливості часто є найсильнішими факторами впливу.

### **8.1.6. Розробка системи змін**

Основні рекомендації для розробки системи змін:

1. Рекомендується максимальне скорочення роботи у нічний час. Якщо це неможливо, перевага повинна бути віддана системі швидкої ротації робочих змін. Постійна нічна робота не представляється доцільною для більшості змінних робітників.

2. Введення подовженого робочого дня можливо лише в тому випадку, якщо зміст роботи або робоче навантаження дозволяють це зробити. Система змін розробляється з урахуванням мінімізації втоми; крім того, повинні бути вжиті заходи щодо забезпечення повного відновлення сил після роботи, а також регулювання тривалості робочого дня.

3. Ранкова зміна не повинна починатися занадто рано. Всі змінні системи передбачають гнучке регулювання тривалості робочого часу. Особливо гнучкий підхід до регулювання робочого часу можливий у групах саморегулювання графіка роботи.

4. Не рекомендується перехід з однієї зміни на іншу протягом доби (наприклад, з нічної на денну зміну або з денної на ранкову). Максимальне число послідовних робочих днів може коливатися від 5 до 7. Кожна змінна система повинна передбачати вихідні дні (мінімум два вільні дні поспіль).

5. Може бути рекомендована ротація змін в наступному порядку: ранкова зміна, вечірня, нічна (у всякому разі, при безперервній системі змін).

#### **8.1.6.1. Постійна нічна робота**

Нічна зміна є найбільш важкою з точки зору фізіологічного звикання, сну і самопочуття. Більшості змінних робітників може знадобитися більше одного тижня для того, щоб їх організм повністю звик до нічної роботи. Будь-яке часткове звикання втрачається у вихідні дні, наступні за нічною зміною. Таким чином, біоритми постійних нічних робітників завжди знаходяться у стані порушення. У порівнянні з іншими системами змін постійна нічна зміна надає найбільш негативний ефект на членів сім'ї, які повинні підлаштовувати свій спосіб життя під цей розклад, на сексуальні відносини і на здатність робочого

виконувати свою сімейну функцію.

Постійна нічна робота має і свої переваги. За наявними даними, в нічну зміну робітники відчують більше незалежності і у них знижується відчуття нагляду. Більш того, через те що працювати важче, у нічних бригад розвивається «дух команди». Але в більшості випадків нічна робота вибирається тому що, це означає збільшення доходу завдяки підвищеній оплаті нічних годин.

Хоча у нас є недостатньо знань про довгостроковий вплив нічної роботи на стан здоров'я людини і про оптимальне співвідношення денного світла, роботи, сну, відомо, що нічна зміна більше інших змін порушує фізіологічні процеси, сну і самопочуття людини.

#### **8.1.6.2. Система швидкої і система повільної ротації змін**

Більш швидка ротація змін у багатьох відношеннях краще системи ротації тижнів. Швидка ротація зберігає добові ритми орієнтованими на день, і вони не знаходяться у стані постійного порушення через часткове пристосування до іншої орієнтації щодо ночі і дня. Кілька нічних змін підряд можуть викликати накопичення дефіциту сну, тобто хронічне недосипання. В кінцевому підсумку це може призвести до біологічних змін або навіть розладів здоров'я. На сьогодні немає ретельного дослідження, яке б порівняло вплив систем постійної, повільної і швидкої ротації змін. У більшості опублікованих робіт групи складно порівнювати за своєю віковою структурою, змістом роботи і ступенем відбору. Кілька тривалих досліджень були присвячені вивченню того, як впливає перехід з ротації тижнів на систему більш швидкої ротації змін. Після закінчення експерименту у 27 вивчених групах змінних робітників більшість проголосувала за систему швидкої ротації змін. Інший аргумент на користь системи швидкої ротації - це те, що у змінних робітників є вільні вечори щотижня і, таким чином, більш регулярні контакти з друзями і колегами більш можливі, ніж при системі тижневої ротації. На основі аналізу періодичних компонентів роботи і вільного часу вчені прийшли до висновку, що система ротації, яка допускає більш коротку, але більш часту синхронізацію робочого і соціального життя, має менше негативних ефектів, ніж ротація, яка веде до більш тривалої, але нечастої синхронізації.

#### **8.1.6.3. Тривалість змін**

Результати вивчення впливу подовженого робочого дня теж суперечливі, тому складно дати єдині рекомендації з цього приводу. Подовжений робочий день від 9 до 12 годин прийнятний тільки в наступних випадках:

1. Подовжений робочий день зумовлюється суттю даної роботи і робочим навантаженням.
2. Система змін розроблена з метою мінімізації накопичення втоми.
3. Існують відповідні заходи для підміни відсутніх робітників.
4. Не додаються понаднормові години.
5. Обмежено вплив токсичних речовин.

6. Дуже ймовірно, що повне відновлення сил після роботи і прийняття такого розкладу можливе при відповідних житлових і сімейних умовах, відстані будинку від роботи, кліматі, при відсутності інших позаштатних робіт.

Повинні також враховуватися фізіологічні вимоги. За даними досліджень, прийнятний рівень споживання кисню під час 8-годинної зміни повинен складати приблизно 30% або менше від максимального споживання, під час 12-годинного - приблизно 23% або менше. Через те що кількість кисню, який поглинається зростає зі збільшенням фізичного навантаження, стає очевидним, що 12-годинні зміни можливі тільки для фізично легких робіт, крім того, подовжений робочий день не рекомендується при високих розумових і емоційних навантаженнях. Перед введенням подовженого робочого дня експерти повинні зробити точну оцінку навантаження і напруги на конкретному робочому місці. Одним з потенційних недоліків 12-годинної зміни є підвищена втома. При розробці системи змін потрібно враховувати мінімізацію накопичення втоми, тому не слід ставити 12-годинні зміни поспіль, а денна зміна не повинна починатися занадто рано. При проведенні одного дослідження в Бельгії (Моорса, 1990 р.) зміна починалася вранці на одну годину раніше і, таким чином, була збільшена до 9 годин. Денна зміна починалась о 6 годині 30 хвилин замість 7 години 30 хвилин, а ранкова зміна при двозмінній роботі - о 5 годині замість 6. При п'ятиденному тижні подібний розклад роботи привів до накопичення дефіциту сну і до частих скарг на втому. Автор дослідження рекомендував починати зміни, як зазвичай, і продовжувати години роботи за рахунок зайвої години ввечері.

#### **8.1.6.4. Час початку і закінчення зміни**

Хоча і в цьому питанні немає оптимального рішення, в наявній літературі існує думка, що слід уникати раннього початку ранкової зміни. Ранній початок часто зменшується загальну тривалість сну, тому що більшість змінних робітників лягають спати як зазвичай. Під час ранкової зміни дослідниками спостерігалось посилення втоми, а також збільшення ризику помилок і нещасних випадків серед працівників.

Прийmemo 8 годин за постійну тривалість зміни. Пізніший початок ранкової зміни також означає пізній початок нічної зміни (зміна міняється в 7/15/23 або 8/16/24). Пізніший початок нічної зміни також означає пізніше закінчення вечірньої зміни. В обох випадках можуть виникнути транспортні проблеми через більш тривалий інтервал у русі міського транспорту.

Були висунуті аргументи і на користь більш раннього початку робіт. Деякі дослідження показали, що чим пізніше починається денний сон після нічної зміни, тим він коротший. Денний сон може бути порушений, а при ранньому початку сну після приходу з нічної зміни цю проблему можна уникнути. Деякі дослідники запропонували час перезміни встановити у 4, 12 і 20 годині, щоб робітники могли хоча б частіше їсти разом зі своєю сім'єю.



### **8.1.6.5. Розподіл робочого часу**

Розподіл вільного часу між послідовними змінами сильно впливає на сон, втому і самопочуття, а також на соціальне і сімейне життя і загальне задоволення змінним робочим графіком роботи. Якщо є тільки 8 годин між закінченням однієї зміни і початком другої, то буде спостерігатися скорочення сну між змінами і збільшення втоми у другу зміну.

Занадто багато робочих днів поспіль можуть привести до накопичення втоми, а іноді й до надмірного впливу токсичних речовин, якщо виробництво пов'язане з їх використанням. Досить важко визначити максимальну кількість робочих днів поспіль в силу того, що робоче навантаження, графік перерв і несприятливі екологічні умови можуть значно відрізнятись на різних підприємствах. Проте вчені рекомендують обмежити число робочих днів, які йдуть підряд, до 5 і 7. Вільний кінець тижня має особливу соціальну значущість. Дослідники вивчали ступінь задоволеності від різних систем швидкої ротації змін. Семиденна система при наявності від 3 до 5 вільних днів подобалася набагато більше, ніж система тільки з 2 вихідними, це привело до висновку, що тривалість перерви від роботи може бути суттєвим фактором в оцінці системи швидкої ротації змін. З іншого боку, вільні дні першої системи були збалансовані додатковими днями відпустки.

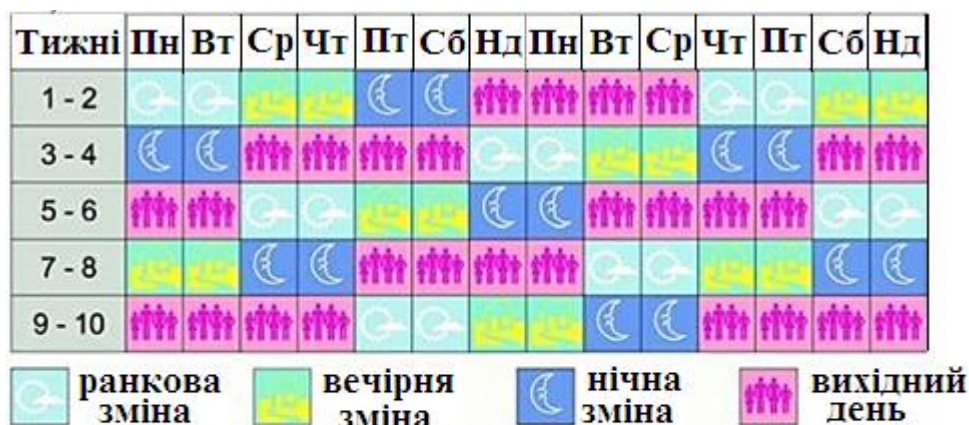
### **8.1.6.6. Напрямок ротації**

Система змін, яка починається з ранкової зміни, потім йде вечірня, а потім нічна, має ротацію вперед (затримка фази, ротація за годинниковою стрілкою). Ротація назад або проти годинникової стрілки має випередження фази, яка рухається від нічної через вечірню до ранкової зміни. Ротація «вперед», швидше за все, найбільш наближена до добових біоритмів, але розтягнута на більш ніж 24 години. Проводилось лише два довготривалих дослідження впливу ротації. Більшість змінних робітників в цих дослідженнях швидше віддавали перевагу ротації «вперед», дослідники виявили, що система змін проти годинникової стрілки веде до більш високого рівня втоми і більш частих розладів сну між змінами. Система «гібрид» проявила себе не краще. Виявилось, що змінним робітникам з безперервною системою змін зі зворотньою ротацією подобався довгий період вільного часу між кінцем останньої ранкової зміни і початком першої нічної зміни, особливо якщо цей період включав в себе суботу та неділю. Незважаючи на обмеженість даних і необхідність подальших досліджень, ротація «вперед» здається найбільш рекомендованою, у всякому разі, при безперервній системі змін.

### **8.1.6.7. Оптимізація системи змін**

Не існує «оптимальної» системи змін. Кожне підприємство, його керівництво і змінні робітники повинні шукати компроміс між потребами підприємства та потребами робітників. Більш того, при складанні графіка змін рішення має ґрунтуватися на наукових рекомендаціях. Реалізація стратегії має

особливе значення при прийнятті нової системи змін. Було опубліковано багато посібників і керівництв з організації робочого часу (наприклад, МОП, 1990 р.). Дуже часто змінні робітники залучаються до аналізу, планування та розробки графіка змін. Безперервна система змін, яка має модель швидкої ротації «вперед» з 8-годинними змінами, деякими вільними суботами і неділями, щонайменше, двома повними вихідними днями поспіль і без швидких ротацій змін, здається найбільш рекомендованою. Така базова система змін має приблизно 33,6 робочої години у тиждень, що може бути не для усіх прийнятним. Якщо потрібні додаткові зміни, то більш прийнятно, коли графік планується на довгий термін, тоді з самого початку року робітники можуть планувати свою відпустку. Деякі роботодавці не вимагають від робітників старшого віку працювати в додаткові зміни. На рис. 8.6 і рис. 8.7 наведені схеми безперервної системи змін і переривчастої системи змін, які користуються цими правилами. На рис. 8.8 наведена система змін для менш гнучкого робочого місця. Воно вимагає 128 годин робочого навантаження у тиждень із середнім індивідуальним робочим тижнем 37 годин. Ця система має максимум три нічні зміни і два вільних довгих кінця тижня (третій тиждень: з четверга по неділю; п'ятий і шостий тиждень: з суботи по понеділок).



Середній робочий тиждень:  
33,6 год без додаткових змін;  
35,2 год у тиждень з 2 додатковими змінами у 10 тижнів;  
36,8 год у тиждень з 4 додатковими змінами у 10 тижнів;  
38,4 год у тиждень з 6 додатковими змінами у 10 тижнів;  
40,0 год у тиждень з 8 додатковими змінами у 10 тижнів.

Рис. 8.6. Система змін з безперервною ротацією

Вона не регулярна і не має ротації «вперед», що не так добре. Для змінних систем з експлуатаційним графіком 120 годин у тиждень не можна використовувати системи поступових ротацій змін, як, наприклад, з 6:00 понеділка до 6:00 суботи при середньому робочому тижні 40 годин. При зменшеній кількості людей у нічну зміну можливо використовувати систему змін, приведену на рис. 8.8. З понеділка до п'ятниці кожен день дві групи робітників у ранкові зміни, дві у вечірні зміни і тільки одна група працює в нічну зміну. Тому число нічних змін, що припадають на людину, буде скорочено у порівнянні з традиційною тризмінною системою.

Тжд	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
1							
2							
3							
4							

	ранкова зміна		вечірня зміна
	нічна зміна		вихідний день

Рис. 8.7. Система ротації змін з перервами

Тжд	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Рис. 8.8. Система ротації змін з перервами зі скороченням на 50% штатом нічних робітників

### 8.1.7. Період відпочинку

Говорячи про організацію робочого часу, необхідно пам'ятати, що адекватні періоди відпочинку (перерви під час роботи, перерви на харчування, денний або нічний відпочинок і щотижневий відпочинок) теж дуже важливі для самопочуття, здоров'я і безпеки людини.

Існують різні причини для введення періодів відпочинку.

### 8.1.8. Відновлення

Коли робітник здійснює важку фізичну роботу, накопичується втома і йому необхідно перервати цю роботу. Під час перерви симптоми зворотних функціональних змін зникають. Наприклад, якщо при фізичній роботі пульс частішає, то під час адекватної за часом перерви він повертається до рівня, зафіксованого перед початком роботи. Ефективність періоду відпочинку зменшується експоненціально зі зростанням довжини цієї перерви. Тому що нетривалі перерви мають високу ефективність, було виведено правило, що багато коротких перерв краще декількох довгих.

### 8.1.9. Запобігання втоми

При важкій фізичній роботі велика кількість перерв для відпочинку може не тільки скоротити, але й при деяких обставинах запобігти втомі. Це ілюструється класичними дослідженнями Караш і Мюллера (1951 р.). У лабораторії піддослідні повинні були вправлятися на велоергометрах. Ця важка фізична робота (20 ЧСС) була організована в такий спосіб: після кожного періоду роботи (100%) слідував довгий період відпочинку (150%). Проводилось три експерименту з різними розкладами періодів роботи і відпочинку. У першому експерименті піддослідний працював 5 хвилин, відпочивав 7,5

хвилин, потім знову працював 5 хвилин і переривав експеримент, коли повністю вибивався з сил. Пульс досягав 140 ударів у хвилину в перший період роботи і 160 ударів у хвилину в другий період роботи. Навіть через годину після закінчення експерименту пульс не повертався до вихідного рівня з початку експерименту.

Другий експеримент, показаний на рисунку, складався з короткого періоду роботи і короткого періоду відпочинку (2 хв і 3 хв). Хоча робоче навантаження було таким же, як і при першому експерименті, при другому експерименті випробуваний міг працювати довше. Третій експеримент передбачав екстремальний розклад періодів: 0,5 хв роботи і 0,75 хв період відпочинку. Експеримент припинився не тому що випробуваний вибився з сил, а з технічних причин. Звичайно, такий графік роботи і відпочинку неприйнятний в будівництві, але він ілюструє те, що можна запобігти підвищенню втоми, якщо період відпочинку розбити на безліч коротких періодів.

### **8.1.10. Харчування**

Властивість перерв на прийом їжі відновлювати сили часто знижується, особливо коли робітникам доводиться далеко йти в їдальню, стояти у черзі за їжею, швидко харчуватися і поспішати назад на робоче місце.

### **8.1.11. Обов'язкові фізичні вправи**

Якщо робітники повинні працювати в скрутній позі (наприклад, електрики при розпаюванні електричних щитів), рекомендуються фізичні вправи під час періоду відпочинку. Звичайно, найкращим рішенням було б організувати їх робоче місце відповідно ергономічним принципам. Фізичні вправи на робочому місці, як вид відпочинку, на жаль, більш поширені в азійських країнах, ніж в інших регіонах.

### **8.1.12. Спілкування**

Не можна забувати про соціальний аспект періоду відпочинку, йдеться про спілкування між робітниками. Спостерігається суперечність між фізіологічно обгрунтованою рекомендацією дуже коротких перерв під час важкої фізичної роботи і бажанням робітників зібратися разом у рекреаційних зонах і поговорити з колегами, однак можна знайти розумний компроміс:

- початку періоду відпочинку властива велика відновлювальна властивість, чим і пояснюється ефективність коротких перерв (тобто для відновлювальних властивостей більша кількість коротких перерв сприятливіша, ніж рідкісні і довгі перерви);

- виключення з цих правил. Період охолодження після роботи в жаркому кліматі повинен тривати щонайменше 10 хвилин в кімнаті з нейтральною температурою. Період зігрівання в країнах з холодним кліматом (від -15 до -30 °С) повинен тривати щонайменше 30 хвилин в кімнаті з нейтральною

температурою. Період відпочинку після роботи в дуже шумних умовах повинен бути відносно довгим в кімнаті з рівнем шуму менше 70 дБ. При фізичній роботі з поглинанням енергії більше 40 кДж/хв потрібні періоди відпочинку відразу після припинення важкої роботи через експоненціальне зростання втоми;

- ефективність періоду відпочинку не повинна бути скорочена «псевдодіяльністю» (прихована перерва). Про що повинні бути попереджені робітники і майстри;

- перерви для прийому їжі повинні тривати щонайменше 15 хвилин.

### **8.1.13. Скорочення проблем зі сном**

Немає чарівних формул, які б допомогли змінним робітникам швидко заснути або спати добре. Те, що добре для одного, не допомагає іншому. Деякі корисні рекомендації, в основному для сну вдень після нічної зміни:

- інші члени сім'ї повинні користуватися індивідуальними навушниками для телевізора і радіо, переведіть телефон на режим автовідповідача без голосу. Вимкніть дверний дзвінок.

- скоротіть зовнішнє світло і шум за допомогою важких темних штор, шумонепроникливих дверей і вікон;

- беруши, маска для сну і відсутність напоїв з кофеїном за п'ять годин до передбачуваного сну теж можуть бути корисними;

- робітникам слід уникати вживання алкоголю, намагаючись допомогти собі заснути. Вони повинні дати собі час заспокоїтися після роботи.

У тих випадках, коли під загрозою безпека, деякі автори рекомендують короткий «підтримуючий сон» під час нічної зміни як місток через найнижчу точку добової активності. На багатьох японських заводах, що працюють цілодобово, використовується практика короткого сну в нічну зміну.

### **8.1.14. Дієта**

Хоча не доведено, що дієта допомагає впоратися з нічною роботою, вченими були зроблені наступні рекомендації:

- під час нічної зміни час основної їжі повинен бути до 1:00 ночі. Вона повинна бути багата білками, а не вуглеводами, і мати низький вміст жиру.

- приблизно о 4:00-4:15 перекус свіжими фруктами або молочними продуктами;

- рекомендується приймати їжу кожен день в один і той же час;

- уникати важкої їжі перед сном. Робітники повинні навчитися прислухатися до свого організму, оцінювати комфортність стану шлунка і рівень енергії.

- при розрахунку енергопотребности організму при нічній роботі слід виходити з енерговитрат з помірної активності (рис. 8.9).

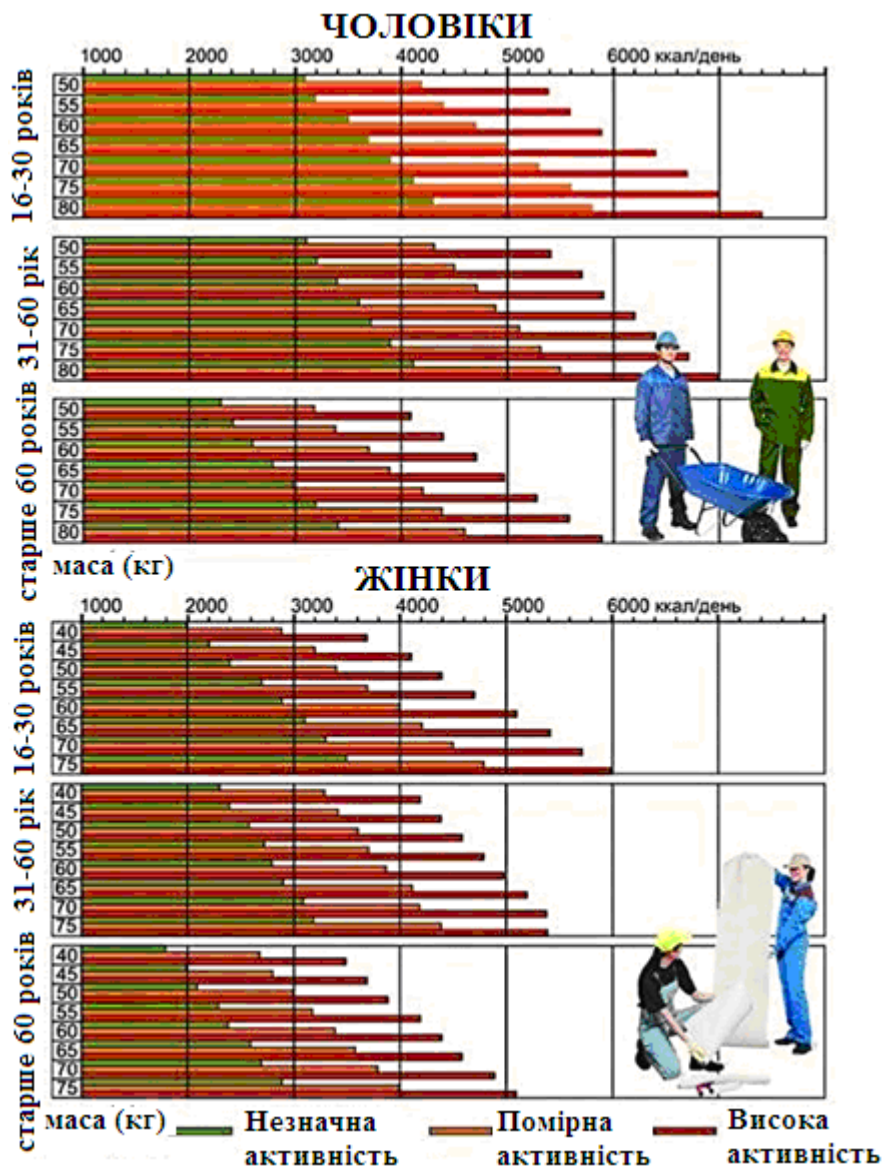


Рис. 8.9. Енергетичні потреби робітників у залежності від віку, статі, маси тіла і фізичної активності (необхідна калорійність харчування)

## 8.2. Заходи щодо поліпшення здоров'я робітників і гігієни праці

Деякі автори пропонують вивчити історію хвороби і провести медичний огляд змінних робітників перед їх наймом на роботу або переведенням їх на змінний режим. Потрібно попередити робітників, що їм протипоказана нічна зміна, якщо вони страждають:

- розладами шлунково-кишкового тракту (хронічна виразкова хвороба, синдром розладу шлунка при важких проявах);
- діабетом;
- серцево-судинними захворюваннями, особливо на ішемічну хворобу серця або перенесли інфаркти міокарда в минулому;
- хронічним безсонням; епілепсією; на тяжкі психічні розлади або депресією; астмою, що вимагає прийому ліків, особливо якщо пацієнт залежний від стероїдних препаратів;
- на відкриту форму туберкульозу;

- алкоголізмом або наркоманією;
- слабким зором або гемералопією (нічною або курячою сліпотою), що не підлягає корекції.

### **8.3. Грошові виплати**

Хоча існують численні компенсаційні схеми, за якими робітнику платять за змінну роботу, гроші навряд чи зможуть бути компенсацією за негативний вплив на здоров'я і порушення соціального життя. Звичайно, найкраще вирішення проблем - це усунення і скорочення їх причин. Однак, тому що повне усунення змінної роботи неможливо, варто подумати про альтернативну стратегії, як, наприклад: скорочення індивідуальних незвичних годин роботи, скорочення нічної зміни, скорочення непотрібної частини нічної роботи (якісь види діяльності можуть бути перенесені на ранок або на вечір за рахунок реорганізації роботи), використання змішаного графіка змін, наприклад, хоча б один місяць на рік без змінної роботи, введення додаткових змінних бригад, перехід від тризмінної системи змін на чотирьохзмінну або з чотирьохзмінної на п'ятизмінну або скорочення часу переробок. Інша можливість - це скорочення робочого часу для змінних робітників, коли робочий тиждень змінного робітника коротше робочого тижня денного робітника, довше оплачені перерви і відпустки. Додаткові вихідні дні і рання вислуга років є іншими можливими варіантами.

### **8.4. Вимоги до режимів праці та відпочинку користувачів ВДТ**

Впровадженню режимів праці та відпочинку повинна передувати робота щодо наукового обґрунтування тривалості та порядку проведення перерв, заснована на урахуванні змісту праці та факторів, які обумовлюють умови праці.

Збереження високої продуктивності праці користувачів ВДТ може бути досягнуто методами запровадження раціонального режиму праці та відпочинку шляхом:

- створення організаційних умов для поступового входження у працю на початковій стадії роботи. Планування виробничих завдань треба проводити з урахуванням того, що роботу варто починати з якомога простіших елементів, поступово переходячи до більш складних;

- планування ритмічної роботи, суть якого полягає з такої її структуризації, яка дала б можливість користувачеві ВДТ рівномірно виконувати етапи виробничих завдань, що завершуються перервою на відпочинок;

- планування режиму відпочинку працівників таким чином, щоб повністю використовувати можливості кімнати психологічного розвантаження та інші форми активного відпочинку, особливо у другий період робочої зміни, коли розвивається виражена втома;

- урахування того, що час на відпочинок, який надається для зниження

втомі, повинен використовуватися згідно з характером виконаної роботи. Наприклад, після інтенсивної роботи з «мишею» слід дати можливість активно впливати на групи м'язів, які зазнають інтенсивного навантаження. Зняття втомі також сприяє зміна форм діяльності.

Режими праці та відпочинку під час роботи за ВДТ залежать від виду та категорії трудової діяльності.

Види трудової діяльності поділяються на три групи:

- група А – читання інформації з попереднім запитом (діалоговий режим роботи);
- група Б – введення інформації;
- група В – творча робота у режимі діалогу з ПЕОМ (налагодження програм, переклад та редагування текстів тощо).

Роботи з ВДТ залежно від напруженості, рівень якої визначається спеціалістами-фізіологами праці, поділяють на три категорії:

- у групах А та Б – за сумарним числом зчитуваних знаків або знаків, що вводяться за робочу зміну;
- у групі В – за сумарним часом роботи з ВДТ за зміну.

Час регламентованих перерв за робочу зміну доцільно встановлювати залежно від виду та категорії трудової діяльності за ВДТ згідно з табл. 8.4.

Таблиця 8.4

**Час регламентованих перерв користувачів ВДТ  
залежно від категорії та групи робіт**

Категорія (група) роботи	А, кількість знаків	Б, кількість знаків	В, год.	Час перерви при 8-годинній зміні
I	До 20 000	До 15 000	До 2	20
II	21 000 – 40 000	16 000 – 30 000	2,1 – 4	40
III	Понад 40 000	Понад 30 000	Понад 4	60

Навантаження за робочу зміну будь-якої тривалості не повинно перевищувати для групи робіт А – 60 000 знаків, для групи робіт Б – 45 000 знаків, для групи робіт В – 6 годин.

Тривалість безперервної роботи за ВДТ без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2 годин. Тривалість обідньої перерви визначається чинним законодавством про працю та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства (організації, установи).

При 8-годинній робочій зміні регламентовані перерви доцільно встановити:

- для I категорії робіт за ВДТ через 2 години від початку зміни та через 2 години після обідньої перерви, кожна тривалістю 10 хвилин;
- для II категорії робіт за ВДТ через 2 години від початку зміни тривалістю 15 хвилин, через 1,5 та 2,5 години після обідньої перерви тривалістю 15 та 10 хвилин відповідно або тривалістю 5-10 хвилин через кожну



годину роботи, залежно від характеру технологічного процесу;

- для III категорії робіт за ВДТ через 2 години від початку зміни, через 1,5 та 2,5 години після обідньої перерви тривалістю 20 хвилин кожна або тривалістю 5-15 хвилин через кожен годину роботи, залежно від характеру технологічного процесу.

Під час роботи за ВДТ у нічну зміну, незалежно від групи та категорії робіт, тривалість регламентованих перерв збільшується на 60 хвилин.

Під час регламентованих перерв з метою зниження нервово-емоційного напруження та втоми зорового аналізатора, що розвиваються у користувачів, усунення негативного впливу гіподинамії та гіпокінезії, запобігання розвитку позотонічної втоми доцільно виконувати комплекси спеціальних профілактично-реабілітаційних вправ.

З метою зменшення негативного впливу монотонії доцільно застосовувати чергування операцій введення осмисленого тексту та числових даних (зміна змісту робіт), чергування редагування текстів та введення даних (зміна змісту та темпу роботи) тощо.

У випадку виникнення у працюючих за ВДТ зорового дискомфорту та інших несприятливих суб'єктивних відчуттів, що настають, незважаючи на дотримання санітарно-гігієнічних і ергономічних вимог, режимів праці та відпочинку, слід застосовувати індивідуальний підхід у обмеженні часу робіт за ВДТ та корекцію тривалості перерв для відпочинку або проводити заміну іншими видами робіт (не пов'язаних з використанням ВДТ).

Конструювання раціонального режиму праці та відпочинку залежить від рівня спеціальних знань користувача при застосуванні конкретного програмного забезпечення, а отже, від його здатності раціонально вирішувати нові завдання (або старі завдання за допомогою нових засобів). Природно, що у ненавченого користувача «фізіологічна вартість» одиниці праці значно вища, ніж у добре навченого. Тому планування режиму робіт слід проводити, враховуючи кваліфікацію користувача, який вирішує конкретне завдання.

Навчання користувачів потрібно проводити, орієнтуючи їх на завдання, що виконується, оригінальну програмну систему чи модель, які використовуються, з тим, щоб уникнути ризику нанесення значної шкоди внаслідок допущених ним помилок системі, що працює, або базі даних. Сприятливими є навчальні програми, які можуть застосовуватися як для навчання користувачів-початківців, так і для підвищення кваліфікації працівників зі стажем.

Проміжок часу між набуттям кваліфікації та практичним застосуванням здобутих навичок та знань має бути якомога коротшим.

Для надійної роботи користувача у системі потрібно мати стислі довідники, які повинні бути на кожному робочому місці.

Після розробки раціонального режиму праці та відпочинку (визначення тривалості перерв на відпочинок, послідовності чергування проміжків праці та відпочинку, проектування складу відпочинку) на підприємствах здійснюється експериментальне впровадження нового режиму праці та відпочинку протягом

3-4 місяців. Згодом проводяться фізіологічні та соціально-економічні дослідження для виявлення ефективності нового режиму праці та відпочинку.

При використанні ВДТ програмістами та іншими професійними групами, для яких специфічним є творчий компонент при виконанні виробничих завдань, конструювання раціонального режиму праці доцільно здійснювати на основі врахування індивідуальних стратегій діяльності та особливостей стану здоров'я користувачів.

### **8.5. Вимоги ергономіки та естетики до організації робочого середовища**

При плануванні процесу комп'ютеризації у цілому треба брати до уваги комплекс аспектів виробничого середовища:

- чітко визначити цілі комп'ютеризації;
- вичленити вирішувані проблеми;
- визначити, які завдання буде вирішувати комп'ютер, а які – користувач;
- оцінити ефект такої роботи з урахуванням впливу комп'ютеризації на виробничі завдання, а також на організацію праці та робочого місця;
- вибрати різні варіанти вирішення проблем та визначити найкращий;
- підібрати необхідне обладнання;
- розпланувати обстановку у приміщенні та на робочому місці з урахуванням додаткових робіт, які будуть виконуватися у приміщенні.

Навколишнє робоче середовище повинно формуватися у тісній взаємодії з працівниками таким чином, щоб врахувати особливості користувачів з різними фізичними та розумовими якостями. Тому умови роботи повинні бути досить варіабельними.

Велика кількість ергономічних вимог до якості техніки, елементів обладнання та просторової організації виробничого середовища користувачів може справити враження завершеності процесу оптимізації робочих місць. Проте існуючий досвід суперечить цьому твердженню. Навіть якщо взяти до уваги всі ергономічні рекомендації, наприклад, щодо організації столу, на якому розташований ВДТ, та безпосередньо реалізувати їх, то це ще не гарантує зручності столу для користувача ВДТ. Тут, як і у кожній складовій робочого місця, треба прийняти багато рішень, що впливатимуть на естетичну якість робочого середовища. Зокрема, необхідно:

- визначити та реалізувати помірний ступінь упорядкованості елементів робочого навколишнього середовища з урахуванням площі робочого місця та розмірів цих елементів;
- встановити раціональний розподіл світла та тіні;
- визначити ступінь взаємоузгодження елементів робочого середовища за формою, кольором та матеріалом;
- поліпшити естетичні параметри засобів праці за допомогою форми, кольору та ін.

Урахування цих вимог призведе до поліпшення композиційної цілісності робочого місця, збільшить його інформаційну виразність і т.п.

Різноманіття точок зору на зазначені вимоги, їх взаємовплив та складність мовного опису виключає розробку цієї проблеми шляхом формулювання загальноприйнятних рекомендацій. Естетичну якість робочого простору можна уявити та оцінити тільки у конкретному проекті та під час його реалізації. Задовільна естетична якість робочого місця та навколишнього середовища (яка ще не має належного значення для адміністрації та користувача) займає важливу специфічну нішу в загальному комплексі організаційних зусиль.

## **8.6. Основні принципи конструювання робочого місця**

Робоче місце (РМ) – це обладнаний технічними засобами (засобами відображення інформації, органами управління, допоміжним обладнанням) простір, де здійснюється діяльність виконавця (або групи виконавців). Організацією РМ називається система заходів щодо обладнання РМ засобами та предметами праці та розміщення їх у певному порядку.

Удосконалення організації РМ є однією з умов, що сприяють підвищенню продуктивності праці, тому питанням організації РМ тепер приділяється велика увага. За літературними даними, при правильній організації РМ продуктивність праці друкарки зростає на 30-40%, операторів ЕОМ від 8 до 20%.

Удосконалення умов та організації праці на РМ призводить до:

- створення передумов для більш ефективного використання різних форм поділу та кооперації праці шляхом раціонального розподілу функцій у виробничому колективі, а також між людиною та комп'ютером, виходячи з психофізіологічних можливостей користувача;
- поліпшення конструкції та полегшення обслуговування РМ (раціональне розміщення засобів та предметів праці) з урахуванням антропометричних характеристик працюючих;
- розробки нових засобів та методів праці на основі психофізіологічної раціоналізації трудових процесів;
- поліпшення засобів нормування праці шляхом встановлення оптимальних параметрів робочих навантажень;
- формування сприятливих умов праці;
- раціоналізації форм та методів підготовки та підвищення кваліфікації кадрів, а також засобів профдобору шляхом урахування психофізіологічних особливостей працюючих.

Системи, в яких використовують ВДТ, досить різноманітні як за функцією, так і за структурою. Причому кожна система диктує свої вимоги не тільки до функціональних можливостей ВДТ, але й до форми та складу їх комплексів. Найбільш розповсюджені ВДТ, що складаються з дисплея та клавіатури. Але який би комплекс засобів не входив до ВДТ, розглядати їх окремо можна тільки умовно, оскільки вони завжди включені або становлять основу тих або інших РМ.

Однією з основних вимог до організації РМ є повна відповідність засобів оснащення РМ змісту завдань, що виконуються з їх допомогою. Проте у кожній

системі вирішуються свої певні завдання, і коло цих завдань розширюється з розвитком самих технічних засобів ЕОМ та їх програмного забезпечення. Розбіжність завдань та функцій зумовлює розбіжність у діях користувачів, які у сукупності складають їх діяльність. Цим продиктований строго диференційований підхід до вирішення питань конструювання та організації РМ у системах різного призначення.

Отже, для раціональної організації робочих місць перш за все необхідно виявити ті їх особливості, на основі яких можна виразити їх схожість (або відмінність) для більш цілеспрямованого вирішення проблеми урахування людського фактора. Таким чином, організація РМ на науковій основі передбачає насамперед вирішення проблеми їх класифікації за певними ознаками.

Класифікаційна ознака – це критерій визначення подібності. Вдалість вибору переліку, складу та градацій ознак визначає ступінь зручності та ефективності використання класифікації. На сьогодні єдиної класифікації РМ, обладнаних ВДТ, з позицій ергономіки немає. Це призводить до різноплановості трактовок проблем організації РМ.

При розробці класифікаційних ознак різних типів РМ, обладнаних ВДТ, треба враховувати вельми широкий діапазон кваліфікації користувачів, різноманіття можливих завдань та зовнішніх умов діяльності. В основі класифікації РМ, обладнаних ВДТ, що пропонуються у літературі, лежать три класифікаційні ознаки: 1) тип користувача, 2) тип завдання, 3) умови роботи. Розглянемо їх більш докладно.

1. Оскільки зараз у коло користувачів входять багато фахівців, які у процесі своєї діяльності звертаються по допомогу до комп'ютера, то їх склад, зрозуміло, дуже різноманітний. За'видом професійної спеціалізації, рівнем освіти та підготовки до роботи з ВДТ всіх користувачів можна поділити на два основні типи: професійні та непрофесійні оператори.

Професійні оператори – це фахівці, для яких робота з ВДТ становить основу їх діяльності. Серед них є широкопрофільні фахівці, здатні виконувати різні завдання (системні, прикладні програмісти, оператори ЕОМ та ін.), та вузькопрофільні, або вузькоспеціалізовані працівники, що виконують тільки конкретний, строго обмежений клас завдань (оператори АСУ, економісти, статисти тощо).

Для непрофесійних операторів, що мають певну свободу вибору своїх дій, робота з ВДТ є епізодичною і співвідноситься з основною професією як допоміжна. Серед них також можна виділити кілька груп користувачів за професійною спеціалізацією (медичні, банківські, торговельні, науково-технічні працівники та ін.), за загальноосвітнім цензом (школярі, студенти, аспіранти, особи, що мають учений ступінь і т.п.). Але навіть при нарощуванні деталізації прийомів класифікації, яка розрізняє групи користувачів-непрофесіоналів, основна, об'єднуюча їх ознака полягатиме в тому, що ВДТ для них є не основним, а тільки допоміжним засобом діяльності.

Збільшення масштабів використання ВДТ призвело до зростання числа як

професійних, так і непрофесійних операторів. Відмінності між цими типами користувачів стають важливим фактором при організації РМ, обладнаного ВДТ: ВДТ може бути у центрі або на периферії робочої зони, просторово відділеним від основного РМ, стаціонарним або пересувним і т.п.

2. Конкретна діяльність кожного користувача та специфіка завдань, що стоять перед ним, безпосередньо впливають на організацію РМ.

Діяльність людини можна аналізувати з різних позицій. Частіше за все класифікація РМ з ВДТ проводиться за видом завдання. Наприклад, основне завдання оператора ЕОМ полягає в забезпеченні якісної (за параметром результату виконання завдання) та максимальної (за параметром завантаження комп'ютера) роботи. Серед численних завдань операторів сучасних промислових АСУ найбільш типовими є: стеження (регулювання) за технологічними параметрами та прийняття рішень при виникненні порушень режиму. Завдання цих операторів визначають і предметний склад РМ.

Саме через різноманіття основних та супутніх їм завдань обладнання РМ та його компоновка будуть істотно різнитися. Тому систематизуючи РМ за видами вирішуваних завдань, багато авторів виділяють такі їх типи:

- РМ підготовки та введення даних;
- РМ інформаційно-обчислювальні;
- РМ інформаційно-довідкові;
- РМ спостереження та контролю;
- РМ оперативного управління;
- РМ проектно-конструкторські;
- РМ для навчального процесу та ін.

Класифікувати види завдань можна також за рівнем нервового навантаження на людину під час управління. У цьому випадку важливими класифікаційними ознаками є:

- ступінь жорсткості регламентації керуючих дій у часі;
- ступінь монотонії праці (яка оцінюється за допомогою числа елементарних операцій, що повторюються, числа елементів, що повторюються у операціях, тривалості операцій, що повторюються);
- ступінь відповідальності користувача під час управління процесом (оцінювана за швидкістю прийняття рішення у звичайних та аварійних ситуаціях під час управління обладнанням та ймовірного виникнення аварійної ситуації);
- ступінь творчого компонента у діяльності користувача ВДТ під час управління процесом.

Перевагою наведеної класифікації є універсальність інтегрального показника – рівня нервового навантаження, яке може застосовуватися при групуванні всіх без винятку завдань користувача.

Обґрунтоване віднесення завдання до певної класифікаційної групи буде сприяти більш глибокому та ретельному його аналізу, можливості порівняльної оцінки різних завдань та вибору найкращої організації РМ.

3. З урахуванням різноманіття умов роботи користувачів, а також виду вирішуваних ними завдань формуються вимоги до РМ. Організація робочого місця містить:

- урахування психофізіологічної сумісності користувача та засобу відображення інформації;
- аналіз антропометричних характеристик людини для вибору ергономічно обґрунтованого робочого положення та робочих зон: раціональну компоновку РМ;
- урахування факторів зовнішнього середовища, у тому числі соціально-психологічного аспекту.

На основі вивчення психофізіологічних особливостей сприймання та переробки інформації людиною визначено перелік параметрів засобів відображення інформації (ЗВІ), у тому числі характеристик пред'явлення інформації на екрані ВДТ:

- розміри ЗВІ (довжина, ширина, кутові розміри) з урахуванням можливостей сприймання візуальної інформації;
- зони розміщення ЗВІ (розміри інформаційного поля, розміри оптимальної зони інформаційного поля);
- розташування ЗВІ з урахуванням: антропометричних характеристик користувача, функціонального призначення ЗВІ, частоти та послідовності звернення до ЗВІ, оптимальної видимості інформації, що подається, робочого положення користувачів;
- кодування ЗВІ (вид алфавіту кодування: основа коду: склад, форма, орієнтація знаків алфавіту; оптимальне кількісне співвідношення ознак знаку та ознак об'єкта; яскравість кольорових знаків та їх кутова величина);
- світлотехнічні параметри ЗВІ (яскравість зображення, яскравість фону, контраст зображення та фону, прямий та відбитий відблиск ЗВІ);
- характеристика та об'єм інформації, що подається (об'єм інформації; експозиція повідомлень; число інформаційних повідомлень, що вимагають перекодування; число інформаційних повідомлень, що вимагають запам'ятовування; число інформаційних повідомлень, що вимагають термінових рішень; ймовірність успішної переробки інформації в умовах черги; тривалість оперативного спокою);
- характеристики інформаційного поля (розміри, загальне число знаків, щільність і конфігурація знаків, кількість типів накреслення цифр, кут нахилу цифр, відстань між початковим та кінцевими знаками, яскравість знаків, співвідношення яскравості свічення робочих та неробочих елементів індикатора, кутові розміри знаку та ін.).

Антропометричні характеристики людини визначають габаритні та компоновочні параметри РМ, а також вільні параметри окремих його елементів. Основні принципи використання антропометричних характеристик, на думку багатьох авторів, вважаються такими:

- габарит РМ, розміри та взаєморозташування його елементів повинні відповідати антропометричним характеристикам працюючих,

враховуючи, що найбільші розбіжності у розмірах тіла спостерігаються між чоловіками та жінками, потім ідуть національні розбіжності, далі – вікові та професійні;

- потрібний мінімум вільного простору для розміщення тіла та його переміщення розраховують виходячи з антропометричних даних людей, що характеризуються найбільшими розмірами тіла;
- ті частини робочого простору, які мають бути досяжними, визначають на основі антропометричних даних людей, що характеризуються найменшими розмірами тіла та ін.

Положення тіла та найбільш часті пози, які приймає або змушена приймати людина, виконуючи роботу, є одним з основних факторів, що визначають продуктивність праці. Скарги операторів на погане самопочуття під час тривалої роботи за дисплеєм здебільшого пов'язані з незадовільною організацією робочого місця та незручною робочою позою.

Вивчення рівня втоми різних груп м'язів, стану серцево-судинної та дихальної систем показало неоднакову фізіологічну ефективність різних робочих положень тіла при різній тривалості роботи, формуючи робочу позу, потрібно брати до уваги витрачені зусилля, рухливість людини під час роботи, розмір робочої зони та особливості діяльності. Але визначивши позу, слід передбачити також умови правильної організації робочого місця. Робоче місце за ВДТ, що використовується тільки у короткі проміжки часу, може бути організовано при положенні користувача стоячи. Якщо ж користувач постійно завантажений роботою з ВДТ, більш прийнятною є поза сидячи.

В положенні сидячи основне навантаження припадає на ті м'язи, що підтримують хребетний стовп та голову. При цьому тиск більшої частини маси тіла припадає на стегна, перешкоджаючи проникненню крові у нижню його частину. У зв'язку з цим при тривалому сидінні час від часу необхідно змінювати фіксовані робочі пози. До того ж при роботі сидячи природне прогинання поперекової ділянки хребетного стовпа уперед змінюється на прогинання назад, що часто є причиною появи болю у попереку.

Для фізіологічно правильно обгрунтованої робочої пози сидячи мають бути забезпечені оптимальні положення частин тіла: корпус випрямлений, зберігаються природний вигин хребта та кут нахилу таза. Необхідно уникати сильних нахилів тулуба, поворотів голови та крайніх положень суглобів кінцівок.

Літературні дані оптимальних кутів між сусідніми сегментами тіла, що забезпечують зручність пози, неоднозначні. Для пози сидячи частіше за все рекомендують такі значення кутів:

- кут, створений положенням осі тулуба та ший, змінюється залежно від роботи, що виконується; при значенні його більше  $25^\circ$  виникають хворобливі відчуття у задній частині ший; ближчим до оптимального вважається кут, що наближається до  $15^\circ$ ;
- вимоги до значення кута, утвореного положенням осі тулуба та осі стегна, дещо розходяться; за одними даними, він має бути прямим,

- тобто,  $90^\circ$ , за іншими – тупим ( $110-115^\circ$ );
- кут, створений віссю стегна та гомілки, може бути у діапазоні  $90-120^\circ$ , при куті більше  $120^\circ$  можлива рання втома розтягнутих згинаючих м'язів стегон;
  - вважається, що для кута, створеного віссю гомілки та підшви ступні, оптимальне значення  $90-100^\circ$ , можливе його збільшення до  $115^\circ$ ;
  - кращим положенням руки визнано таке, при якому вона звисає вздовж тіла, тобто кут, створений віссю плече-ліктьового сегмента та вертикаллю тулуба, дорівнює нулю;
  - при роботі, коли передпліччя підтримуються підлокітниками або площиною столу, рука може утворювати досить великий кут з вертикаллю (до  $45^\circ$ ), а коли маса руки утримується плечем і точкою опори служить кисть руки, то максимальне значення кута не повинно перевищувати  $35^\circ$
  - кут, утворений віссю плеча та передпліччя, може бути від  $40^\circ$  при згинанні та до  $180^\circ$  при максимальному витяганні; кут у  $90^\circ$  наближається, до оптимального оскільки згинаючі та розгинаючі м'язи стискаються однаковою мірою, а умови кровообігу найбільш сприятливі;
  - кут, утворений віссю передпліччя та кистю, рівний  $180^\circ$ , вважається кращим, оскільки при цьому м'язи, що приводять у рух кисть, знаходяться у стані рівного скорочення, а кисть є прямим продовженням передпліччя; припустиме латеральне (бічне) відхилення –  $10^\circ$ .

Виходячи з загальних принципів організації робочого місця, у нормативно-методичних документах сформульовані вимоги до його конструкції. До них належать:

#### 1. Вимоги до конструкції робочого стола, які містять:

- вимоги до розмірів робочої поверхні обладнання (висота, ширина, глибина робочої поверхні);
- вимоги до простору для ніг (висота, ширина, глибина цього простору);
- вимоги до параметрів зон розміщення органів управління на обладнанні (розміри оптимальних зон моторного поля у вертикальній та горизонтальній площинах; розміри зон легкої досяжності моторного поля у вертикальній та горизонтальній площинах; розміри зон досяжності моторного поля у вертикальній та горизонтальній площинах);
- вимоги до параметрів зон розміщення засобів відображення інформації (розміри інформаційного поля; розміри оптимальної зони інформаційного поля);
- вимоги до взаєморозміщення органів управління та засобів відображення інформації.

#### 2. Вимоги до робочого сидіння (крісла) згідно гігієнічних властивостей робочого місця та антропометричних параметрів людини, які містять:



- вимоги до оздоблення поверхні та спинки сидіння (відсутність токсичності, паропроникність, повітропроникність, електрозахищеність, антистатичність, міцність, морозостійкість, чистота обробки матеріалу оздоблення);
- вимоги до розмірів поверхні сидіння (висота, ширина, глибина та кут його нахилу);
- вимоги до розмірів спинки крісла (висота, ширина упорної поверхні, радіус крутизни та кут нахилу спинки сидіння, межі регулювання висоти та ширини упорної поверхні, а також кута нахилу спинки);
- вимоги до розмірів підлокітника (висота його над сидінням, довжина та ширина, відстань між внутрішніми гранями підлокітника, кут нахилу);
- вимоги до розмірів підставки для ніг (довжина; ширина; висота, яка у необхідних випадках може бути регульованою; кут нахилу до горизонтальної площини).

## **8.7. Вимоги до організації робочих місць користувачів ВДТ**

Основним обладнанням робочого місця користувача ВДТ є відеомонітор, клавіатура, робочий стіл, стілець (крісло); допоміжним – пюпітр, підставка для ніг, шафи, полиці та ін. Вимоги до них відображені у нормативних документах: Тимчасові санітарні норми і правила для робітників обчислювальних центрів (ТСНіПРОЦ) редакція від 01.01.2017; ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги; ДСТУ 7299:2013. Дизайн і ергономіка. Робоче місце оператора. Взаємне розташування елементів робочого місця. Загальні вимоги ергономіки.

Під просторовою орієнтацією робочого місця розуміється розміщення у певному порядку елементів основного і допоміжного обладнання відносно одне одного та працюючої людини. Просторова організація робочого місця в основному визначається розмірами та формою сенсорного та моторного простору, формою та параметрами елементів робочого місця та просторовим розташуванням елементів відносно працюючого.

Робочі місця з ВДТ повинні розташовуватися на відстані не менше як 1,5 м від стіни з віконними прорізами, від інших стін – на відстані 1 м, між собою на відстані не менше як 1,5 м. При розміщенні робочих місць необхідно виключити можливість прямого засвічування екрана джерелом природного освітлення. Джерела природного освітлення (вікно) не повинно також потрапляти у зону прямого спостереження користувача. Відносно світлових отворів робочі місця доцільно розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно зліва.

При розміщенні ВДТ на робочому місці потрібно забезпечити простір для користувача величиною не менше як 850 мм з урахуванням виступаючих частин обладнання та застосування (при необхідності) спецодягу. Для стоп має бути передбачено простір за глибиною та висотою не менше як 150 мм, по ширині – не менше як 530 мм.

Розташовувати ВДТ на робочому місці необхідно так, щоб поверхня

екрана знаходилася на відстані 400-700 мм від очей користувача. Рекомендується розміщувати елементи робочого місця таким чином, щоб витримувалася однакова відстань очей користувача від екрана, клавіатури, тримача документів.

Залежно від виду роботи та зручності користувача доцільно користуватися можливістю повороту та регулюванням нахилу екрана. Ця вимога тим більш важлива, чим численнішими та різноманітнішими є заплановані випадки застосування ВДТ. Установка рівня екрана над столом та його розташування повинні забезпечуватися за допомогою вторинних пристроїв на робочому місці.

Необхідністю стало розташовувати клавіатуру на робочому столі, не допускаючи її хитання, але разом з тим має бути передбачена можливість її поворотів та переміщень. Положення клавіатури та кут її нахилу повинні відповідати побажанням користувача.

Принтер треба розташовувати так, щоб доступ до нього користувача та його колег був зручним.

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати можливість оптимального розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей та характеру роботи, яка виконується. Корисно мати модульне, рухоме робоче місце. Площа столу залежить від усіх необхідних для роботи компонентів, що розміщуються, та повинна допускати можливість вільного переміщення пристроїв. Поверхня столу має бути матовою з малим відбиттям та теплоізолюючою. Розташування технічних засобів повинно давати можливість користувачеві виконувати прості функції лівою рукою з метою зниження великих навантажень на праву руку під час ведення записів, роботи з клавіатурою та інших операцій. Якщо у конструкції клавіатури не передбачено простору для опори долонь, то її слід розташовувати на відстані не менше як 100 мм від краю столу в оптимальній зоні моторного поля.

Якщо конструкція робочого місця передбачає ходу трудового процесу у позі сидячи, то висота робочої поверхні столу повинна регулюватися у межах 680-800 мм, у середньому вона повинна становити 725 мм. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше як 600 мм, шириною не менше як 500 мм, глибиною на рівні колін, але не менше як 450 мм та на рівні витягнутої ноги – не менше як 650 мм.

Робоче крісло забезпечує підтримання робочої пози у положенні сидячи, і чим триваліше це положення протягом робочого дня, тим жорсткішими мають бути вимоги до створення зручних та правильних робочих сидінь.

Існує цілий ряд публікацій щодо конструювання різних типів робочих крісел. Незважаючи на розбіжність думок дослідників у визначенні деяких параметрів, виділяють загальні рекомендації конструювання крісла: необхідність регулювання найбільш важливих його елементів – висоти сидіння, висоти спинки сидіння та кута нахилу спинки. Причому процес регулювання має бути нескладним. Не слід надмірно збільшувати кількість регульованих параметрів крісла, оскільки це позначатиметься на його стійкості. Для надання

більшої стійкості та попередження перекидання при відхиленні тіла на спинку крісла у багатьох європейських країнах використовують стільці на п'яти ніжках.

Встановлення правильної висоти сидіння є першочерговим завданням під час організації робочого місця. Цей параметр визначає інші просторові параметри – висоту положення екрана, клавіатури, поверхні для записів тощо. Висота поверхні сидіння визначається висотою підколінної ямки над підлогою, виміряної у положенні сидячи при куті згинання коліна  $90^\circ$ . Висоту сидіння необхідно регулювати.

Конструкція робочого стільця (крісла) повинна забезпечувати підтримання раціональної робочої пози під час виконання основних виробничих операцій, створювати умови для зміни пози, з метою попередження втому необхідно забезпечити зниження статичного напруження м'язів шийно-плечової ділянки та спини.

Тип робочого стільця повинен обиратись залежно від характеру та тривалості роботи. Він має бути підйомно-поворотним і регулюватися по висоті та кутах нахилу сидіння і спинки, а також відстані спинки від переднього краю сидіння. Регулювання кожного параметра має бути незалежним і мати надійну фіксацію. Всі важелі та ручки пристосування (для регулювання) мають бути зручними в управлінні.

Висота поверхні сидіння повинна регулюватись у межах 400-550 мм. Ширина та глибина його поверхні має бути не менше як 400 мм. Поверхня сидіння має бути плоскою, передні краї – закругленими. Сидіння та спинка крісла мають бути напівм'якими, з неслизьким, таким, що не електризується та повітропроникним покриттям, матеріал якого забезпечує можливість легкого очищення від забруднення. Слід передбачити можливість зміни кута нахилу поверхні сидіння у межах від  $15^\circ$  уперед та  $5^\circ$  назад. Опорна поверхня спинки стільця повинна мати висоту 280-320 мм, ширину – не менше як 380 мм та радіус кривизни горизонтальної площини – 400 мм. Кут нахилу спинки у вертикальній площині повинен регулюватися у межах  $(-30^\circ)$  –  $(+30^\circ)$  від вертикального положення. Відстань спинки від переднього краю сидіння повинна регулюватися у межах 260-400 мм.

З метою зниження статичного напруження м'язів рук доцільно використовувати стаціонарні або зйомні підлокітники довжиною не менше як 250 мм, шириною у межах 50-70 мм, що мають регулюватися по висоті над сидінням у межах 200-260 мм та регулюватися параметром внутрішньої відстані між підлокітниками у межах 350-500 мм. В окремих випадках підлокітники доцільно виконувати у вигляді складового елемента робочого столу.

Зручність невеликих переміщень у просторі робочої зони, зумовлених характером виробничої діяльності, може бути забезпечена за наявності спеціальних коліщаток на ніжках стільця (звичайних або гальмівних) або шляхом ковзання по поверхні підлоги, що залежить від матеріалу її покриття.

Робоче місце має бути обладнане стійкою підставкою для ніг, параметри

якої просто регулюються. Вона має бути розташована по всій ширині ділянки, що відводиться для ніг. Підставка повинна мати ширину не менше як 300 мм, глибину не менше як 400 мм, регулювання по висоті до 150 мм та по куту нахилу опорної поверхні підставки до 20°. Поверхня підставки має бути рифленою, а по передньому краю мати бортик висотою 10 мм.

Робоче місце користувача ВДТ має бути обладнане легко переміщуваним пюпітром для розташування на ньому документів. Пюпітр має бути розміщений на одному рівні з екраном та віддалений від очей користувача приблизно на таку ж відстань (припустима розбіжність цих відстаней не більше як 100 мм). Місце установки пюпітра має бути обрано таким чином, щоб він не вібрував. Пюпітр має бути стійким, щоб можна було робити короткі записи від руки (підкреслення, невеликі виправлення).

Величина площини пюпітра має бути не меншою за розміри найбільшого з джерел інформації, що застосовуються користувачем. При необхідності перегортання оригіналу обидві його сторони повинні розташовуватися на підставці. Рукопис повинен слабо прилипати до підставки або кріпитися за допомогою спеціальних зажимів. Поверхня пюпітра має бути матовою, щоб навіть при малих розмірах документа не було відбиття світла.

Пюпітр повинен мати лінійку, що легко пересувається рядками, прозору та зручну для використання. Окрім того, її пересування не повинно викликати сковзання документа.

Якщо рукопис переважно складається з документів, з яких у ПЕОМ вводиться мало інформації та які добре структуровані, то слід застосовувати спрощений пюпітр без рядкової лінійки та зажимів.

Під час організації робочого простору необхідно враховувати індивідуальні антропометричні параметри користувача з відповідними допусками на можливі зміни робочих поз та потребу у переміщеннях.

Раціональною робочою позою може вважатися таке розташування тіла, при якому ступні працівника розташовані на площині підлоги або на підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук – вертикальні, кут ліктьового суглоба коливається у межах 70-90°, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20°, нахил голови – у межах 15-20°, а також виключені часті її повороти.

Для забезпечення оптимальної робочої пози користувача необхідно розташовувати засоби його праці з дотриманням таких правил:

- засоби праці, з якими користувач має тривалий або найбільш частий зоровий контакт, повинні розташовуватися у центрі зони зорового спостереження та моторного поля;
- краща відстань між найважливішими засобами праці, з якими користувач працює найбільш часто, має бути близькою до 500 мм;
- трудові завдання користувачів повинні розроблятися з урахуванням мінімізації перепадів яскравості між найбільш важливими об'єктами зорового спостереження.

## **8.8. Вимоги до організації приміщень**

Розширення використання комп'ютерної технології повинно супроводжуватися прагненням поліпшити обстановку на робочому місці, яка сприятиме збереженню високої працездатності та створюватиме благодіючі умови для співпраці користувачів ВДТ. Приміщення, призначені для роботи з ВДТ, повинні мати змішане освітлення. Доцільно обирати орієнтацію вікон на північ або північний схід. На вікнах повинні бути жалюзі, що регулюються, або штори, що дають можливість їх повністю закривати.

Робочі місця з ВДТ повинні, як правило, розміщуватися в окремих приміщеннях. У випадку розміщення робочих місць у спеціальних залах або приміщеннях з джерелами небезпечних (шкідливих) виробничих факторів вони повинні розташовуватися у повністю ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованим повітрообміном. Площа, на якій розташовується одне робоче місце з ВДТ, повинна становити не менше як  $6,0 \text{ м}^2$ , об'єм приміщення – не менше як  $20 \text{ м}^3$ .

Для оздоблення приміщень з ВДТ повинні використовуватися дифузно-віддзеркалюючі матеріали з коефіцієнтами відбиття: стелі – 0,7-0,8; стін – 0,4-0,5; підлоги 0,2-0,3.

Поверхня підлоги має бути рівною, без вибоїн, неслизькою, зручною для очищення та вологого прибирання, мати антистатичні властивості.

Забороняється застосовувати для оздоблення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Вміст шкідливих хімічних речовин у приміщеннях з ВДТ не повинен перевищувати концентрацій, вказаних у ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.

## **8.9. Ергономічне проектування розташування інформації на екрані ВДТ**

Представлення інформації у вигляді, найбільш зручному для сприймання людиною, значною мірою впливає на тривале збереження високої працездатності. Зручність сприймання інформації визначається психофізіологічними можливостями і можливостями зорового апарату та розмірами символів, що відображуються, їх раціональним взаєморозміщенням та ін.

Зображення символу може бути сконструйовано або зі штрихів, або із точок. Можна назвати багато прикладів використання того чи іншого способу. Техніка обробки інформації, представленої за допомогою штрихів або точок, може бути різною. Вважається, що символи, які складаються з точок, більш комфортні для сприймання. Шрифти, що використовуються для ВДТ, значно відрізняються від шрифтів, що використовуються у друкарнях. Це може викликати протиріччя між допустимістю (очікуваним уявленням про те, як виглядає знак), ідентифікованістю та відмінністю символів. Оптимальний вид шрифту має особливе значення для сприймання позаконтекстової інформації.

Одним з найбільш важливих параметрів зображення є розмір символу, який залежить від відстані між спостерігачем та екраном, а також від алфавіту інформації, що відображується:

$$h = 2R \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right), \quad (8.2)$$

де  $h$  – розмір символу, що спостерігається по висоті;

$R$  – відстань між площинами відображення символу та зору;

$\alpha$  – кутовий розмір символу.

Для простих символів  $\alpha$  дорівнює  $15-18^\circ$ , для середніх –  $21-26^\circ$ , для складних –  $35-40^\circ$ .

Після обчислення розмірів символів (8.2) визначають кількість місць для знаків, що вкладаються по висоті та ширині екрана заданих розмірів:

$$K_i = \left[ \frac{H_e}{2b_1 R \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right)} \right]; \quad K_j = \left[ \frac{L_e}{2b_2 R \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right)} \right], \quad (8.3)$$

де  $K_i$  – кількість інформаційних рядків;

$K_j$  – кількість знакомісць у інформаційному рядку;

$b_1 = 1 + \kappa$  – коефіцієнт висоти знакомісця;

$b_2 = \varepsilon + 1$  – коефіцієнт ширини знакомісця;

$\kappa, \varepsilon, 1$  – безрозмірні коефіцієнти, що визначають ширину символу та відстань між символами по вертикалі та горизонталі відносно його висоти;

$H_e, L_e$  – розміри екрана відповідно по висоті та ширині.

На якість сприймання інформації впливає також час з'явлення знаку. Мінімальний час безпомилкового розпізнавання знаку розміром  $30'$  при контрасті  $K = 0,9$  становить близько  $0,1$  с (згідно з ТСНІПРОЦ контрастність зображення знаку має бути не менше  $0,8$ ). Низькі рівні контрасту не впливають на центральний зір, проте впливають на периферійний. При контрасті  $K = 0,9$  правильно розпізнаються близько  $80\%$  слів, тоді як при контрасті  $0,12$  – менше  $50\%$ . Отже навіть за найсприятливіших умов тривалість сприймання масиву зі ста знаків (без аналізу їх смислу) буде не менше як  $10$  с. За несприятливих умов спостереження або ж за необхідності аналізу та інтерпретації інформації, що одержується з екрана ВДТ, ця тривалість має бути більшою.

Відомо, що проміжок часу очікування понад  $15$  с становить ту межу, за якою взаємодія людини з системою стає малоефективною. У цьому випадку збільшується нервово-емоційне напруження користувача внаслідок тривалого очікування відповіді, породжується недовіра особи до машини. З іншого боку, час затримки сигналу не повинен бути дуже малим. Він має бути узгоджений з часовими характеристиками діяльності людини та забезпечувати коефіцієнт її завантаженості, близький до  $0,75$ . Видимий растр (групи горизонтальних рядків) або набір рядків знижують комфортність сприймання. Це визначає

мінімальну щільність ліній растра, яка, безсумнівно, залежить від розмірів екрана. У ТСНіПРОЦ передбачено, що кількість точок на рядку має бути не менше як 640; розмір екрана має бути не менше як 31 см по діагоналі.

Розмір матриці може бути 5x7,7x9 та ін. Збільшення матриці з 5x7 до 7x9 збільшує комфортність сприймання (на 14% поліпшується час реакції). За даними ВООЗ, для представлення як великих, так і малих літер необхідна пунктирна матриця 7x9. Оптимальна величина знаків зумовлена як достатніми для ідентифікації розмірами, так і тим, що знаки не повинні бути надто великими, інакше при читанні надто мало знаків потрапляє в поле зору. Оптимальна висота знаку для читання становить 20–28', що дорівнює 3,8 мм на відстані 60 см. Існують рекомендації щодо оптимальної висоти знаків для різних видів робіт.

Роздільна здатність (залежить від діаметра одиничної точки) та злитість зображення (залежить від відстані між точками) є незалежними параметрами екрана ВДТ. Взаємний добір цих характеристик з урахуванням чутливості людини до контрасту поліпшує сприймання інформації. У ТСНіПРОЦ передбачено, що мінімальний розмір точки, що світиться, має бути не більше як 0,4 мм для монохромного ВДТ і не більше як 0,6 мм – для кольорового. Прийнятна відстань між рядками тексту визначається саккадними рухами очей. Відстань між рядками повинна збільшуватись зі зростанням довжини рядка.

Швидкість та точність розпізнавання знаків залежать також від їх структури та ступеня розбіжності між ними. У зв'язку з цим виникає завдання, спрямоване на підвищення ефективності читання заданого алфавіту при мінімальному числі елементів, що його створюють. Для вирішення цього завдання пропонується показник рівня розбіжності знаків  $\rho$  – коефіцієнт декореляції алфавіту, який визначається формулою:

$$\rho = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left( 1 - \frac{n_{ij}^2}{n_i n_j} \right), \quad (8.4)$$

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 заданого алфавіту;

$n_{ij}$  – число елементів розкладання, що входять як у  $i$ -й, так і у  $j$ -й символи.

Аналіз знакових масивів, що відображуються на екранах ВДТ, показує пряму залежність ефективності читання від величини  $\rho$ . Проте збільшення значення цього показника свідчить про ускладнення структури знака, а отже, вимагає ускладнення апаратури, що забезпечує генерування знаків.

Численні дослідження показують, що об'єм сприймання інформації визначається не тільки характеристиками зору, але й об'ємом оперативної пам'яті. В зоровому образі може знаходитися велика кількість об'єктів, але вони не можуть бути всі відтворені через обмежений обсяг короточасної пам'яті (близько 7 об'єктів).

Водночас обсяг сприймання обмежений просторовими характеристиками, що визначаються полем зору людини. Відомо, що людина здатна розпізнавати одночасно предмети, які знаходяться у зоні ясного бачення, що становить

приблизно 10 градусів у горизонтальній та вертикальній площині.

Для узгодження можливостей користувача ВДТ зі структурою пред'явленої інформації необхідна розробка адекватного показника максимально можливого обсягу інформації, відтворюваної на інформаційному полі. Вирішення цього завдання дасть можливість підвищити ефективність розумової праці користувача. Тепер діючими нормативними документами (ТСНіПРОЦ) передбачена регламентація тільки деяких параметрів інформації, що пред'являється. До них належать:

- яскравість свічення екрана (не менше як  $100 \text{ кд/м}^2$ );
- мінімальний розмір точки свічення (не більше як 0,4 мм для монохромного ВДТ і не менше як 0,6 мм – для кольорового);
- контрастність зображення знаку (не менше як 0,8);
- частота регенерації зображення при роботі з позитивним контрастом у режимі обробки тексту (не менше як 72 Гц);
- кількість точок на рядку (не менше 640); зсув низькочастотного миготіння 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 фізіологічним є пред'явлення чорних знаків на світлому (білому) фоні.

## **8.10. Колір екрана та представлення інформації**

За даними ВООЗ, існує небагато даних про вибір певного кольору свічення екрана. Незважаючи на деякі загальні та досить розпливчасті припущення, що зеленувато-жовтий колір є найкращим, ця характеристика часто вважається другорядною по відношенню до інших параметрів ВДТ; вважають, що білий, зелений або помаранчевий кольори дають однакову чіткість (при негативній полярності), а зелений колір може викликати подразнюючі післяобрази. Білий колір використовують переважно при змішаних полярностях та для екранів з позитивною полярністю. При спостереженні з більших відстаней зелений та помаранчевий кольори видно краще, тоді як білий деякою мірою сприяє зменшенню числа помилок читання. Варто враховувати можливий вплив кольору свічення на рівень контрасту екрана. Враховуючи можливість кольорової сліпоти та вад кольорового бінокулярного зору, насичені червоний та блакитні кольори не рекомендуються.

Використання багатоколірних дисплеїв для спрощення аналізу інформації розширюється. Для більшої виразності можна використовувати різні кольори. Наприклад, червоний колір більш виразний, ніж зелений, тому його варто використовувати тільки для робіт, що мають важливе значення для аналізу. Багатоколірне представлення інформації на ВДТ може викликати проблеми у людей з дефектами кольорового зору. Труднощі, хоч і менш значні, можуть відчувати люди похилого віку та люди з низькою освітою. Під час дослідження інформативності даних, представлених на екрані, виявлено, що розмежування за кольором не дуже поліпшує сприймання, тоді як за допомогою пробілів цього



можна досягти. Застосування пробілів та розмежування інформації за кольором часто значно перевершують будь-який інший спосіб представлення інформації.

Для полегшення сприймання інформації користувачем необхідно передбачати такі властивості інтерфейсу:

- збереження на екрані ВДТ інформації протягом необхідного часу за бажанням користувача;

- обмеження площі розміщення на екрані ВДТ нових повідомлень, що надходять;

- вжиття заходів щодо збільшення розпізнаваності інформації, яка тільки-но надійшла на ВДТ, а також більш важливої інформації, від повідомлень, що їх мали раніше, тобто внести ознаки її новизни та значущості.

Мають бути враховані вимоги існуючих нормативних документів до складання, вибору та виконання написів, абревіатур, умовних словесних повідомлень (логограм) і т.п. Написи мають бути короткими, але водночас виключати спотворення суті або неоднозначність тлумачення. В них треба застосовувати стандартизовані та загальноприйняті найменування. Інтервали між написами мають бути не менше, ніж два знаки, щоб один напис не здавався продовженням іншого. Причому відстань між літерами та цифрами одного напису мають бути візуально однаковими.

Візуалізацію інформації на екранах ВДТ треба здійснювати такими способами:

- для алфавітно-цифрових ВДТ – за допомогою літер, цифр, символів, розміру зображення, яскравості, кольору, частоти миготінь, інвертування зображення;

- для графічних ВДТ, окрім зазначених – за допомогою форми, просторової орієнтації, довжини лінії та її орієнтації.

Візуалізацію літерами, цифрами та символами слід використовувати для відображення якісних характеристик об'єкта (тип, структура, функції).

Кодування даних з використанням змінних розмірів слід використовувати для передачі інформації, встановлюючи відповідність між площею і лінійними розмірами знака та характеристиками об'єкта (розміри, віддаленість, висота і т.п.). При цьому краще, щоб шкала розміру мінялася у геометричній, а не в арифметичній прогресії. Оптимальна довжина надійно розпізнаваного алфавіту – 2, максимальна – 5.

Візуалізація з використанням змінної яскравості може застосовуватися для передачі якісних характеристик повідомлень (наприклад, важливості об'єкта). Межею розрізнювання яскравостей є 4 градації, а найбільш вживаними – 2 градації яскравості. Представлення інформації з використанням кольору (за наявності кольорових екранів ВДТ) доцільно використовувати для передачі відомостей про стан та значущість об'єктів.

Візуалізацію інформації з використанням певної частоти миготінь слід здійснювати зрідка, для позначення аварійних ситуацій, використовуючи частоту миготінь від 1,0 до 3,0 Гц. Форму доцільно використовувати для відображення якісних характеристик об'єкта (його класу та виду). Довжина

надійно розрізнюваного алфавіту (ансамбля форм) від 9 до 16. Основна класифікаційна ознака об'єкта повинна кодуватися контуром. Раціональними формами є трикутники та прямокутники як такі, що краще сприймаються.

Візуалізацію за допомогою просторової орієнтації слід використовувати для передачі інформації про розташування об'єкта у просторі, напрямку руху, курс, зміну величини. Максимальна величина надійно розрізнюваного алфавіту – 8.

Довжину та орієнтацію лінії слід використовувати для передачі інформації про швидкість та напрямку руху об'єкта. Максимальна довжина надійно розрізнюваного алфавіту (ансамбля ліній) – 4.

## 8.11. Конструювання інтерфейсів

У загальному випадку рішення завдань раціональної взаємодії людини та ПЕОМ знаходиться в області створення такого програмного забезпечення, яке поряд з наданням можливості підвищення ефективності та надійності діяльності визначало б шляхи оптимізації робочих навантажень користувача, сприяло збереженню його здоров'я.

Прикладом несприятливого впливу на функціональний стан організму роботи на ПЕОМ з автоматичною навчаючою системою (АНС) може служити дослідження, проведене серед студентів медичної академії ім. Т. М. Сеченова. В цьому дослідженні експериментальна група студентів вивчала задану тему за допомогою АНС, а контрольна група – на заняттях з викладачем.

Встановлено, що під час роботи з АНС у 54,4% користувачів відзначається значне зниження розумової працездатності (27,7% у контрольній групі), а у 48,8% погіршення стану зорового аналізатора (у контрольній групі 36,8%). Автори приходять до висновку, що на розумову працездатність користувачів АНС більше впливає загальна тривалість роботи, а на стан зорового аналізатора – рівень дотримання раціонального режиму роботи.

Використання АНС, не знижуючи якості засвоєння знань, дає можливість індивідуалізувати темп заняття, об'єктивізувати оцінку знань та роботи на заняттях. Хоч заняття з АНС призводять до більш несприятливих зсувів розумової працездатності слухачів, ніж традиційна форма заняття, суб'єктивно воно оцінюється ними вище. Більш сприятливі зміни функціонального стану організму при роботі з АНС визначені у користувачів, що мають досвід роботи з ПЕОМ.

Функції комунікаційного каналу у системі «людина – ЕОМ» виконує частина програмного забезпечення, що називається інтелектуальним інтерфейсом. На відміну від ранніх інтерфейсів, які служили тільки перекладачами керуючих дій користувача у машинні команди, сучасні інтерфейси розглядаються як інтелектуальний помічник, що імітує такі людські якості, як сумісність, стислість, гнучкість, дружелюбність тощо.

Сучасний контингент користувачів ВДТ, що застосовують ЕОМ як допоміжний інструмент, ставлять нові вимоги до програмного забезпечення комп'ютерів, у роботі некваліфікованих користувачів розробники вважають за краще витратити значні зусилля на попередження ускладнень при експлуатації програмного забезпечення, пов'язаних з нестачею досвіду роботи з ПЕОМ або з

надмірністю інформації, що надається системою.

Як відзначають багато авторів, «дружні» стосовно до користувача системи повинні мати синтаксис: а) досить гнучкий, що допускає різні варіанти реалізації такої ж самої семантичної конструкції; б) що дає можливість замінювати подібні семантичні конструкції одна на іншу; в) простий для розуміння та достатньо систематизований.

Одним із засобів реалізації подібних вимог є створення такої діалогової системи, яка ставить ряд запитань користувачеві й на основі його відповідей відпрацьовує вимоги та здійснює конструювання індивідуального інтерфейсу користувача.

Доцільним є введення автоматичних підказок та нагадувань користувачеві. Як правило, вони йому допомагають, за винятком випадку, коли підказок надто багато. Тому тут заздалегідь треба інформувати систему про рівень підготовленості користувача, від чого залежить ступінь деталізації підказок.

Як показав досвід, при проведенні описаних вище досліджень одним з видів таких підказок може бути інформація про необхідність здійснення перерви у роботі. Оскільки регламентованих перерв дотримуються тільки 26% користувачів, то, можливо, доцільно вимагати встановлення автоматичних, не залежних від волі користувачів перерв у роботі.

В деяких випадках доцільно організувати допомогу в роботі користувача за рахунок істотного обмеження різних операцій, що виконуються. Одним з варіантів такого обмеження є застосований нами при розробці інтерфейсу діагностичної психофізіологічної системи спосіб групування користувачів за рівнем їх компетенції – дозвіл доступу тільки до певних засобів системи.

Одні з них – досліджувані – мають доступ тільки до тестуючих процедур та вихідних даних, сформульованих таким чином, щоб результати тестування були зрозумілі досліджуваному і не містили б відомостей, які могли йому нашкодити.

Більш вузьке коло користувачів – адміністрація підприємства – має можливість переглянути список протестованих і одержати доступ до словесної та числової інформації, що дає відомості про рівень тих чи інших професійно важливих якостей. Для сприймання цієї інформації не потрібна спеціальна психологічна та фізіологічна підготовка.

Третя група користувачів – психологи та фізіологи праці – мають можливість проводити настроювання параметрів тестів, а також одержати відомості про показники тестів, що зберігаються в машині, на кожному людину у числовій та графічній формі. За цими даними можна провести більш докладний аналіз якостей досліджуваного, уточнити інтерпретацію цих якостей.

Користувачеві програмного забезпечення ПЕОМ необхідно дати можливість застосовувати такі ефективні засоби управління, щоб він мав змогу працювати не з якими-небудь абстрактними поняттями, а з наочними образами, що передбачають вибір рішення шляхом виділення певних елементів на екрані ВДТ. Така можливість тепер заснована на застосуванні «вікон», «меню», «пиктограм» та інших засобів.

На жаль, при численності підходів до візуалізації інформації та способів

полегшення управління системами, досі не увінчались успіхом спроби розробити загальні принципи теорії багатовіконних середовищ, не існує теоретичних основ організації раціональних меню. Все це робить роботу створювачів «дружніх» інтерфейсів більш схожою на мистецтво, ніж на науково обгрунтоване конструювання.

Однак останнім часом з'явилися деякі експериментальні дані, що полегшують діяльність зі створення інтерфейсів. Так, деякі автори підтвердили припущення про те, що концентрація уваги перед прийняттям рішення вища, ніж після його прийняття, але важливий для виконання обраної дії матеріал краще використовується після прийняття рішення, ніж перед ним. Ці дані можуть підказати розробнику більш раціональний шлях пред'явлення інформації на ВДТ.

Урахування віку користувача повинно стосуватися аспектів зниження швидкості діяльності у літньому віці, але не позначатися на ефективності використання підказок.

Виявлено позитивну роль уявної практики роботи з системою, яка допомагає придбанню та закріпленню рухових навичок при роботі з нею. Було встановлено, що:

- уявна практика краще, ніж її відсутність взагалі;
- уявна практика не замінює фізичну практику, проте їх комбінація перевершує за ефективністю ізольоване використання як однієї, так і іншої;
- у зв'язку з трудностю зосередження понад 5 хвилин, застосування уявної практики обмежене у часі.

Використання наведених висновків дає можливість розробнику інтерфейсу правильно організувати тренувальний процес при опануванні програмним продуктом, передбачити візуалізацію на ВДТ схем керуючих дій, створити можливість вироблення стандартних шляхів вирішення виробничих завдань за допомогою спеціальних тренувань, які суміщують засоби уявної практики та моторних відповідей.

Наприкінці необхідно відзначити, що у цьому розділі порушено тільки незначну частину проблем, які постають перед розробником інтерфейсу. Необхідна подальша копітка робота зі створення теоретичних та практичних положень щодо оптимізації праці користувача шляхом раціонального конструювання діалогових процедур програмного забезпечення ПЕОМ з урахуванням психологічних та фізіологічних індивідуальних можливостей користувача.

Успішне вирішення більшості завдань управління, дослідження чи конструювання неможливо здійснити без участі людини. Лише творча думка людини, підсилена таким потужним засобом обробки інформації, як обчислювальна машина, може дати бажані результати.

Взаємодія людини й обчислювальної машини означає, що машині відводять роль не тільки надпотужного та швидкодіючого арифмометра, але і «кваліфікованого помічника», «співрозмовника», «вчителя».

Досягнення взаєморозуміння між людиною й обчислювальною машиною –

найважливіша проблема у здійсненні їх взаємодії. З урахуванням цих умов у системі «людина – обчислювальна техніка» певні вимоги ставлять і до людини, і до машини.

Людина у цій системі повинна:

- вміти достатньо чітко сформулювати завдання;
- мати хоч загальне поняття про обчислювальні машини та їх можливості;
- знати хоч би одну мову програмування, що була би зрозумілою обчислювальній машині;
- вміти скласти цією мовою граматично правильний опис способу вирішення завдання;
- вміти зіставити одержаний результат з передбачуваним і при необхідності усунути невідповідність шляхом зміни способу вирішення завдання.

Обчислювальна машина має:

- містити великий запас знань і різних програм вирішення завдань, придатних для безпосереднього швидкого та зручного їх використання;
- розуміти вхідні мови програмування високих рівнів;
- швидко й адекватно відповідати на повідомлення користувача;
- володіти здатністю до самоорганізації обчислювального процесу, а також до навчання у процесі експлуатації.

Сукупність перерахованих вимог одержала назву машинного «інтелекту». За аналогією з такими ознаками інтелекту людини, як ерудиція, зрозумілість, кмітливість, продуктивність і організованість.

Чим вищий рівень «інтелекту» машини, тим менше труднощів відчуває людина, коли вирішує на ній конкретне завдання. Це у свою чергу дозволяє людині формулювати і вирішувати складніші завдання, що викликає потребу в подальшому розвитку машинного «інтелекту».

Процес досягнення взаєморозуміння можна розглядати як процес вивчення людиною можливостей машини при вирішенні за її допомогою того, чи іншого завдання. У результаті цього вивчення людина повинна так сформулювати свої повідомлення, щоб машина могла виконати саме ті дії, яких вона від неї чекає. Якщо реакція машини адекватна, слід вважати, що вона успішно виконала припис людини і що з нею було досягнуто взаєморозуміння.

Навчання як основа взаєморозуміння між людиною та машиною полягає у пристосуванні машини до людини, у розпізнаванні машиною суті повідомлень людини, у самоорганізації обчислювального процесу. Досягнення взаєморозуміння між людиною і машиною – динамічний процес взаємного тренування, у ході якого людина спочатку повинна пристосуватись до рівня розуміння машини і потім поступово довести її до свого рівня за рахунок уточнення та пояснення повідомлень, а також за рахунок використання її здатності до навчання, розпізнавання й узагальнення.

Організація взаємодії людини та ЕОМ – це ефективний спосіб комунікації, що дозволяє об'єднувати розумові можливості людей і підвищувати інтелектуальний потенціал суспільства.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авиационные цифровые системы контроля и управления /Под ред. В.А. Мясникова, В.П. Петрова. Л., 1976. – 350 с.
2. Алексеев Ю.Г. Эргономика – наука рабочая. – М., 1977. – 75 с.
3. Ананьев Б.Г. О проблемах современного человекознания. М., 1977. – 380 с.
4. Анатомия и физиология человека: Большой атла /Пер. с испан. – М.: Омега, 2007. – 192 с.: ил.
5. Анохин П.К. Почерки по физиологии функциональных систем. М., 1975. – 250 с.
6. Антонов А.В., Трофимов Ю.Л. Восприятие различных форм внетекстовой информации. К., 1975. – 250 с.
7. Ахутин В.М. Поэтапное моделирование и синтез адаптивных биотехнических и эргатических систем //Инженерная психология: теория, методологии, практическое применение. М., 1977. С. 149-181.
8. Влияние психофизиологического состояния водителя на безопасность движения. – Таллин, 1980. – 350с.
9. Бандурка А.М., Бочарова С.П., Землянская Е.В. Психология управления. – Харьков: ООО «Фортуна-пресс», 1998. – 464 с.
10. Бедный Г.З. Совершенствование нормирования труда: психофизиологических аспектов. М., 1978. – 250 с.
11. Беликов А.С., Сафонов В.В., Нажа П.Н. Охрана труда в строительстве (под редакцией А.С. Беликов), Учебник, Киев : «Основа». - 2014. - 374с.
12. Беліков А.С. Сафонов В.В., Шевяков А.В. Ергономіка в будівництві. Учбовий посібник. Промінь. Дніпропетровськ. 2009р. 154с.
13. А.С. Беліков, Б.В. Болібрух, В.А. Шаломов та ін.; під заг. ред. А.С. Белікова. Основи охорони праці: підручник. – Дніпро: ПП «Кулик В.В., 2019.
14. Береговой Г.Т. Проблемы психологии в космических полетах // Инженерная психология: теория методология, практическое применение. М., 1977. С. 258-265.
15. Биомеханика систем «человек-машина» /Под ред. К.В. Фролова. М., 1981. – 180 с.
16. Бобнева М.И. Техническая психология. М., 1966. – 280 с.
17. Борисов С.В. Изменение уровня обученности операторов в процессе приобретения, утраты и восстановления навыков //Прикладные вопросы инженерной психологии. Таганрог, 1974. С. 106-109.
18. Бочарова С.П. Психология и память. Теория и практика для обучения и работы. – Харьков, 2007. – 284с.
19. Бочелюк В.Й. Психологічні особливості управління інноваційними процесами в школі. – Дніпропетровськ: Січ, 2003. – 243 с.
20. Введение в эргономику /Под ред. В.П. Зинченко. М., 1974. – 470 с.
21. Венда В.Ф. Видеотерминалы в информационном взаимодействии (инженерно-психологические аспекты). М., 1980. – 350 с.

22. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. М., 1982. – 370 с.
23. Вероятностное прогнозирование в деятельности человека /Под ред. И.М. Фейгенберга, Г.Е. Журавлёва. М., 1977. – 380 с.
24. Вершинин К.И. Ускоренная оценка предельных эргономических характеристик устройств ввода алфавитно-цифровой информации //Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Диалог человека – ЭВМ». Л., 1982. С. 74-76.
25. Вопросы профессиональной пригодности оперативного персонала энергосистем /Под ред. Б.М. Теплова. М., 1966. – 380 с.
26. Войтенко В.М., Мунипов В.М. Эргономические принципы конструирования – К., Техника, 1988. – 370 с.
27. Галактионов А.И. Основы инженерно-технического проектирования АСУТП – М., 1978. – 350 с.
28. Гаврилов Э.В. Эргономика на автомобильном транспорте. К., 1977. – 350 с.
29. Галактионов А.И. Основы инженерно-психологического проектирования АСУ ТП. М., 1978. – 370 с.
30. Галлай М.Л. К вопросу о критериях деятельности человека-оператора //Проблемы инженерной психологии. Л., 1965. Вып. 2. С. 78-83.
31. Глушков В.М. Гносеологическая природа информационного моделирования //Вопросы философии. 1963. № 10. С. 56-65.
32. Голант Ю.А. К вопросу оценки деятельности группы оператором в системе управления //Приборы и системы управления. 1970. № 10. С. 8-10.
33. Горбов Ф.Д., Лебедев В.И. Психоневрологические аспекты труда оператора. М., 1975. – 250 с.
34. Грудзинская И.А., Рубахин В.Ф. Особенности решения перцептивных задач в условиях общения двух операторов //Психологические системы человеческой деятельности. М., 1979. С. 28-32.
35. Губинский А.И., Евграфов В.Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. Л., 1977. – 340 с.
36. Даниляк В.Г., Мунипов В.М., Федоров м.В. Эргодизайн, качество, конкурентоспособность – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 180 с.
37. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 51 с.
38. ДБН А 3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Мінрегіонбуд України, 2012. 122 с.
39. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів охорони праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 122 с.
40. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 137 с.
41. Денисов В.Г., Скрипец А.В. Человек в мире машин – К.: Наукова думка, 1983. – 280 с.
42. Денисов В.А., Чернышев А.П. К оценке сложности сигналов для выполнения слежения //Техническая эстетика. 1980. № 6. С. 25-27.

43. Денисов В.Г., Онищенко В.Ф., Скрипец А.В. Авиационная инженерная психология. М., 1977. – 480 с.
44. Дмитриева М.А., Крылов А.А., Нафтульев А.И. Психология труда и инженерная психология. Л., 1979. – 350 с.
45. Довгяло А.М. Диалог пользователя и ЭВМ: основы проектирования и реализации. К., 1981. – 232 с.
46. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99>. [Звернення 26.05.2020 р.].
47. ДСН 3.3.6.039-99. Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Київ, 2000. 39 с.
48. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ, 1999. 10 с.
49. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 19 с.
50. ДСТУ 4304:2004 Пояс запобіжний монтерський. Загальні технічні умови.-Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 17 с.
51. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 10 с.
52. ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги.
53. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги.
54. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. СПДБ. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.
55. ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015 Настанова щодо влаштування суцільних захисних огорожень при зведенні каркасно-монолітних будівель. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 12 с.
56. ДСТУ Б В.2.8-43:2011. Огородження інвентарних будівельних площ і ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 18 с.
57. ДСТУ EN 397:2017 Система стандартів безпеки праці. Каски захисні промислові. (EN 397:2012 + A1:2012, IDT). Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 30 с.
58. ДСТУ EN 12096:2005. Вібрація механічна. Повідомлення та перевірка параметрів вібрації. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
59. ДСТУ EN 14253:2018 Вібрація механічна. Вимірювання та обчислювання впливу на здоров'я загальної виробничої вібрації. Практична настанова (EN 14253:2003 + A1:2007, IDT).
60. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (EN ISO 7010:2012; A1:2014; A2:2014; A3:2014; A4:2014; A5:2015; A6:2016; A7:2017, IDT; ISO 7010:2011; Amd 1:2012; Amd 2:2012; Amd 3:2012; Amd 4:2013; Amd 5:2014; Amd 6:2014; Amd 7:2016,



IDT) (з 01.07.2019).

61. ДСТУ ISO 2631-1:2004. Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину. Частина 1. Загальні вимоги. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 42 с.
62. ДСТУ ISO 2631-2:2004. Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину. Частина 2. Вібрація в будівлях . Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 16 с.
63. Душков Б.А. Двигательная активность человека в условиях термокамеры и космического полета. М., 1969. – 318 с.
64. Душков Б.А. Индустриально-педагогическая психология. М., 1981. – 208 с.
65. Елисеев С.А. Психологические факторы в производственном травматизме. Ташкент, 1975. – 120 с.
66. Ершов Е.М. Эргономика строительных процессов. Доступные решения: Учебное издание. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 248 с.
67. Забродин Ю.М., Лебедев А.Н. Психофизиология и психофизика. М.: Наука, 1977. – 288 с.
68. Завалишина Д.Н. Психологический анализ оперативного мышления. М., 1985. – 224 с.
69. Завалова И.Д., Пономаренко В.А. Значение теоретических концепций психологии для прикладных исследований //Психологический журнал, 1981. № 6. С. 3-16.
70. Загородний Е.С. Принцип работы мозга. – М.: КомКнига, 2007. – 174 с.
71. Закон України «Про охорону праці». Редакція від 27.12.2019 р. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>. [Звернення 26.05.2020 р.].
72. Зараковский Г.М. Психофизиологический анализ трудовой деятельности. М., 1966. 114 с.
73. Зигель А., Вольф Дж. Модели группового поведения в системе «человек-машина» с учетом психосоциальных и производственных факторов /Пер. с англ. М., 1973. – 261 с.
74. Зинченко В.П., Леонова А.Б., Стрелков Ю.К. Психометрика утомления. М., 1977. – 110 с.
75. Зинченко Т.П. Оpozнание и кодирование. Л., 1981. – 183 с.
76. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики – М., Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 450 с.
77. Зинченко В.П., Мунипов В.М., Смолян Г.А. Эргономические основы организации труда – М., Экономика, 1974. – 340 с.
78. Іваськевич І.О. Ергономіка. – Тернопіль, 2002. – 168 с.
79. Инженерная психология /Под ред. Г.К. Середы. К., 1976. – 308 с.
80. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования. Пер. с англ. /Под ред. Б.Ф. Ломова, В.И. Петрова. М., 1971. – 488 с.
81. Инженерная психология: теория, методология, практическое применения /Под ред. Б.Ф. Ломова, В.Ф. Рубахина, В.Ф. Венды. М., 1977. – 302 с.

82. Инженерно-психологические требования к системам управления /Под ред. В.М. Мунипова. М., 1967. – 264 с.
83. Инженерно-техническая экспертиза по охране труда и безопасности жизнедеятельности: учебник / А.С. Беликов, В.В. Сафонов, Е.В. Рабич и др.; под общ. ред. проф. А.С. Беликова. – Днепропетровск.: Середняк Т.К., 2015. – 438с.
84. Коняев Н.М.д, Лебедев В.А. Что такое эргономика – Минск. – Виш. школа, 1986. 270 с.
85. Котик М.А., Психология и безопасность – Таллин, 1981. – 280 с.
86. Крылов А.А., Сочивко В.П. Человек – производство – управление. Психологический словарь-справочник руководителя – Л., 1982. – 370 с.
87. Кабикин В.Е. Диагностика оперативного мышления. К., 1977. – 112 с.
88. Калошина И.П. Проблемы формирования технического мышления. М., 1974. – 184 с.
89. Казмиренко В.П. Социальная психология организаций. К., 1993. – 191 с.
90. Кодекс законів про працю. Редакція від 02.04.2020 р. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>. [Звернення 26.05.2020 р.].
91. Конституція України. Електронний ресурс <http://https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр/>. Редакція від 01.01.2020 р. [Звернення 29.01.2020 р.].
92. Косилов С.А., Душков Б.А. Медико-биологические проблемы НОТ. М., 1971. – 176 с.
93. Коренев Г.В. Введение в механику человека. М., 1977. – 264 с.
94. Котик М.А. Курс инженерной психологии. Таллин, 1978. – 364 с.
95. Котик М.А. Психология и безопасность. Таллин, 1989. – 448 с.
96. Кузьмин В.П. Исторические предпосылки и гносеологические основания системного подхода //Психологический журнал. 1982. № 3. С. 3-15; № 4. С. 3-14.
97. Кулюткин Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений. М., 1970. – 232 с.
98. Курицкий Б.Я., Максименко А.Н., Рыльский Г.И. Оценка и оптимизация систем. Л., 1973. – 35 с.
99. Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека – М., 1984. – 350 с.
100. Лабораторный практикум по основам инженерной психологии /Под ред. Б.А. Душкова. М., 1983. – 240 с.
101. Леонов А.А., Лебедев В.И. Психологические особенности деятельности космонавтов. М., 1971. – 255 с.
102. Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека. М., 1984. – 200 с.
103. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. М., 1984. – 444 с.
104. Ломов Б.Ф. О качестве, надежности, стандартах и человеческих факторах //Стандарты и качество. 1967. № 7. С. 24-27.
105. Ломов Б.Ф. О системном подходе в психологии //Вопросы

психологии. 1975. № 2. С. 31-46.

106. Ломов Б.Ф. О проектировании трудовой деятельности человека //Физиология труда. М., 1967. С. 192-198.

107. Ломов Б.Ф. О роли практики в развитии общей теории психологии //Вопросы психологии. 1971. № 1. С. 12-21.

108. Ломов Б.Ф., Осницкий А.К. О влиянии вероятностного прогнозирования на непреднамеренное запоминание событий //Психологические механизмы памяти и ее закономерности в процессе обучения. Х., 1970. С. 137-141.

109. Ломов Б.Ф., Сурков Е.Н. Антиципация в структуре деятельности. М., 1980. – 279 с.

110. Ломов Б.Ф. Человек и техника. М., 1966. – 464 с.

111. Людвичек К.В., Алексеев В.Е., Иванов В.И. Метод исследования качества функциональных взаимодействий в группе операторов //Проблемы бионики. Харьков, 1983. Вып. 31. С. 119-120.

112. Малашинин И.И., Сидорова И.И. Тренажеры для операторов АЭС. М., 1979. – 153 с.

113. Мельник И.И. Влияние объективных характеристик предъявляемой информации на кратковременную память //Вестник Харьковского ун-та. 1976. № 132. С. 36-42.

114. Меньшов А.И., Рыльский Г.И. Человек в системе управления летательным аппаратом. М., 1976. – 190 с.

115. Методы инженерно-психологических исследований в авиации /Под ред. Ю.П. Доброленского. М., 1975. – 280 с.

116. Межотраслевая методика расчета социально-экономической эффективности от внедрения эргономики в народное хозяйство – М., Экономика, 1988. – 94 с.

117. Небылицын В.Д. Основные свойства нервной системы человек – М., Педагогика, 1976. – 170 с.

118. Навайтис Г.А., Крылов А.А., Никифоров Г.С. Исследование процессов взаимодействия в летном экипаже //Проблемы инженерной психологии. Ярославль, 1979. Вып.3. С. 135-136.

119. Назаров А.и., Сосповский Б.А. Латентность и длительность ручных движений оператора при двух режимах наблюдения //Психологические исследования. М., 1975. Вып.5. С. 121-133.

120. Небылицын В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления //Инженерная психология. М., 1964. С. 358-367.

121. Небылицын В.Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий. М., 1976. – 336 с.

122. Наенко Н.И. Психическая напряженность. М., 1976. – 112 с.

123. Нерсесян Л.С., Конопкин О.А. Инженерная психология и проблема надежности машиниста. М., 1978. – 239 с.

124. Никифоров Г.С. Самоконтроль как механизм надежности человека-оператора. Л., 1977. – 112 с.

125. Носенко Е.Л., Коврига Н.В. Емоційний інтелект: концептуалізація

феномену, основні функції. – К., 2003. – 126 с.

126. Обозов Н.Н. Межличностные отношения. Л., 1979. – 150 с.

127. Основы инженерной психологии /Под ред. Б.Ф. Ломова. М., 1986. – 448 с.

128. Ошанин Д.А. Роль оперативного образа в выявлении информационного содержания сигнала //Вопросы психологии. 1969. № 4. С. 21-27.

129. Обухова Л.Е. Автоматизированное производство и человек – М., Наука, 1984. – 250 с.

130. Организация взаимодействия человека с техническими средствами АСУ в 7-ми кн. /Под ред. В.Н. Четверикова – М., Высшая школа, 1990.

131. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем. К., 1975. – 237 с.

132. Полякова Л.В., Лейн В.М. Отображение измерительной информации. М., 1978. – 144 с.

133. Попов Г.П. Инженерная психология в радиолокации. М., 1971. – 144 с.

134. Попов Е.П., Ющенко А.С. Роботы и человек. М., 1984. – 112 с.

135. Правила охорони праці під час вантажо-розвантажувальних робіт. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 19.01.2015 № 21. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 лютого 2015 р. № 124/26569. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15>. [Звернення 24.05.2020 р.].

136. Присняков В.Ф., Приснякова Л.М. Очерки теоретической психологии. – Днепропетровск, 1990. – 48 с.

137. Психические состояния и эффективность деятельности /Под ред. Ю.М. Забродина. М., 1983. – 168 с.

138. Психологические вопросы регуляции деятельности /Под ред. Д.А. Ошанина, О.А. Конопкина. М., 1973. – 208 с.

139. Психологические проблемы взаимной адаптации человека и машины в системах управления /Под ред. В.Ф. Венды, Ю.М. Забродина, Б.Ф. Ломова, М., 1980. – 320 с.

140. Психология и математика /Под ред. В.Ф. Рубахина. М., 1976. – 295 с.

141. Психологические методы в работе с кадрами на АЭС. М., 1988. – 192 с.

142. Психологические факторы операторской деятельности /Под ред. А.И. Галактионова, В.Ф. Венда, В.А. Вавилова. М., 1988. – 200 с.

143. Психологія: Підручник /Ю.Л. Трофімов, В.В. Рибалка, П.А. Гончарук та ін. /За ред. Ю.Л. Трофімова. К., 1999. – 558 с.

144. Практикум по инженерной психологии и психологии труда – Л., 1983. – 250 с.

145. Пятибратов А.П. Человеко-машинные системы эффект эргономического обеспечения. -М., Экономика, 1987. – 370 с.

146. Репкина Г.В. Об объеме оперативной памяти //Проблемы инженерной психологии. М., 1967. С. 133-140.

147. Романов Г.М. Человек и дисплей. Л., 1986. – 256 с.

148. Рубахин В.Ф. Психологические основы обработки первичной

информации. М., 1974. – 296 с.

149. Рубахин В.Ф., Филиппов А.В. Психологические аспекты управления. М., 1973. – 64 с.

150. Самойлов А.Е. Теоретические проблемы логико-психологического анализа мышления. Запорожье, 1997. – 167 с.

151. Сафонов В.В., Беліков А.С., Папірник Р.Б. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей. (за редакцією А.С. Белікова), Навчальний посібник, Друге видання. – Дніпро: Журфонд. - 2020. - 366с.

152. Синглтон В.Т. Введение в эргономику. М., 1974. – 148 с.

153. Системный подход к психофизиологической проблеме /Под ред. В.Б. Швыркова. М., 1982. – 230 с.

154. Смирнов Б.А., Душков Б.А., Космолинский Ф.П. Инженерная психология. Экономические проблемы. М., 1983. – 224 с.

155. Смирнов Б.А. Инженерная психология (Практические занятия). К., 1979. – 192 с.

156. Смирнов Б.А. Моделирование деятельности человека-оператора с учетом характеристик оперативной памяти //Проблемы бионики. Х., 1978. Вып.15. С. 33-40.

157. Сосновникова Ю.Е. Психические состояния человека, их классификация и диагностика. Горький, 1975. – 118 с.

158. Справочник по инженерной психологии /Под ред. Б.Ф. Ломова. М., 1982. – 368 с.

159. Справочник по надежности: в 3-х т. Пер. с англ. /Под ред. Б.Е. Бердичевского. М., 1970.

160. Справочник по прикладной эргономике /Под ред. В.М. Мунипова. М., 1980. – 216 с.

161. Суходольский Г.В. Основы психологической теории деятельности. Л., 1988. – 168 с.

162. Суходольский Г.В. Структурно-алгоритмический анализ и синтез деятельности. Л., 1976. – 120 с.

163. Таран В.А. Эргатические системы управления. М., 1976. – 188 с.

164. Трофімов Ю.Л. Психофізіологічна оцінка діяльності операторів вводу даних в ЕОМ //Вісник Київського університету. Соціологія, психологія, педагогіка. 1999. Вип.7. С. 27-30.

165. Трофимов Ю.Л. Техническое творчество в САПР. Психологические аспекты. К., 1989. – 181 с.

166. Фокин Ю.Г. Надежность при эксплуатации технических средств. М., 1970. – 224 с.

167. Цибулевский И.Е. Ошибочные реакции человека-оператора. М., 1979. – 208 с.

168. Цибулевский И.Е. Человек как звено следящей системы. М., 1981. – 288 с.

169. Чачко С.А. Предотвращение ошибок операторов на АЭС. М., 1992. – 256 с.

170. Человек и вычислительная техника /Под ред. В.М. Глушкова. К., 1971. – 294 с.
171. Чернышев А.П. К вопросу об инженерно-психологическом проектировании полуавтоматических систем управления //Психологический журнал. 1980. № 5. С. 105-117.
172. Шадриков В.Д. Проблемы системогенеза профессиональной деятельности. М., 1982. – 185 с.
173. Шапиро С.И. Мышление человека и переработка информации ЭВМ, М., 1980. – 288 с.
174. Шевяков О.В. Основи екологічної психології: Навч. посібн. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2002. – 52 с.
175. Шеридан Т.В., Феррел У.Р. Системы «человек-машина». М., 1980. – 399 с.
176. Шерстюк И.Н. Речевой вывод информации в системе управления мощным энергоблоком //Системы отображения информации. К., 1972. С. 125-129.
177. Шнейдерман Б. Психологии программирования: человеческие факторы в вычислительных и информационных системах /пер. с англ. М., 1984. – 304 с.
178. Эргономика и безопасность труда //Л.П. Боброва-Голикова, О.М. Мальцева, Н.А. Коханова и др. – М., Машиностроеник, 1985. – 340 с.
179. Эргономика: принципы и рекомендации. Методическое руководство. – М., 1983. – 280 с.
180. Эргономика: Учебник /Под ред. А.А. Крылова, Г.В. Суходольского. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. – 350 с.
181. Руководство по эргономическому обеспечению разработки техники: в 2-х ч. М., 1979.
182. Экспериментально-психологические исследования в авиации и космонавтике /Сост. Г.Т. Береговой, Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко. М., 1978. – 303 с.
183. Эмери О., Акоф Р. О целеустремленных системах /Пер. с англ. М., 1974. – 272 с.
184. Brito J.C., Almedia R. About women and work: towards the construction of a female work ergonomics// Designing for everyone/ Ed. by Queinnec, F.Daniellou. L.: Taylor and Francis, 1991 . P.17-22.
185. Card S., Moran T., Newell A. The psychology of human computer interaction. Hillsdale (N.J.): Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
186. Chapanis A. Research techniques in human engineering. Baltimore: J/ Hopkins University Press, 1959. P.121-125.
187. Designing for Everyon: Insuring and Managing /Ed. By H. Imada. P.: Taylor and Francis, 1995. P.25-28.
188. Dirken J.M. Approved by ergonomist? //Ibid.
189. Ethnic Variable in Human Factors Enginering /Ed. By A. Chapanis /Baltimore, London: The J. Hopkins University Press, 1975. P.105-116.
190. Evaluation of Human work: A practical ergonomics methodology /Ed.

- By J.A. Wilson, E.N. Corlett. L.: Taylor and Francis, 1990. P.56-59.
191. Foley J.D., van Dam A. Fundamentals of Interactive Computer Graphics. Reading: Addison-Wesley, 1982. P.73-86.
  192. Handbook of Cognitive Task Design, Eds: Erik Hollnagel, London, England: CRC Press; 1 edition, 2003. – 840 c.
  193. Handbook of human-computer interaction /Ed. By Helander. Amsterdam: Elsevier Science Publ. B.V., 1988. P.15-19.
  194. Illich I. Tools for conviviality. Fontana (G.B.), 1985. P.113-118.
  195. Mc Connell M. The workplace – investment or overhead //Mind Your Own Business. 1986. 24-26 July/ Aug.
  196. Meister D. Behavioural analysis and measurement methods. Chichester: J. Wiley, 1985. P.24-25.
  197. Meister D. Human Factors testing and evaluation. Amsterdam: Elsevier Science Publ. B.V., 1986. P.16-19.
  198. Meshkati N. An etiological investigation of micro and macroergonomic factors in the Bhopal disaster: Lessons for industries of both industrialized and developing countries //Intern. Of Industrial Ergonomics. 1989. №.4. P.21-29.
  199. Moran T.P. The command language grammar: A representation for the user interface of interactive computer systems //Intern. Of Man-Machine Systems. 1981. №15. P.5-9.
  200. Ohkubo T. The development and current role of the Japanese ergonomics research society //Ibid. P.16-23.
  201. OTA Automation of America's Offices /Us Congr. Office of Technology Assessment? Report OTA – CIT – 287 /Washington (D.C.): US Government Printing. Office, 1985. P.29-33.
  202. Ruth W. The Balance between Order and Chaos: On the working Environment and Organization of Work in Theatres /Designing for everyone. Vol. 3 /Ed. By Y. Queinec, F.Daniellou. L.: Taylor and Francis, 1991.
  203. Shackel B. Ergonomics from past to future: an overview //Towards human work solutions to problems in occupational health and safety /Ed.by M.Kumashiro, E.D. Megaw. L.: Taylor and Francis, 1991. P.95-98.
  204. Singleton W. Academic progress in human factors during the Nato programme, 1967 – 1993 //Ergonomics. 1984. Vol.27, №8. P.78-84.
  205. Smith S.L. Standards versus guidelines for designing user interface software // Behaviour and Information Technology. 1986. №5. P.36-42.
  206. Wasserman A.S. Redesigning Xerox: A Design Strategy Based on Operability // Ergonomic. Harness the Power of Human Factors in Your Business /Ed. by E.T. Klemmer. Norwood (N.J.): Ablex Publishing Corporation, 1989. P.7-15.
  207. Weizenbaum J. Computer Power and Human Reason. San Francisco: Freeman, 1976. P.91-99.
  208. Zaracovsky G., Shevjakov A. Psychophysiological condition of operators of rolling mill computer – adder control system as a criterion of professional selection / Proceeding of 13<sup>th</sup> Triennial Congress of the Internat. Ergonomics Association.V.3, Tampere, Finland, 1997. – P.207-209.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЕРГОНОМІКИ.....	4
1.1. Предмет і задачі ергономіки.....	4
1.2. Основні технологічні процеси в будівництві та будівельній індустрії..	12
1.3. Основні критерії ефективності безпеки виконання будівельних процесів за ознаками ергономічної якості системи ЛМС.....	17
1.4. Методи ергономічних досліджень.....	22
1.4.1. Загальна характеристика методів ергономічних досліджень.....	22
1.4.2. Методи спостереження та опитування.....	25
1.4.3. Методи дослідження виконавської і пізнавальної діяльності....	26
1.4.4. Методи оцінки функціональних станів.....	27
1.4.4.1. Фізіологічні методи.....	28
1.4.4.2. Психофізіологічні методи.....	30
1.4.4.3. Психологічні методи.....	31
1.5. Основні характеристики та параметри людини як елемента системи «людина-середовище». Трудова діяльність в системах «людина – машина – середовище».....	32
1.5.1. Антропометричні параметри людини.....	32
1.5.1.1. Популяція і антропометрія.....	36
1.5.1.2. Діапазон рухів.....	42
1.5.1.3. Робочі пози і робочі місця.....	45
1.5.1.4. Деякі габаритні розміри, спрямовані на забезпечення безпеки і зручності виконання будівельних робіт.....	48
1.5.2. Сила людського тіла.....	52
1.5.2.1. З'єднання кісток.....	53
1.5.2.2. Суглоби.....	54
1.6. Приклади використання положень біомеханіки в ергономіці.....	58
1.6.1. Оптимальний діаметр ручок інструментів.....	58
1.6.2. Сидяче положення.....	59
1.6.3. Використання викрутки.....	59
1.7. М'язова робота у виробничій діяльності.....	60
1.7.1. Фізіологія м'язової роботи.....	61
1.7.1.1. Прийнятне навантаження при важкій динамічній м'язовій роботі.....	63
1.7.1.2. Прийнятні робочі навантаження при ручній роботі, пов'язаної з підйомом і переміщенням вантажів.....	65
1.7.1.3. Прийнятне навантаження для статичної м'язової роботи...	65
1.7.1.4. Прийнятне навантаження при повторюваній роботі.....	66
1.7.2. Запобігання м'язового перевантаження.....	68



2. НЕРВОВА СИСТЕМА – СИСТЕМА ЗАХИСТУ ВІД НЕБЕЗПЕК.....	70
2.1. Характеристика аналізаторів і закон Вебера-Фехнера.....	76
2.2. Рухомий апарат людини, функціональний стан, корекції поведінки, безпека і час реакції.....	79
2.3. Вплив на життєдіяльність людини зорового, слухового, шкірного, температурного, больового, нюхового і смакового аналізаторів.....	81
3. ВПЛИВ ШУМУ ЯК ФАКТОРА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВНИЦТВІ.....	87
3.1. Проникаюча природа виробничого шуму.....	87
3.2. Масштаби впливу шуму.....	88
3.3. Професійне погіршення слуху.....	89
3.4. Вплив шуму на спілкування і заходи безпеки.....	90
3.5. Вплив шуму на інтенсивність праці.....	91
3.6. Неслухові наслідки шумового впливу.....	91
4. ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ.....	92
4.1. Амплітуда.....	94
4.2. Частота.....	95
4.3. Поза.....	99
4.4. Тривалість.....	100
4.5. Профілактика.....	101
4.6. Вібрації, що передаються всьому тілу людини машинним обладнанням.....	102
4.7. Вимірювання і оцінка впливу.....	102
4.8. Профілактика.....	103
5. ВПЛИВ ФАКТОРУ ЗОРУ ЛЮДИНИ ПРИ ВИКОНАННІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ.....	104
5.1. Анатомія очей.....	104
5.2. Поле зору і область фіксації.....	106
5.3. Гострота зору.....	107
5.4. Фактори, що визначають зоровий комфорт.....	107
5.4.1. Рівні освітленості.....	108
5.4.2. Одиниці та величини освітленості.....	110
5.4.3. Фактори, що впливають на видимість об'єктів.....	110
5.4.4. Розподіл світла. Осліплення.....	112
5.4.5. Системи освітлення.....	114
5.4.6. Колір: основні поняття.....	115
5.4.7. Контраст і температура різних кольорів.....	117
5.4.8. Поєднання і вибір кольорів.....	117
5.4.9. Розпізнавання предметів за допомогою кольору.....	119
6. ВПЛИВ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ БУДОВИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я І БЕЗПЕКУ ПРИ ВИКОНАННІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ.....	120
6.1. Тепловий баланс людини.....	120
6.2. Температура тіла і її регуляція.....	122

6.3. Температурна регуляція у жарких умовах.....	123
6.3.1. Потовиділення.....	123
6.3.2. Внесення змін в практику роботи.....	124
6.4. Температурна регуляція у холодних умовах.....	125
6.4.1. Звуження судин на шкірі.....	126
6.4.2. Здригання і тремтіння.....	127
6.4.3. Застеження, пов'язані з роботою на холоді.....	127
6.4.4. Зміни в постановці завдань, які виконуються в умовах холоду..	128
6.5. Різноманітний одяг.....	129
6.5.1. Чисельний вираз теплозахисту одягу.....	129
6.5.2. Прилягання одягу до тіла.....	131
6.5.3. Вентиляція одягу.....	131
<b>7. ВПЛИВ УМОВ ПРАЦІ НА ЗДОРОВ'Я РОБІТНИКІВ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ В БУДІВНИЦТВІ ТА НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУДІНДУСТРІЇ .....</b>	<b>132</b>
7.1. Ергономічні рішення при роботі на рівні землі або підлоги.....	133
7.1.1. Заміна матеріалів або методів роботи.....	135
7.1.2. Правильний підбор інструментів або обладнання.....	135
7.1.3. Кріпінні інструменти, що дозволяють зменшити обсяг роботи в зігнутому положенні.....	136
7.1.4. Віброрейки для бетону.....	137
7.1.5. Інструменти для в'язки арматури.....	138
7.1.6. Пересувні платформи для колін.....	139
7.1.7. Регульовані риштування для мулярів.....	141
7.2. Ергономічні рішення для виконання операцій над головою.....	142
7.2.1. Подовжуючі насадки на дрилі та шуруповерти.....	144
7.2.2. Насадки для будівельно-монтажного пістолета (БМП).....	145
7.2.3. Пневматичний інструмент для обробки стін.....	146
7.3. Ергономічні рішення для роботи, пов'язаної з підняттям і переміщенням будівельних матеріалів при виконанні операцій над головою.....	147
7.3.1. Рекомендовані вагові обмеження.....	148
7.3.2. Захворювання і розлади, які виникають при роботі, пов'язаній з підняттям і переміщенням будівельних матеріалів.....	149
7.3.3. Методи полегшення ручної обробки вантажів.....	150
7.3.4. Загальні рекомендації з оптимізації умов роботи, пов'язаної з підйомом і переміщенням вантажів (важкостей).....	152
7.3.4.1. Готова суха суміш і засоби її подачі.....	153
7.3.4.2. Опорні пластини для переміщення шлангів-бетоноводів...	155
7.3.4.3. Вакуумні підйомні пристрої для вікон і листового матеріалу.....	156
7.4. Ергономічні рішення при інтенсивній роботі руками.....	157
7.4.1. Загальні правила для інструментів.....	157
7.4.2. Загальні біомеханічні фактори інструментів.....	158
7.4.3. Ергономічний ручний інструмент.....	161
7.4.3.1. Пістолети нагнітачі для герметика й клеїв.....	162
7.4.3.2. Електроінструменти зі зменшеною вібрацією.....	163
7.4.3.3. Ножиці для різання листового металу.....	164

8. ВПЛИВ УМОВ ПРАЦІ ТА ЕРГОНОМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛЮДИНИ НА ПРОЦЕСИ ВІДНОВЛЕННЯ ОРГАНІЗМУ.....	166
8.1. Стрес, напруга, втома й відновлення.....	166
8.1.1. Моделі втоми.....	167
8.1.2. Прогноз втоми і відновлення.....	168
8.1.3. Змінна робота.....	171
8.1.4. Поєднання впливів різних факторів на робочому місці.....	171
8.1.5. Вплив змінної роботи на здоров'я.....	172
8.1.5.1. Соціальні проблеми змінних робітників.....	173
8.1.5.2. Продуктивність праці.....	174
8.1.6. Розробка системи змін.....	174
8.1.6.1. Постійна нічна робота.....	174
8.1.6.2. Система швидкої і система повільної ротації змін.....	175
8.1.6.3. Тривалість змін.....	175
8.1.6.4. Час початку і закінчення зміни.....	176
8.1.6.5. Розподіл робочого часу.....	177
8.1.6.6. Напрямок ротації.....	177
8.1.6.7. Оптимізація системи змін.....	177
8.1.7. Період відпочинку.....	179
8.1.8. Відновлення.....	179
8.1.9. Запобігання втоми.....	179
8.1.10. Харчування.....	180
8.1.11. Обов'язкові фізичні вправи.....	180
8.1.12. Спілкування.....	180
8.1.13. Скорочення проблем зі сном.....	181
8.1.14. Дієта.....	181
8.2. Заходи щодо поліпшення здоров'я робітників і гігієни праці.....	182
8.3. Грошові виплати.....	183
8.4. Вимоги до режимів праці та відпочинку користувачів ВДТ.....	183
8.5. Вимоги ергономіки та естетики до організації робочого середовища...	186
8.6. Основні принципи конструювання робочого місця.....	187
8.7. Вимоги до організації робочих місць користувачів ВДТ.....	193
8.8. Вимоги до організації приміщень.....	197
8.9. Ергономічне проектування розташування інформації на екрані ВДТ.....	197
8.10. Колір екрана та представлення інформації.....	200
8.11. Конструювання інтерфейсів.....	202
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	206