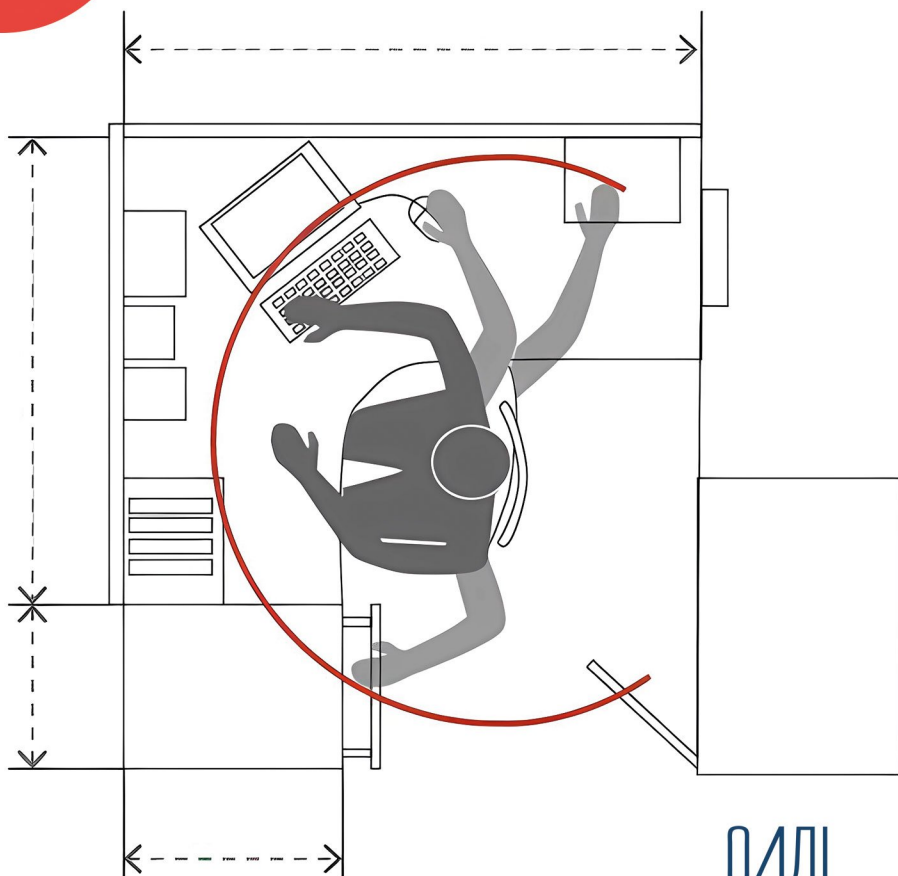


С.І. Чеберячко, О.Є. Кружилко  
О.В. Дерюгін, Н.В. Володченкова  
В.В. Майстренко

**mip** metinvest  
polytechnic

# ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ



**Навчальний посібник**

ОЛДІ  
ПЛЮС

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

# **ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ**

**Навчальний посібник**

Одеса • 2026 • Олді+

УДК 331.101.1(075.8)  
Е69

**Укладачі:**

С. І. Чеберячко, О. Є. Кружилко, О. В. Дерюгін, Н. В. Володченкова,  
В. В. Майстренко

**Рецензенти:**

**М. М. Майданов**, керівник Експертно-технічного центру промислової безпеки ТОВ «МЕТІНВЕСТ БІЗНЕС СЕРВІС»;

**О. В. Богданова**, голова правління ГС «Європейське співтовариство з охорони праці», к.т.н., доцент;

**О. П. Шароватова**, доцент кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої підготовки у сфері цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, к.т.н., доцент

*Рекомендовано Вченою радою  
ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»  
(протокол № 4 від 18.12.2025 р.)*

**Ергономічний аналіз умов праці** : навчальний посібник / С. І. Чеберячко, О. Є. Кружилко, О. В. Дерюгін, Н. В. Володченкова, В. В. Майстренко ; ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка». – Одеса : Олді+, 2026. – 140 с.

ISBN 978-617-8559-76-2

Розкрито поняття системи «людина-машина» та наведено відомості про основні етапи ергономічного аналізу умов праці. Дана характеристика основних шкідливих чинників виробничого середовища, що впливають на стан людини в процесі праці, описані методи та засоби їх визначення. Розглянуто заходи щодо поліпшення умов праці.

Відповідає вимогам програми курсу дисципліни «Ергономічний аналіз умов праці» і призначений для студентів, що навчаються за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», та може бути корисним студентам і викладачам вузів, науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам підприємств та широкому колу читачів, які цікавляться питаннями щодо поліпшення умов праці на робочому місці.

**УДК 331.101.1(075.8)**

ISBN 978-617-8559-76-2

© С. І. Чеберячко, О. Є. Кружилко, О. В. Дерюгін та ін., 2026  
© ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», 2026

# ЗМІСТ

---

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ЕРГОНОМІКА: АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ</b> .....	7
1.1. Поняття системи «людина-машина» .....	7
1.2. Антропометрична характеристика людини .....	17
1.3. Психофізіологічні властивості людини та її працездатність .....	25
1.4. Робоче місце .....	49
1.5. Засоби відображення інформації .....	68
1.6. Органи керування .....	80
1.7. Колір і виробниче середовище .....	92
1.8. Організація робочого місця осіб з обмеженими властивостями .....	96
<b>РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ЕРГОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ РОБОЧИХ МІСЦЬ</b> .....	116
2.1. Методи ергономічного аналізу робочого місця .....	116
2.2. Методи ергономічного аналізу ручного інструменту .....	126
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	134

## ВСТУП

---

Умови праці формуються сукупністю факторів виробничого середовища та трудових процесів, які впливають на здоров'я та працездатність людини під час виконання професійних обов'язків. Серед ключових факторів, що визначають умови праці, традиційно виділяють фізичні (наприклад, температура повітря, рівень шуму та вібрації, освітлення робочої зони), хімічні (наприклад, присутність токсичних газів і випарів у повітрі), психофізичні (наприклад, фізичні навантаження, напруження зору, монотонність роботи) та біологічні (наприклад, наявність патогенних мікроорганізмів і бактерій). У контексті наукових дисциплін, присвячених забезпеченню комфортних умов праці, особливе значення має ергономіка.

Ергономіка як наукова дисципліна сформувалася в Сполучених Штатах Америки у 1920-х роках на перетині психології, фізіології, гігієни, біомеханіки, антропології та технічних наук. Вона визначалася як галузь знань, що досліджує припустимі фізичні, нервові та психічні навантаження на людину в процесі праці, а також проблеми оптимальної адаптації виробничих умов для підвищення ефективності трудової діяльності.

Розширене трактування ергономіки було затверджене Міжнародною асоціацією ергономіки: «Ергономіка – це наукова дисципліна, яка вивчає взаємодію людини з іншими елементами системи, а також сфера застосування теорії, принципів, даних і методів цієї науки для забезпечення благополуччя людини та оптимізації загальної ефективності системи». Згідно з цим визначенням, взаємодія людини з елементами системи аналізується не лише в промислових умовах, але й у повсякденному житті, освітніх закладах, дитячих установах тощо. У межах цього навчального посібника акцентовано увагу на взаємодії людини з елементами виробничого середовища в процесі праці, що виокремлюється як ергономічний аналіз умов праці.

Ергономіка представляє собою комплексну дисципліну, яка вивчає специфіку професійної діяльності людини в системі

«людина-машина» з метою забезпечення її ефективності, безпеки та комфорту. Необхідність появи ергономіки виникла внаслідок ускладнення технічних засобів та умов їх експлуатації, а також суттєвих трансформацій у трудовій діяльності людини. За цих обставин значно зросла вартість помилок людини під час керування складними системами. Відповідно, при проектуванні нової чи модернізації існуючої техніки вкрай важливо враховувати психологічні можливості та фізичні особливості користувачів. Розв'язання подібних завдань вимагає інтеграції рекомендацій з психології, фізіології, гігієни праці, соціальної психології та їх об'єднання в єдину систему вимог до конкретного виду трудової діяльності.

У рамках ергономічних досліджень людина, машина та навколишнє середовище розглядаються як інтегрована складна система, з основним об'єктом вивчення – системою «людина-машина».

Комплексний підхід, характерний для ергономіки, забезпечує всебічне розуміння трудового процесу та створює передумови для його оптимізації. Ергономіка також адресує проблеми системотехніки, зокрема оцінку надійності, точності та стабільності роботи операторів; аналіз впливу психологічної напруги, втоми, емоційних факторів і нервово-психічних особливостей на ефективність діяльності в системі «людина-техніка»; а також вивчення адаптаційних і творчих можливостей людини.

Ергономіка досліджує припустимі фізичні, нервові та психічні навантаження на людину в процесі праці, а також оптимальну адаптацію виробничих умов для ефективної роботи. Крім того, ця наука охоплює просторові аспекти: планування робочого місця передбачає раціональне розміщення в просторі елементів виробництва, включаючи обладнання, технологічне та організаційне оснащення, а також позицію працівника. Робоче місце диференціюється на робочу, основну та допоміжну зони.

Людина виступає як центральний елемент надійного функціонування технічних засобів, станків, приладів і обладнання. Враховуючи обмеженість психічних та фізіологічних можливостей людини, особливу увагу слід приділяти конструкції техніки з метою створення безпечних умов праці та підвищення продуктивності за мінімальних енергетичних витрат працівника. Для досягнення

цього студентам необхідно ознайомитися з чинними стандартами охорони праці, методиками та процедурами аналізу умов праці, у тому числі ергономічного. Це дозволить, по-перше, опанувати навички раціональної організації виробничого процесу та балансування можливостей людини й машини; по-друге, формувати, контролювати та верифікувати безпеку на робочих місцях операторів будь-яких технологічних процесів.

Структура посібника охоплює два розділи: «Ергономічний аналіз», «Практичні підходи з ергономічного для аналізу умов праці». Перший розділ включає вісім підрозділів, які розкривають сутність ергономічної оцінки робочих місць і технологічного обладнання. Другий розділ складається із практичних прикладів ергономічного аналізу робочих місць і ручного інструменту, виконання яких разом з викладачем дозволить покращити розуміння сутності задач і проблем з якими будуть стикатися фахівці для забезпечення максимально можливої продуктивності праці при мінімальних фізичних витратах енергії.

Навчальний посібник «Ергономіка: аналіз умов праці» відповідає вимогам програми дисципліни «Ергономіка» та призначений для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» за галуззю знань 26 «Цивільна безпека». Він також може бути корисним для студентів і викладачів закладів вищої освіти, наукових співробітників, інженерно-технічних працівників підприємств та широкого кола читачів, зацікавлених у питаннях покращення умов праці на робочих місцях.

Мета вивчення дисципліни Ергономіка – надати фахівцям теоретичні знання та практичні навички, які необхідні для прийняття обґрунтованих рішень, спрямованих на забезпечення сприятливих умов праці за ергономічними показниками.

Дисципліна ергономіка тісно пов'язана з рядом інших дисциплін: безпекою життєдіяльності, основами охорони праці, екологією, гігієною праці та виробничого середовища тощо. При вивченні стану виробничого середовища та розробці заходів, спрямованих на покращення ергономічних умов праці, необхідні знання основ таких фундаментальних дисциплін, як математика, фізика, біологія, а також знання технічних наук з тих галузей, де спеціалізуються майбутні фахівці.

# РОЗДІЛ 1

---

## ЕРГОНОМІКА: АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ

---

### 1.1. Поняття системи «людина-машина»

Розкрито поняття системи «людина-машина». Вказано основні переваги та недоліки елементів системи. Наведено відомості про етапи ергономічної оцінки системи «людина-машина».

Якщо я запитаю у вас, що таке ергономіка? Яку відповідь можу отримати? Звісно класичну – пристосування машини до людини. Під машиною розуміємо будь-яке технологічне, і не тільки, виробниче обладнання. І, навіть, весь виробничий процес, якщо ви займаєте керівнику посаду – виникає питання, як зручно і комфортно, ним керувати. Хоча, відповідь на останню задачу знаходиться дещо поза межами ергономіки, але зараз можна припустити можливість об'єднання менеджменту і ергономіки. Чому б ні. Існує когнітивна ергономіка, яка спрямована на адаптацію середовища до характеристик і когнітивного функціонування людини (пам'ять, концентрація тощо), то чому б не розповсюдити її на створення умов до результативних систем управління. Принаймні, вирішення питання розподілу управлінської роботи серед вузькоспеціалізованих інструкторів. І хоча цим питанням займається науковий менеджмент. Хочеться звернути увагу, що і принципам ергономіки, для вирішення поставленої задачі, теж знайдеться місце. Спробую детальніше пояснити свою думку. А від вас шановні читачі хочу отримати відповідні відгуки. Чи дійсно зроблені мною припущення мають місце. А задач, які може вирішити ергономіка значно більше ніж це представлено в класичних роботах.

Почати пояснювати свою точку зору, хочу із пошуку відповіді на питання чи дотичні порушення ергономічних принципів в страшенних катастрофах на атомних електростанціях, які відбулись

Три-Майл-Айленді та Чорнобилі. При них все всім відомо. Багато статей, досліджень і навіть дисертаційних робіт (наприклад теорія Чарльза Перроу) в яких висвітлені основні причини – як дуже важливі уроки для людства в цілому і для атомної промисловості зокрема. Спільним у цих катастрофах звісно є людський чинник, який правда проявився по різному. Якщо на АЕС у Три-Майл-Айленді говорилось про неадекватну підготовку операторів, відсутність передачі важливої інформації про безпеку, невідповідне управління, то у висновках про Чорнобильську катастрофу вказувалось на грубі порушення правил експлуатації, що полягали у проведенні експерименту за будь-яку ціну, попри зміну стану реактора та вивід з роботи справного технологічного захисту. І хоча. Звісно названі причини не є остаточними і постійно з'являються нові деталі, які дозволяють зробити інші припущення пор причинно-наслідкові зв'язки між небезпекою і аварією. Ось в такому руслі хочу теж показати певний зв'язок з ергономічним чинником організації взаємодії між людиною і машиною.

Довести такий взаємозв'язок у катастрофі на американській АЕС не складно. Існує чи мало свідчень, що проблеми в Три-Майл-Айленді почались саме з пульта управління реактором (рис. 1.1), який одночасно «вибухнув» шквалом повідомлень у збоях різних систем, що не дозволяло своєчасно оператором виявити основну проблему витік теплоносія першого контуру реакторної установки. Фахівці вказують, що складна конструкція пульта управління, яка виражалась в нагромадженні другорядних засобів відображення інформації, розташуванні поряд органів керування різних систем стала основною причиною розгубленості персоналу. Наприклад, панель управління системи охолодження була розташована поряд з системою керування ліфтом станції. Або поява сигналу червоного кольору на панелі могло вказувати на 14 різних проблем з реактором і звісно потрібен час для виявлення причину збою. А іноді його (часу) критично не вистачає.

Щодо Чорнобильської катастрофи існує багато різних версій. І навіть сьогодні не існує єдиною думки, щодо причини вибуху. Цікаво, що саме вона привела до появи терміну культура безпеки, яка характеризується певними особливостями діяльності організації і поведінки окремих осіб по відношенню до безпеки.



**Рисунок 1.1** – Пульт управління АЕС у Три-Майл-Айленді

Разом з тим, звернемо увагу, що персоналу АЕС не було відомо про дійсні небезпеки, які пов'язані з роботою реактора при низькому запасі реактивності. Крім того, проєктом не були передбачені відповідні засоби для вимірювання оперативного запасу реактивності (рис. 1.2). Попри величезну важливість цього параметра, на пульті не було індикатора, який би безперервно його показував. Зазвичай оператор отримував останнє значення лише у вигляді роздруківки, яку йому приносили двічі на годину. Так була, також, можливість дати завдання електронно-лічильній машині, але це також дорогоцінний час. У своїй книзі «Північ у Чорнобилі» журналіст Адам Хіггінботем, який витратив роки на розслідування причин аварії, резюмує, що «недоліки в конструкції, людська гординя та радянська секретність сприяли катастрофі».

Яке це відношення має до ергономіки? Безпосереднє. Згадаємо, що таке ергономіка наука, яка комплексно вивчає особливості виробничої діяльності людини в системі «людина-машина задля підвищення ефективності, безпеки та комфорту. Безпека – ключове слово. У будь-якому випадку чи на АЕС Три-Майл-Айленді чи Чорнобиля користувач (оператор) повністю не розумів принципи керування процесом.



**Рисунок 1.2** – Пульт управління АЕС у Чорнобилі

Тобто умови ергономічності, пристосованості до людини були порушені. Так, звісно це сталося з різних причин: недоліків конструкції, навчання, контролю чи загальної негативної атмосфери, складних взаємовідносин. Звідси виникає потреба у прийнятті декількох важливих рішень, які унеможливають подібні катастрофи.

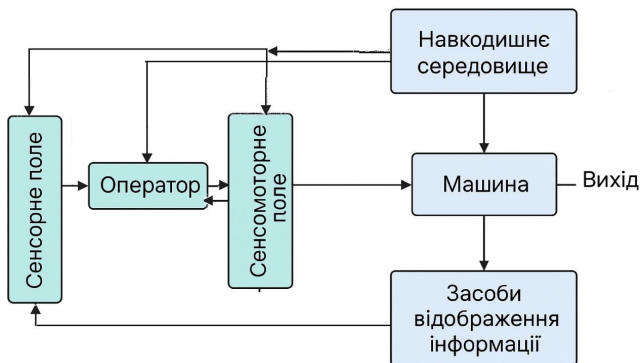
Отже, це ергономіка інновацій, яка передбачає необхідність постійного навчання персоналу для підготовки швидкого реагування на будь-які зміни середовища; забезпечення постійного моніторингу за змінами в складних технічних системах, які завчасно дозволять виявити причинно-наслідкові зв'язки між загрозами (небезпеками) і небезпечними подіями; можливість удосконалення систем управління, виходячи з послідовності виконання виробничих операцій з погодженням і контрольними перевірками лише з точки зору безпеки роботи обладнання.

Сподіваюся, це коротке повідомлення більше прояснило роль ергономіки в управлінні складними системами. Це більше, ніж створення комфортного робочого місця й більше ніж порушення опорно-рухового апарату. Хоча це також важливо. Разом з тим, ергономіка – це перш, за все забезпечення відповідних правильних дій

робітників на робочих місцях, які унеможливають збої у роботі обладнання.

На певному етапі еволюційного розвитку, з метою задоволення зростаючих матеріальних потреб, людина починає створювати штучні знаряддя праці – машини. Отримавши доступ до величезних запасів енергії, новітньої техніки та технологій, вона радикально трансформувала свій спосіб життя, водночас зіткнувшись із комплексним викликом: забезпечити ефективне, стабільне та безпечне управління цими технічними засобами.

У контексті розв'язання завдань, пов'язаних із покращенням умов праці, вкрай необхідним є детальне вивчення системи «людина-машина» (СЛМ). СЛМ являє собою складну багатофункціональну систему, що інтегрує людський і технічний фактори (рис. 1.3). Її ключові складові включають:



**Рисунок 1.3** – Структурна схема системи «людина-машина»

**Машина:** сукупність штучно створених людиною елементів, призначених для задоволення потреб, зокрема технічні пристрої та інформаційне забезпечення (тобто програмне та апаратне обладнання, що забезпечує функціонування системи);

**Людина:** оператор, який взаємодіє з машиною, виконуючи певні функції для досягнення поставленої мети (наприклад, прийняття рішень, контроль процесів або корекцію дій);

Навколишнє середовище: комплекс параметрів, таких як освітленість, рівень шуму, випромінювання, температура, вологість тощо, які впливають на взаємодію людини з технікою та її ефективність;

Робоче місце: просторова зона, визначена положенням оператора під час виконання професійних обов'язків, що включає ергономічне розміщення елементів для мінімізації втоми та ризиків;

Органи керування (ОК): інтерфейси та пристрої, за допомогою яких людина здійснює контроль над іншими об'єктами системи (наприклад, кнопки, важелі, сенсорні екрани, що передають команди);

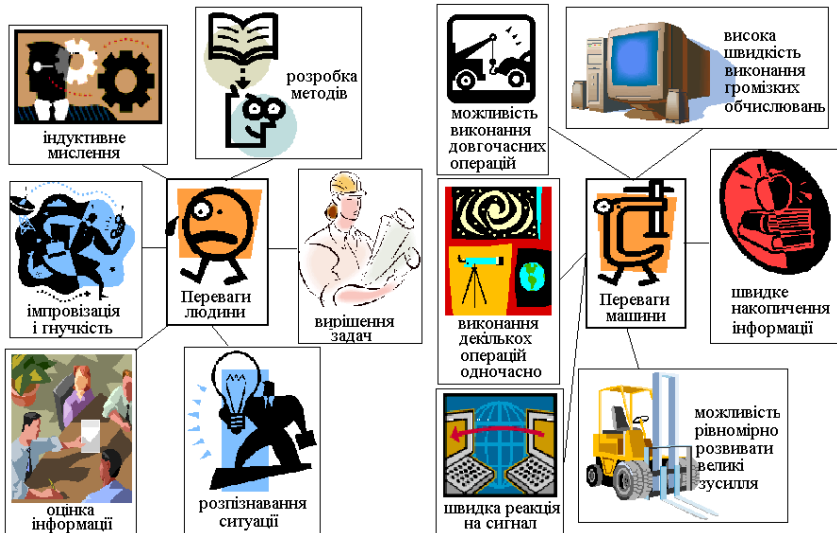
Засоби відображення інформації (ЗВІ): пристрої, які дозволяють людині моніторити стан машини або виробничого процесу (наприклад, дисплеї, індикатори, датчики, що візуалізують дані в реальному часі для оперативного реагування).

Одним із фундаментальних завдань СЛМ є раціональний розподіл функцій між людиною та машиною, з урахуванням їхніх унікальних можливостей. Однак універсальне рішення важко сформулювати, оскільки кожна система характеризується індивідуальними особливостями. На підставі порівняльного аналізу можливостей людини та машини в системах управління (рис. 1.4) можна запропонувати наступний варіант розподілу функцій, який враховує сильні сторони кожного елемента: наприклад, машина ефективніше справляється з рутинними, високоточними або високошвидкісними операціями, тоді як людина перевершує в творчому мисленні, адаптації до непередбачуваних ситуацій та етичному прийнятті рішень.

Людина виконує такі функції в системі «людина-машина»:

– Індуктивне мислення: приймає рішення на основі неповної інформації, узагальнюючи різноманітні фактори та доповнюючи їх елементами з власного досвіду (наприклад, в умовах невизначеності, коли доступні дані обмежені, людина спирається на інтуїцію та попередні знання для прогнозування результатів).

– Розпізнавання ситуації в цілому за її окремими характеристиками або неповною інформацією: ідентифікує загальну картину на підставі фрагментарних даних (наприклад, оператор може виявити потенційну аварійну ситуацію за кількома індикаторами, не чекаючи повного набору сигналів).



**Рисунок 1.4** – Порівняння характеристик людини і машини

– Вирішення завдань, для яких відсутні чіткі правила: генерує креативні підходи в нестандартних умовах (наприклад, імпровізація в разі несподіваних збоїв у системі, де алгоритми не передбачені).

– Вибір шляхів розв’язання завдань в умовах, що швидко змінюються: адаптується до динамічних обставин, коригуючи дії в реальному часі (наприклад, реагування на раптові зміни в технологічному процесі, такі як коливання параметрів обладнання).

Машині доцільно делегувати такі функції:

– Виконання громіздких математичних розрахунків та вибір відомих варіантів розв’язання: обробка складних обчислень і застосування стандартних алгоритмів (наприклад, автоматизовані моделі для оптимізації маршрутів або прогнозування на основі великих даних).

– Збереження великої кількості інформації: накопичення та швидкий доступ до масивів даних (наприклад, бази даних для зберігання історичних записів виробничих процесів без ризику втрати через людський фактор).

– Здійснення одноманітних операцій за відомим алгоритмом: повторювані рутинні дії без втоми (наприклад, конвеєрне складання деталей або моніторинг постійних параметрів).

– Виконання швидких дій у відповідь на певну команду: миттєва реакція на сигнали (наприклад, автоматичне гальмування в системах безпеки або активація резервних механізмів).

Ці рекомендації носять узагальнений характер і в кожному конкретному випадку вимагають врахування експериментальних даних, моделювання конкретної системи та умов її функціонування, а також застосування спеціалізованих принципів (наприклад, ітеративного тестування в лабораторних умовах для оцінки ефективності розподілу). Тому критично важливо оцінити умови, в яких працюватиме людина, щоб на їхній основі оптимально розподілити обов'язки, мінімізуючи ризики помилок і максимізуючи продуктивність.

Процеси приймання, переробки інформації, прийняття рішень та виконання керуючих дій оператором інтегруються в єдину діяльність, спрямовану на забезпечення стабільного функціонування системи «людина-машина» (СЛМ). Для ефективної роботи машини оператор повинен відчувати себе комфортно, що досягається дотриманням вимог до машини та навколишнього середовища, зокрема: раціонального розміщення засобів відображення інформації (ЗВІ) та органів керування (ОК), ергономічної організації робочого місця, а також оптимізації факторів, таких як освітлення (для запобігання напруженню зору), клімат (температура та вологість для підтримки фізичного комфорту), шум (для зменшення акустичного навантаження) та вібрація (для уникнення фізіологічних порушень), які впливають як на фізичний стан людини, так і на протікання технологічного процесу в цілому.

Згідно з ДСТУ EN 17025, рівень якості продукції визначається сукупністю операцій, що охоплюють вибір номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення їхніх значень та порівняння з базовими стандартами (наприклад, через кількісний аналіз відповідності нормам). На основі ергономічної оцінки виробничого устаткування можна сформулювати комплексний портрет промислового підприємства, тобто описати організацію процесу виробництва, характеристику тих елементів основних фондів, які безпосередньо впливають на якість продукції та залежать від людського

чинника (наприклад, ергономіка інтерфейсів, що зменшує помилки операторів і підвищує точність).

Класифікація показників ергономічної оцінки устаткування включає:

*Антропометричні:* параметри, адаптовані до фізичних розмірів людини, такі як висота, ширина та глибина пульта, висота стільниці, розміщення ЗВІ та ОК, характеристики крісла оператора, досяжність ОК, відповідність ОК формі та розмірам частин тіла людини тощо (наприклад, забезпечення зручного доступу до елементів керування без надмірних нахилів чи розтягнень).

*Біомеханічні:* характеристики, пов'язані з рухом і зусиллями, включаючи зусилля на ОК, величину та напрямок їх переміщення, частоту використання (наприклад, оптимізація для зменшення м'язової втоми під час тривалої роботи).

*Психофізіологічні:* показники відповідності техніки сенсорним системам людини, зокрема зоровому та слуховому аналізаторам (наприклад, контрастність дисплеїв для кращого сприйняття інформації або акустичні сигнали на оптимальній частоті).

*Психосоціальні:* параметри, що враховують когнітивні можливості людини щодо прийому, обробки інформації та прийняття рішень (наприклад, інтуїтивність інтерфейсів для швидкого орієнтування в складних ситуаціях).

Оцінка ергономіки починається зі складання плану проведення досліджень. Основні етапи таких досліджень зазвичай виконуються за такою схемою:

а) Ознайомлення з призначенням, метою системи, її завданнями та основними вимогами (наприклад, аналіз документації для розуміння функціонального контексту).

б) Побудова структурної схеми, що відображає зв'язки підсистем, потоки інформації та процес регулювання, з виділенням ланцюгів, де задіяний оператор, позначенням прямих і зворотних зв'язків у СЛМ, а також інтенсивності та відносної важливості цих зв'язків (наприклад, візуалізація для виявлення вузьких місць).

в) Оцінка середовища функціонування системи та його впливу на СЛМ (наприклад, аналіз зовнішніх факторів, таких як кліматичні умови або зовнішні перешкоди).

г) Опис функцій системи та її підсистем для всіх режимів роботи, включаючи малоймовірні аварійні ситуації, з акцентом на найважливіші операції та динамічну структуру системи (тобто зрушення в підсистемах під час керування чи дії перешкод, наприклад, моделювання реакцій на збої).

д) Детальна ергономічна оцінка робочого місця (наприклад, вимірювання параметрів для відповідності антропометричним нормам);

е) Оцінка засобів відображення інформації та органів керування (наприклад, тестування на зручність і ефективність).

ж) Розгляд функцій операторів для нормального режиму та окремо для екстремальних ситуацій, з детальним аналізом умов, що можуть призвести до аварій, наприклад (рис. 1.4).

На підставі всіх вищезазначених дій формується висновок про надійність і ефективність системи й даються рекомендації щодо модернізації або вдосконалення окремих підсистем, вузлів або всього приладу.

**Висновок.** При вирішенні завдань, пов'язаних з пристосуванням умов праці до людини, необхідне детальне вивчення системи «людина-машина», що являє собою складну багатофункціональну систему і включає: людину, машину, навколишнє середовище, органи керування, засоби відображення інформації, робоче місце. Основне завдання – забезпечити максимальну продуктивність при мінімальних затратах енергії. Для цього потрібно оцінити можливості людини, з'ясувати фактори, які погіршують працездатність, та забезпечити відповідне розміщення засобів відображення інформації, органів керування на робочому місці, з метою мінімізації їх впливу як на фізичний стан людини, так і на протікання технологічного процесу.

### **Завдання**

Опишіть роботу системи «людина-машина» (назва машини, її призначення, основні вузли, габаритні розміри, основні завдання оператора, виконувані операції, час на їх виконання, положення оператора, особливі умови експлуатації, обмеження, робоча площа та об'єм) на прикладі: а – машиніст очисного комбайну К 101; б – оператор піднімальної установки; в – оператор насосної станції; г – машиніст локомотива; д – диспетчер.

## 1.2. Антропометрична характеристика людини

Наведено короткі відомості про антропометричні показники людини, які необхідні при конструюванні промислових виробів, обладнання, розміщенні органів керування, засобів відображення інформації на пультах, організації виробничого процесу для забезпечення відповідності фізіологічним особливостям обслуговуючого персоналу.

Антропометрія – є одним із фундаментальних методів дослідження в антропології, слугуючи науковою дисципліною, що ґрунтується на систематичних вимірах різних частин людського тіла для вивчення його морфологічних особливостей. Форма та розміри людської фігури слугують вихідною точкою при раціональному проєктуванні робочих місць, забезпечуючи адаптацію середовища до фізичних параметрів користувача (наприклад, при конструюванні офісного крісла висота сидіння повинна відповідати середньому зросту сидячи, щоб запобігти напруженню хребта). Складність проєктування систем «людина-машина» полягає в неможливості встановлення універсального правила для співвідношення розмірів окремих частин тіла, зважаючи на значну індивідуальну варіативність серед людей. Водночас, на основі порівняльного аналізу антропометричних даних вдалося визначити середні розміри та пропорції тіла, які переважно підпорядковуються нормальному розподілу за законом Гаусса (наприклад, зріст дорослих чоловіків у певній популяції може варіюватися навколо середнього значення 175 см із стандартним відхиленням 7 см, утворюючи дзвоно-подібну криву). Антропометричні дані збирають шляхом вимірювання ключових параметрів людини в статичному, нерухомому положенні, включаючи зріст, масу тіла, зріст у положенні стоячи та сидячи, об'єм грудної клітки, силу м'язів, розміри пальців рук та інші характеристики (наприклад, вимірювання сили хвату руки для оцінки ергономіки інструментів, таких як важелі чи рукоятки). Лінійні виміри тіла здійснюються між чітко визначеними антропометричними точками – реперними орієнтирами на поверхні тіла, що забезпечують стандартизацію процесу

(наприклад, відстань від підлоги до верху голови для визначення загального зросту). Нижче наведено ілюстрації основних розмірів людського тіла (рис. 1.5, 1.6) та табличні значення цих параметрів (табл. 1.1), які слугують емпіричною основою для ергономічного дизайну. Вимірювання зросту проводиться за допомогою ростоміра з точністю  $\pm 0,5$  см, забезпечуючи мінімальну похибку для статистичної достовірності (наприклад, під час масових обстежень популяції для стандартизації обладнання). Обміри окружностей тіла – таких як грудної клітки, шиї, талії, ключиць, передпліччя та гомілки – виконуються сантиметровою стрічкою для оцінки об'ємних характеристик (наприклад, окружність талії може вказувати на необхідність ширшого простору в кабіні транспортного засобу).

**Таблиця 1.1** – Антропометричні дані [2]

Позначення розміру на рис. 1.5	Найменування розміру	Чоловіки				Жінки			
		m-2s	m	m+2s	%	m-2s	m	m+2s	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Висота стоячої людини (без взуття)	163	175	187	100	153	165	177	100
B	Висота рівня очей стоячої людини	153	164	176	94	143	154	165	93
C	Висота плеча стоячої людини	134	144	154	82	124	134	144	81
D	Висота ліктя над підлогою у стоячої людини	101	108	116	62	95	103	110	62
E	Висота коліна у стоячої людини	47	51	54	29	46	49	53	30
F	Розмах рук	173	186	198	106	153	165	177	100
G	Відстань від кінчиків пальців витягнутої руки до спини	80	86	92	49	66	71	76	43
H	Довжина передпліччя та кисті зігнутої руки	44	48	51	27	40	43	46	26
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## Продовження таблиці 1.1

I	Ширина пліч	42	46	49	26	37	40	42	24
K	Товщина плеча	21	23	24	13	23	25	27	15
L	Ширина стегна	29	32	34	18	32	34	37	21
M	Висота голови над сидінням	83	90	95	51	78	84	90	51
N	Рівень очей над сидінням	73	79	84	45	68	73	78	44
O	Висота пліч над сидінням	55	60	63	34	50	54	58	33
P	Висота ліктя над сидінням	21	23	24	13	20	21,5	23	13
R	Відстань від коліна сидячої людини до сидниць	57	61	65	36	52	56	60	34
S	Довжина сидіння (нижня частина стегна)	44	48	51	27	43	46	49	28
T	Висота сидіння над підлогою	42	45	49	26	40	43	46	25
U	Висота стегна сидячої людини	12	13	14	7,5	13	14	15	8,5
V	Довжина стопи	25	27	29	15,5	23	25	27	15
X	Ширина стопи	9,5	10	10,5	5,7	8,5	9	9,5	5,5
Y	Довжина кісті	18	19	21	11	16	17,5	18,5	10,5
Z	Висота кісті	9	9,5	10,5	5,5	7,5	8	8,5	4,8

**Примітка:** m – середнє значення зросту людини, яка зайнята в промисловості (для чоловіків це 175 см, для жінок – 165); s – середнє квадратичне відхилення (становить 2,5 % або 6 см).

Діаметри тіла, зокрема ширину таза, визначають за допомогою циркуля, що дозволяє точно враховувати поперечні розміри (наприклад, для дизайну сидінь у громадському транспорті, де ширина таза впливає на комфорт розміщення). Для фіксації розмірів кінцівок і розмаху рук застосовують антропометр або вертикальний стояк ростоміра, що забезпечує вимірювання протяжних параметрів (наприклад, розмах рук для оптимального розміщення елементів керування на пульті оператора, щоб уникнути надмірного розтягнення м'язів).

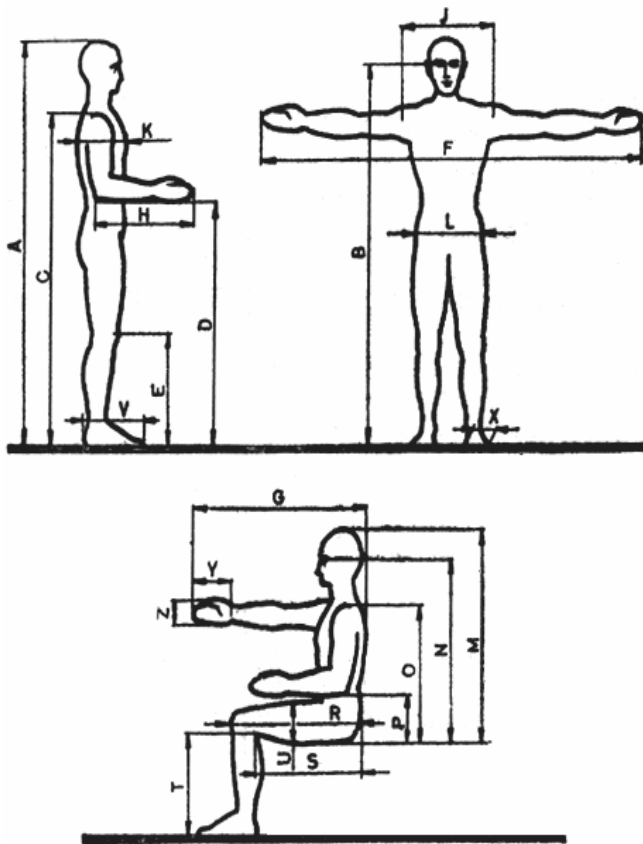
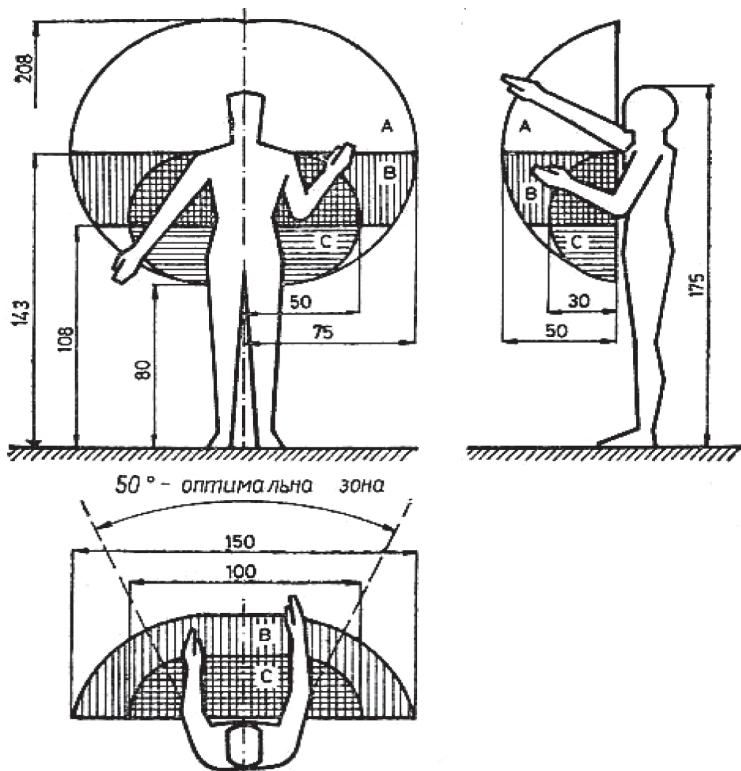


Рисунок 1.5 – Основні розміри людського тіла [2]



**Рисунок 1.6 – Робоча зона:**

*A – функціональний простір; B – простір, зручний для маніпулювання органами керування; C – оптимальна робоча зона [2]*

Різноманітні типи одягу впливають на масу та основні розміри людини, змінюючи її ефективні габарити в робочому середовищі. Цей фактор необхідно враховувати на етапі початкового проектування обладнання, передбачаючи додатковий простір у робочій зоні, який компенсує розміри спеціального одягу та його особливості (наприклад, наявність захисних елементів, таких як кишені для інструментів чи ремені, що збільшують об'єм у зоні плечей і стегон, як у випадку з робочим комбінезоном для промислових робітників, де потрібно додати 5–10 см запасу для свободи рухів).

### ***Методи антропометричної оцінки***

Мета антропометричної оцінки полягає у встановленні відповідності розмірів робочого місця розмірам тіла людини.

Одним з найбільш істотних елементів пристосування умов праці до людини є компонування простору робочого місця. Неправильне положення тіла на робочому місці призводить до виникнення передчасної втоми, помилок у роботі, а також до необоротних патологічних змін в організмі.

Існує три методи, які дозволяють використовувати антропометричні дані при проектуванні робочого місця:

1) моделювання в натуральну величину – виготовляють у масштабі 1:1 експериментальний макет робочого місця, в якому всі елементи, які впливають на працездатність і стан людини, можна переміщувати в будь-яких площинах;

2) метод манекенів – використовують плоскі моделі людини, які мають шарніри, що дозволяє надавати їм необхідні положення для моделювання поз людини при виконанні робіт (масштаб манекенів може бути 1:1, 1:5, 1:10);

3) метод накладення – на проєктовані робочі місця накладають схеми нормальних і максимальних робочих зон.

Для оцінки фактичного робочого місця оператора необхідно зробити:

- ескіз пульта керування;
- уточнити відповідність пульта об'єму приміщення, зазначити висоту і ширину панелей, зону огляду, порівняти з ергономічними вимогами;
- оцінити робочу позу, сидіння оператора, визначити сфери захоплення.

**Висновок.** Антропометрія вивчає вплив розмірів людського тіла на ефективність і безпеку праці та допомагає проєктувальникам розробляти такі машини, габарити яких не заважали б операторам виконувати свої функції. Антропометричні дані допомагають доцільно визначити форми і розміри промислових виробів, обладнання, органів керування з урахуванням антропометричної структури, фізіологічних можливостей та інших особливостей людини, яка все це обслуговує.

### **Завдання**

Отримайте та оцініть антропометричні дані. Студенти повинні за допомогою рис. 1.5, табл. 1.1, а також антропометричних інструментів (ростоміра, сантиметрової стрічки та ін.) зробити вимірювання людського тіла. Отримані дані занести в табл. 1.2 згідно з групою розмірів. Поправки до розмірів людського тіла заносять у табл. 1.3. Рухливість частин тіла оцінюють нанесенням на координатні сітки (рис. 1.7).

**Таблиця 1.2** – Оцінка поправки до розміру людини в одязі

<b>Розмір, мм</b>	<b>Поправка до розміру людини в одязі, мм</b>
Зріст	
Зона вертикальної досяжності руки	
Довжина кісті	
Довжина голови в головному уборі	
Ширина пліч	

**Таблиця 1.3** – Визначені антропометричні дані оператора

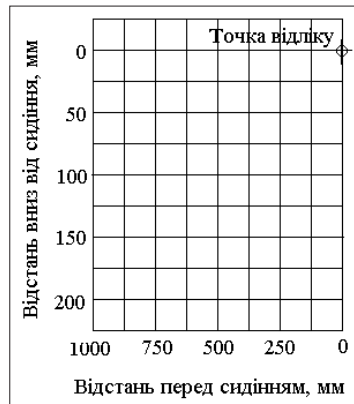
<b>Найменування розміру</b>	<b>Розмір, см</b>
1	2
Висота стоячої фігури	
Висота очей над рівнем підлоги	
Зона бокової досяжності руки	
Зона вертикальної досяжності руки	
Зона передньої досяжності руки	
Висота плеча стоячої людини	

Продовження таблиці 1.3

1	2
Висота ліктя над підлогою у стоячої людини	
Ширина голови	
Довжина голови	
Висота голови	
Довжина кисті	
Ширина кисті	
Ширина пліч	
Відстань від кінчиків пальців витягнутої руки до спини	
Довжина передпліччя та кисті зігнутої руки	
Висота стегна сидячої людини	
Довжина стопи	
Ширина стопи	



*a*



*б*

**Рисунок 1.7** – Координаційні сітки для нанесення кривої рухливості тіла при ручному (*a*) та при керуванні ногами (*б*)

### 1.3. Психофізіологічні властивості людини та її працездатність

Наведена інформація про основні психофізіологічних властивостей людини та ступеню фізіологічної витривалості, інтенсивності працездатності, її періодичного підсилення і послаблення, а також типу нервової діяльності.

Однією з ключових функцій людини в системі «людина-машина» є приймання та обробка інформації, що безпосередньо пов'язано з психічною діяльністю індивіда. Ця психічна діяльність проявляється через взаємопов'язані компоненти – психічні процеси, стани та властивості особистості, – які спільно забезпечують адаптацію до завдань і середовища (наприклад, оператор на виробництві аналізує дані з монітора, приймаючи рішення про коригування процесу, що вимагає інтеграції сприйняття, мислення та емоційного контролю).

*Психічні процеси* являють собою короткочасні динамічні психічні явища, які виникають як реакція на зовнішні подразники, мають чіткий початок, розвиток і завершення, та відображають реальність у реальному часі. До них належать: сприйняття (інтеграція сенсорних даних у цілісний образ, наприклад, візуальне розпізнавання індикаторів на панелі керування); відчуття (базові реакції на стимули, такі як сприйняття шуму чи вібрації обладнання); уявлення (ментальне відтворення образів без безпосереднього подразника, наприклад, уявлення послідовності дій під час планування операції); мислення (аналіз і синтез інформації для розв'язання проблем, наприклад, логічний висновок про причину збою в системі); пам'ять (збереження та відтворення досвіду, наприклад, згадування протоколу безпеки в критичній ситуації); воля (спрямована мобілізація зусиль, наприклад, подолання втоми для виконання завдання); та увага (концентрація на релевантних стимулах, наприклад, моніторинг ключових параметрів серед множини даних).

Психічні стани відображають поточний рівень психічної активності, проявляючись у підвищеній або зниженій енергійності особистості, що впливає на ефективність взаємодії з машиною. Вони охоплюють різноманітні прояви почуттів та емоцій (наприклад,

стан напруги під час аварійної ситуації, що може посилити увагу, або емоція задоволення від успішного керування, яка мотивує до подальшої продуктивності; навпаки, стан тривоги може призвести до помилок, як-от неправильне тлумачення сигналів).

*Психічні властивості особистості* становлять стійкі, складні утворення, які визначають загальну результативність діяльності та характер поведінки людини в системі. Серед них – темперамент (вроджені особливості нервової системи, наприклад, сангвінік швидко адаптується до змін у процесі, тоді як флегматик забезпечує стабільність у рутинних операціях); характер (сформовані риси, такі як відповідальність, що гарантує дотримання протоколів); здібності (спеціалізовані навички, наприклад, просторове мислення для роботи з 3D-інтерфейсами); світогляд (система переконань, що впливає на етичні рішення в критичних моментах) тощо.

Ці психічні процеси, емоційно-вольова сфера та індивідуально-психологічні властивості колективно формують психологічний потенціал людини, який є основою для ефективної взаємодії в системі «людина-машина» (наприклад, високий потенціал дозволяє оператору швидко реагувати на нестандартні події, мінімізуючи ризики).

*Сприймання інформації* людиною-оператором здійснюється за допомогою аналізаторів – спеціалізованих сенсорних систем, що перетворюють зовнішні сигнали на нервові імпульси (рис. 1.8; наприклад, зоровий аналізатор обробляє візуальні дані з дисплеїв, слуховий – акустичні сигнали тривоги, а тактильний – відчуття вібрації на органах керування).

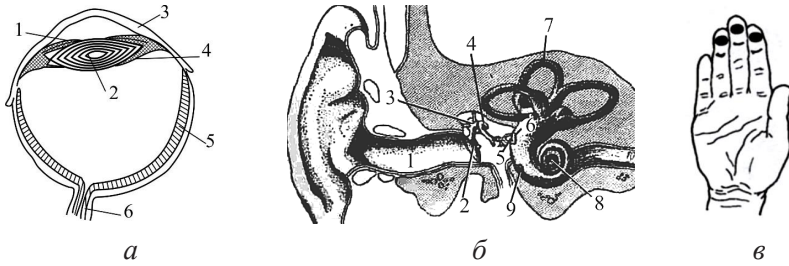
Зоровий аналізатор (рис. 1.8, а). Зір дає змогу сприймати форму, яскравість, колір і рух об'єктів.

Психофізіологічне сприйняття освітленості ( $E$ ) зоровим аналізатором людини підкоряється закону Вебера – Фехнера:

$$L = \lg \frac{E}{E_0}, \quad (1.1)$$

де  $L$  – світлові відчуття людини;  $E$ ,  $E_0$  – освітленість об'єкта й поріг сприйняття освітленості зоровим аналізатором людини відповідно.

Одним із основних каналів передавання інформації операторові є звукові сигнали, завдяки яким він отримує до 10% її обсягу (рис. 1.8, б).



**Рисунок 1.8** – Аналізатори людини:

*а* – зоровий (1 – рідужна оболонка; 2 – зірниця; 3 – роговиця; 4 – кристалік; 5 – сітчатка; 6 – зоровий нерв); *б* – слуховий аналізатор (1 – слуховий прохід; 2 – барабанна перетинка; 3 – молоточок; 4 – ковадло; 5 – стремінце; 6 – овальне вікно; 7 – півкруглі канали; 8 – раялик; 9 – кругле вікно); *в*) – тактильний аналізатор

Людина сприймає звук за допомогою чутливого психофізіологічного відбиття. Звукове поле сприймається людиною як двовимірний простір у координатах – інтенсивності звуку –  $I$  та частоти  $f$ , що переводиться в його суб’єктивні відчуття – рівень звукового тиску.

Згідно з численними дослідженнями в галузі когнітивної психології та нейронауки, візуальний канал сприйняття відіграє домінуючу роль у процесі отримання та обробки інформації людиною. Ця домінація пояснюється еволюційними адаптаціями, де зір забезпечує швидке та ефективне виявлення загроз, ресурсів та соціальних сигналів у навколишньому середовищі. У контексті сучасних технологій, таких як мультимедіа та віртуальна реальність, ця особливість сприйняття стає ключовим фактором для дизайну інтерфейсів, дозволяючи оптимізувати передачу інформації через графічні елементи.

Суб’єктивне сприйняття інтенсивності звуку людиною називається рівнем звукового тиску або рівнем гучності  $L$ , дБ і підкоряється психофізіологічному закону Вебера – Фехнера:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (1.2)$$

де  $I$  й  $I_0$  ( $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>) – поточна інтенсивність звуку та поріг чутності звуку людиною відповідно.

Частота звукових коливань виражається в герцах. Діапазон частот, який сприймає вухо людини, становить від 16 до 20000 Гц.

Абсолютні пороги слухового аналізатора залежать від частоти звукового сигналу. Верхній абсолютний поріг становить 120–130 дБ. Для оцінки сигналу його мінімальна тривалість повинна бути 20–50 мс.

Аналізуючи характеристики сенсорних аналізаторів (табл. 1.4), можна сформулювати загальні вимоги до сигналів-подразників, що надходять до оператора в системі «людина-машина», з метою забезпечення ефективного сприйняття та обробки інформації без перевантаження чи втрат точності. Ці вимоги базуються на фізіологічних межах чутливості та спрямовані на оптимізацію взаємодії, мінімізуючи ризики помилок (наприклад, у промислових системах керування, де оператор моніторить дані в реальному часі).

**Таблиця 1.4** – Характеристики порогів чутливості основних аналізаторів [5]

Аналізатор	Абсолютний поріг		Диференціальний поріг		Ступінь використання
	одиниці вимірювання	приблизна величина	одиниці вимірювання	приблизна величина	
Зоровий	лк	–	лк	0,01	90
Слуховий	Вт/м <sup>2</sup>	10 <sup>-12</sup>	дБ	0,3–0,7	1,0
Тактильний	мг/мм <sup>2</sup>	3–300	мг/мм <sup>2</sup>	0,07	0,5

*Інтенсивність сигналу* не повинна перевищувати межі середнього діапазону чутливості аналізатора: це запобігає перевантаженню сенсорної системи, що може призвести до швидкої втоми або ігнорування сигналів (наприклад, для зорового аналізатора оптимальна яскравість дисплея становить 200–300 кд/м<sup>2</sup>, тоді як перевищення до 1000 кд/м<sup>2</sup> викликає сліпоту або дискомфорт, як у випадку з моніторами в контрольних кімнатах);

*Різниця між сигналами* має бути більшою за оперативний поріг чутливості за інтенсивністю, часом і простором: це забезпечує чітке розрізнення сигналів, уникаючи плутанини в сприйнятті (наприклад,

для слухового аналізатора мінімальна різниця в гучності між сигналами тривоги повинна перевищувати 3–5 дБ, щоб оператор міг відрізнити критичний сигнал від фонового шуму в шумному виробничому цеху; аналогічно, за часом – інтервал між сигналами не менше 0,1–0,2 секунди для уникнення злиття в єдиний потік);

Найважливіші сигнали не можуть виходити за зони сенсорного поля з найбільшою чутливістю: це максимізує точність сприйняття критичної інформації, розмішуючи її в оптимальних ділянках (наприклад, для зорового аналізатора ключові індикатори слід розміщувати в центральній зоні поля зору з кутом до 15–20°, де чутливість максимальна, як у дизайні авіаційних панелей керування, де показники швидкості та висоти розташовані в центрі, а не на периферії);

Під час проєктування інформаційних моделей або окремих індикаторів необхідно правильно обирати вид сигналу та відповідну модальність аналізатора (зорового, слухового, тактильного) з урахуванням їхніх властивостей та діапазону застосування: це забезпечує адаптацію до конкретних умов і завдань, підвищуючи ефективність (наприклад, для швидких попереджень у транспортних системах доцільно використовувати слуховий аналізатор з тональними сигналами в діапазоні 500–3000 Гц, де чутливість найвища, тоді як для детальної візуальної інформації – зоровий з графічними елементами; тактильний аналізатор підходить для вібраційних сигналів у рукавичках оператора, наприклад, у медичному обладнанні, де потрібно відчувати пульс або вібрацію без відволікання зору).

*Фізіологія праці* досліджує фізіологічні можливості людини та функціонування її організму в процесі трудової діяльності. Основна увага приділяється реакціям організму на вплив факторів зовнішнього середовища та виробничих умов, рівню фізіологічного напруження під час роботи, а також здатності людини адаптуватися до умов праці. Метою таких досліджень є створення оптимальних умов, що забезпечують високу продуктивність і збереження здоров'я працівника.

У фізіології праці поняття «робота» охоплює будь-який вид професійної діяльності, спрямованої на забезпечення життєдіяльності людини. Залежно від характеру навантаження всі види робіт умовно поділяють на чотири основні класи. Роботи, що переважно використовують силу м'язів. При їх виконанні активно залучаються м'язи

та кісткова система, спостерігається підвищення частоти серцевих скорочень і дихання. Роботи, що потребують високої точності координації рухів. Такі завдання вимагають тонкої моторики та злагодженої роботи нервово-м'язової системи. Роботи, пов'язані зі значним навантаженням на органи чуття. Прикладом є діяльність, що потребує підвищеної зорової або слухової концентрації. Роботи, що ґрунтуються на інтенсивній розумовій діяльності. Вони характеризуються високим рівнем когнітивного навантаження та стресостійкості.

Витрати енергії під час трудового процесу визначаються як функціональні енергетичні витрати, що складаються з двох компонентів:

- неминучі витрати енергії, необхідні для підтримання життєдіяльності організму;
- додаткові витрати, пов'язані з виконанням професійних завдань протягом робочого дня.

Оцінити енергетичні витрати з абсолютною точністю складно, оскільки вони змінюються залежно від тривалості робочого дня, фізичних можливостей працівника, ритму роботи та інших факторів. Встановлено, що тривала важка фізична праця може негативно впливати на стан здоров'я. Для аналізу м'язової діяльності використовують показники енергетичних витрат. Згідно з дослідженнями, граничний рівень витрат енергії за робочу зміну становить близько 8300 кДж, тоді як допустимі значення складають 6200 кДж для чоловіків та 4100 кДж для жінок. Детальна класифікація робіт за рівнем енергетичних витрат і кількістю калорій, необхідних для виконання виробничих завдань, наведена в таблиці 1.5.

Напруженість праці характеризує рівень функціонального навантаження на центральну нервову систему та психічні процеси людини в умовах трудової діяльності. Цей показник відображає комплекс факторів, серед яких: обсяг сприйманої інформації, що надходить до працівника; щільність сигналів, які необхідно обробити; стан аналізаторних систем (зорової, слухової, тактильної тощо); рівень емоційної напруги, що супроводжує виконання завдань; ступінь концентрації уваги, необхідної для забезпечення точності та безпеки роботи.

Таким чином, напруженість праці є інтегральним показником, який визначає психофізіологічне навантаження на організм. Залежно від його величини всі види трудової діяльності

класифікують на чотири групи (див. табл. 1.6), що дозволяє оцінити складність роботи та розробити заходи для оптимізації умов праці.

**Таблиця 1.5** – Класифікація робіт у залежності від загальної витрати енергії і кількості калорій, затрачуваних на виробничу роботу [6]

Ступінь інтенсивності роботи	Величина загальної витрати енергії	Кількість калорій, затрачуваних на виробничу роботу	Споживання кисню, л/хв	Частота пульсу	Приклади
Легка	2300–2800	До 500	0,5–1	80–90	Робота сидячи
Помірна	2800–3300	500–1000	0,5–1	90–100	Перенесення легких предметів
Середня	3300–3800	1000–1500	1–1,5	100–125	Більша частина робіт виконуваних на виробництві, перенесення вантажів 15 кг
Важка	3800–4300	1500–2000	1,5–2	125–150	Ручне перенесення вантажів вагою 30 кг
Дуже важка	4300–4800	2000–2500	2–2,5	Більш 150	Праця коваля перенесення вантажу 50 кг

**Таблиця 1.6** – Класифікація напруженості праці [7]

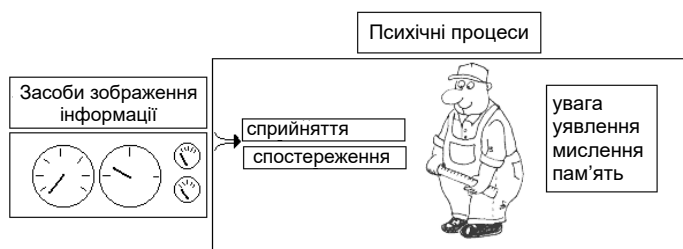
Ступінь напруженості праці	Концентрація уваги
Ненапружений	25 % часу роботи
Мало напружений	50 % часу роботи
Напружений	75 % часу роботи
Дуже напружений	Більше 75 % часу роботи

Будь-який різновид праці можна оцінити критеріями тяжкості і напруженості (наприклад, праця студентів по тяжкості відноситься до I групи, а по напруженості – до III–IV).

*Психічні процеси.* У процесі виконання роботи активізується комплекс аналізаторних функцій людини, зокрема зоровий, слуховий, тактильний та інші сенсорні механізми. Внаслідок їхньої діяльності виникають різноманітні відчуття, які забезпечують отримання

інформації про окремі властивості предметів і явищ – колір, масу, звук, смак тощо. Однак у реальних умовах предмети розрізняються не за окремими характеристиками, а за їх сукупністю.

Відображення в корі головного мозку цілісного комплексу властивостей об'єкта або явища називається сприйняттям. У трудовому процесі сприйняття має активний і вибірковий характер, оскільки воно спрямоване на об'єкт праці та забезпечення точності виробничих дій і рухів. Коли сприйняття набуває цілеспрямованого характеру, орієнтованого на систематичне спостереження за об'єктом або процесом, його називають спостереженням (див. рис. 1.9).



**Рисунок 1.9** – Схема психічних процесів людини

Сприйняття виконує ключову функцію – забезпечує орієнтацію людини в навколишньому середовищі та створює умови для адаптивної поведінки. Формування чуттєвого образу об'єкта або явища, яке спостерігається, відбувається поетапно і включає три основні стадії:

- виявлення – фіксація наявності об'єкта за допомогою сенсорних сигналів;
- розрізнення – визначення його окремих характеристик;
- пізнавання (ідентифікація) – співвіднесення отриманих відчуттів із інформацією, що зберігається в пам'яті.

Сприйняття має низку специфічних характеристик:

Константність – відносна незмінність образу сприйняття за змінних фізичних умов (наприклад, стабільність форми предмета при зміні освітлення).

Предметність – відображення зовнішнього світу у вигляді цілісних об'єктів, а не розрізнених відчуттів; типовим прикладом є діада «фігура – фон».

Цілісність – збереження загального образу навіть за умов часткової деформації або зміни його компонентів.

Узагальненість – здатність впізнавати об’єкт і відносити його до певного класу незалежно від індивідуальних особливостей. Наприклад, ми розпізнаємо стілець незалежно від його форми чи матеріалу виготовлення.

Правильність сприйняття визначається відповідністю сигналів енергетичним, просторовим, часовим та інформаційним характеристикам аналізаторних систем (див. рис. 1.10). Для забезпечення оптимальних умов прийому та обробки інформації інтенсивність сигналів повинна знаходитися в межах середніх значень діапазону чутливості відповідних аналізаторів.



*a*



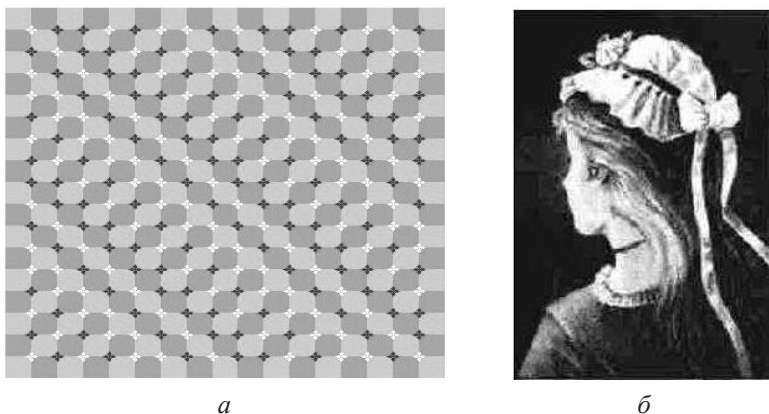
*б*

**Рисунок 1.10** – Перевір сприйняття:

*a* – що тут написано?; *б* – хто зображений на малюнку?

Важливим чинником ефективності сприйняття є тривалість сигналу. Надто короткий сигнал може залишитися непоміченим або бути неправильно інтерпретованим. Крім того, інтервали між сигналами повинні перевищувати час, необхідний для виникнення відчуття. Цей проміжок називають латентним періодом. У середньому латентний період реакції на запах становить близько 250 мс, на світловий стимул – 200 мс, а на звуковий – 150 мс. Час реакції залежить від потужності сигналу: чим він сильніший, тим швидше відбувається відповідь.

На основі відчуттів і сприйняття формується більш складна форма чуттєвого відображення – уявлення. Уявлення – це процес відтворення в мозку образів предметів і явищ, які в даний момент не впливають на органи чуття. На чуттєвому рівні пізнання зовнішні подразники безпосередньо викликають у свідомості відповідні образи, що становлять основу сенсорних знань особистості. Ці знання є базою для формування конкретних понять і для переходу до більш високих рівнів узагальнення та абстрагування (див. рис. 1.11).



**Рисунок 1.11** – Перевір уявлення:

*а – зображення не рухається?; б – хто зображений на малюнку?*

Одним із ключових психічних процесів, що забезпечує ефективність трудової діяльності, є увага. Вона визначає спрямованість і зосередженість пізнавальної та виробничої активності людини на певному об'єкті або дії. Увага – це концентрація свідомості на конкретному об'єкті чи діяльності з одночасним відверненням від інших подразників.

Розрізняють три основні види уваги:

Довільна – свідомо керована концентрація на об'єкті;

Мимовільна – виникає під впливом сильних або нових подразників;

Післядовільна – підтримується після початкового свідомого зосередження.

До основних характеристик уваги належать:

Обсяг уваги – кількість об'єктів, які можуть одночасно перебувати у фокусі свідомості.

Розподіл уваги – здатність контролювати кілька об'єктів або дій одночасно.

Швидкість переключення – час, необхідний для зміни фокусу уваги з одного об'єкта на інший.

Увага є необхідною умовою успішної діяльності людини.

При цьому слід враховувати фактори, що сприяють її повертанняю:

Характер подразника (новизна, контрастність, фізичні параметри, наприклад, розмір об'єкта).

Відповідність подразника актуальним потребам (те, що є значущим для людини, повертає її увагу швидше).

Для підтримки уваги слід нейтралізувати фактори, які знижують стійкість уваги:

- монотонність та стереотипність роботи;
- одноманітність та недостатність (надлишок) інформації.

Деякі професії ставлять особливо високі вимоги до однієї з перелічених властивостей уваги. Діяльність водія ставить високі вимоги до всіх видів уваги. Зокрема, в монотонних дорожніх умовах необхідна особливо висока стійкість уваги; на слизькій дорозі – інтенсивність уваги, а на великих швидкостях вкрай необхідне швидке переключення уваги (рис. 1.12).

Найвищою формою відображення та пізнання об'єктивної реальності є мислення. Без мислення неможлива жодна трудова діяльність, а для багатьох видів розумової праці саме розумові операції становлять її зміст. Мислення визначається як опосередковане, узагальнене відображення дійсності в її істотних зв'язках і відносинах.

Основні форми мислення:

Поняття – найвищий рівень узагальнення знань.

Судження – встановлення зв'язків між поняттями.

Умовивід – отримання нового знання на основі суджень і законів логіки.



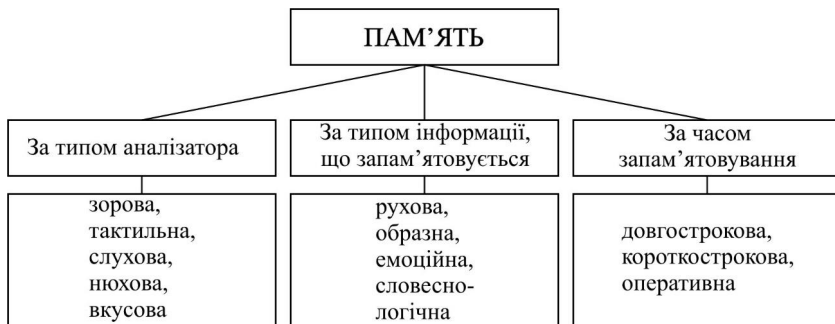
**Рисунок 1.12** – Перевір увагу: порахуй кількість людей на картинці

У процесі мислення реалізуються такі операції: порівняння, аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення та конкретизація. Завдяки мисленню людина здатна формулювати завдання, знаходити шляхи їх вирішення, висувати ідеї та гіпотези, за окремими ознаками реконструювати стан об'єкта або характер явища, передбачати потенційні небезпеки та діяти адекватно.

Пам'ять є фундаментальним психічним процесом, що забезпечує збереження досвіду та знань. Впливи реального світу, переживання, думки та дії, відображаючись у свідомості, закріплюються у вигляді образів і понять. Це дозволяє людині орієнтуватися в навколишньому середовищі, прогнозувати події та здійснювати творчу діяльність.

Пам'ять – це комплекс пізнавальних процесів, що включає запам'ятовування, збереження, пригадування, відтворення та забування інформації. Ці процеси реалізуються на рівні центральної нервової системи, зокрема на молекулярному рівні (ДНК та РНК), і забезпечують актуалізацію збереженого матеріалу. Пригадування може здійснюватися у формі відтворення або впізнання. Пам'ять є наскрізним психічним процесом, інтегрованим у всі інші психічні функції.

Залежно від характеру запам'ятовуваного матеріалу виділяють різні види пам'яті (див. рис. 1.13). У діяльності оператора використовуються всі типи пам'яті, проте особливе значення має класифікація за тривалістю збереження інформації:



**Рисунок 1.13** – Класифікація видів пам'яті

Короткочасна пам'ять – забезпечує запам'ятовування на короткий період (десятки секунд, рідше кілька хвилин). Вона необхідна, наприклад, при записуванні лекції. У її структурі виділяють три гіпотетичні блоки: сенсорну, первинну та вторинну пам'ять. Обсяг короткочасної пам'яті вимірюється кількістю одиниць інформації, що можуть бути відтворені після одноразового пред'явлення. За Дж. Міллером, він становить  $7 \pm 2$  одиниці (наприклад, 8 цифр, 7 букв, до 5 простих слів).

Довготривала пам'ять – забезпечує збереження інформації на тривалий час (технічні, наукові та професійні знання). Її обсяг оцінюється кількістю інформаційних блоків і вимірюється не символами, а подвійними одиницями. За одного повторення матеріалу засвоюється від 5 до 20 подвійних одиниць.

Оперативна пам'ять – необхідна для вирішення поточних завдань і виконання конкретних дій. Її основні характеристики: обсяг, точність, швидкість запам'ятовування та тривалість збереження.

Усі види пам'яті взаємопов'язані: одна й та сама інформація зазвичай закріплюється кількома механізмами. На розвиток і якість пам'яті впливають фізичний і психічний стан людини, тренування, професія та вік. Особи, що займаються розумовою працею, швидше засвоюють інформацію, особливо пов'язану з професійною діяльністю. У таких випадках говорять про професійну пам'ять. З віком здатність до запам'ятовування поступово знижується: до 20–25 років пам'ять розвивається, до 30–40 років стабілізується,

а потім починає погіршуватися. Водночас професійна пам'ять зберігається навіть у похилому віці.

*Методи оцінки психологічних особливостей людини.* Для оцінки психологічних особливостей людини використовують різні методи. Класифікація психологічних методів Б. Г. Ананьєва:

**1. Організаційні методи:**

– лонгітюдний метод (метод подовжнього зрізу чи метод «длінника») полягає в довгострокових багаторазових психологічних обстеженнях людини чи групи;

– порівняльний метод (метод «поперечного зрізу») полягає в зіставленні і порівнянні отриманих даних психологічного дослідження в декількох людей чи в декількох груп;

– комплексний метод – це об'єднання лонгітюдного і порівняльного методу, використання для проведення психологічного дослідження представників різних наук. Метод дозволяє встановлювати залежність між фізіологічним, психічним і соціальним розвитком людини.

**2. Емпіричні методи:**

– обсерваційні методи (зовнішнє спостереження, чи самоспостереження-інтроспекція);

– експериментальні методи (лабораторний експеримент, природний експеримент);

– психодіагностичні методи (тести досягнень, тести інтелекту, тести креативності, особистісні опитувальники, анкети, інтерв'ю, бесіда, соціометрія).

**3. Методи обробки отриманих психологічних даних:**

– методи кількісної обробки;

– методи якісної обробки.

**4. Інтерпретаційні методи:**

– онтогенетична інтерпретація;

– філогенетична інтерпретація.

Психологічні методи часто використовуються для оцінки психологічних властивостей людини при професійному відборі.

*Професійний відбір* – це різновид відбору психологічного, який представляє систему засобів, які забезпечують прогностичну оцінку взаємовідповідності людини та професії у тих видах діяльності, які здійснюються у нормативно заданих небезпечних умовах

(гігієнічних, мікрокліматичних, технічних, соціально-психологічних), що вимагають від людини підвищеної відповідальності, здоров'я, високої працездатності та точності виконання завдань, високого рівня емоційно-вольової регуляції.

Основою професійного відбору є конкретні нормативні характеристики професії: соціальні (функції, завдання, цілі); операційні (точність виконання; часові, просторові логічні характеристики); організаційні (гігієнічні, соціально-психологічні, психофізіологічні умови праці).

Професійний відбір може здійснюватись за допомогою комплексу апаратурних, бланкових тестів та за допомогою експерименту, який відтворює ситуації, етапи реальної професійної діяльності при строгій реєстрації функціонального стану людини, мотиваційних та емоційних проявів, показників продуктивності та успішності його діяльності.

Далі результати професійного відбору аналізуються щодо співпадання характеристик людини з психологічним та професійним профілем професії, який має назву професіограми. Тобто комплексне відображення сторін діяльності, а також особистісних якостей, навичок і умінь фахівця відбиваються у професіограмі. Під **професіограмою** розуміють багаторівневу ієрархічну структуру, що відбиває всі основні сторони професійної діяльності, а також особистісні якості, що реалізуються в процесі цієї діяльності (В. Л. Васильєв).

Для формування професіограм застосовується кілька підходів: **емпіричний** (робота з експертами, обробка результатів, перелік професійно важливих якостей (ПВЯ)); **аналітичний** (людина як об'єкт, оцінка ПВЯ, порівняння з еталонним переліком ПВЯ, розробка рекомендацій щодо розвитку ПВЯ, прийняття рішення щодо профпридатності); **модульний підхід** (розробка складних модулів професіограми). У різних випадках використовують конкретні підходи складання професіограм, використовуючи комплекс методів та методик психології.

*Поняття статичної і монотонної роботи.* У фізіології праці робота підрозділяється на:

– динамічну м'язову роботу, при якій м'язи різних м'язових груп поперемінно розтягуються і скорочуються (наприклад, при обертанні кривошипних рукояток);

– статичну м'язову роботу, при якій м'язи не рухаються (наприклад, коли людина тримає вантаж на витягнутій руці або працює на навпочіпках зігнувшись).

При статичній роботі м'язи недостатньо поповнюються живильними речовинами, що переносяться кров'ю, і не звільняються від продуктів розпаду, що виникають при обміні речовин в організмі людини; це викликає хворобливе відчуття в м'язах і фізичну утому. Напруга при статичній роботі в 5 разів перевищує напругу, викликувану динамічною. При статичній роботі потрібно в 3–4 рази більше часу на відновлення енергії. Статична робота менш ефективна. При роботі в положенні стоячи ряд м'язів перебуває в постійній нарузі. При статичній роботі з навантаженням великої групи м'язів необхідно регулярно вводити перерви на відпочинок.

Основні принципи використання статичної роботи

– статичне навантаження, що виникає при маніпулюванні органами керування, не повинні перевищувати 15% максимального зусилля відповідної кінцівки при даній робочій позі оператора;

– при зусиллі перевищуючому 25% максимального зусилля, фізична утом спостерігається через 5 хв, а при зусиллі перевищуючому 50% максимального зусилля, м'язи витримують статичну напругу не більш 1 хв.;

– робоче місце і робочі рухи повинні вибиратися таким чином, щоб обмежити статичну роботу до можливого мінімуму.

Для цього необхідно.

– обмежити до мінімуму виконання роботи в незручному положенні тіла або кінцівок;

– виключити виконання робіт у перебігу тривалого періоду часу в положенні руки розведені в сторони, підняті нагору, витягнуті вперед;

– обмежити тривалість утримання інструменту, матеріалу або перенесення вантажу;

– обмежити випадки збереження нерухомого положення тіла при виконанні робіт або дуже повільних робочих рухів руками.

*Монотонна праця* – це вид трудової діяльності, що характеризується одноманітністю операцій. Вона може проявлятися у двох формах:

– монотонність дії – тривале виконання однотипних простих операцій;

– монотонність обстановки – необхідність безперервної концентрації уваги при мінімальному надходженні професійно значущої інформації.

Тривале виконання монотонної роботи може призвести до розвитку комплексу фізіологічних і психологічних змін, відомого як стан монотонії. Його наслідки:

- зниження продуктивності праці;
- збільшення кількості браку;
- підвищення ймовірності помилкових рішень;
- зростання ризику виробничих травм.

У результаті зменшується надійність працівника в системах «людина – машина», притуплюється пильність, що може мати критичні наслідки для професій, пов'язаних із високою відповідальністю: водії транспортних засобів, оператори пультів керування в енергетичній та хімічній промисловості, диспетчери аеропортів.

До чинників, які знижують ризик розвитку монотонії, належать:

- величина м'язових зусиль;
- темп роботи;
- ступінь точності операцій;
- наявність примусового ритму;
- складність і відповідальність завдань;
- рівень нервово-емоційного напруження.

Чим вищий рівень фізичного або психічного навантаження, тим меншою є ймовірність виникнення стану монотонії.

Фактори, що сприяють розвитку монотонії:

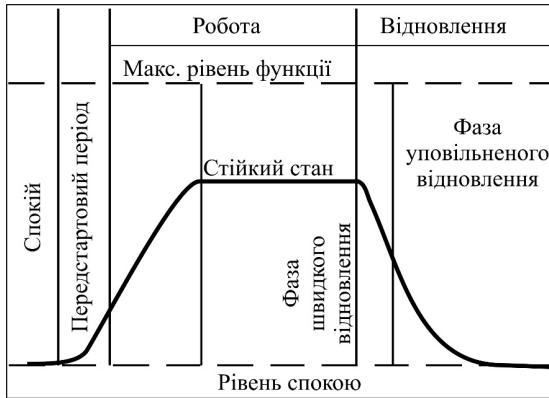
- гіпокінезія (обмежена рухова активність), низька відповідальність;
- несприятливі умови середовища: постійний фоновий шум і вібрація, недостатнє освітлення, дискомфортний мікроклімат, замкнутість робочого простору, одноманітність оформлення виробничих приміщень.

Людей умовно поділяють на дві групи: монотофіли і мотофоби. Монотофіли – особи зі слабким типом нервової діяльності, інертними нервовими процесами, низьким рівнем тривожності та нейротизму. Вони стійкі до монотонності та здатні виконувати одноманітну роботу тривалий час. Монотофоби – характеризуються високою рухливістю нервових процесів, вираженою екстраверсією,

емоційною нестійкістю та високою тривожністю. Вони швидко втомлюються від монотонної роботи.

Працездатність – це потенційна здатність людини виконувати роботу протягом певного часу. Розрізняють фізичну та розумову працездатність, яка може оцінюватися на різних часових інтервалах: робоча зміна, доба, місяць, рік. На рівень працездатності впливають адаптованість, професійна підготовка, кваліфікація, тренуваність організму. Внутрішньозмінна працездатність має три фази (рис. 1.14):

- фаза початкової працездатності – поступове підвищення активності фізіологічних систем на початку роботи. Тривалість: 30–60 хв для фізичної праці, 1–1,5 год для розумової;
- фаза стійкої працездатності – період максимальної продуктивності та стабільності психічних процесів (1,5–2 год);
- фаза зниження працездатності – пов’язана з розвитком стомлення, що знижує ефективність діяльності.



**Рисунок 1.14** – Фази працездатності [10]

Зниження працездатності зазвичай починається за 30–40 хвилин до завершення першої половини робочої зміни. Після перерви відбувається повторення всіх фаз: початкової, максимальної працездатності та її зниження. У другій половині зміни рівень

максимальної працездатності, як правило, нижчий, ніж у першій. У деяких випадках наприкінці зміни може спостерігатися фаза фінального пориву – короткочасне підвищення працездатності без додаткового відпочинку.

Завданням фізіологів, гігієністів та організаторів виробництва є розробка заходів, що скорочують тривалість початкової фази та фази зниження працездатності, а також пролонгують фазу максимальної продуктивності.

Добова працездатність змінюється відповідно до циркадіанних ритмів. «Класичний» тип динаміки характеризується:

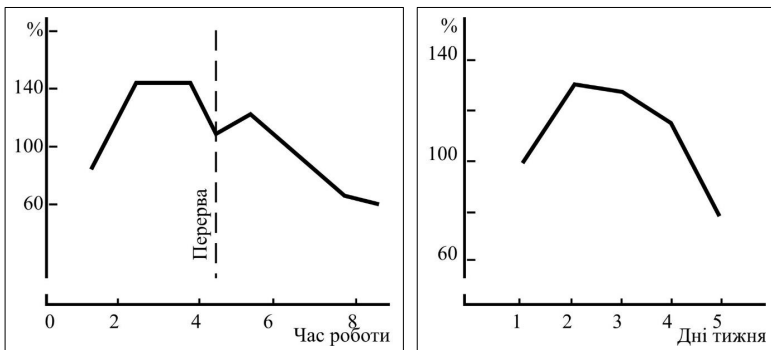
- істотним зниженням у 3–4 години ночі;
- поступовим підвищенням до 8 години ранку;
- стабільним рівнем до 12–13 години;
- зниженням до 16 години;
- частковим відновленням до 18 години;
- стійким падінням після 20 години.

Індивідуальні особливості циркадіанних ритмів зумовлюють різні варіанти динаміки працездатності. Тому правильний добір працівників з урахуванням їхніх біоритмів є важливим чинником підвищення ефективності на підприємствах із безперервним технологічним процесом, що потребує організації ранкових, вечірніх і нічних змін.

Тижневий біоритм також впливає на працездатність. Мінімальні показники спостерігаються в понеділок, поступове підвищення триває до п'ятниці, після чого в другій половині дня відзначається спад. Ця динаміка пов'язана з циклічним викидом глюкокортикоїдів наднирниками (див. рис. 1.15).

**Стомлення** – це тимчасове зниження працездатності, викликане попередньою діяльністю. Воно проявляється у:

- зменшенні м'язової сили та витривалості;
- появі зайвих рухів;
- збільшенні кількості помилок;
- зміні частоти серцевих скорочень і дихання;
- підвищенні артеріального тиску;
- збільшенні часу обробки інформації та зорово-моторних реакцій.



**Рисунок 1.15** – Залежності працездатності від часів роботи та днів тижня [10]

З боку психічної сфери при стомленні послаблюються увага, її стабільність і здатність переключатися, знижується витримка, наполегливість, можливості пам'яті та мислення. Вираженість змін залежить від глибини стомлення: від непомітних при легкій втомі до критичних при глибоких стадіях.

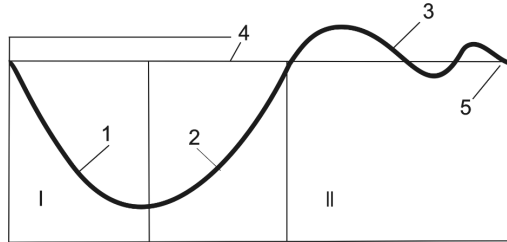
Втома – нормальний стан, що минає після відпочинку. Якщо після нічного сну вона не зникає, це свідчить про перевтому, яка виникає внаслідок хронічного перевантаження та накопичення втоми. Розрізняють фізичну, розумову та емоційну втоми, але в більшості професій переважає нервово напруження.

Характерним симптомом перевтоми є порушення сну: сонливість удень і безсоння вночі. Сонливість на робочому місці – небезпечний прояв, що нерідко призводить до аварій.

**Відновлення** – це процес повернення показників гомеостазу та структурних елементів організму до вихідного рівня після припинення роботи. У цей період усуваються продукти інтенсивного обміну речовин (див. рис. 1.16). Відновлення може супроводжуватися явищем зверхвідновлення, коли функціональні можливості тимчасово перевищують початковий рівень. *Фізична працездатність* оцінюється за допомогою спеціальних тестів, а в умовах виробництва – за виробничими показниками. Психофізіологічні методи включають:

- дослідження функцій зорового та слухового аналізаторів;

- динамометрію;
- варіаційну пульсометрію;
- тести на увагу, пам'ять, мислення.



**Рисунок 1.16** – Схема процесів витрати і відновлення енергетичних запасів організму:

*I – робота, II – відпочинок. Позначення: 1 – витрата; 2 – відновлення; 3 – зверхвідновлення; 4 – вихідний рівень; 5 – повернення до вихідного рівня [11]*

При проектуванні робочого місця та організації праці необхідно дотримуватися ергономічних принципів:

- робочі пози повинні бути природними та фізіологічно доцільними;
- перевага надається роботі сидячи;
- передбачення перерв при тривалій роботі стоячи;
- мінімізація зайвих рухів;
- механізація силових операцій;
- раціональне розташування матеріалів і інструментів у зоні досяжності.

Оцінка фізичної працездатності проводиться за допомогою спеціальних тестів. Крім цих методик, в умовах реального виробництва використовують оцінку працездатності за виробничими показниками. Психофізіологічні методи містять у собі дослідження функцій зорового і слухового аналізаторів, динамометрію, варіаційну пульсометрію, застосування тестів на увагу, пам'ять, мислення. Ці методи різноманітні і їхній набір у кожному конкретному випадку визначається умовами праці і задачами дослідження.

*Фізіологічні передумови доцільної організації праці.* При проектуванні робочого місця, технічного устаткування, технологічного процесу, системи керування, режиму праці, при рішенні з погляду ергономіки задачі взаємозв'язку людина – машина повинні виконуватися основні правила:

- величина механічної роботи повинна бути пропорційна м'язовій масі, що приймає участь у виконанні даної роботи, необхідно передбачити такі робочі пози і робочі рухи, що дозволяють виконувати роботу за допомогою великої групи м'язів;

- необхідно забезпечити виконання робіт у зручних природних і фізіологічно доцільних положеннях тулуба і кінцівок;

- рекомендується виконувати роботу сидячи (що можна зробити сидячи не слід виконувати стоячи), при тривалій роботі стоячи варто передбачити перерви на відпочинок;

- необхідно раціонально організувати робочий рух у верстата, іноді обмежити до можливого мінімуму рухи в просторі;

- максимальна швидкість і точність рухів обернено пропорційна навантаженню;

- необхідно щоб оператор, що обслуговує машину, виконував лише функції керування; при цьому всі силові операції маніпулювання ручними інструментами повинні бути механізовані;

- необхідно переносити матеріал (вантаж) на невеликі відстані і маніпулювати їм у горизонтальній площині в зручному положенні.

**Висновок.** Наведені основні психофізіологічні особливості людини; методи оцінки психофізіологічної надійності людини; способи підвищення психофізіологічної стійкості людини; класифікацію робіт від загальної витрати енергії, розрізняти критерії тяжкості і напруженості праці, види робіт; методи оцінки фізичної працездатності; фізіологічні передумови доцільної організації праці.

## Завдання

### Тест № 1

#### (тест Мюнстерберга)

**Мета:** Визначення концентрації та вибірковості уваги.

**Опис:** ця методика рекомендується для використання при професійному підборі за спеціальністю, яка вимагає добрі властивості уваги.

**Інструкція:** Поміж буквеного тексту знаходяться слова. Ваша задача – продивляючись рядок за рядком, як можна швидше знайти ці слова. Знайдені слова підкресліть. В тексті знаходиться 25 слів. Час виконання – дві хвилини.

### БЛАНК (російська мова)

бсолнцетвргщоцрайонзгучновостьхэыгчяфактуекэкзаментроч  
ягшгцкпрокуроргурстабюетеорияентсджэбамхоккейтрсицы  
фцууйгзхтелевизорсолджщзхюэлгщъбапамятьшогхеюжпждргщ  
хнздвасприятиейцукенгшщзхъвафыапролдблюбобьявфырпл  
ослдспектаклячсмитьбюжюерадостьвуфщэждлорпкнародш  
лджхэшщигенакуыфйшрепортажждорлафывюефьбконкурс  
йфячыщвскапрличностьзхжэюдшщглюджэпрплаваниедтлж  
эзбьтрдшщжнпркывкомедияшлдкцуйфотчаяниейфоячвтлджэ  
хьфтасенлабораториягщдшнруцтргшштлроснованиезщдэркэ  
нтаопруквсмтрпсихиатриябплмстчьйсмтзацэагнтэхт

### Тест № 2

**Мета:** визначення об'єму оперативної пам'яті.

**Опис:** ця методика рекомендується для використання при професійному підборі за спеціальністю, яка вимагає добрі властивості оперативної пам'яті.

**Інструкція:** лектор диктує ряд простих чисел від 1 до 7. Студент запам'ятовує ці числа, і записує в рядку суму першого і другого числа, другого і третього числа, третього і четвертого числа четвертого і п'ятого числа. Таким чином, у студента повинно бути записано чотири суми чисел, які він почув і запам'ятав. Час виконання – 6 хвилин. Один рядок чисел диктується – 30 с.

#### Завдання

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1. 5, 2, 7, 1, 4 | 6. 4, 2, 3, 1, 5  |
| 2. 3, 5, 4, 2, 5 | 7. 3, 1, 5, 2, 6  |
| 3. 7, 1, 4, 3, 2 | 8. 2, 3, 6, 1, 4  |
| 4. 2, 6, 2, 5, 3 | 9. 5, 2, 6, 3, 2  |
| 5. 4, 3, 6, 1, 7 | 10. 3, 1, 5, 2, 7 |

Оціночна шкала. Для оперативної пам'яті норма складає – 30 вірних відповідей з 40 можливих. Якщо студент отримав менше 30 правильних відповідей в нього низький рівень оперативної пам'яті.

### Тест № 3

**Мета:** перевірка здатності запам'ятовувати інформацію.

**Опис:** ця методика рекомендується для використання при професійному підборі за спеціальністю, яка вимагає добрі властивості короткочасної пам'яті.

**Інструкція.** Спочатку запам'ятайте приведені нижче 20 слів разом з порядковими номерами, під якими вони значаться. На запам'ятовування 20 слів дається 40 секунд, після закінчення цього часу запишіть усі слова (разом з їхніми номерами), що зможете згадати. Потім повторіть цю є саму процедуру з 20 цифрами.

#### *Завдання 1 (словесна інформація)*

- |               |             |              |              |
|---------------|-------------|--------------|--------------|
| 1. Українець  | 6. Любов    | 11. Ринок    | 16. Логіка   |
| 2. Економіка  | 7. Ножиці   | 12. Олія     | 17. Прорив   |
| 3. Каша       | 8. Совість  | 13. Праця    | 18. Дезертир |
| 4. Татуювання | 9. Глина    | 14. Папір    | 19. Свіча    |
| 5. Нейрон     | 10. Словник | 15. Тістечко | 20. Вишня    |

#### *Завдання 2 (цифрова інформація)*

- |       |       |        |        |
|-------|-------|--------|--------|
| 1. 43 | 6. 72 | 11. 37 | 16. 6  |
| 2. 57 | 7. 15 | 12. 18 | 17. 78 |
| 3. 12 | 8. 44 | 13. 86 | 18. 61 |
| 4. 33 | 9. 96 | 14. 56 | 19. 83 |
| 5. 81 | 10. 7 | 15. 47 | 20. 73 |

**Інтерпретація:** Обчисліть продуктивність запам'ятовування  $P_z$  окремо по першому і другому завданню. Для цього підставте число правильно відтворених відповідей у наступну формулу:

$$P_z = \frac{Ч}{20} 100, \% . \quad (1.3)$$

На підставі двох виконаних тестів обчисліть середню продуктивність запам'ятовування. Запишіть отримані дані в таблицю з еталоном.

**Таблиця 1.7** – Результати дослідження продуктивності праці

Еталон для порівняння в %	Ваша продуктивність запам'ятовування в %		
	1	2	Середня
90–100 – відмінно			
70–90 – дуже добре			
50–70 – добре			
30–50 – задовільно			
10–30 – погано			
0–10 – дуже погано			

## 1.4. Робоче місце

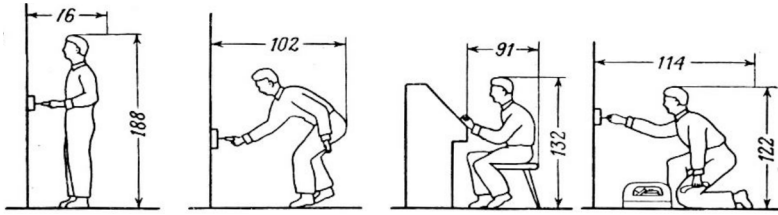
Наведено короткі відомості про розміри мінімального простору для робочих місць стоячи і сидячи та їх правильної організації в цеху. Крім того, зазначені основні розміри пульта керування, на основі яких можна виконувати ергономічну оцінку.

Робоче місце – це частина простору, в межах якої працівник виконує свою трудову діяльність (див. рис. 1.17). Грамотно організоване робоче місце забезпечує комфортне положення тіла під час роботи, сприяє високій продуктивності праці та мінімізує фізичне й психічне напруження.

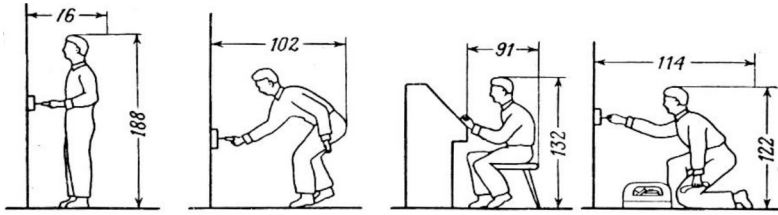
Організація робочого місця визначається низкою факторів:

- функціональним призначенням і конструкцією обладнання;
- особливостями діяльності людини;
- економічною доцільністю.

Найважливіші виробничі операції повинні виконуватися в робочій зоні, яка визначається досяжністю передпліч. Це дозволяє здійснювати точні маніпуляції в зоні дії обох рук (заштрихована область на рис. 1.6). Встановлення зовнішніх розмірів робочого простору, необхідних для виконання операцій, є порівняно нескладним завданням.



*a*



*б*

**Рисунок 1.17** – Мінімальний простір, необхідний для виконання в різних положеннях тіла:

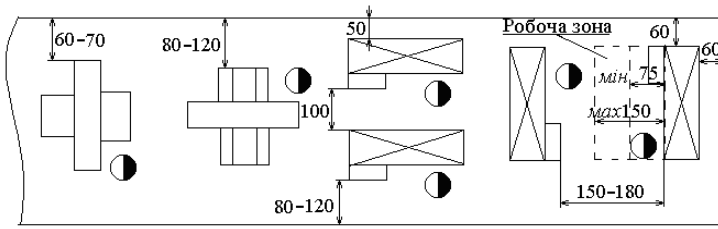
*a* – за даними Моргана [15]; *б* – за даними Нуфєрта [15]

Організація робочих місць також передбачає дотримання мінімальних розмірів робочих зон і проходів у виробничих цехах та офісах (див. рис. 1.18). Це забезпечує безпечні умови праці, зручність переміщення та оптимальну взаємодію працівника з обладнанням.

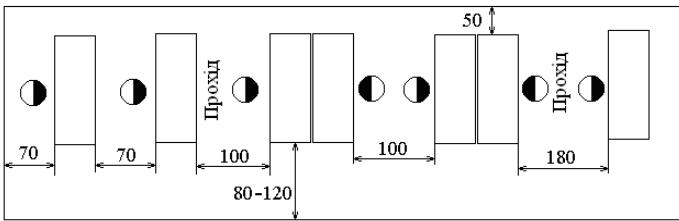
На робочих місцях біля промислового обладнання важливим є забезпечення вільного простору для колін, оскільки лише за цієї умови можна гарантувати правильне положення тіла під час виконання роботи. Основні рекомендації щодо цього наведені на рис. 1.18 та в табл. 1.8.

Робота у положенні «стоячи» вважається більш сприятливою порівняно з положенням «сидячи». У вертикальній позі забезпечується:

- рівномірний розподіл маси тіла;
- нормальна рухливість хребта;
- оптимальні умови для переміщення, сенсорної координації та зорового огляду.



a



б

**Рисунок 1.18** – Робочі зони (розміри в см):

*a* – в цеху, розміри наведені для металообробних верстатів малих і середніх габаритів; для одного робітника мінімальна площа складає 4 м<sup>2</sup>, оптимальний об'єм 13–15 м<sup>3</sup>; *б* – в офісах; рекомендована мінімальна площа на одного працівника складає 5 м<sup>2</sup>, об'єм 15 м<sup>3</sup>, мінімальна висота 3 м

**Таблиця 1.8** – Розміри робочих місць

№ з/п	Розмір, мм	Примітки
1	2	3
1	650 і більше	–
2	750	–
3	500 і більше	Найменша припустима ширина 400 мм
4	300	–
5	650 і більше	–
6	250	–
7	150 300 325	Для дуже точних робіт Для точних робіт Для фізичної роботи
8	Залежно від процесу	

Продовження таблиці 1.8

1	2	3
9	900–1000 800–850	Для точної роботи Для фізичної роботи
10	650 Різниця 9–8	Для фізичної роботи Для точної роботи
11	1275–1375 1175–1225 >900	Для дуже точних робіт Для точних робіт Для фізичної роботи
12	>900	–
13	100 і більше	–
14	125 і більше	–
15	400 і більше	–
16	800	–
17	200	–

Однак тривале виконання роботи стоячи призводить до швидшого стомлення через підвищені енергетичні витрати та застій крові в м'язах нижніх кінцівок. Оцінка робочого місця та моторне поле.

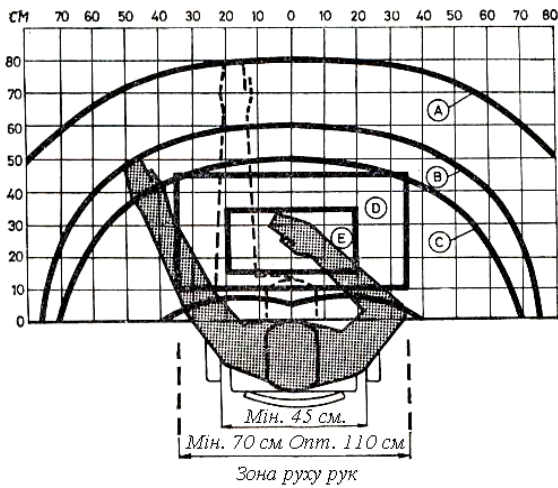
При оцінюванні робочого місця необхідно перевірити співвідношення між розмірами знарядь праці та антропометричними параметрами працівника. Важливо визначити зручні та незручні зони для виконання виробничих операцій і встановити їх відповідність моторному полю (див. рис. 1.19).

Моторне поле обмежується дугами або ламаними лініями, що описують рух максимально витягнутих рук навколо плечового суглоба оператора. Робоче місце має забезпечувати виконання операцій у межах цього простору: операції, що виконуються часто або дуже часто, повинні розташовуватися в зоні D або E, залежно від необхідної точності.

За таким же принципом розміщуються органи керування, щоб мінімізувати зайві рухи та підвищити ефективність роботи.

Важливі засоби керування, які часто використовуються також повинні розташовуватись в оптимальній зоні моторного поля, а менш важливі, але також часто використовуються, не допускається розміщувати за межами зони легкого досягнення. Засоби керування, що рідко використовуються не повинні знаходитись за

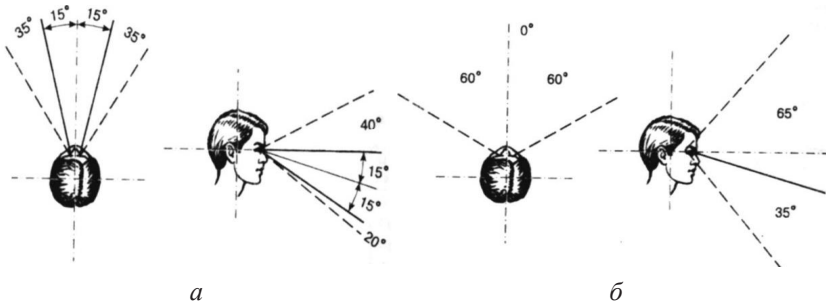
межами моторного поля. Виняток складають тільки ті до яких звертаються менше 5 разів за зміну.



**Рисунок 1.19** – Зона захоплення рук оператором при роботі сидячи:  
*A – максимальна; B – досяжності пальців витягнутої руки; C – зручної  
 досяжності долоні; D – досяжності при грубій роботі (оптимальна);  
 E – при виконанні точних робіт [16]*

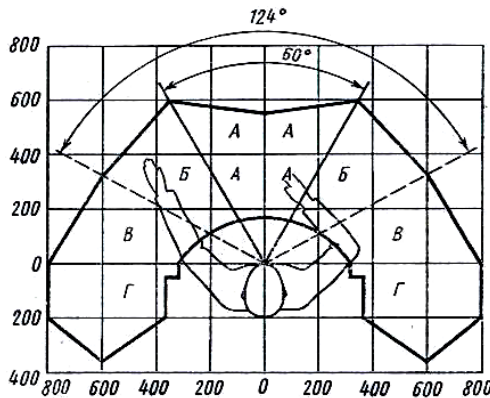
У визначенні площі робочого приміщення враховується також і зріст людини, положення сидячи чи стоячи, а також умови забезпечення зорової роботи. Ефективність її сприйняття залежить від низки умов: достатньої освітленості, яскравості, розмірів об'єкта і величини кутового розміру об'єкта (відношення лінійної величини об'єкта до величини відстані об'єкта спостереження до очей) та забезпечення оптимальних кутів зору (рис. 1.20).

Так, засоби відображення інформації, які часто використовують у роботі і потребують точного та швидкого зняття показів, необхідно розташовувати у вертикальній площині під кутом  $\pm 15^\circ$  від нормальної лінії погляду, у горизонтальній – під кутом  $\pm 30^\circ$ . ЗВІ до яких рідко звертаються, розміщуються у межах  $\pm 60^\circ$ , від нормальної лінії погляду. Для стрілочних індикаторів допустимий кут відхилення від нормальної лінії погляду – не більше  $\pm 25^\circ$ .



**Рисунок 1.20** – Оптимальне розташування ЗВІ та допустимі кути відображення інформації:  
*а* – при повороті очей; *б* – при повороті голови [17]

Виходячи з можливостей зорового спостереження людини, розроблені рекомендації щодо розміщення засобів відображення інформації на робочих місцях (рис. 1.21).

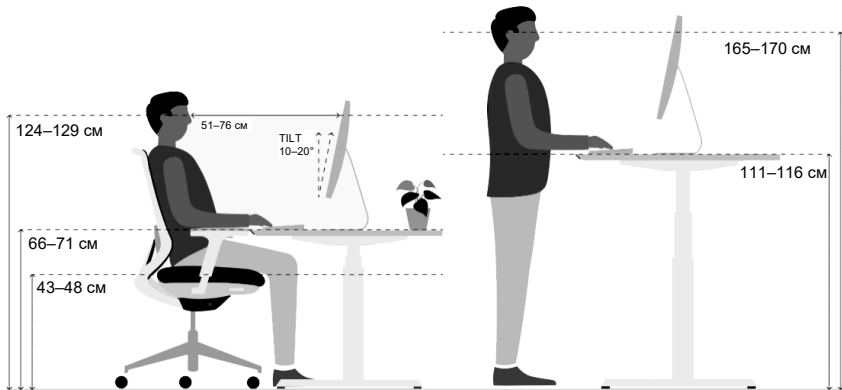


**Рисунок 1.21** – Зона для розміщення ЗВІ:  
*А* – найбільш важливих і часто використовуваних; *Б* – не часто використовуваних; *В* – рідко використовуваних; *Г* – допоміжних [16]

Ергономічні вимоги до організації робочих місць користувачів комп'ютерів. Планування розміщення комп'ютеризованих робочих місць є досить складним завданням. Воно передбачає: правильне

розташування робочого місця у виробничому приміщенні, вибір виробничого положення, раціонального компонування комп'ютерного обладнання, урахування особливостей трудової діяльності.

Організація робочого місця користувача комп'ютера повинна відповідати вимогами ДНАОП 0.00–1.31–99. Так, площа, на якій розташовується одне робоче місце з відео дисплейним терміналом (ВДТ), повинна становити не менше 6,0 м<sup>2</sup>, а об'єм приміщення – не менше 20 м<sup>3</sup>. Робочі місця з ВДТ розміщуються на відстані не менше 1 м від стіни зі світловими прорізами; відстань між бічними поверхнями ВДТ має бути не менше 1,2 м; відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою за 2,5 м; прохід між рядами робочих місць має бути не менше метра. Необхідно також враховувати розміри меблів для комп'ютеризованих робочих місць, тобто висота 725 мм, ширина 600–1400 мм, глибина 800–1000 мм. Зокрема, розміри столу для ВДТ складають: ширина – 1200 мм, глибина – 800 мм (рис. 1.22).



**Рисунок 1.22** – Організація робочого місця (розміри наведено в см)

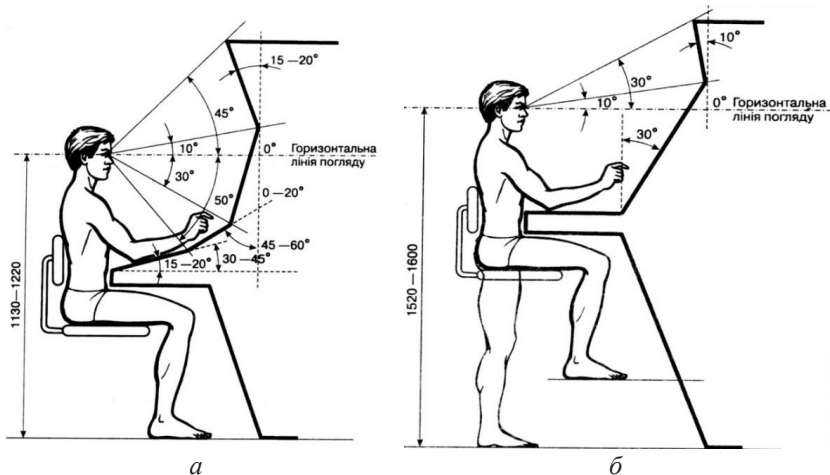
Особливу увагу необхідно звернути на розміщення відеотерміналів. Для того щоб уникнути дзеркального відображення на екрані ВДТ джерел природного освітлення, їх необхідно розставити вздовж стіни з вікнами.

З метою зменшення потрапляння шуму з суміжних робочих місць та забезпечення високої концентрації уваги під час виконання робіт, що вимагають напруженості, необхідно відокремити робочі місця перегородками з висотою 1,5–2 м.

Вагомим фактором у забезпеченні безпеки праці користувачів комп'ютерів є характер розташування на робочому місці відеотерміналу, клавіатури та принтера. Розташування екрана (дисплея) повинно забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом  $\pm 30^\circ$  від лінії зору оператора. Найкращі зорові умови й можливість розпізнавання цифр, символів досягається тоді, коли верхній край відеотерміналу знаходиться на висоті очей, а погляд спрямований вниз на центр екрана. Оскільки при роботі з комп'ютером найбільш сприятливим вважається нахил голови вперед, приблизно на  $20^\circ$  від вертикалі (при такому положенні голови м'язи ший розслабляються), то екран відеотерміналу також повинен бути нахилений назад на  $20^\circ$  від вертикалі. Екран відеотерміналу та клавіатура повинні розташовуватись на оптимальній відстані від очей користувача комп'ютера, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру абетково-цифрових знаків і символів. Так, при розмірі екрана по діагоналі 35 см, відстань від монітора до очей повинна складати 60–70 см, при діагоналі 43–70 см, при діагоналі 48–80 см.

Для клавіатури комп'ютера на поверхні робочого стола повинен бути простір для переміщення та поворотів. Положення клавіатури та кут її нахилу повинні відповідати побажанням користувача комп'ютера. Кут нахилу клавіатури може змінюватись у межах  $5\text{--}10^\circ$ .

Якщо у конструкції клавіатури не передбачено простору для долонь, то їх потрібно розташовувати на відстані не менше 100 мм від краю стола в оптимальній зоні моторного поля (рис. 1.23). Допускається розташування клавіатури на спеціальній робочій поверхні, окремо від стола. Розташування принтера або іншого пристрою введення-виведення інформації на робочому місці повинно забезпечувати добру видимість екрана комп'ютера, зручність ручного керування пристроєм введення-виведення інформації в зоні досяжності моторного поля (висоті 900–1300 мм, глибина 400–500 мм).



**Рисунок 1.23** – Рекомендовані кути нахилу панелі:

*а* – для роботи оператора в положенні сидячи; *б* – для роботи оператора в положенні сидячи-стоячи [18]

**Ергономічні вимоги та рекомендації до облаштування пультів керування.** Пульти керування займають важливе місце в забезпеченні безпеки праці під час експлуатації агрегатів, автоматичних і неавтоматичних ліній та іншого обладнання. Тому їх конструкція повинна забезпечувати максимальну зручність в роботі з метою досягнення високої ефективності функціонування системи «людина-машина». В першу чергу це досягається правильною організацією робочого місця оператора, що вимагає визначити загальну тривалість безперервної роботи та основну його робочу позу. Зокрема при тривалому спостереженні оператор повинен працювати сидячи, а коли процес контролю й керування займає не багато часу, то пульт керування повинен забезпечувати роботу оператора як сидячи так і стоячи (рис. 1.23).

Крім того, необхідно враховувати також і раціональне розташування та виготовлення у відповідності до можливостей людини основних елементів пультів керування: панелі засобів відображення інформації та керування, крісла оператора, допоміжних засобів і зв'язку. Так, для забезпечення швидкого знаходження

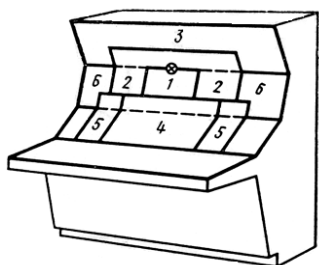
потрібного органа керування використовують їх кодування за місцем розташування, розмірами формою, напрямом руху, кольором, надписами. Важливе значення має зв'язок між рухом органів керування та зміною показів приладів індикації. В інформаційній структурі повинна подаватись чітка зрозуміла інформація про стан технологічного процесу, якість продукції на різних стадіях її готовності, про параметри від яких залежить нормальний хід виробництва.

Рух лінійних засобів керування повинен відповідати звичним для людини напрямом: вперед, угору, вниз, направо. У випадку знаходження засобів керування у горі пульта й керування здійснюється правою рукою, то рух здійснюють тільки направо. Оберткові органи керування не можна розташовувати ліворуч від вертикального індикатора або вище будь-яких ЗВІ. У випадку обертання стрілки індикатора на  $180^{\circ}$ , використовують тільки обертову ручку. Органи керування, зняття праці, інструменти, інструкції, а також особисті речі розташовуються таким чином, щоб людина могла ефективно виконувати робочі операції. У робочій зоні нічого не повинно перешкоджати рухам оператора.

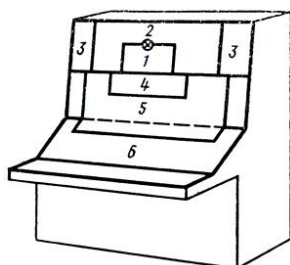
Для забезпечення швидкого знаходження необхідного елемента керування значною мірою залежить від кольору фарбування пультів. Особливо для знаходження невеликих приладів. Легкість відліку забезпечують оптимальною контрастністю між кольором поля циферблата та оточуючим фоном, а також помірною контрастністю кольорів усіх приладів відносно панелі.

Найпростіша форма – пульт з плоскою стільницею (рис. 1.24).

Така форма найбільше розповсюджена, оскільки велика кількість апаратури викликає або надмірну її концентрацію, що значно збільшує кількість помилок через погане розрізнення органів керування, або збільшення довжини пульта, що створює можливість помилки паралакса. Крім того, маніпуляції з віддаленими органами управління менш точні і пов'язані з незручною робочою позою, що призводить до передчасної втоми. Розміри зон розташування ЗВІ та органів керування на панелях таких пультів для положення сидячи і стоячи наведені в табл. 1.9, 1.10.



*a*



*б*

**Рисунок 1.24** – Зони розміщення засобів відображення інформації та органів керування на панелях плоских пультів для роботи оператора в положенні сидячи (*a*) і для роботи в положенні оператора сидячи-стоячи (*б*) [19]

**Таблиця 1.9** – Зони розташування ЗВІ та ОК на панелях пультів у положенні сидячи

Номер зони	Висота кромки		Ширина зони
	нижньої	верхньої	
1	970	1220	380
2	970	1310	1010
3	1220	1600	1520
4	750	970	610
5	750	1220	150

**Таблиця 1.10** – Зони розташування ЗВІ та ОК на панелях пультів у положенні сидячи-стоячи

Номер зони	Висота кромки		Ширина зони
	нижньої	верхньої	
1	1320	1630	380
2	1320	1780	1020
3	1130	1780	250
4	1170	1320	610
5	1110	1320	1120
6	1060	1320	1370

До основних характеристик пульта керування відносять:

- загальну висоту пульта (при робочому положенні сидячи – 1650 мм, стоячи – не більше 1800);
- висоту стільниці пульта (при робочому положенні сидячи – від 530 до 760 мм, стоячи – близько 1100);
- ширину пульта (обслуговується тільки в робочому положенні сидячи – від 380 до 660 мм);
- відстань від рівня сидіння крісла оператора до нижнього краю стільниці пульта (обслуговується тільки в робочому положенні сидячи – від 150 до 250 мм);

- висоту розміщення ОК (для робочого положення стоячи – від 1000 до 1600 мм, сидячи – від 530 до 1040);
- висоту розміщення ЗВІ (для робочого положення стоячи – від 1100 до 1800 мм, сидячи – від 850 до 1650).

Робоче місце людини і розміщені на ньому елементи керування повинні забезпечувати фізіологічно зручні робочі рухи. Досяжність до органів керування по горизонталі повинна складати півколо радіусом 600 мм. Розміри вільного місця для ніг складають: висота – не менше 600 мм, ширина – не менше 500, глибина – не менше 400 мм.

Серед основних характеристик керованих дій оператора виділяють: швидкісні, силові, просторові й точні.

Швидкісна характеристика операцій увімкнення вимірюється тривалістю рухової реакції, яка залежить від відстані перенесення руки  $R$ , ширини органа керування  $W$  і визначається співвідношенням:

$$t = 0,07 + 0,0741g \frac{2R}{W}. \quad (1.4)$$

Для збільшення швидкості рухів потрібно:

- виконувати операції на горизонтальній поверхні;
- обмежувати рухи механічним обладнанням;
- задавати плавну траєкторію руху рукам;
- зменшувати дистанцію між органами керування й оператором;
- зменшувати частоту руху руки.

Силові характеристики рухів залежать від характеру самих рухів і кута між плечем та вертикаллю тіла. Найбільше зусилля може бути розвинене при штовханні від себе – 0,62 кг, витягуванні на себе – 54,4, найменше – при штовханні вниз – 18,6 кг та відведенні від себе – 15,5.

Для точності рухів потрібно їх здійснювались на відстані 15–35 см від середньої точки тіла людини. Вже на відстані 40–50 см точність аналізу суттєво знижується. Точність влучання рукою в потрібне місце на пульті керування становить  $\pm 15$  см у середній зоні нижче грудей і  $\pm 30$  см у крайніх зонах.

При роботі з невеличкими приладами (шкалами) або пристроями, що потребує використання лупи, відстань до очей повинна знаходитись у межах 12–25 см; таку роботу виконують тільки в позі сидячи. При роботі з віддаленням від панелі на 25–30 см сидяча поза також вважається кращою. При віддаленні від засобів відтворення інформації та органів керування на 35–50 см робота частіше виконується в положенні стоячи і, нарешті, при відстані від очей до об'єкта спостереження більш ніж на 50 см робота виконується тільки в положенні стоячи. При роботі біля пульта керування (лицьової панелі приладу) необхідно дотримуватись оптимальних кутів зору (рис. 1.26): в положенні стоячи кут зору  $\alpha \leq 30 \pm 2,5^\circ$ , а сидячи  $\alpha \leq 38 \pm 2,1^\circ$ . У горизонтальній площині кут огляду для зчитування інформації з найбільш важливих індикаторів (при фіксованому погляді в центр панелі) повинен бути  $30^\circ$ , допускається  $50^\circ$ – $60^\circ$ , максимальний кут (як виняток) досягає  $90^\circ$ . Розрахувавши кутовий розмір панелі потім порівнюємо його з кутом огляду людини і робимо висновок щодо розташування часто використовуваних ЗВІ і ОК:

$$tg(\alpha / 2) = \frac{S}{2L}, \quad (1.5)$$

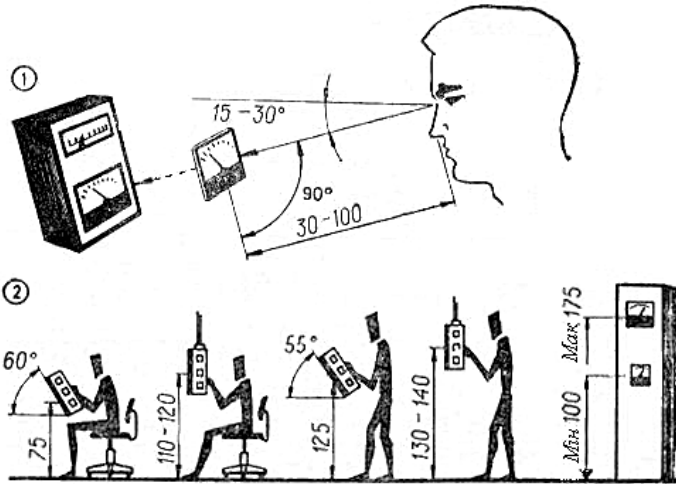
де  $\alpha$  – кутовий розмір панелі, град;  $S$  – висота панелі, м;  $L$  – відстань від панелі до оператора, м.

Відстань між оператором і панеллю визначається співвідношенням:

$$L = \frac{H}{2tg(0,5\alpha)}, \quad (1.6)$$

де  $H$  – ширина екрану, м.

Для панелей, де  $H < 10$  м, співвідношення ширини до висоти складає 1,3:1. Рекомендована оптимальна відстань від очей оператора до індикаторів пульта керування в нормальних умовах видимості складає 50–70 см; максимально допустима відстань від шкали індикатора до очей – не більше 30 см; зчитування показників повинно забезпечуватись на відстані не менше 50 см (рис. 1.25).



**Рисунок 1.25** – Розміщення індикаторів (розміри в см):  
 1 – оптимальне розміщення важливих або часто використовуваних індикаторів; 2 – рекомендовані розміщення панелей у робочій зоні оператора для забезпечення оптимального зчитування показників [21]

**Конструкції крісла оператора.** Робоче сидіння також є елементом робочого місця, яке забезпечує підтримку робочої пози оператора в положенні сидячи. Вибираючи тип робочого сидіння, варто враховувати специфіку роботи, обсяг робочого простору, особливості інших елементів робочого місця, можливість зміни робочого положення, характер рухів різних частин тіла, наявність вібрацій, умови безпеки

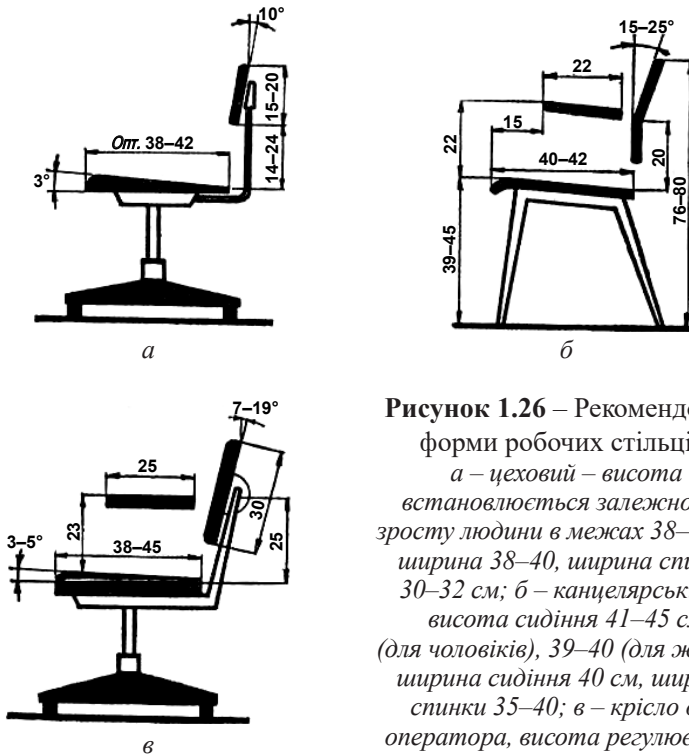
**Основні характеристики крісла людини-оператора** (рис. 1.26):

- форма сидіння (квадратна);
- форма спинки (прямокутна або вигнута);
- радіус вигину спинки;
- розмір сидіння;
- розмір спинки;
- кут нахилу сидіння назад;
- кут нахилу спинки;
- висота підлокітника (повинний знаходитися на одному рівні з поверхнею столу).

**Ергономічна оцінка робочих місць.** Ергономічна оцінка робочого місця є комплексним процесом, що включає кілька етапів:

*Обстеження робочого місця*

- На цьому етапі визначаються:
  - основне завдання оператора;
  - цільове призначення робочого місця;
  - розподіл функцій між людиною та машиною;
  - специфіка трудового процесу;
  - склад технічних засобів;
  - режим праці.



**Рисунок 1.26** – Рекомендовані форми робочих стільців:

*а* – цеховий – висота встановлюється залежно від зросту людини в межах 38–52 см, ширина 38–40, ширина спинки 30–32 см; *б* – канцелярський – висота сидіння 41–45 см (для чоловіків), 39–40 (для жінок), ширина сидіння 40 см, ширина спинки 35–40; *в* – крісло для оператора, висота регулюється в межах 38–55 см, ширина сидіння 40–50 см, ширина спинки 38–43, максимальна висота підлоктників 45 см [21]

Визначення параметрів просторової організації проводиться через оцінку розташування робочого місця в цеху; визначення розмірів проходів і робочих зон, а також встановлюються габарити робочих поверхонь та елементів обладнання та розраховуються параметри робочого столу та сидіння та розміри простору для ніг.

Аналізуються елементи робочого місця та їх розміщення, виходячи наявності засобів керування та відображення інформації (ЗВІ); засобів колективного захисту; допоміжного обладнання; кутів огляду та зон розміщення органів керування; кількості та функціонального призначення основних і допоміжних ЗВІ та ОК.

**Висновок.** Робоче місце – це частина простору, в якому людина виконує трудову діяльність. Його організація є дуже важливим завданням, оскільки зручне положення оператора при виконанні виробничих завдань впливає і на продуктивність, і на безпеку праці, а також на фізіологічний стан людини. Для цього потрібно забезпечити оптимальні зорові (розміщення ЗВІ, їх кути нахилу, відстань до очей, освітлення) і тактильні (зручні форми ОК, які розташовані в зонах досяжності і спостереження) умови.

Форма, розміри та організація робочого місця у промислового обладнання визначаються перш за все функціями устаткування, особливостями діяльності людини, безпекою та економічністю.

Робоче місце повинне забезпечити оптимальний огляд в усіх напрямках, мати відповідні розміри, які враховують антропометричні особливості людини і зручність робочої пози, містити відповідні засоби відображення інформації, органи керування, засоби безпеки викликати позитивні відчуття й задовольняти вимоги виробничої гігієни та санітарії.

## **Завдання**

### *Задача 1*

У результаті технічного переоснащення, що базується на впровадженні інформаційних технологій у приміщенні, яке знаходиться на другому поверсі виробничого корпусу, заплановано розташувати комп'ютери. Визначити скільки можна розмістити ВДТ відповідно до встановлених норм та правил. Розміри приміщення наведено в табл. 1.11.

**Таблиця 1.11** – Варіанти завдання до задачі 1

<b>№ варіанта</b>	<b>Висота приміщення, м</b>	<b>Ширина приміщення, м</b>	<b>Довжина приміщення, м</b>
1	3,5	4,5	7,0
2	3,2	3,1	10,0
3	3,4	4,2	8,3
4	3,1	7,2	6,1
5	2,8	6,3	7,2
6	3,4	5,4	6,2
7	3,6	5,2	7,2
8	2,7	4,8	6,5
9	3,3	6,1	6,3
10	3,5	7,8	9,2

*Задача 2*

Дати оцінку розміщенню органів керування і індикації відповідно висоти (проставити) для роботи оператора: сидячи з оглядом поверх пульта; сидячи, сидячи та стоячи (рис. 1.27). Схематично нанести на схему розміщення органів керування і засобів індикації в плані. Указати типи робочих зон за висотою та нанести їх розміри (рис. 1.28).



Задача 3

Указати основні розміри робочих зон (рис. 1.29)

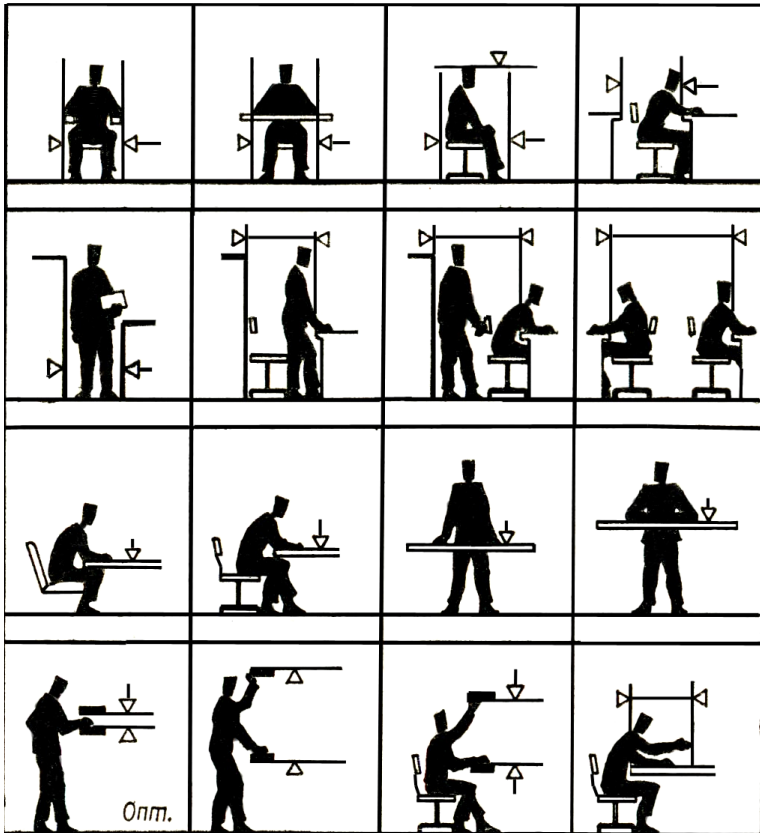


Рисунок 1.29 – Різні робочі зони

## 1.5. Засоби відображення інформації

Наведено основні відомості про засоби відображення інформації та вимоги до них. Розглянуто основні принципи розміщення їх на панелях пультів керування.

Оцінка засобів візуальної інформації: ключові аспекти та вимоги

У процесі оцінки засобів візуальної інформації (ЗВІ), які є критично важливими для ефективної взаємодії людини з технічними системами, слід акцентувати увагу на тому, що приймання інформації становить один із фундаментальних етапів діяльності оператора. Цей етап безпосередньо впливає на швидкість прийняття рішень, точність дій та загальну ефективність роботи, особливо в умовах високого навантаження або критичних ситуацій. Саме тому до ЗВІ висуваються суворі вимоги, які враховують не лише функціональні потреби, але й психофізіологічні особливості людини. Ці вимоги спрямовані на оптимізацію процесів сприйняття, обробки та інтерпретації даних, мінімізуючи ризик помилок і перевантаження когнітивної системи оператора. Розглянемо їх детальніше, з акцентом на логічний взаємозв'язок між елементами.

По-перше, обсяг, склад і форма подання інформації мусять відповідати як оперативним завданням, що вимагають швидкого вирішення, так і психологічним можливостям оператора. Це означає, що інформація не повинна перевищувати когнітивні межі людини, оскільки надмірна складність може призвести до зниження уваги, зростання втоми та збільшення ймовірності помилок. Наприклад, якщо ЗВІ перевантажені даними, оператор може не встигнути їх осмислити, що загрожує безпеці в галузях на кшталт авіації чи промислового контролю.

По-друге, сигнали в ЗВІ мають бути максимально лаконічними, адже швидкість і точність сприйняття та перероблення інформації оператором перебувають у приблизно оберненій пропорційній залежності від кількості елементів, які потребують постійного моніторингу. Іншими словами, чим більше об'єктів спостереження,

тим повільніше відбувається обробка, що може критично вплинути на реакцію в реальному часі. Лаконічність сигналів сприяє фокусуванню уваги, зменшуючи когнітивне навантаження та підвищуючи ефективність, як це спостерігається в дизайні інтерфейсів сучасних систем управління.

По-третє, сигнали системи інформації зобов'язані забезпечувати оператору можливість прогнозування загальної ситуації та наслідків власних дій. Це не просто передача поточних даних, а створення контексту, який дозволяє моделювати майбутні стани системи. Такий підхід посилює проактивність оператора, запобігаючи аварійним ситуаціям і сприяючи стратегічному мисленню, що є особливо актуальним у динамічних середовищах, де швидкі зміни вимагають передбачення.

По-четверте, характеристики сигналів повинні гарантувати необхідний рівень диференційованого сприйняття, тобто чітке розрізнення між різними типами інформації. Без цього оператор може плутати сигнали, що призводить до неправильних інтерпретацій. Диференціація досягається через використання контрастних кольорів, форм чи інтенсивностей, що базується на принципах психології та забезпечує точність сприйняття навіть у стресових умовах.

По-п'яте, під час сприйняття показників індикаторів мусять дотримуватися фізіологічні вимоги до цих пристроїв, враховуючи особливості людського організму, такі як зорова чутливість до яскравості чи кутового розміру. Це включає ергономічні стандарти, які запобігають зоровій втомі, наприклад, через оптимальний контраст або розмір шрифтів, тим самим підтримуючи тривалу продуктивність оператора без шкоди для здоров'я.

По-шосте, конструкція індикаторів має забезпечувати надійну роботу в будь-яких умовах експлуатації, включаючи екстремальні температури, вібрацію чи освітлення. Така стійкість є ключовою для систем, де ЗВІ використовуються в польових чи промислових умовах, гарантуючи безперебійність інформації та мінімізуючи ризики відмови.

Нарешті, шкали циферблатів і подібних елементів мусять бути спроектовані таким чином, аби забезпечити оператору швидкість і легкість зчитування даних. Це досягається через логічну

градування, інтуїтивне розміщення міток та мінімізацію візуального шуму, що безпосередньо впливає на час реакції та точність інтерпретації.

Щодо безпосередньої процедури оцінки засобів відтворення інформації, вона передбачає систематичний аналіз, який розпочинається з загального огляду і переходить до детальної характеристики компонентів. Спочатку необхідно описати загальний вигляд, розміри та розташування інформаційних панелей, при цьому враховуючи, що вибір типу панелі безпосередньо залежить від габаритів ЗВІ. Це дозволяє оцінити ергономічність інтерфейсу в цілому, наприклад, чи панелі розміщені в зоні оптимальної видимості для оператора.

Далі слід оцінити окремі прилади, вказавши їх загальну кількість, призначення та надати детальну характеристику кожного. Такий підхід допомагає виявити потенційні недоліки, як-от надмірна кількість приладів, що може ускладнити моніторинг, або невідповідність їх функцій завданням.

Нарешті, важливо проаналізувати розташування приладів на панелях, з огляду на принципи групування за функціональною значущістю, частотою використання чи логічною послідовністю. Неправильне розташування може призвести до зростання часу пошуку інформації, помилок у сприйнятті чи фізичного дискомфорту, тоді як оптимальне – посилює ефективність і знижує навантаження.

Загалом, така оцінка ЗВІ не лише забезпечує відповідність технічним стандартам, але й сприяє інтеграції людського чинника в дизайн систем, підвищуючи їх надійність і користувацьку орієнтованість. Цей процес є невід'ємною частиною ергономіки та безпеки праці в технологічних середовищах.

#### ***Показники відповідності техніки зоровому аналізатору:***

- освітленість на робочому місці оператора – 400 лк;
- яскравість світіння індикатора на чорно-білій електронно-променевої трубки (ЕПТ) – не менше 0,5 кд/м<sup>2</sup>; мінімальна яскравість світіння індикатора на кольоровій ЕПТ – 17 кд/м<sup>2</sup>, оптимальна – 170 кд/м<sup>2</sup>;
- контраст прямий оптимальний – 80–90 %, припустимий – 60–90 %, контраст протилежний для самосвітних індикаторів – не менше 20 %;
- час для упізнання сигналу – не менше 2 с;

- час перебування сигналу на екрані при наявності орієнтира, розпізнається при швидкості 1–2 град/с, без орієнтира – 15–30 град/с;
- розміри знаків на екрані залежно від складності – від 15 до 40';
- частота кадрів для інтегральних візуальних індикаторів – не менше 50 Гц; ширина лінії на екрані індикаторної ЕПТ – не менше 1 мм при дистанції спостереження 0,3–0,7 м.

***Показники відповідності техніки слуховому аналізатору:***

- частота для аварійних немовних повідомлень – 800–5000 Гц, попереджувальних – 200–800 Гц, повідомлюючих – 200–400 Гц, відповідно граничнодопустимий рівень звукового тиску сигналів – 120, 115 і 110 дБ;
- тривалість окремих сигналів та інтервалів між ними – не менше 0,2 с, тривалість інтенсивних сигналів – не більше 10 с.

Одним із центральних критеріїв ергономічної якості технічного устаткування є ступінь його психологічної відповідності можливостям і обмеженням людини як суб'єкта трудової діяльності. У контексті засобів відображення інформації цей критерій конкретизується через систему психологічних показників, які відображають, наскільки ефективно та безпечно оператор може сприймати, інтерпретувати й використовувати надану інформацію.

До базових психологічних показників ергономічної якості належать передусім два взаємопов'язані аспекти інформаційної відповідності. Перший – інформаційна відповідність індикатора, тобто ступінь його узгодженості змісту, обсягу, структури та форми подання інформації з психофізіологічними можливостями оператора щодо її сприйняття й осмислення. Це означає, що індикатор не повинен перевантажувати короткочасну пам'ять, порушувати логіку категоризації чи вимагати надмірних когнітивних зусиль для декодування повідомлення. Порушення цього принципу призводить до зростання часу реакції, підвищення ймовірності помилок і швидкого настання втоми.

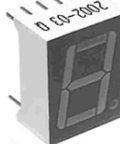


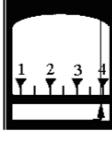

Друге, відповідність форми відлікового пристрою напрямку руху відображуваного параметра (принцип «природного відповідності» або «популяційного стереотипу»). Цей показник ґрунтується на сформованих у населення стійких очікуваннях щодо напрямку зміни індикації: наприклад, збільшення значення параметра має асоціюватися з рухом стрілки за годинниковою стрілкою, вгору або

вправо, а зменшення – у протилежному напрямку. Недотримання цього принципу викликає систематичні помилки зчитування навіть у досвідчених операторів, оскільки суперечить автоматизованим перцептивним і моторним стереотипам.

З погляду каналу сприйняття всі існуючі індикатори класифікуються за домінуючим модальним впливом на органи чуття оператора: візуальні, акустичні, тактильні (вібраційні, тиском), пропріоцептивні та кінестетичні (сили опору, положення важелів тощо).

Незважаючи на наявність альтернативних модальностей, домінуючим каналом передачі інформації в більшості складних людино-машинних систем залишається зоровий канал. За даними фізіологічних і психологічних досліджень, через органи зору людина сприймає до 80–90 % усієї інформації про зовнішнє середовище та стан керованої системи. Саме тому візуальні індикатори становлять основну й найчисельнішу групу засобів відображення інформації в сучасних ергатичних системах (див. рис. 1.30).

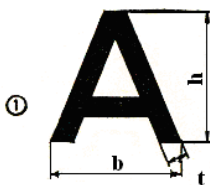
Таким чином, психологічна оцінка ергономічної якості устаткування починається саме з аналізу того, наскільки візуальні індикатори відповідають фундаментальним принципам інформаційної відповідності та природного спрямування руху, адже від цього безпосередньо залежить швидкість, точність і безпомилковість діяльності оператора в нормальних і, особливо, в екстремальних умовах.

Точність відліку, %	99–99,5	89–90	82–85	72–75	64–65
Тип шкал					
Відсоток помилок, %	0,5–1	10–11	15–18	25–28	35–36

**Рисунок 1.30** – Типи індикаторних приладів

Вимоги, які ставляться до індикаторів:

- забезпечення надійних показників (рис. 1.31, 1.32);
- оптимальне зчитування інформації з приладу (табл. 1.12);
- естетично правильне оформлення приладу (рис. 1.33);
- забезпечення можливості підсвічування шкали.



② ABCDEFGH  
IJKLMNOP  
QRSTUVWXYZ

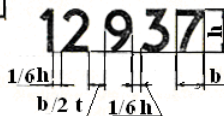


**Рисунок 1.31** – Різні типи і форми шрифту (розміри в мм):  
 1 – найбільш доцільне відношення між висотою букви ( $h$ ), її шириною ( $b$ ) та товщиною ( $t$ ) (для більшості букв  $b = 3/5h$ ,  $t = 1/6h - 1/8h$ );  
 2 – залежність висоти букв від відстані до шкали [22]

① 1234567890

1236      2347      777  
 а                      б                      в

② 5:3      3:2      3:1



**Рисунок 1.32** – Різні типи і форми букв:  
 1 – рекомендовані типи цифр для виробничого обладнання;  
 а – не рекомендовані; б – основна форма; в – модифікована форма;  
 2 – відношення висоти цифри ( $h$ ) до її ширини ( $b$ ) (виняток становлять цифри 4, яка ширше, і 1, яка вужче)  $h:b = 5:3; 3:2; 3:1$ ;  
 інтервали між цифрами  $t = 1/6h - 1/3h$

Цифрові індикатори застосовуються в вимірювальних системах передусім для забезпечення швидкого, однозначного та високоточного зчитування даних. Кількість знаків, що формують цифрове відображення, має бути адекватною фактичній точності приладу, оскільки надмірна чи недостатня кількість цифр може спотворювати уявлення про реальний рівень точності вимірювання. Для підвищення зорової розбірливості значень необхідно забезпечити максимально можливий контраст між цифровими.

У разі використання стрілочних індикаторів точність та оперативність зчитування значною мірою визначаються геометрією та конфігурацією шкали. Дослідження показують, що секторні шкали з кутовим розмахом до  $180^\circ$  спричиняють більшу ймовірність помилок під час зчитування. Натомість кругові шкали з розмахом понад  $180^\circ$  забезпечують більш сприятливі умови для візуальної оцінки значень, оскільки стрілка рухається по ширшій дузі, що полегшує диференціацію близьких за величиною показу.

Для гарантування необхідної точності вимірювання слід обмежувати кількість поділок шкалі лише тим мінімумом, який є достатнім для коректного зчитування результатів. Ціна поділки має відповідати підвоєному значенню основної похибки приладу, що дає змогу уникнути ситуацій, коли візуальна дискретність перевищує реальні метрологічні можливості приладу.

Розміщення поділок повинно враховувати зорові можливості людини: вони можуть бути нанесені на відстані до 1 мм одна від одної, проте це відстань не повинна перевищувати двійну ширину світлого штриха на темному тлі або ширини темного штриха на світлому фоні. Крім того, кут між сусідніми основними відмітками має бути більшим за  $10^\circ$ , що забезпечує чіткість їх візуального розрізнення. Значення ціни поділки рекомендують обирати зі стандартного ряду  $1 \times 10$ ,  $2 \times 10$ ,  $5 \times 10$ , що відповідає принципам логарифмічної шкалі.

Стрілку індикатора варто розташовувати таким чином, щоб у стані спокою і під час руху вона максимально наближалася до поділок, не перекриваючи при цьому цифрове позначення значень. Таке розташування мінімізує ймовірність зчитувальних помилок і робить процес інтерпретації показу.

### **Спосіб кодування інформації:**

- якісних характеристик об'єктів – *буквами, умовними знаками;*
- якісних характеристик типу приналежності, стану – *абстрактними геометричними фігурами і кольором;*
- положення об'єкта в просторі, напрямок його руху – *орієнтуванням лінії на індикаторі;*
- кількісних характеристик об'єкта – *цифрами;*
- розміщення об'єкта в просторі – *положенням покажчика на індикаторі;*
- контурів, траєкторій руху – *типом лінії (суцільна, пунктирна, штрих-пунктирна);*
- стану об'єкта – *яскравістю і частотою мигтіння.*

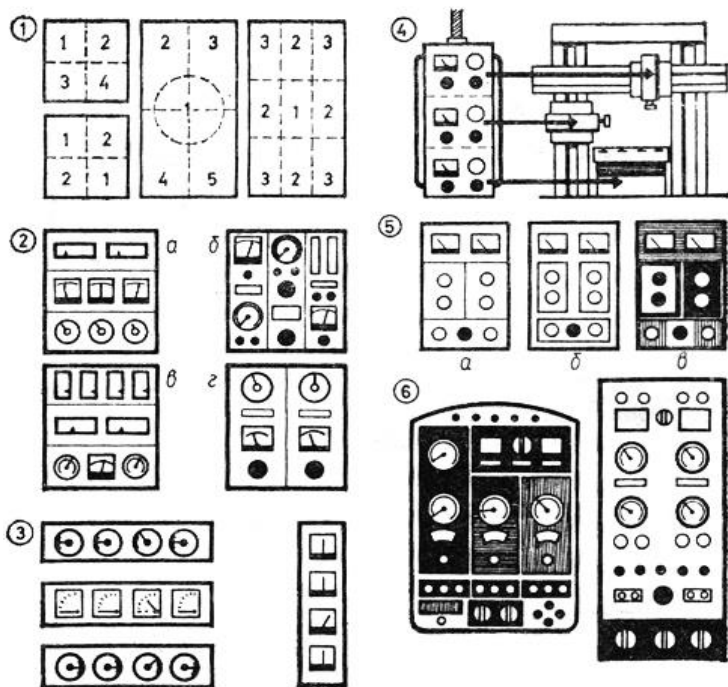
### **Оформлення шкальних індикаторів і їхніх елементів повинно відповідати таким вимогам:**

- модуль оцифровки оптимальний – *10, пропустимі – 1 і 5;*
- кількість поділок шкали – *мінімально необхідне для встановленої точності зчитування;*
- цифри для зчитування – *у вертикальному положенні;*
- розбиття шкали – *рівномірне, кількість поділок шкали на модуль оцифровки (однаковий); значення показників приладів зростають ліворуч чи праворуч знизу вгору (за винятком глибиномірів, значення на шкалах у них зростають зверху вниз);*
- покажчик не повинний перекривати оцифровку, відстань між покажчиком і розподілом шкали – *не менше 1,5 мм, форма покажчика – проста клиноподібна; колір фарбування покажчика і розподілу шкали – однаковий.*

Характеристики елементів шкал приладів повинна відповідати вимогам:

- висота цифр і букв на нерухомих шкалах – *10–25', на рухомих – 12–25'; (рис. 1.31, рис. 1.32);*
- відношення ширини знака до висоти на шкалах з покажчиками – *3:5 чи 2:3, на лічильниках – 2:3 чи 1:1;*
- товщина основних ліній для цифр і букв при прямому контрасті – *1/6–1/8 висоти знака, при зворотному контрасті – 1/10–1/13 висоти знака;*
- інтервал між знаками – *0,5–1,0 ширини знака;*

■ відстань між сусідніми поділками при прямому контрасті – не менше однієї ширини поділки шкали, при зворотному контрасті – не менше подвійної її ширини.



**Рисунок 1.33** – Панелі пультів керування:

1 – розміщення приладів на панелі для точного і швидкого відліку;  
 2 – розміщення індикаторів і органів керування: а – залежно від особливостей форми приладів, б – органи керування під відповідними індикаторами, в – залежно від однакового характеру відліку показників, г – симетричне компонування; 3 – шкали на панелях повинні бути такими, щоб нульові положення збігалися на всіх індикаторах;  
 4 – доцільно розміщувати індикатор і відповідний йому орган керування приблизно в однаковому положенні; 5 – способи розміщення індикаторів і органів керування: а, б – не дозволяється розкривати панель керування і робити по контуру індикатора рамку або широкий борт, в – також не правильне оформлення – розчленування пульта за допомогою кольорового контрасту; б – неприйнятне використання великих, чітко окреслених елементів панелей з яскравим кольоровим контрастом [22]

За стандартних умов експлуатації вимірювальних приладів одним із ключових факторів, що визначає точність та швидкість зчитування інформації, є оптимальні розміри буквено-цифрових позначень. При віддаленні шкали на 50–70 см від спостерігача висота літер на індикаторах лічильного типу не повинна перевищувати приблизно 5 мм. Це обмеження пов'язане з необхідністю забезпечення максимальної чіткості відображення без перевантаження зорового поля надмірно великими символами. У випадках, коли йдеться про зчитування найбільш значущих параметрів, мінімально допустима висота літер становить 3,5–4 мм. Для інформаційних повідомлень вторинного характеру висота може бути меншою – близько 1,5 мм, оскільки такі позначення не потребують.

Цифрові позначення повинні бути ще більш ретельно стандартизовані, оскільки їхня неправильна пропорція може суттєво вплинути на точність зчитування. Зокрема, при дистанції спостереження до 70 см висота цифр має бути не меншою ніж 3,5 мм. Це значення впливає з урахування фізіологічних можливостей ока людини, пов'язаних із здатністю розрізняти контраст.

Геометричні параметри самої шкали також повинні відповідати ергономічним вимогам. Шкала має бути достатньо великою, щоб забезпечити швидке, достовірне та повторюване зчитування параметрів. Оптимальні розміри дають змогу мінімізувати когнітивне навантаження, пов'язане з інтерпретацією показів, і зменшують ризик зчитувальних помилок у складних або динамічних умовах.

У таблиці 1.12 подано залежність між відстанню спостерігача та діаметром шкали з урахуванням різної кількості поділок. Такий підхід дозволяє визначити оптимальну конфігурацію шкали для конкретних умов експлуатації та типу вимірювального завдання, забезпечуючи баланс між компактністю приладу та точністю зорового сприйняття його.

Прилади повинні бути розташовані так, щоб найбільш важливі з них у функціональному відношенні (а також прилади, до яких найчастіше звертаються) знаходились у центрі поля зору (рис. 1.33). Звертання до приладу орієнтовно визначається залежно від завдань керування. На схемі розташування приладів останні нумеруються за частотою звертання. Після цього перевіряються зв'язки, тобто

порядок спостереження за приладами. Прилади з більш тісними зв'язками повинні розташовуватися поряд.

**Таблиця 1.12** – Залежність віддалення спостерігача від діаметра шкали

Віддалення від шкали	Кількість відміток				
	50	100	150	200	250
	Максимальний діаметр шкали (см)				
0,5	–	3,65	5,4	7,3	9,2
0,9	3,25	6,55	9,9	13,0	16,3
1,8	6,53	13,1	19,6	28,1	32,3
3,7	13,1	26,1	39,2	52,2	55,3

При оцінці розташування ЗВІ на пульті керування необхідно враховувати:

- вихідні дані розміру робочої зони оператора і його можливості;
- відповідність розташування ОК і ЗВІ;
- завантаженість пульта керування ЗВІ;
- естетичність оформлення пульта керування.

Особливу увагу необхідно приділити оцінці організації інформаційних потоків з тим, щоб попередити перевантаження оператора.

Для зменшення перевантаження потрібно:

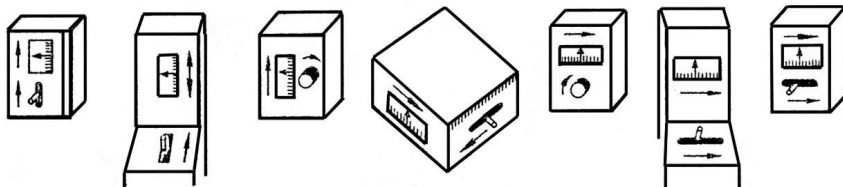
- давати інформацію з випередженням до початку виконання;
- скоротити потік інформації до мінімуму, відділити інформацію, що надходить епізодично, і подати її як запит;
- виділяти для прийняття рішення максимальний час у межах відведеного для вирішення завдання.

**Висновок.** Засоби відображення інформації дозволяють оператору спостерігати за станом машини або технологічного процесу, тому вони повинні забезпечувати точний, надійний і швидкий відлік показників. Для цього до індикаторів ставлять ряд вимог: фізіологічних (форма, шкала циферблата, розміри надписів, їх кольори та форма, стрілки, розміщення їх на панелі) та технічних (точність відліку, тривалість сигналу, яскравість). Найважливіші ЗВІ необхідно розміщувати на видному місці (напрямок погляду оператора). Напрямок руху стрілки на шкалі індикатора повинен відповідати руху органів керування.

## Завдання

### Задача 1

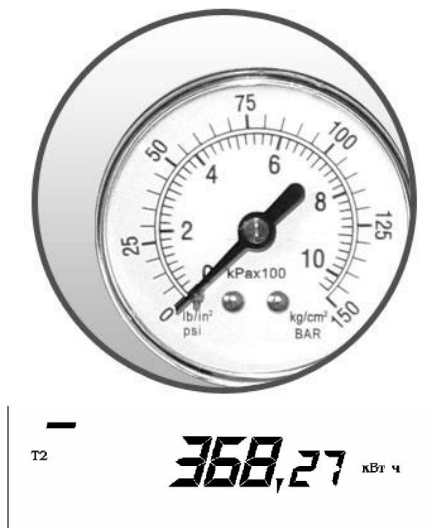
Оцініть правильний і неправильний рух органів керування та індикації, рис. 1.34.



**Рисунок 1.34** – Засоби відображення інформації та органи керування

### Задача 2

Оцініть характеристики елементів шкал приладів на рис. 1.35.

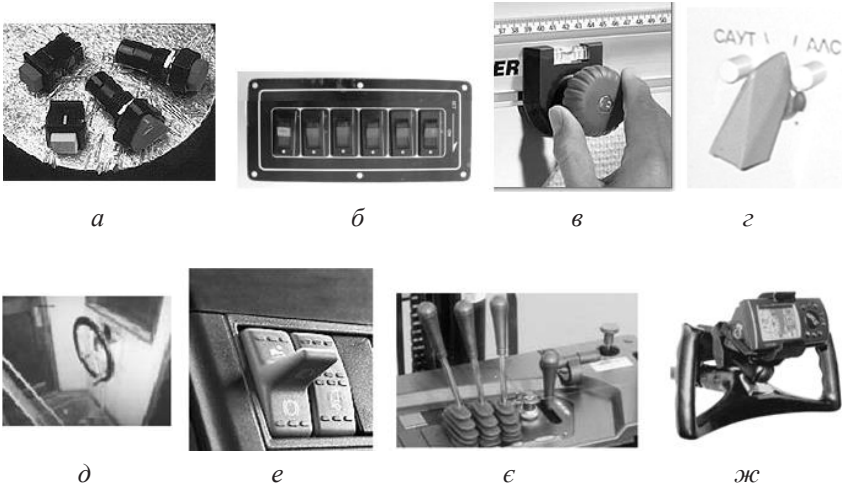


**Рисунок 1.35** – Шкали приладів

## 1.6. Органи керування

Наведено відомості про органи керування та вимоги до них. Розглянуто основні принципи розміщення їх на пультах керування.

Органами керування називаються прилади, за допомогою яких людина може керувати іншими об'єктами. До них відносять: кнопки, клавіші, тумблери, перемикачі та інші (рис. 1.36).



**Рисунок 1.36** – Органи керування:  
*а – кнопки; б – клавіші; в – поворотна рукоятка; г – поворотний перемикач; д – маховик; е – тумблер; є – важелі; ж – штурвал*

Під час аналізу та оцінювання органів управління необхідно враховувати комплекс параметрів, що визначають ергономічну ефективність, надійність і безпечність їх використання. До таких параметрів належать: найменування та функціональне призначення кожного органу управління, їх кількість, просторове розташування в межах робочої зони оператора, геометричні характеристики (розміри та форма), кольорове кодування, частота та послідовність використання, кількість актів спрацювання протягом робочого циклу, напрямок і амплітуда переміщень, необхідні робочі зусилля,

необхідні операції управління. Спільний аналіз цих характеристик дає змогу оцінити відповідність органів управління вимогам ергономіки та людським фізіологічним.

Основні вимоги до органів управління формуються з урахуванням як технічних, так і психофізіологічних факторів. Передусім їх кількість має бути мінімальною, але достатньою для повного та ефективного виконання виробничих завдань, що запобігає перевантаженню оператора зайвими елементами інтерфейсу. Зусилля, необхідні для активації органів управління, повинні виключати ймовірність випадкового спрацювання внаслідок дотику, вібрації чи інших ненавмисних впливів. Крім того, форма та розміри органів керування мають відповідати антропометричним параметрам користувача, забезпечуючи комфорт, точність та безпеку.

Окрема група вимог стосується конкретних типів органів управління, зокрема вимикачів та перемикачів тумблерів. Тумблери використовуються для оперативного вмикання, вимкнення або перемикання електричних кіл у ситуаціях, коли необхідний надійний візуальний контроль положення приводного елемента.

*Оцінка тумблерів виконується за призначенням, кількістю, розташуванням, довжиною (мм) приводного елемента (ПЕ), опором (Н), переміщенням ПЕ, мінімальним діаметром (мм), посиленням (Н), необхідним для переміщення ПЕ, частотою оберт.*

Розміри приводного елемента залежно від значення прикладених зусиль наведені в табл. 1.13. При розміщенні тумблерів на панелі керування в ряд відстань між осьовими лініями приводних елементів повинна бути не менше 19 мм, а відстань між осьовими лініями тумблерів та інших елементів керування лицьової панелі – не менше 25.

**Клавішні й кнопкові вимикачі або перемикачі** застосовуються для швидкого ввімкнення та вимкнення, вибору потрібного параметра, набору і введення команд керування. Оцінка кнопок виконується за призначенням, розмірами, формою, кольором, відстанню між окремими кнопками або їхніми групами, зусиллям, прикладеним при перемиканні (рис. 1.37).

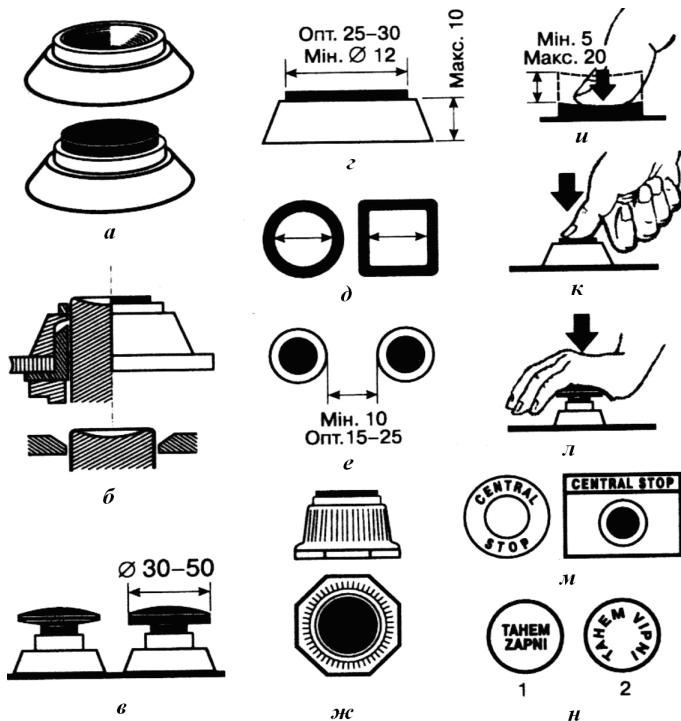
У випадку застосування *кнопкових і клавішних перемикачів* при освітленості менше 300 лк і частоті натискання більше 50 разів у хвилину розмір привідних елементів і відстань між ними збільшують у 1,5–3 рази, тоді максимально припустиме натискання повинне бути не більше 0,6 Н. Розміри *привідних елементів кнопкових і клавішних вимикачів* і перемикачів залежно від прикладених зусиль наведені в табл. 1.14.

**Таблиця 1.13** – Розміри привідного елемента залежно від значення прикладених зусиль [23]

Опір переміщенню ПЕ, Н	Довжина ПЕ, мм	Мінімальний діаметр вимірювального інструмента $\alpha$ , мм	Зусилля, необхідне для переміщення ПЕ, Н	Примітка
До 2,0	10	3,8	2,0	Тумблери широкого використання (частота перемикання – не більше 10 разів за хвилину)
2,0–3,0	10–15		3,0–2,0	
3,0–5,0	15–20		3,3–2,5	
5,0–7,0	20–25		3,5–2,8	
7,0–10,0	25–30		4,0–3,3	
10,0–15,0	30–35	8–15	5,0–4,2	Тумблери спеціального використання (частота перемикання – не більше разу за хвилину)
15,0–20,0	35–40		5,7–5,0	
20,0–25,0	40–56		6,2–5,0	

**Примітка.** При опорі перемикання більш як 2,5 Н слід використовувати вимикачі та перемикачі типу важіль.

*Поворотні вимикачі та перемикачі* застосовуються для операцій «вмикання – вимикання» при послідовному перемиканні або для плавного, безперервного, дискретного регулювання. Оцінка перемикачів виконується за призначенням, формою, кількістю положень і кутом повороту, розміром, відстанню між перемикачами та зусиллям при одному перемиканні.



**Рисунок 1.37** – Форми і розміри кнопок:

*а* – прості кнопки; *б* – вмонтовані кнопки; *в* – кнопки для вимикання; *г* – зусилля при натискуванні на кнопки; *д* – верхня поверхня кнопки більша за діаметром; *е* – відстань між кнопками; *ж* – естетично не приваблива кнопка; *и* – глибина вдавлювання кнопки; *к* – оптимальне зусилля великого пальця 10 – 20 Н; *л* – грибоподібна кнопка; *м* – рекомендовані форми кнопок; *н* – позначення кнопок: 1 – правильне, 2 – неправильне (всі розміри у мм) [24]

При розміщенні вимикачів і перемикачів на панелі мінімальна відстань між привідними елементами (їх найбільш близькими точками) повинна бути не менше 20 мм при роботі однією рукою, 70 – двома руками, 25 і 80 мм при роботі в рукавичках відповідно.

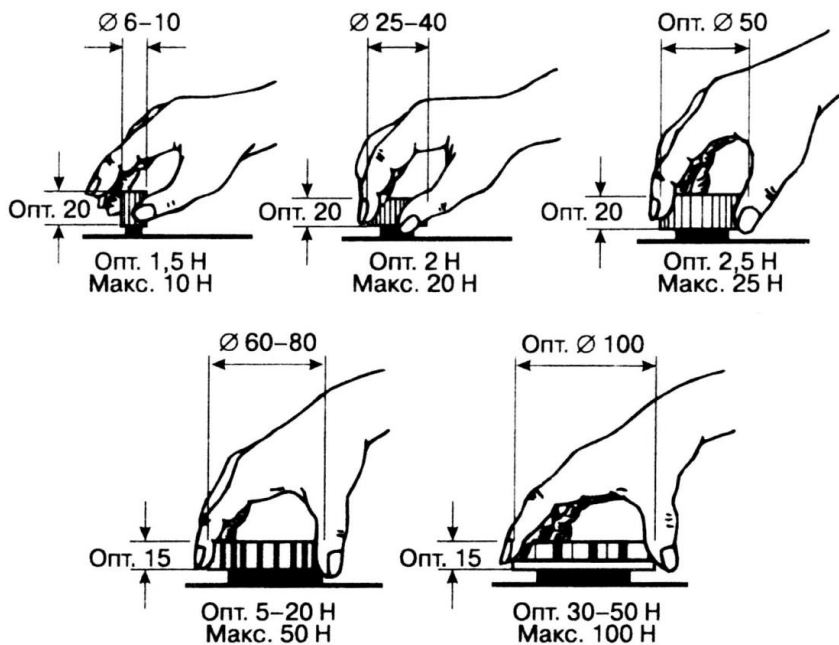
Якщо використовуються педалі, то при оцінці враховують форму, відстань між ними, нахил педалі, частоту натиснення, відстань від оператора до педалі, можливість регулювання, затрачувані зусилля, величину зсуву. Краща *відстань* між педалями 150 мм. Коли нозі оператора доводиться переміщатися з однієї педалі на другу, то між ними треба передбачити достатню відстань, щоб уникнути випадкового защемлення ноги або одночасного натиснення на обидві педалі. *Частота натиснення* залежить від призначення органа керування у системі. Сила натиснення на педалі при частому їх використанні рекомендується приблизно 2 кг; а при нечастому, коли хід не більше 250 мм, зусилля звичайно приймається рівним 25–30 кг.

**Таблиця 1.14** – Розміри привідних елементів кнопочкових і клавішних вимикачів і перемикачів [25]

Привідний елемент	Зусилля натиснення, Н	Мінімальні розміри ПЕ, мм		Максимальна відстань між центрами ПЕ l, мм	Робочий хід ПЕ m, мм	Кількість натисків за хвилину
		a×b	b			
Кнопка під вказівним пальцем	до 1	10×15	4	10	до 2	2
	1–2	12×7	10	15	2–3	2
	2–4	18×8	12	15–18	3–5	10
	4–8	20×12	15	18–20	4–6	5
Кнопка під великим пальцем	8–20	10–50	30	30	3–8	3
	20–35	-	30	30	5–8	3
Кнопка під долонею, клавіші	до 2,5	10	50	150	3–5	3
	2,5–4	15	-	18–25	4–6	10
	4–6	18	-	18–25	4–6	1
	6–16	18–20	-	18–25	5–10	1

**Примітка.** Кнопки для мікроелектронної апаратури з діаметром 10 мм не розміщують більше двох у ряд.

Розміри *привідного елемента поворотних вимикачів і перемикачів* вибираються залежно від величини прикладених зусиль, що наведені в табл. 1.15 (рис. 1.38).



**Рисунок 1.38** – Параметри поворотних зусиль для кнопок різних типів і діаметрів (розміри у мм)

У випадку використання *маховиків і штурвалів* форма та розмір рукояток обертання маховиків повинні забезпечувати максимальну зручність їх захоплення та надійного втримання у процесі керування. Перевага віддається рукояткам подовжених форм (циліндричної, веретеноподібної, грушоподібної та ін.) із плавними, округлими ободами й ретельно обробленою гладкою або рифленою поверхнею.

Вісь повернення маховика і штурвала при повороті його двома руками сидячи варто розташовувати у площині симетрії сидіння з відхиленнями не більше 50 мм. *Маховики* (за винятком рульових) повинні мати чіткі написи, що позначають їх призначення, а також написи напрямку переміщення. Зусилля, необхідні для обертання маховиків і штурвалів, наведено в табл. 1.16. Основні розміри маховиків та штурвалів наведені в табл. 1.17.

Інтервал між ободами та іншими деталями сусідніх маховиків, розміщених в одній площині, повинен бути не менше 50 мм при повороті однієї руки; 100 мм при повороті двома руками одночасно; 130 мм при роботі в рукавицях.

**Таблиця 1.15** – Розміри привідного елемента поворотних вимикачів і перемикачів [25]

Опір переміщенню на осі перемикача, Н	Розміри привідного елемента, мм							Зусилля, необхідне для переміщення ПЕ, Н
	I тип			II і IV типи		III тип		
	l	d	h	d	h	d	h	
До 0,5	–	–	–	–	–	6	12	1,6
0,5–1,0	–	–	–	–	–	10	13	2,0
1,0–1,5	–	–	–	–	–	15	13	2,0
1,5–2,0	–	–	–	–	–	20	15	2,0
2,0–2,5	–	–	–	–	–	40	25	1,2
2,5–4,0	–	–	–	50	–	50	25	1,6
4,5–5,0	–	–	–	60	38	–	–	1,6
5,0–10,0	–	–	–	70	40	–	–	3,3
10,0–15,0	–	–	–	75	45	–	–	4,2
15,0–20,0	–	–	–	80–100	45	–	–	5,3*
20,0–50,0	–	–	–	100	55	–	–	10,0**
50,0–100,0	–	–	–	120	55	–	–	16,6***
До 2,0	20	2–3	10	–	–	–	–	2,0
2,0–3,0	25	3–4	12	–	–	–	–	2,4
3,0–5,0	30	3–5	12	–	–	–	–	3,3
5,0–10,0	35	3–5	15	–	–	–	–	5,7
10,0–15,0	40	5–8	15–18	–	–	–	–	7,5
15,0–30,0	45	5–10	20	–	–	–	–	13,3*
50,0–50,0	55	8–12	25	–	–	–	–	18,1**
50,0–100,0	90	12–15	40	–	–	–	–	22,2***

**Примітки:**

\* Частота перемикачів – не більше п'яти разів за хвилину.

\*\* Частота перемикачів – не більше двох разів за хвилину.

\*\*\* Частота перемикачів – не більше разу за хвилину.

**Таблиця 1.16** – Зусилля, необхідне для обертання маховиків і штурвалів [25]

Спосіб повертання	Характер та частота використання		
	швидке обертання точної установки	більше п'яти разів за зміну	менше п'яти разів за зміну
	маховики з рукояткою	маховики без рукоятки і штурвали	маховики без рукоятки і штурвали
Кістю і пальцями	1	–	–
Кістю і передпліччям	2	3	6
Усією рукою	4	4	15
Двома руками	–	6	25

**Таблиця 1.17** – Основні розміри маховиків та штурвалів [25]

Спосіб повертання	Розміри, мм							
	Обід				Рукоятка			
	Найбільший діаметр		Поперечний переріз		Довжина		Найбільший діаметр	
	граничний	оптимальний	граничний	оптимальний	гранична	оптимальна	граничний	оптимальний
Двома руками за обід	140–1000	350–400*	10–40	25–30	–	–	–	–
Одною рукою за обід	50–140	75–80	10–25	15–20	–	–	–	–
Кістю за рукоятки	150–400	250–300	–	–	75–150	100–120	15–35	25–30
Пальцями за рукоятки	50–200	75–100	–	–	30–75	40–50	10–20	15–18

**Примітка.** \* Для штурвалів наведені оптимальні розміри, замість діаметра – відстань між рукоятками.

Орган керування, як правило, підписують прописними буквами. Всі надписи повинні бути короткими й складатися з одного або двох слів, скорочення слів допускається тільки в тому випадку, якщо при

цьому не спотворюється їх зміст. Написи розташовуються одно-манітно: під кожним позначеним елементом або над ним, щоб їх можна було читати зліва направо, а не зверху вниз. Висота букв та інших символів на панелях, що розміщені безпосередньо перед працівником, повинна бути не менше 3–4 мм. Відношення висоти знака до його ширини: 3:2. Розміри букв наведені в табл. 1.18.

Ширина штриха для букв зазначена в табл. 1.19. Ширина штриха чорних цифр і букв на білому фоні становить близько 1/6 висоти, а ширина штриха білих букв і цифр на чорному фоні – близько 1/7–1/8 їхньої висоти.

**Таблиця 1.18** – Розміри букв та цифр [25]

Відстань до очей, м	Розміри букв та цифр, мм	
	Важливі написи	Звичайні написи
0,7	2,5–5,0	1,2–4,0
1,0	3,3–6,6	1,5–4,5
2,0	6,6–12,0	3,3–10,0
6,0	22,0–43,0	11,6–33,0

**Таблиця 1.19** – Ширина штриха для букв [25]

Відстань до очей, м	Ширина штриха букви, мм (чорні на білому)
1,0	0,5
2,0	0,8
3,0	1,1
4,0	1,4
5,0	1,7
6,0	2,0

Під час оцінювання органів управління необхідно враховувати комплекс конструктивно-ергономічних параметрів, що визначають ефективність, точність та безпечність їх експлуатації. Для тумблерів і перемикачів до таких параметрів належать: довжина плеча важеля, його робоча ширина, напрям увімкнення, кількість фіксованих положень, величина кута повороту, а також характеристики поверхні ручки – зокрема її довжина, ширина та глибина. Ці показники впливають на зручність охоплення рукою, точність

маніпуляцій і ступінь втомлюваності оператора, що є критично важливим під час високочастотного використання.

Для педальних органів управління оцінювання включає аналіз робочої пози оператора (сидячи чи стоячи), взаємного розташування педалей, величини їх нахилу, дистанції між педальми та відстані від сидіння до робочої поверхні педалі. Крім того, враховують частоту натискань, можливість індивідуального регулювання та обсяг зусилля, який оператор повинен прикладати. Сукупність цих характеристик визначає рівень фізичного навантаження, точність дозування рухів та зручність тривалого виконання керування.

Розташування ключових органів управління має бути відображене на схемі робочого місця, що дає змогу оцінити відповідність компонування принципам ергономіки та логіки виробничої діяльності.

Часто використовувані органи управління необхідно розміщувати в основній зоні досяжності оператора – перед ним і направо. Ця зона відповідає природній траєкторії руху правої руки та дозволяє мінімізувати часові та фізичні витрати під час виконання повторюваних операцій. Максимальні нормативні розміри такої зони становитимуть 700×1100 мм. За потреби ширина зони може бути збільшена на 200–300 мм завдяки нахилу корпусу оператора або переміщенню крісла біля робочої поверхні столу.

Місце для ведення записів, розміщення реєстраційних журналів та технічної документації повинно знаходитися прямо перед оператором, що забезпечує безперешкодний доступ без зміни робочої пози. Мінімальні розміри цієї зони становлять 1000 мм за шириною та 300–400 мм за глибиною, що відповідає стандартним вимогам до робочих поверхонь для документації.

Підсумовуючи результати ергономічного аналізу, необхідно звернути особливу увагу на такі аспекти:

- відповідність розміщення органів управління логічною структурою діяльності оператора, що забезпечує інтуїтивність та зменшує ризик помилок;
- дотримання принципів раціонального групування органів управління, які регулюють один і той;
- узгодженість між індикаторами та органами управління, що дозволяє оператору швидко співвідносити;

– правильність просторового розташування органів управління щодо індикаторів (вище або нижче), що впливає на тривалість зчитування та вибір прав;

– доступність та помітність аварійних органів управління, які повинні спрацьовувати без затримок навіть у стресових умовах;

– відповідність напрямку руху рукоятки або важеля напрямку руху стрілки індикатора, що забезпечує логічну єдність візуального та моторного сприйняття;

– наявність достатнього простору для розміщення журналів, технічної документації та супровідних матеріалів.

**Висновок.** Органи керування – це деталі машин або прилади за допомогою яких оператор керує обладнанням. При їх використанні необхідно враховувати таке:

■ відповідність форми ОК фізіологічним особливостям будови людського тіла і функціональним вимогам;

■ застосування фасонної частини ОК з урахуванням маніпулювання нею;

■ розміщення ОК у відповідних зонах для зручної досяжності оператором;

■ кількість ОК повинна бути мінімальною відповідно до функціонального призначення системи;

■ дана конструкція ОК забезпечує виконання необхідної операції тільки одним способом переміщення;

■ встановлення зусиль для керування обладнанням у допустимих межах можливостей людини.

## Завдання

### *Задача 1*

Указати зусилля, необхідні для переміщення наведених на рис. 1.39 органів керування.

### *Задача 2*

Укажіть, на яких відстанях повинні розташовуватись органи керування, які наведені на рис. 40.

Тип органу управління						
Зусилля, Н						
Тип органу управління						
Зусилля, Н						

Рисунок 1.39 – Типи органів керування

	Відстань	
	Мін	Мак

Рисунок 1.40 – Відстань між деякими органами керування

## 1.7. Колір і виробниче середовище

Наведено інформація щодо впливу кольору на психологічні властивості людини-оператора.

Колір – це властивість об'єктів викликати певні зорові відчуття, що залежать від спектрального складу та інтенсивності відбитого або випромінюваного світла. Він відіграє важливу роль у виробничому процесі, оскільки: підвищує настрої і працездатність працівників; сприяє покращенню зорової роботи; створює безпечні умови праці; виконує інформаційну функцію.

Неправильний вибір кольору, навпаки, може призвести до передчасної зорової втоми, підвищення нервової напруженості та зниження продуктивності. Тому оцінка естетичного оформлення робочого місця є важливою складовою ергономіки та безпеки праці.

Ступінь емоційного впливу кольору залежить від його насиченості, якості та тону. Основні характеристики кольорів:

Червоний – збуджує, підвищує тонус, стимулює мозкову активність, збільшує м'язову напругу, артеріальний тиск і частоту дихання.

Оранжевий – яскравий, викликає радість, сприяє травленню та кровообігу.

Жовтий – стимулює зір і нервову систему, підвищує комунікабельність.

Зелений – колір спокою, знижує нервову напруженість, сприяє розширенню капілярів і зниженню тиску.

Блакитний – заспокійливий, створює відчуття простору, полегшує стан хворого.

Фіолетовий – благородний, позитивно впливає на серцево-легеневу систему.

Коричневий – теплий, створює відчуття стабільності, але з сірим відтінком діє пригнічено.

Сірий – холодний, діловий, викликає апатію, тому його слід використовувати мінімально.

Білий – символ чистоти, добре поєднується з іншими кольорами, але у надлишку створює блиск.

Чорний – похмурий, знижує настрої, застосовується лише для контрасту.

Для робіт, що потребують напруження зору, рекомендуються пастельно-зелені відтінки середньої яскравості. Зелений фон підвищує швидкість читання тексту та розрізнення знаків. Жовтий фон для робочих поверхонь не рекомендується. Колірне оформлення приміщень повинно враховувати вид і характер трудової діяльності:

- в адміністративних приміщеннях – гармонійні поєднання жовтих, кремових, зелених і світло-коричневих тонів;

- у конструкторських бюро – світлі оливкові, зелені або синьо-зелені кольори для стимуляції розумової діяльності.

Кабінети – спокійні, урочисті гами (сіро-сині, сіро-фіолетові, світло-коричневі) з акцентами жовтого. Колір також впливає на сприйняття простору: для стін – світло-зелені, жовто-зелені, синьо-зелені, бежеві тони середньої насиченості; для підлоги – теплі відтінки (коричневі, темно-червоні, оливкові); стелі – світлі, щоб створювати відчуття легкості.

Колір у виробничих приміщеннях. У цехах із природним освітленням до 45° північної широти – теплі тони з середнім контрастом. За 45° північної широти – холодні тони з високим контрастом. При високій вологості та тепловиділенні – холодні кольори; в неопалюваних приміщеннях – теплі. У цехах із високим рівнем шуму – мінімум теплих кольорів і низький контраст.

Загальний принцип: якщо виробниче середовище надмірно збуджує, використовують заспокійливі кольори; якщо ні – стимулюючі.

#### *Функціональне значення кольору*

Головне завдання кольорового оформлення: покращення видимості та розрізнення органів керування і засобів відображення інформації; виділення небезпечних зон; акцентування уваги на важливих деталях.

Наприклад, колір станків повинен контрастувати з деталями; поверхні в полі зору фарбують у яскраві кольори середньої насиченості; робочі зони для концентрації зору – переважно зелені.

Колір у виробничому середовищі – це не лише естетичний елемент, а й важливий ергономічний чинник, що впливає на

психофізіологічний стан працівника, його продуктивність і безпеку. Ергономіка розглядає колір як засіб оптимізації взаємодії людини з робочим простором та обладнанням.

До основних ергономічних функцій кольору відносять: зниження зорового навантаження; правильний вибір кольору фону та робочих поверхонь зменшує втому очей, особливо при роботі з дрібними деталями або текстовою інформацією; покращення орієнтації та безпеки

Контрастні кольори використовуються для виділення небезпечних зон, органів керування, аварійних виходів. Наприклад, червоний – для сигналів небезпеки, жовтий – для попереджувальних знаків. Заспокійливі тони (зелений, блакитний) знижують нервову напругу, а стимулюючі (червоний, оранжевий) підвищують активність і концентрацію. Світлі кольори візуально розширюють простір, темні – зменшують. Це важливо для невеликих робочих зон або приміщень із замкнутим плануванням.

Вибір лакофарбових покриттів здійснюється на стадії проектування відповідно до ДСТУ EN 13300:2012 та ДСТУ 9243.4:2023 (табл. 1.20).

Небезпечні зони на обладнанні фарбуються у жовтий колір, якщо необхідно виділити можливі зони травматизму, у червоне – якщо заборонити дії, що призведуть до негативних наслідків, в оранжеве – у випадках безпосередньої загрози для життя працівника. Зелений колір символізує безпечність.

**Висновок.** Кольори відіграють значну роль в організації виробництва. Правильно підібрані кольори не тільки підвищують продуктивність праці, зменшують нервову напругу, але і сприяють створенню безпечних умов праці. Під час вибору кольорів для приміщень необхідно звертати увагу на вид діяльності, габарити і площу приміщення, на знаряддя праці, кліматичні умови та кількість працівників. Оскільки за допомогою естетичного оформлення можна досягти оптимальних результатів при зоровому сприйнятті предметів, компенсувати їх пропорції і неприємні відчуття, зменшити втому очей та ін. Особливу увагу слід звертати на оформлення небезпечних зон обладнання з метою їх виділення із загального фону і тим самим сприяти зменшенню травматизму.

**Таблиця 1.20** – Вимоги до кольорів і кольорових сполучень лакофарбових покриттів [26]

<b>Найменування груп виробів</b>	<b>Вимоги до кольорів і кольорових сполучень лакофарбових покриттів</b>	<b>Вимоги до фактури та блиску</b>
Вироби, що функціонують у виробничих приміщеннях у контакті з людиною: прилади, верстати, машини, обладнання, організаційна, обчислювальна техніка та ін.	Сполучення кольорів – споріднені, споріднено-контрастні. Кольори червоної, оранжевої, жовтої, зеленої, блакитної, синьої зон і ахроматичні; складні; світлі, середні, темні за яскравістю; малої та середньої насиченості. Кількість основних кольорів у схемі кольорового рішення не більше 3	Гладкі, глянцеві, напівглянцеві, напівматові. Допускаються гладкі з малюнками (рельєфні)
Вироби культурно-побутового призначення, що функціонують у житловому інтер'єрі в контакті з людиною: пилососи, пральні машини, холодильники, побутова радіоелектронна апаратура, вентилятори, кондиціонери, ручний механізований інструмент та ін.	Кольори червоної, оранжевої, жовтої, зеленої, голубої, синьої зон і ахроматичні; складні; світлі, середні, темні за яскравістю; малої, середньої і максимальної насиченості. Кількість основних кольорів у схемі кольорового рішення не більше 2. Сполучення кольорів споріднені, споріднено-контрастні, контрастні та еквівалентні	Гладкі, рельєфні, глянцеві й напівглянцеві

### *Завдання*

Для пульта керування (вказується викладачем), враховуючи всі функціонально-конструктивні особливості та умови експлуатації, подати аналіз кольорової композиції, вибрати матеріал, фактуру, колір, малюнок поверхонь приладу – фону, шкал, табло, органів керування, мнемосхем, піктограм. Обґрунтувати прийняті рішення.

## **1.8. Організація робочого місця осіб з обмеженими властивостями**

Наведено короткі відомості про антропометричні і ергономічні показники доступності різних категорій інвалідів, вимоги щодо проектування і організації робочого місця на підприємстві з врахуванням порушень фізичного стану свого здоров'я.

Важливою складовою соціальної реабілітації осіб з обмеженими можливостями є забезпечення рівних можливостей доступу до всіх форм життєдіяльності, включаючи участь у суспільно корисній діяльності та працевлаштування відповідно до стану здоров'я. Це право гарантоване Конституцією України, Законом України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні», постановами Кабінету Міністрів та іншими нормативно-правовими актами.

Чинне законодавство регламентує:

- гарантоване прийняття на роботу осіб з обмеженими можливостями;
- відповідальність роботодавців за створення умов для працевлаштування;
- організацію робочих місць, зон відпочинку та інших необхідних елементів.

Робоче місце особи з обмеженими можливостями – це окрема ділянка виробничого простору на підприємстві, в установі чи організації, незалежно від форми власності, де створено умови для виконання трудових функцій. Воно повинно містити основне та допоміжне обладнання, що відповідає антропометричним і ергономічним вимогам.

Види робочих місць. Звичайне робоче місце – використовується без додаткових змін, якщо умови праці відповідають фізичним можливостям працівника. Спеціалізоване робоче місце – обладнане спеціальними технічними засобами, пристосуваннями та пристроями, що враховують анатомічні особливості або нозологічні форми захворювань. Створюється на виробництві або вдома, згідно з рекомендаціями медико-соціальної експертної комісії (МСЕК) та з урахуванням професійних навичок працівника.

Робоче місце вважається створеним, якщо воно:

- відповідає встановленим вимогам для конкретної нозології;
- атестоване спеціальною комісією підприємства за участю представників МСЕК, органів Держпраці та громадських організацій;
- введене в дію шляхом фактичного працевлаштування особи з обмеженими можливостями (згідно з Постановою КМУ № 19 від 10.01.2002). Право інваліда на працевлаштування на підприємство і утворення робочого місця, яке задовольняє вимогам і потребам особи з інвалідністю гарантовано Законом України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» (від 21.03.1991 № 875-ХІІ).

Право на працевлаштування та створення робочого місця, що відповідає потребам особи з обмеженими можливостями, закріплене Законом України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» (№ 875-ХІІ від 21.03.1991). Закон гарантує рівні можливості для участі в економічній, політичній та соціальній сферах життя, а також створення умов для реалізації прав і свобод, ведення повноцінного способу життя відповідно до індивідуальних можливостей та інтересів.

### **Антропометричні і ергономічні показники доступності інвалідів.**

У цьому підрозділі розглядається доступність архітектурного середовища промислового підприємства для таких категорій осіб з обмеженими можливостями:

- особи з порушенням опорно-рухового апарату (пересуваються на візках або з допоміжними засобами для ходи);
- особи з вадами зору;
- особи з вадами слуху;
- особи з порушенням інтелектуального розвитку.

Формування архітектурного середовища підприємства для потреб осіб з обмеженими можливостями повинно ґрунтуватися на чотирьох ключових критеріях: доступність, безпека, інформативність, комфортність, при цьому не обмежуючи права інших працівників.

Критерій доступності безперешкодний рух по комунікаційних шляхах, приміщеннях і функціональних зонах підприємства;

можливість безперешкодного досягнення робочого місця; доступ до зон відпочинку.

Критерій безпеки: запобігання травмам і надмірній втомі через особливості архітектурного середовища; своєчасне розпізнавання зон ризику; обладнання місць перетину шляхів руху або їх виключення; попередження про небезпечні зони; забезпечення безпеки під час пожежі та інших надзвичайних ситуацій.

Критерій інформативності: використання засобів інформування, адаптованих до особливостей сприйняття різних груп осіб; забезпечення розпізнавання орієнтирів у будівлі; ідентифікація місця перебування та цільових зон; можливість орієнтації як удень, так і вночі.

Критерій комфортності: мінімізація фізичних і психічних зусиль для задоволення потреб; можливість відпочинку, очікування та додаткового обслуговування; скорочення часу на отримання необхідної інформації.

Особливої уваги потребують особи з порушенням опорно-рухового апарату, які відчують труднощі в пересуванні. Серед них виділяють дві підгрупи: особи, що використовують мобільні допоміжні засоби; особи, які пересуваються на візках.

*Особи з обмеженими* можливостями з ураженням опорно-рухового апарату, які пересуваються за допомогою мобільних допоміжних засобів і інваліди з вадами зору за своїми антропометричними параметрами не відрізняються від звичайної людини, що дозволяє при проектуванні або організації робочого місця враховувати вимоги, що описані в підрозділі 1.2.

На рис. 1.41 показані розміри простору, необхідного для безперешкодного фронтального пересування з використанням різних мобільних допоміжних засобів. Хоча в більшості випадків люди, які використовують при ходьбі певні допоміжні засоби, можуть переміщатися по вузьких проходах, їм необхідно забезпечити більш широкі коридори, як показано нижче. Наприклад, існує ймовірність того, що кінці милиць (часто широко розставлені донизу) у вузьких проходах стануть загрозою для інших людей, які можуть їх не помітити.

Людина, що йде за допомогою ходунків



900 мм

Людина на милицях з опорою в ліктьовому суглобі



850 мм

**Рисунок 1.41** – Габаритні розміри простору, необхідного для безперешкодного фронтального пересування з використанням різних мобільних допоміжних засобів

Для осіб з обмеженими можливостями з порушенням опорно-рухового апарату, що використовують для пересування мобільні допоміжні пристрої, для пересування всередині будівлі потрібна ширина проходів не менш – 0,8–0,9 м, найбільші габаритні розміри і майданчики для розвороту потрібні людям, які користуються при пересуванні ходунками: 1,2×1,2 м.

Порушення функцій рук або ніг призводить до погіршення рівноваги, тому обов'язково потрібні опорні поручні на сходах і нахилених поверхнях.

Люди з обмеженими можливостями необхідні поручні на сходах і в місцях очікування. Для людей, які використовують ходунки і милиці, переважно здійснювати рух по пандусам або на ліфті. Подолання високих порогів або сходин з високими ступенями вимагає у людей з порушенням опорно-рухового апарату великих витрат сил або взагалі неможливо.

Особи з обмеженими можливостями з порушенням опорно-рухового апарату потрібні місця відпочинку на шляхах руху до робочого місця, а також в місцях обслуговування і очікування. Необхідні сидіння з опорою для спини і підлокітниками. Опора (підлокітник, крісла, поручні) потрібно при необхідності сісти-встати, нахилитися. Необхідність додаткової опори виникає у інваліда при дії обома руками – при роботі з документами в положенні стоячи.

Людина з вадами зору, що йде за допомогою білої тростини



700 мм

Людина з вадами зору, що йде за допомогою собаки поводиря



900 мм

**Рисунок 1.42** – Габаритні розміри простору, необхідного для безперешкодного фронтального пересування людини з вадами зору

На рис. 1.42 показані розміри простору, необхідного для безперешкодного фронтального пересування інвалідів з вадами зору, які використовують допоміжні засоби пересування.

*Особи з обмеженими* можливостями з вадами зору вважаються люди у яких повністю відсутні зір або величина залишкового зору не перевищує – 10 %, або поле зору становить не більше – 20 % від поля зору звичайної людини.

Незрячі пересуваються за допомогою білої тростини, собаки-поводиря, зрячого помічника, або використовуючи свій залишковий зір. Для незрячих доступна інформація, яка виконана рельєфно-крапковим шрифтом Брайля, який вони сприймають руками. Незрячі можуть орієнтуватися, використовувати шумів різного походження, в тому числі по звуковим і радіомаякам. Ючи слух щодо Габарити проходів для сліпих потрібні більше, ніж для звичайної людини, з урахуванням розмаху білої тростини або простору для собаки-провідника.

При частковій втраті зору для орієнтування людям необхідні яскраві контрасти, світлові маяки, архітектурні орієнтири, мовна інформація. Інвалідам зі слабким зором необхідний великий контрастний шрифт надписів. Для їх безпеки необхідно забезпечити достатню освітленість небезпечних місць.

Особи з вадами слуху використовують жестову мову, міміку, зчитують інформацію по губах. У всіх цих випадках необхідно хороше

освітлення виробничих приміщень, щоб добре «зчитувати» мову візуальної комунікації. Бажано на робочих місцях відсутність шуму і реверберації в приміщеннях. В шумних і загальних виробничих приміщеннях, при наявності глухих розділових бар'єрів в місцях де знаходяться інваліди з вадами слуху слід застосовувати індукційні петлі, індивідуальні системи звукового підсилення на основі інфрачервоного випромінювання та ін.

Особи з ураженням опорно-рухового апарату, які пересуваються за допомогою візка за своїми антропометричними ознаками істотно відрізняються від здорових людей, отже забезпечення пересування, користування санітарно-гігієнічним обладнанням, місця прикладання праці мають повинні відповідати нормам дотримання ергономічних нормативів, тобто повинні бути дотримані наступні вимоги:

- достатні розміри шляхів пересування і отворів на їхньому шляху пересування;
- наявність місць для розвороту коляски (розміри зони, необхідної для вільного маневрування);
- відсутність порогів та інших різких перепадів висот;
- влаштування пандусів, підйомників і ліфтів там, де такі перепади неминучі;
- ухил сходів, наявність огорожень певної висоти з зручними для охоплення пензлем перилами;
- неслизькі покриття шляхів пересування, в тому числі при охолодженні й зволоженні.

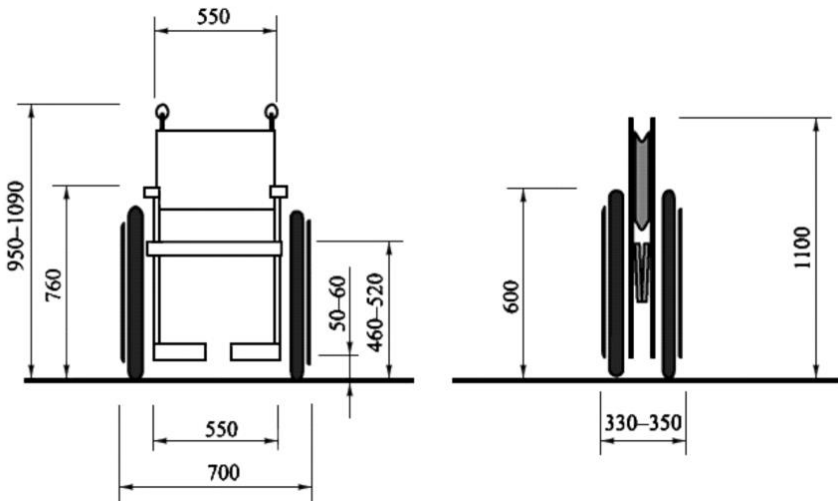
Концепція розробок, що ґрунтуються на створенні доступного середовища для інвалідів, що пересуваються за допомогою спеціальних засобів, дозволяє врахувати структуру антропометричних ознак, під якою мається на увазі виділення двох основних груп цих ознак:

- *Класичних*, що включають поздовжні розміри і пропорції, тотальні розміри, а також форму окремих частин тіла представників кожної групи користувачів.
- *Ергономічних*, що включають статичні ознаки (розміри окремих частин тіла, що визначають розміри предметів обладнання), динамічні (розмірів, визначених переміщенням в просторі), габаритні (найбільші і найменші розміри тіла), гоніометричні

(рухливість в суглобах) і перісоматичні (відстані від тіла до поверхонь обладнання, що визначають в сукупності зі статичними ознаками розміри робочого простору).

Антропометрична характеристика інваліда з порушенням опорно-рухового апарату. Для того, щоб проектувати робоче місце з метою доступу до нього інваліда на візку, необхідно враховувати і знати ергономічні параметри інваліда на візку. Основними параметрами є – габарити візка і параметри інваліда, при його розташуванні у візку.

На рис. 1.43 зображено габаритні розміри візка для дорослої людини-інваліда, що пересувається на візку.



**Рисунок 1.43** – Габаритні розміри візка

Для того, щоб проектувати і організовувати робочі місця для інвалідів з порушенням опорно-рухового апарату, необхідно знати:

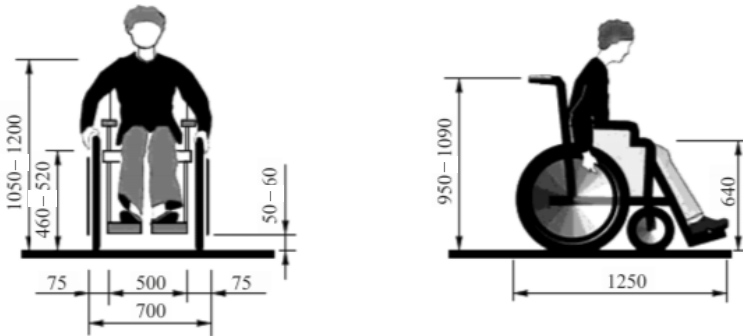
- габарити інвалідного візка;
- розмірні параметри інваліда, що знаходиться в кріслі візка.

У табл. 1.21 наведені габаритні розміри візка.

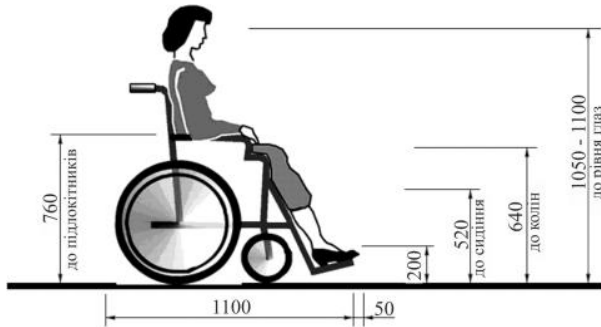
На рис. 1.44 зображені антропометричні розміри інваліда, що пересувається на візку.

**Таблиця 1.21** – Габаритні розміри візка

Габарити інвалідного візка, мм	700 × 1090
Параметри інваліда на візку, мм (достатня зона для розміщення візка)	850 × 1200
Зона розміщення візка, мм (комфортна зона розміщення візка)	900 × 1500



*а – для чоловіків*

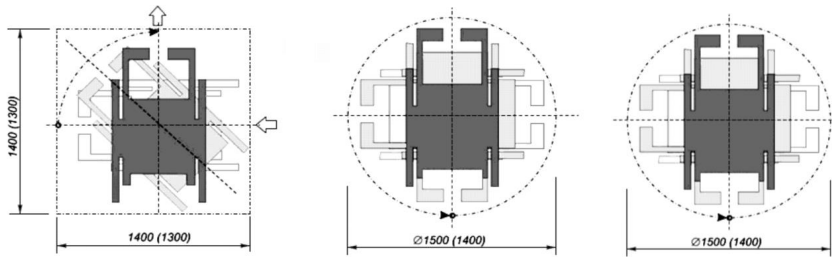


*б – для жінок*

**Рисунок 1.44** – Антропометричні розміри інваліда, що пересувається на візку

На рис. 1.45 зображено необхідні габарити розвороту візка.


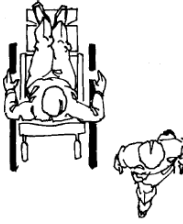
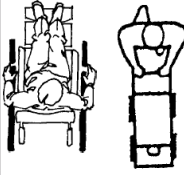
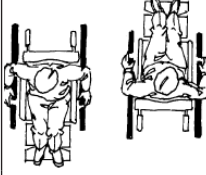
Ширина коридорів і проходів повинна бути достатньою для свobodного пересування інваліда на візку. Ширина зон проходу на візку при різних режимах руху наведено в табл. 1.22.



*а – розворот на 90°    б – розворот на 180°    в – розворот на 360°*

**Рисунок 1.45** – Необхідні габарити розвороту візка

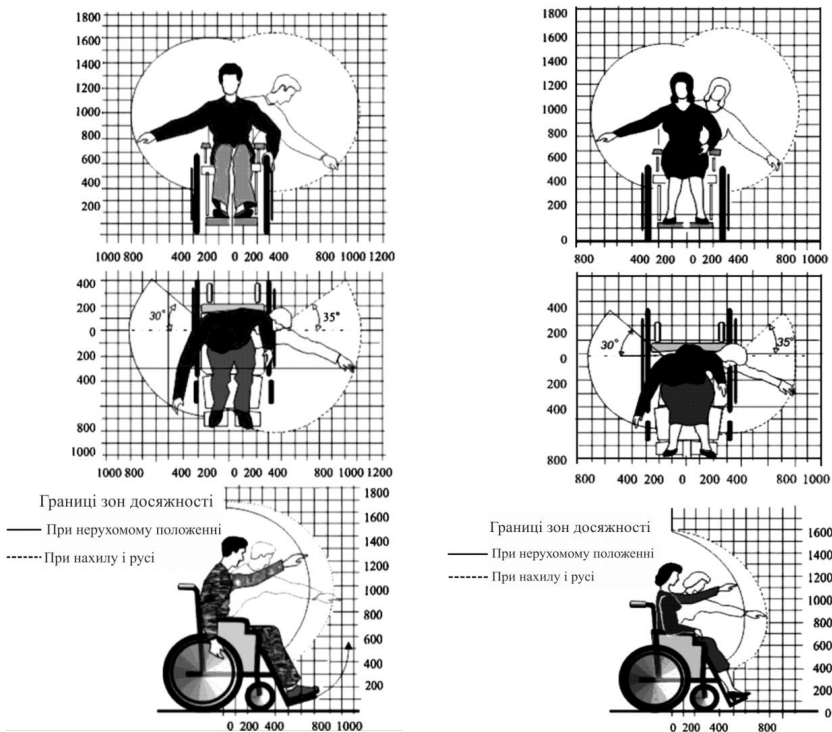
**Таблиця 1.22** – Ширина зон проходу на візку при різних режимах руху інваліда на візку

При односторонньому русі інваліда		При одночасному русі інваліда на візку і людини	При одночасному русі інваліда на візку і людини, що перевозить вантаж	При зустрічному русі інвалідів на візках
				
мінімальна	достатня			
850	900–1000	1200	1500	1800

Організація доступного простору для людей з обмеженими можливостями, які пересуваються на кріслах-колясках, потребує врахування специфічних ергономічних та безпекових параметрів.

У порівнянні з людьми без обмежень життєдіяльності та особами інших груп, користувачі крісел-колясок мають найбільші вимоги до габаритів простору. Це пояснюється необхідністю забезпечення маневреності візка, що передбачає діаметр розвороту не менше 1,4 м (див. рис. 1.46). Відповідно, архітектурне планування приміщень має включати достатньо широкі проходи, просторі зони

та входи без сходинок і порогів, адже будь-які перепони суттєво знижують рівень доступності.



*а – для чоловіків*

*б – для жінок*

**Рисунок 1.46** – Основні ергономічні габарити (зони досяжності інваліда на візку)

Ключовим аспектом безпеки є мінімізація ризиків при пересуванні.

Круті ухили в напрямку руху, а також навіть незначні бічні нахили поверхні можуть призвести до втрати стабільності та перекидання візка. Тому необхідно забезпечити рівне підлогове покриття та обладнати пандуси поручнями, що підвищують безпеку та комфорт пересування.

Ергономічні параметри досяжності предметів для людей у кріслах-колясках суттєво відрізняються від стандартних.

Зона досяжності людини, яка сидить у візку, обмежена не лише положенням сидячи, але й можливими порушеннями рухливості тулуба та верхніх кінцівок. Це означає, що доступ до предметів, розташованих високо або збоку, може бути ускладненим. На рис. 1.47 наведено основні ергономічні габарити досяжності для цієї категорії користувачів. Важливо враховувати, що багато людей не можуть нахилитися вперед чи вбік або підняти руки на значну висоту, що додатково звужує функціональну зону досяжності.

Розміщення інформаційних матеріалів також має відповідати антропометричним особливостям.

Рівень очей людини у положенні стоячи становить приблизно 1,5–1,6 м, тоді як у положенні сидячи у кріслі-колясці – близько 1,2 м. Це слід враховувати при встановленні інформаційних табло, інструкцій та інших засобів комунікації на виробничих об'єктах. Крім того, оглядовість для людини у візку може бути обмежена присутністю інших людей, що створює додаткові бар'єри для сприйняття інформації.

З огляду на специфічні потреби людей з обмеженими можливостями, що працюють на промислових підприємствах, організація доступного середовища повинна базуватися на поєднанні класичних принципів безбар'єрності та ергономічних характеристик. Уніфікація цих вимог дозволяє сформувавши комплекс умов, за яких функціональні робочі зони відповідатимуть критеріям доступності:

- забезпечення оптимальних розмірів сенсомоторного поля користувача;
- визначення габаритів робочого місця з урахуванням реабілітаційних заходів;
- адаптація просторових характеристик та форми обладнання, що використовується;
- врахування рівнів досяжності предметів у різних робочих положеннях;

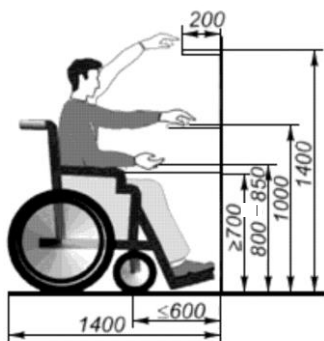
– параметри необхідних вільних площ всередині функціональної зони виробничого приміщення для пересування всередині до розміщених в ньому предметів і обладнання. При проєктуванні інтер'єрів робочого приміщення, підбору і розстановці технологічного та іншого обладнання, слід враховувати межі зони досяжності для співробітника, що пересувається на візку;

– при розташуванні з переду не вище 1,4 м і не нижче 0,3 м від підлоги (рис. 1.47);

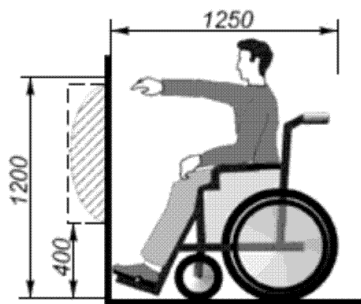
– при фронтальному підході) не вище 1,2 м і не нижче 0,4 м (рис. 1.48). В зони оптимальної досяжності, або доступності (рис. 1.49), має потрапляти все технологічне обладнання, шафи, полиці і побутові пристосування (рис. 1.50).

Глибина зони досяжності при розташуванні збоку для людини на візку коливається від 0,6 м. (рис. 1.51) при розташуванні предметів на рівні плеча (0,95–1,2 м.) до 0,25 м при розташуванні на максимально допустимому рівні по висоті в 1,4 м (рис. 1.52). Біля столів, у настінних апаратів і пристроїв, якими користуються працівники, що пересуваються на візках, слід передбачати вільну зону підходу – простір розмірами не менше 0,9 м на 1,5 м (рис. 1.53).

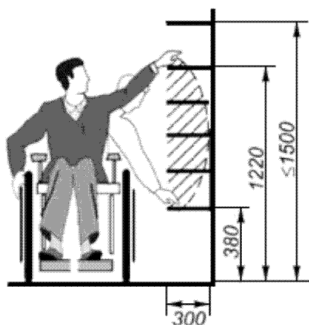
Робочі поверхні столів слід розташовувати на доступній для інвалідів висоті 0,75–0,8 метра.



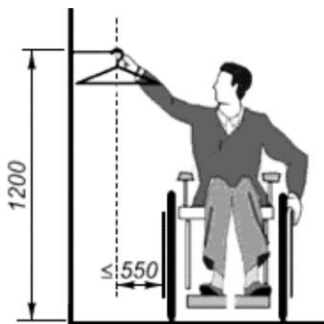
**Рисунок 1.47** – Розміри максимальної і мінімальної досяжності рук



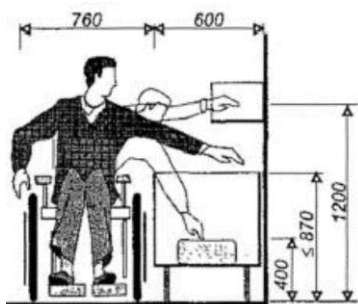
**Рисунок 1.48** – Розмір максимальної ширини робочого простору



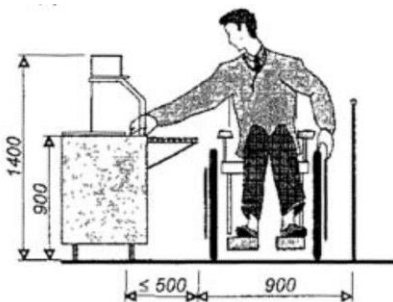
**Рисунок 1.49** – Розміри бічної максимальної і мінімальної досяжності рук



**Рисунок 1.50** – Розміри бічної максимальної досяжності рук для розміщення одягу



**Рисунок 1.51** – Розміри максимальної досяжності руки для перекладання вантажу



**Рисунок 1.52** – Розміри максимальної досяжності руки для виконання виробничого завдання

**Основні вимоги, щодо проєктування і організації робочого місця (робочої зони) інваліда на підприємстві** Проєктування та оснащення спеціальних робочих місць для людей з обмеженими можливостями має здійснюватися на основі комплексного аналізу: професії та конкретних виробничих функцій, характеру та інтенсивності праці, ступеня функціональних порушень і пов'язаних із цим обмежень працездатності, рівня спеціалізації робочого місця, а також ступеня механізації та автоматизації виробничого процесу.

Такий підхід забезпечує відповідність робочого середовища реальним можливостям працівника й мінімізує ризики професійних уражень, підвищуючи ефективність та безпеку праці.

При проектуванні, реконструкції та експлуатації спеціальних робочих місць для людей з обмеженими можливостями слід керуватися «Гігієнічною класифікацією умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (Наказ МОЗ України від 08.04.2014 р. № 248), а також чинними нормативними документами громадських об'єднань людей з обмеженими можливостями та Міністерства соціальної політики України, що регламентують працю цієї категорії працівників.

Дотримання регуляторних вимог гарантує уніфікованість рішень і їх правову валідність у межах охорони праці та виробничої безпеки.

Спеціальне робоче місце для людини з обмеженими можливостями, яка має порушення опорно-рухового апарату, повинно забезпечувати:

- безпеку праці та відсутність факторів, що провокують погіршення стану здоров'я або травматизм;
- помірні або незначні навантаження (за класифікацією 1-го і 2-го класів):
  - фізичні (динамічні та статичні);
  - інтелектуальні;
  - сенсорні;
  - емоційні.

Баланс навантажень має враховувати обмеження рухливості, витривалості, стійкості пози й швидкості виконання операцій, щоб не створювати надмірної напруги чи ризику декомпенсації функцій.

Протипоказання для працевлаштування людей з обмеженими можливостями охоплюють ситуації, коли:

- наявні шкідливі виробничі фактори, що перевищують гігієнічні нормативи й здатні несприятливо впливати на організм працівника та/або його потомство (3-й клас умов праці);
- вплив факторів протягом зміни створює загрозу для життя або високий ризик виникнення важких гострих професійних уражень (4-й клас).

До таких факторів належать:

Фізичні: підвищені / знижені рівні шуму, вібрації, інфразвуку, коливання температури, вологості та рухливості повітря, інтенсивні електромагнітні випромінювання, статична електрика, неадекватна освітленість тощо.

Хімічні: запиленість, загазованість, присутність шкідливих речовин та алергенів, аерозолів.

Біологічні: патогенні мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності.

Фізичні навантаження: підйом / переміщення та утримання важких вантажів, робота в незручних вимушених позах, тривала ходьба.

Нервово-психічні навантаження: надмірні сенсорні, емоційні, інтелектуальні навантаження; монотонність; робота в нічну зміну чи з подовженим робочим днем.

Рекомендовані (допустимі / оптимальні) умови праці для працевлаштування людей з обмеженими можливостями передбачають:

– санітарно-гігієнічні параметри виробничого середовища (за 1-м і 2-м класами) щодо фізичних (шум, вібрація, інфразвук, електромагнітні поля, пил, мікроклімат), хімічних (шкідливі речовини, алергени, аерозолі), біологічних (мікроорганізми, в т. ч. патогенні, білкові препарати) факторів;

– фізичні навантаження незначної (1-й клас) або помірної (2-й клас) інтенсивності; у окремих випадках – виконання робіт із вираженим фізичним компонентом за умови чіткої регламентації і технічної підтримки;

– переважно вільну позу при роботі: сидячи, з можливістю зміни положення тіла; в окремих випадках – стоячи або з можливістю короткочасної ходьби;

– ергономічну відповідність робочого місця (геометрія, висоти, досяжність, оглядовість, керованість);

– мінімізацію переміщень у межах робочої зони (раціональна компоновка, логістика операцій).

Просторове планування робочих місць повинно забезпечувати безпеку та комфорт, враховуючи спосіб пересування й сенсорні можливості працівника.

Для людини, яка пересувається на візку:

- достатні ширини проходів і зон маневрування;
- можливість під’їзду та розвороту крісла-коляски на робочому місці;
- відсутність порогів і перепадів висот, безпечні ухили, антиковзкі покриття;
- продумане розташування органів керування та предметів у зоні досяжності без необхідності нахилів або надмірного підняття рук.

Для сліпих та людей з вадами зору:

- організація безперешкодного пересування, уникнення небезпечних перешкод у проходах;
- використання тактильних орієнтирів на верстатах, обладнанні й меблях;
- контрастна візуальна навігація для осіб із залишковим зором;
- чітка акустична / звукова сигналізація там, де це доречно.

Розстановка обладнання та меблів має виключати конфліктні траєкторії руху і забезпечувати інтуїтивну навігацію, зменшуючи потребу в зайвих переміщеннях, поворотах чи перехресних потоках.

#### *Технічне оснащення та ергономіка робочого місця*

Технічне оснащення спеціальних робочих місць (робочі столи, верстаки, стелажі, шафи) повинно відповідати антропометричним даним виконавця (табл. 1.23) і включати:

Отже, системний підхід до проектування спеціальних робочих місць для людей з обмеженими можливостями поєднує нормативно-правові вимоги, ергономіку та безпеку. Врахування професійних завдань, типу порушень і рівня автоматизації дозволяє сформувати робоче середовище з оптимальними навантаженнями (1–2 клас), уникнути протипоказаних факторів (3–4 клас), забезпечити безпечну розстановку обладнання та відповідне технічне оснащення. Це, у кінцевому підсумку, сприяє стійкій працездатності, зниженню ризиків та інклюзивній ефективності виробництва.

Елементи обладнання та меблів на робочих місцях людей з обмеженими можливостями мають бути трансформованими та регульованими, що забезпечує адаптацію робочого середовища до індивідуальних антропометричних і функціональних параметрів працівника.

Робочий стіл доцільно виконувати з регульованою висотою та кутом нахилу робочої поверхні. Це дозволяє налаштувати кращу геометрію огляду та зменшувати статичні навантаження на шийно-плечовий пояс. Обов'язковою є регульована підставка для ніг, яка стабілізує позу та знижує навантаження на попереk.

Робочий стілець для цієї категорії працівників має бути оснащений механізмами зміни висоти сидіння та нахилу сидіння / спинки, а також регульованою підставкою для ніг.

**Таблиця 1.23** – Антропометричні дані осіб з обмеженими можливостями

Параметри і робоче положення, мм	Зріст людини		
	низький	середній	високий
Висота робочого місця при роботі сидячі	700	725	750
Висота столу для виконання роботи з великою точністю при роботі сидячі	900	950	1000
Висота робочої поверхні при роботі на верстатах і машинах при роботі сидячи	800	825	850
Висота робочої поверхні при роботі на верстатах і машинах при роботі стоячи	1000	1050	1100
Висота робочої поверхні при роботі на верстатах і машинах при роботі де можливо зміну робочого положення – сидячі або стоячи	950	1000	1050

**Примітки.** Висота для ніг від поверхні підлоги до нижньої поверхні столу – 600–625 мм, ширина зони для ніг – 400 мм.

У окремих випадках варто застосовувати:

- спеціальні сидіння з компенсацією зусилля при вставанні (газліфт або пружинні механізми);
- тримачі для робочих інструментів у межах зони досяжності;
- механізм лінійного переміщення уздовж робочої площини по направляючих (для зменшення потреби у поворотах / нахилах);
- електромеханічні автономні пристрої (підйомні, позиціонувальні) для автоматизованого налаштування положення.

Логіка трансформованості полягає у мінімізації надмірних статичних і динамічних навантажень, компенсації обмежень рухливості та забезпеченні стабільної, безпечної робочої пози.

Спеціальне робоче місце людини з обмеженими можливостями має включати основне та допоміжне обладнання, а також технічну й організаційну оснастку, які реалізують ергономічні принципи з урахуванням конкретних індивідуальних можливостей і обмежень.

Доцільно застосовувати комплексно спроектовані робочі місця для різних спеціальностей, що включають робочий стіл, стілець, технологічне обладнання, а також підставки/стелажі для сировини, інструментів і готової продукції. Така системна компоновка зменшує зайві переміщення та підвищує безпеку та продуктивність.

Під час проектування робочого місця людини з порушеннями опорно-рухового апарату необхідно враховувати параметри оперативного (сенсомоторного) поля, доступного верхнім кінцівкам за умов фіксованого положення тіла.

Це означає, що органи керування, інструменти і матеріали мають бути розташовані в межах горизонтальної та вертикальної зон досяжності, що відповідають реальній амплітуді рухів і силовим можливостям працівника без потреби у глибоких нахилах, ротаціях тулуба чи піднятті рук понад комфортні межі.

Організація робочого місця та конструкція всіх елементів меблів, організаційно-технічного оснащення й виробничого обладнання повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психологічним особливостям людей з обмеженими можливостями, з урахуванням:

- анатомо-морфологічних характеристик рухового апарату (обсяг рухів, сила, стабільність пози, потреба в опорах);
- можливостей розпізнавання органів керування, предметів праці та інструментів (візуальна контрастність, тактильність, акустична індикація);
- точності, швидкості та амплітуди рухів при здійсненні управляючих впливів;
- способів захоплення і переміщення інструментів/предметів (пальцями, кистю, всією рукою, стопою; у тому числі з використанням протезів і робочих насадок);
- величин зусиль, що розвиваються при натисканні, обертанні, утриманні та позиціонуванні.

При проектуванні й організації спеціальних робочих місць для людей з обмеженими можливостями слід передбачити:

- спеціальні пристосування для керування та обслуговування, які компенсують анатомо-морфологічні та фізіологічні обмеження (наприклад, збільшені рукоятки, педалі з ручним дублюванням, тактильні маркери);

- спеціально розроблений ручний інструмент, форма і розміри якого забезпечують надійне захоплення та оптимальний опір приводних елементів (щоб не перевищувати комфортну силу натискання / обертання);

- розміщення органів керування обладнанням, технологічних і організаційних елементів, а також деталей обробки в межах зон досяжності моторного поля (у двох площинах), з урахуванням антропометричних параметрів та фізичних обмежень конкретної особи;

- легкодоступні механізми регулювання висоти робочої поверхні столу та елементів робочого стільця з надійною фіксацією положення;

- додаткові площі для під'їзду, розвороту та виконання роботи у кріслі-колясці;

- індикатори (візуальні, акустичні, тактильні), які відповідають можливостям різних груп (сліпі, слабкозорі, глухі) для безперешкодної орієнтації та безпеки на робочому місці.

Усі елементи стаціонарного обладнання, призначені для користування людьми з обмеженими можливостями, повинні бути міцно та надійно закріплені.

Кріпильні деталі, регулятори, електровимикачі тощо не мають виступати за площину монтажу, аби уникнути випадкових зачіпань, травм і завад пересуванню (особливо у вузьких проходах).

Вимоги до робочого місця. Організаційно-технічне оснащення за своїми розмірами повинна відповідати антропометричним даним, відповідною стійкістю, забезпечувати комфортність і безпеку користування: робочі столи, верстати висотою в межах 630–1020 мм; полки на кронштейнах для розміщення настільного обладнання, для виконання вимірювань, записів; інструментальні шафи (або вбудовані ящики), розташовані на висоті 800–1600 мм від статі для зберігання на робочому місці документації, кріплення допоміжного і ріжучого

інструменту та інших засобів. Робочий стіл повинен забезпечувати можливість зміни висоти і нахилу робочої поверхні, кольору і фактури поверхні, кріплення до неї на струбцинах лампи місцевого освітлення і малогабаритного технологічного обладнання, поручнів для забезпечення легкого підйому з місця, підніжок, підлокітників. Стіл повинен мати висунуті ящики для зберігання інструменту. Габарити столу повинні відповідати ергономічним вимогам роботи інваліда на візку і функціональним вимогам виконання робочих операцій в межах зони досяжності. Робочий стілець повинен забезпечувати можливість повороту і зміни висоти і нахилу сидіння, кута нахилу висоти спинки, кріплення підніжок, підлокітників, спинки під шию, штанги для інструментів, компенсаційної подушки, що полегшує вставання. Підставка для сировини і готової продукції повинна бути продовжений з можливістю зміни висоти і кута нахилу поверхні кріплення тари.

**Висновок.** Антропометричні і ергономічні показники різноманітних категорій інвалідів з врахуванням їх фізичного стану дозволяють розробляти і організувати робочі місця на підприємствах, де вони можуть реалізовувати свої психічні і фізичні можливості з метою реалізації доступності і реалізації рівноправних можливостей доступу до всіх форм життєдіяльності, суспільно корисної діяльності та ін.

### **Завдання**

Провести аналіз допоміжних мобільних засобів, що полегшують людині інваліду пересуватися у просторі. Провести аналіз спеціальних меблів, що використовуються для проектування і організації робочого місця інваліда з порушенням опорно-рухового апарату. Провести аналіз законодавчої бази, що регламентує відповідні умови проектування і організації робочого місця інваліда. Графічним методом, з використанням даних антропометричних і ергономічних параметрів інваліда з порушенням опорно-рухового апарату, що пересувається на візку – провести планування робочого місця за умовами пристосованості для роботи з ПЕОМ. Провести планування розміщення входу, планування проходу до робочого місця, розташування меблів, місць для розвороту візка, розстановку ПЕОМ, штучних засобів освітлення. Результати роботи надати на окремому листку.

## РОЗДІЛ 2

---

# ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ЕРГОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ РОБОЧИХ МІСЦЬ

---

### 2.1. Методи ергономічного аналізу робочого місця

Для оцінки ризику виникнення захворювань опорно-рухового апарату широке використання отримав метод швидкої оцінки робочої пози працівників “Rapid Entire Body Assessment worksheet” (далі – “REBA”) (рис. 2.1). Він представляє собою чек-лист, що розділений на дві частини «А» і «Б». До частини «А» відноситься оцінка незручності розташування тулубу, шиї та ніг працівника. Частина «Б» присвячена дослідженню несприятливому розташуванню плечей, ліктів та зап'ястя.

Виходячи діапазонів та напрямку руху суглобів, величини зусиль, навантаження та стану активності, розраховується відповідний бал для кожної частини тіла, які потім дозволяють визначити загальну величину ергономічного ризику за формулою:

$$R_{EP} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{EPi}, \quad (2.1)$$

де  $S_{EPi}$  – рівень безпеки виконання  $i$ -ої технологічної операції:

$$S_{EP} = \frac{(x_{\max} + 1) - x_i}{x_{\max}}, \quad (2.2)$$

де  $x_{\max}$  – максимальна бальна оцінка, яка визначається за результатами обробки розташування працівників на робочому місці методом “REBA”;  $x_i$  – бальна оцінка ергономічного ризику, яка визначена за методом “REBA” за відповідною операцією технологічного процесу, що виконується робітником.

**Оцінка «А». Аналіз положення шиї, тулуба, ніг**

**Крок 1. Аналіз положення шиї**

Оцінка положення шиї

Коригування:  
- Якщо шия скручена: +1  
- Якщо шия нахилена у бік: +1

**Крок 2. Аналіз положення тулуба**

Оцінка положення тулуба

Коригування:  
- Якщо тулуб скручений: +1  
- Якщо тулуб нахилено у бік: +1

**Крок 3. Аналіз положення ніг**

Оцінка положення ніг

**Крок 4. Звернення до таблиці А**

**Крок 5. Зусилля навантаження**

Оцінка з таблиці «А»

Оцінка зусилля/навантаження

**Крок 6. Отримання оцінки «А»**

Значення оцінки «А»

**Оцінка «В». Аналіз положення плеча, передпліччя, зап'ястя**

**Крок 7. Аналіз положення плеча**

Оцінка положення плеча

Коригування:  
- Якщо плече піднято: +1  
- Якщо людина робить нахили: +1  
- Якщо плече відведено назад: +1

**Крок 8. Аналіз положення передпліччя**

Оцінка положення передпліччя

**Крок 9. Аналіз положення зап'ястя**

Оцінка положення зап'ястя

Коригування:  
- Якщо зап'ястя зкручено або сильно загнуте: +1

**Крок 10. Звернення до таблиці В**

**Крок 11. Оцінка поверхні захвату інструменту**

Оцінка поверхні захвату інструменту

**Крок 12. Отримання оцінки «В»**

**Крок 13. Оцінка активності**

Оцінка «В»

**Крок 14. Звернення до таблиці «С»**

**Бали**

**Таблиця «А»**

Позиціонування тулуба	Ноги			Шия				
	1	2	3	1	2	3		
1	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	1	2	3	3	3
3	3	4	5	2	3	4	4	4
4	4	5	6	3	4	5	5	5
5	4	6	7	4	5	6	6	6
6	4	6	7	5	6	7	7	7
7	4	6	7	6	7	8	8	8
8	4	6	7	7	8	9	9	9
9	4	6	7	8	9	10	10	10
10	4	6	7	9	10	11	11	11
11	4	6	7	10	11	12	12	12
12	4	6	7	11	12	13	13	13

**Таблиця «В»**

Плече	Передпліччя			Зап'ястя		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	2	3	4	3	4	5
4	3	4	5	4	5	6
5	4	5	6	5	6	7
6	5	6	7	6	7	8
7	6	7	8	7	8	9
8	7	8	9	8	9	10
9	8	9	10	9	10	11
10	9	10	11	10	11	12
11	10	11	12	11	12	13
12	11	12	13	12	13	14

**Таблиця «С»**

Оцінка «А»	Оцінка «В»											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	2	3	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	3	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9
6	4	4	5	6	7	8	9	9	10	10	10	10
7	4	5	6	7	8	9	9	10	10	11	11	11
8	5	6	7	8	9	10	10	11	11	11	11	11
9	5	6	7	8	9	10	11	11	11	12	12	12
10	6	7	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12
11	6	7	8	9	10	11	12	12	12	12	12	12
12	7	8	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12

**Крок 15. Отримання загального результату**

Значення оцінки з таблиці «С» + Значення активності = Загальна оцінка за методом «REBA»

**Інтерпретація отриманого результату:**  
 1 - ризик відсутній;  
 2-3 - мінімальний ризик (потрібні незначні зміни);  
 4-7 - середній ризик (потрібно удосконалити технології);  
 8-10 - високий ризик роботи виконувати не можна, потрібні кардинальні зміни;  
 11 - неприпустимий ризик (роботи заборонено)

Рисунок 2.1 – Загальний вигляд технологічної карти визначення ергономічного ризику при виконанні виробничої діяльності за методом “REBA”

Кількість балів від величини фізичного навантаження розраховується за формулою:

$$x = \frac{F^m}{10^{8,529}} \quad (2.3)$$

де  $F$  – фізичне навантаження протягом зміни, Н×с;  $m$  – показник психофізіологічного сприйняття навантаження,  $m = 1,45-2,5$ .

Кожний етап розділений на декілька кроків. Перші три присвячені встановленню балів, які відповідають положенню частин тіла: шиї, тулуба ніг. Кожному положенню частини тіла, яке визначається

через аналіз фотографії (рис. 2.2) відповідає певна кількість балів, які потім підставляються у таблицю «А» (рис. 2.3) для визначення результуючого значення.



Рисунок 2.2 – Фото робочої пози оператора

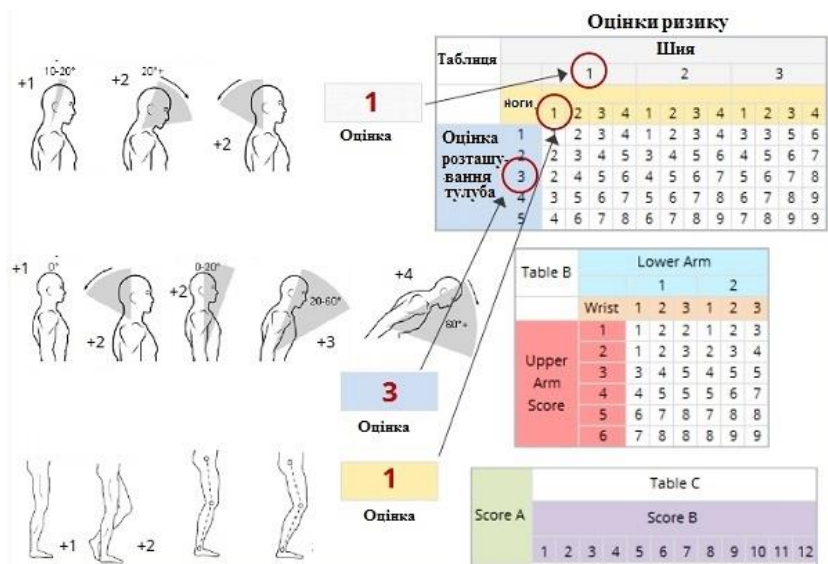
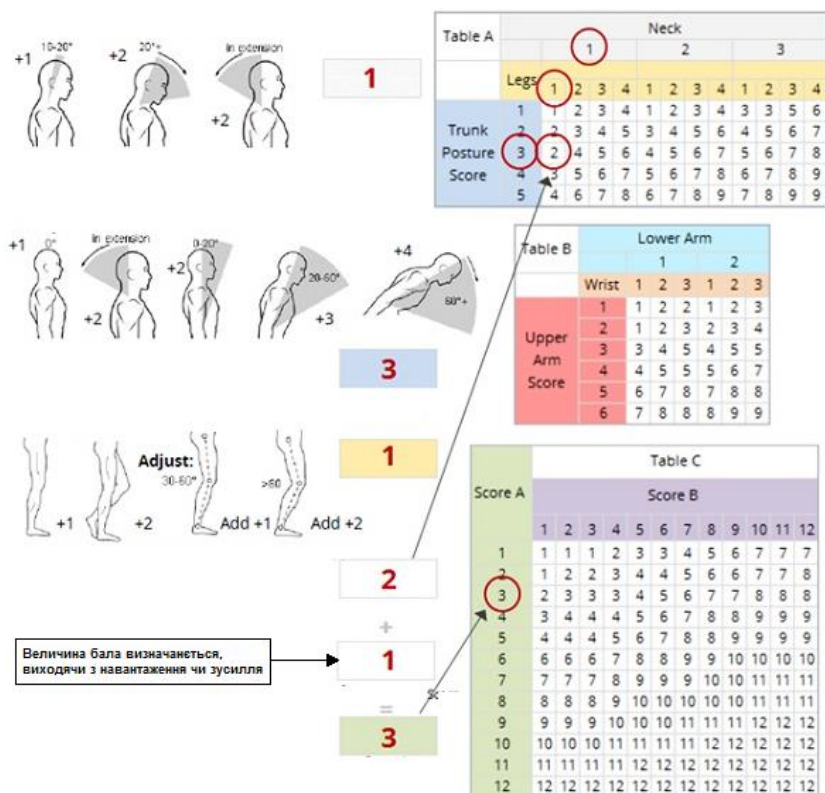


Рисунок 2.3 – Визначення результуючого балу після трьох кроків, що відповідають за розташування шії, тулуба ніг

На наступному кроці до отриманого значення додаються бали, які відповідають величині зусилля чи навантаження яке перекосить працівник виконуючи виробниче завдання (рис. 2.4). Одержаний результат, дозволяє знайти відповідний стовпець у таблиці «С».



**Рисунок 2.4** – Визначення результуючого значення з урахуванням навантаження для встановлення стовбця в таблиці «С»

Наступний етап присвячений визначенню балів, які відповідають розташуванню передпліччя, плеча і зап'ястя (рис. 2.5). Визначені бали підставляють у таблицю «В» (рис. 2.6), що дозволяє отримати результуюче значення.



Рисунок 2.5 – Фото робочої пози оператора

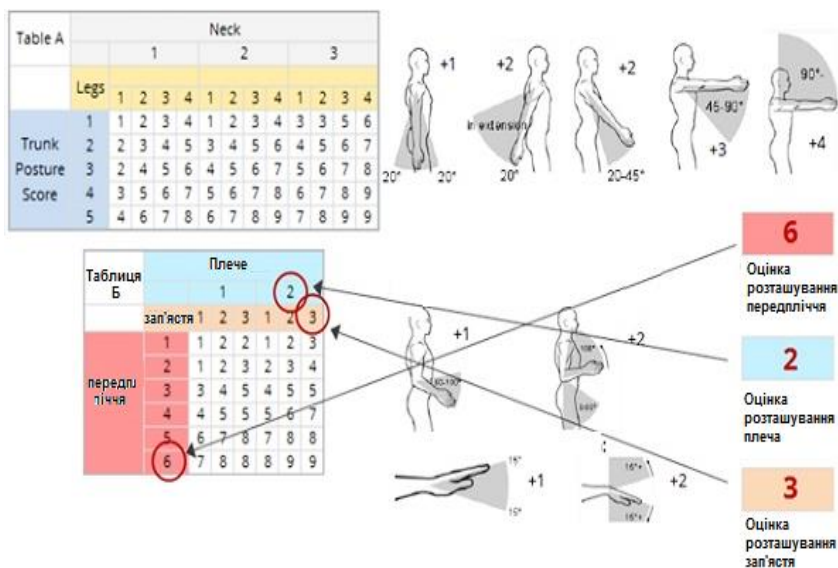


Рисунок 2.6 – Визначення результуючого балу за таблицею «Б»

Додаючи до нього бали, які характеризують тип захвату встановлюємо величину, яка допомагає знайти необхідний рядок у таблиці «С» (рис. 2.7). На перетині – знайдемо результуючий показник ризику, для уточнення якого додають бали, що відповідають за активність і складність роботи. У результаті одержимо певну цифру інтерпретація, якої дозволить прийняти управлінське рішення, щодо зменшення рівня ризику виникнення захворювання.

Загальним результатом проведеної оцінки є величина ризику виникнення захворювання опорно-рухового апарату, який є високим (рис. 2.8) і потребує кардинальних змін технології виконання робіт.

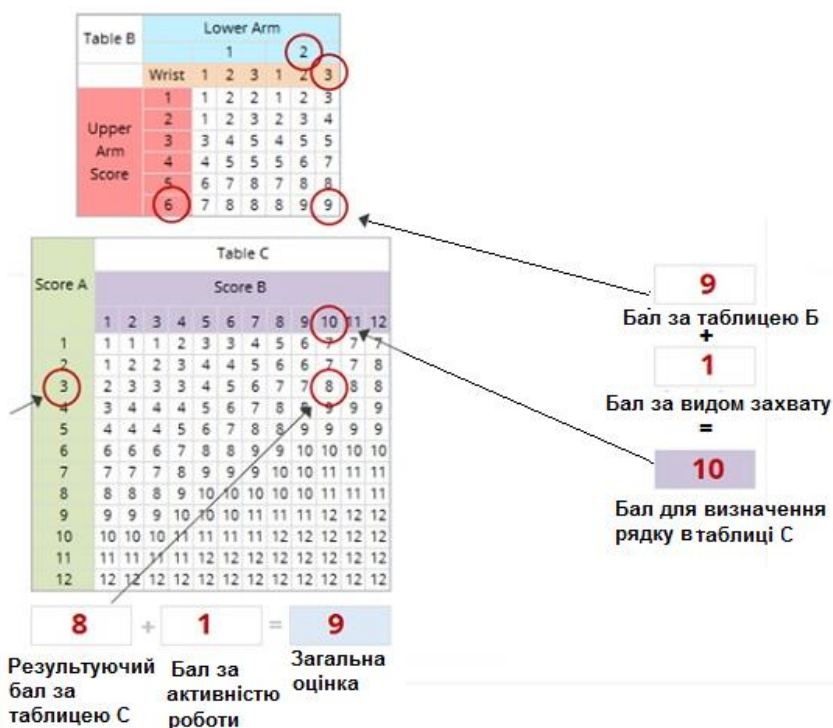


Рисунок 2.7 – Розрахунок загальної оцінки ризику

### Інтерпретація оцінок

1 – ризик відсутній;

2–3 – мінімальний ризик (потрібні незначні зміни);

4–7 – середній ризик (потрібне удосконалення технологій);

8–10 – високий ризик **У**роботи можна виконувати не можна, потрібні кардинальні зміни;

11 – неприпустимий ризик (роботи заборонені)

Рисунок 2.8 – Інтерпретація отриманого результату

Отримана оцінка дозволила знайти технологічне рішення для зменшення навантаження на опорно-руховий апарат і тим самим посприяла зменшенню розвитку професійних захворювань і виробничих травм (рис. 2.9).



До

Величина ризику 9



Після

Величина ризику 4

Рисунок 2.9 – Технологічне рішення для зменшення величини ергономічного ризику

Метод “RULA” – призначений для дослідження саме біомеханіки верхніх кінцівок тулубу людини. Цей метод полягає у застосуванні та подальшому індивідуальному представленні спеціального чек-листа (рис. 2.10), який розділений на дві частини «А» і «Б». До частини «А» відноситься оцінка незручності розміщення рук та зап'ястя людини. Частина «Б» присвячена дослідженню несприятливому розташуванню верхньої частини тіла.

Чек-листи з контрольними списками значну увагу приділяють зручності захвату, дизайну, приємним відчуттям. Контрольний список призначений для оцінки ергономічно пов'язаних конструктивних особливостей інструментів. Практична реалізація методу “RULA” полягає у визначенні відповідного балу для кожної верхньої частини тіла працівника по кожній операції (етапу) технологічного процесу. Бал визначається за представленими в чек-листі таблицями виходячи з фактичного діапазону та напрямку руху суглобів, задіяної величини зусиль і навантаження, а також реального стану їх активності.

Після оцінювання кожної операції технологічного процесу визначається загальна величину ергономічного ризику для технологічного процесу, який оцінюється.

## RULA Робочий лист з оцінювання працівників

Назва завдання

Дата:

### A. Аналіз плеча, передпліччя і зап'ястя

#### Крок 1: Аналіз положення плеча



Крок 1а: Якщо плече підняте: +1  
Якщо плече відведено назад: +1  
Якщо рука підтримується або людина схиляється: -1

оцінка положення плеча

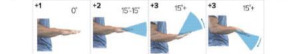
#### Крок 2: Аналіз положення передпліччя



Крок 2а: Якщо будь-яка рука працює над середньою лінією або збоку від тіла, додає +1

оцінка положення передпліччя

#### Крок 3: Аналіз положення зап'ястя



Крок 3а: Якщо зап'ястя зігнуто від середньої лінії, додає +1  
Крок 4: Якщо зап'ястя сильно зап'ясте: +2  
Якщо зап'ястя закручене: +1

оцінка закручене зап'ястя

#### Крок 5: Звернення до таблиці А

Використовуючи значення рядків 1-4, наведених вище, знаходимо відповідний бал у таблиці А.

#### Крок 6: Аналіз напруженості праці

Якщо робота переважно статична (тобто на протязі > 1 хв.), або якщо повторна дія відбувається 4 рази на хвилину: +1

оцінка використання мускульної сили

#### Крок 7: Аналіз фізичного навантаження

Якщо навантаження < 2 кг (переривчасте): +0.  
Якщо навантаження від 2 до 10 кг (переривчасте): +1.  
Якщо навантаження від 2 до 10 кг (статичне або повторне): +2.  
Якщо > 10 кг (статичне або повторне): +3.

оцінка статичного навантаження

загальна оцінка положення плеча, передпліччя, зап'ястя

### Оцінки

#### Таблиця А Оцінка зап'ястя

	Передпліччя				Зап'ястя, скручування			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	2	2	3	3	3	3
2	1	2	3	3	3	3	4	4
3	1	2	3	4	4	4	4	5
4	2	3	4	4	4	4	5	5
5	2	3	4	4	4	4	5	5
6	2	3	4	4	4	4	5	5
7	3	4	4	4	4	4	5	5
8	3	4	4	4	4	4	5	5
9	3	4	4	4	4	4	5	5

#### Таблиця С Оцінка зап'ястя/руки

	Шія, тулуб, оцінка ноги
1	1 2 3 4 5 6 7
2	1 1 2 3 3 4 5 5 6
3	2 2 2 3 4 4 5 5 6
4	3 3 3 4 4 5 6 6 7
5	4 4 4 5 5 6 7 7 8
6	5 5 5 6 6 7 7 8 9
7	6 6 6 7 7 8 8 9 9
8	7 7 7 8 8 9 9 9 9

#### Оцінка балів: (підсумковий бал з таблиці С)

1-2 = прийнятна поза;  
3-4 = небезпечна поза;  
5-6 = нестерпима поза;  
7 = нестерпна (травмонебезпечна) поза.

Оцінка RULA

### B. Аналіз положення шиї, тулуба, ніг

#### Крок 9: Аналіз положення шиї



Крок 9а: Якщо шия закручена: +1.  
Якщо шия згинається в бік: +1

оцінка положення шиї

#### Крок 10: Аналіз положення тулуба



Крок 10а: Якщо тулуб закручений: +1.  
Якщо тулуб нахилено у бік: +1.

оцінка положення тулуба

#### Крок 11: Аналіз положення ніг

Крок 11а: Якщо одночасно задані ноги і ступні: +1.  
Якщо ні: +2.

оцінка положення ніг

#### Таблиця В: Розташування тулуба

Шиїя	Ноги			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9

#### Крок 12: Звернення до таблиці В

Використовуючи значення рядків 9-11, наведених вище, знаходимо відповідний бал у таблиці В.

оцінка з таблиці В

#### Крок 13: Додайте показник фізичного навантаження

Якщо робота переважно статична (тобто на протязі > 1 хв.) або якщо повторна дія відбувається 4 рази на хвилину: +1

оцінка використанні мускульної сили

#### Крок 14: Додайте показник напруженості праці

Якщо навантаження < 1 кг (переривчасте): +0.  
Якщо навантаження від 2 до 10 кг (переривчасте): +1.  
Якщо навантаження від 2 до 10 кг (статичне або повторне): +2.  
Якщо > 10 кг (статичне або повторне): +3.

оцінка статичного навантаження

#### Крок 15: Звернення до таблиці С

Використовуючи значення рядків 12-14, наведених вище, знаходимо відповідний бал у таблиці С.

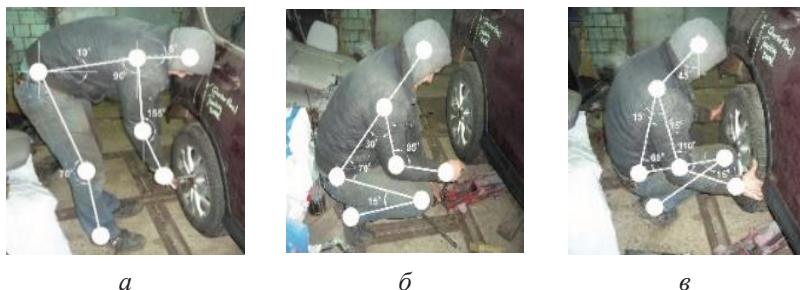
загальна оцінка положення шиї, тулуба, ніг

## Рисунок 2.10 – Метод “RULA”

Аналіз результатів досліджень з розрахунку величини ергономічного ризику травмування показав значну розбіжність в оцінках різних респондентів, які визначали ергономічність ручного інструменту за узагальненими контрольними списками, що є досить великим недоліком при застосуванні метода “RULA”. Щоб уникнути цього недоліка пропонується до початку визначення ергономічних ризиків провести оцінку ручного інструменту. Запропонований підхід дозволяє при визначенні балів врахувати як конструкцію, так і функціональність знарядь праці.

Для прикладу візьмемо операції шиномонтажу. Вихідними даними для розрахунків декілька фотографій, які характерні операціям: зривання гайок, підйом автомобіля домкратом, заміна колеса

Здобувач повинен нанести на фотографії лінії з розмітки поз для визначення кутів нахилу тулуба (рис. 2.11), та за допомогою електронної таблиці визначити показник ризику (рис. 2.12). Одержані результати заносяться у таблицю 2.1.



**Рисунок 2.11** – Фотографії з виконання технологічних операцій шиномонтажу: зривання (затягування) гайок (а), установка (зняття) домкрату і підйом (опускання) автомобіля (б), зняття (установка) колеса (в)

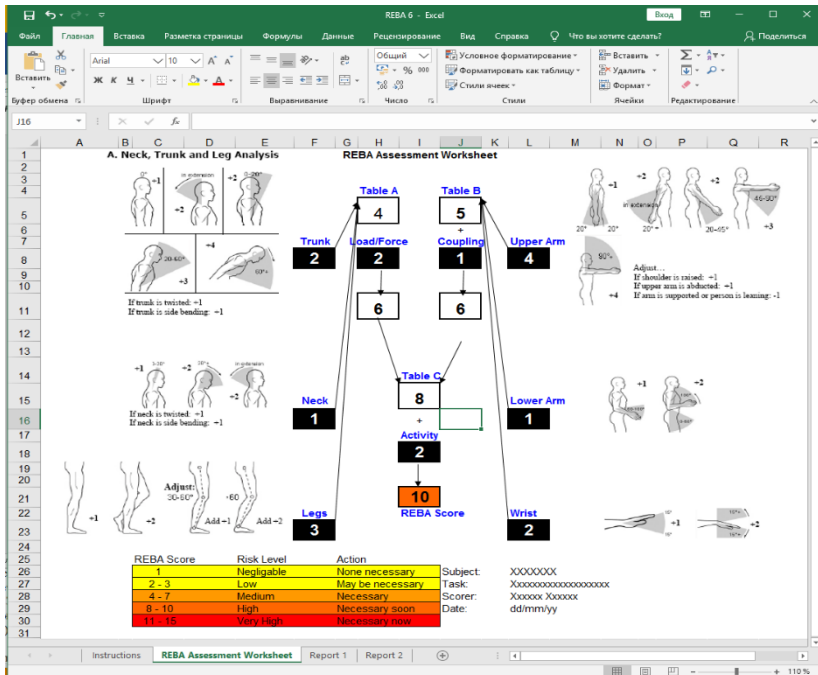


Рисунок 2.12 – Приклад розрахунку загальної величини ергономічного ризику при виконанні технологічної операції відкручування гайок

Таблиця 2.1 – Розрахунок ймовірності захворювання

№ з/п	Сутність технологічного процесу	Результат, отриманий за методом REBA	Загальна величина ймовірності захворювання
1	Зривання (затягування) гайок	10	0,833
2	Установка (зняття) домкрату і підйом (опускання) автомобіля	5	0,333
3	Зняття (установка) колеса	12	0,917

Результат даного розрахунку допомагає майбутньому фахівцеві знайти рішення також і для підвищення продуктивності праці. Кожний робітник отримує визначену платню за одну годину роботи, виходячи із 100 % його результативності. Однак проведені дослідження показують, що здебільшого вона коливається в межах від 50 до 85 %, через незручні робочі пози, значне психофізіологічне навантаження, яке відчуває робітник в процесі виконання роботи. Даний підхід допоможе зрозуміти як визначається доцільність запровадження новітнього комфортного обладнання. Реалізація поліпшення умов праці вимагає від керівників компаній розробки відповідної програми, яка повинна постійно удосконалюватись. У наведеному прикладі передбачена така можливість через урахування різноманітних витрат на організацію різноманітних пропозицій для покращення комфорту.

В роботі на конкретному прикладі показано один із шляхів обґрунтування економічної доцільності ергономічної модернізації робочого місця будь-якого виробництва, за рахунок вирішення оптимізаційної задачі пошуку мінімуму сумарних витрат на ергономічне обладнання та можливих збитків внаслідок небезпечних подій.

Подальші дослідження будуть направлені на розширення кількості можливих варіантів з удосконалення робочих місця, а також врахування витрат на ліквідацію наслідків нещасних випадків.

## **2.2. Методи ергономічного аналізу ручного інструменту**

Незважаючи на світову тенденцію до збільшення автоматизації виробничих завдань, у деяких галузях народного господарства й досі використовуються ручні інструменти.

Наприклад, сільське господарство, будівельна, лісова та інші галузі. Це призводить до появи виробничого травматизму та розвитку професійних захворювань опорно-рухового апарату. Потенційно небезпечні засоби виробництва – інструмент ударної дії та слюсарно-монтажний. Найчастіше під час роботи з таким

інструментом працівники отримують травми очей і рук. Часто виникає прогресуюче пошкодження рук, ліктя, зап'ястя, кисті, нервів, сухожиль і сухожильних оболонки пальців. Вважається, що кількість травм можна зменшити, якщо ручні інструменти були розроблені з акцентом на комфорт користувача та дотримуючи принципи ергономічного дизайну.

Тому виникає актуальна задача – визначення ергономічного способу використання ручного інструменту під час виконання певних видів робіт. Тому виникає необхідність у розробці дієвого алгоритму оцінювання комплексного ергономічного показника ручного інструменту, що дозволить зменшити фізичне навантаження під час його використання.

Для цього скористаємось алгоритмом, зазначеним в ДСТУ 7895:2015 «Дизайн і ергономіка. Правила оцінювання ергономічного рівня якості промислової продукції», а саме номенклатурою ергономічних показників, який складається з декількох корків:

*1. Створення групи експертів. Призначення керівника, технічного секретаря групи експертів. Визначення об'єктів оцінки ергономічного рівня якості.*

*2. Збирається вихідна документація для експертів, яка необхідна для виконання ергономічного оцінювання рівні якості промислових виробів.*

*3. Аналізування ергономічних властивостей виробів. Проводиться аналізування показників якості виробів, які в сукупності характеризують рівень ергономічності виробу в цілому.*

*4. Оціночна стадія* полягає в порівняльному аналізуванні ергономічних властивостей виробів. Складається з двох кроків. На першому проводиться оцінювання ергономічних показників в балах за розробленими чек-листами в яких зазначені ключові показники першого роду і другого роду. На другому – визначаємо комплексний ергономічний показник.

*5. Документування експертного висновку.*

**До номенклатури показників ергономічності першого роду відноситься:** зручність використання, зручність керування і контролю, спланованість виробу, обслугованість, гігієнічність виробу

і безпечність. **До другого роду відносяться:** фізичне навантаження, психічне навантаження, розвиток стомлення та відповідність конструкції виробу та його елементів антропометричним характеристикам. При цьому показники другого рівня є складовими показників першого рівня. Для оцінки ергономічності зазначених показників пропонується застосовувати **п'ятибальну шкалу** (1 – дуже погано, 2 – погано, 3 – задовільно, 4 – гарно, 5 – кращий).

Комплексний ергономічний показник визначаємо як суму всіх балів за показниками ергономічності першого і другого роду з урахуванням вагових коефіцієнтів. Вагові коефіцієнти кожного показника ергономічності визначаються експертами, виходячи зі його значимості при користуванні виробом.

Наведемо приклад з оцінки ергономічності ручного інструменту кутової шліфувальної машинки (рис. 2.13). Технічні характеристики, яких наведені в таблиці 2.2.



**Рисунок 2.13** – Типи кутових шліфувальних машин для проведення дослідження з оцінки комплексного ергономічного показника: *Bosch GWS 14-125 (1); WEV 15-125 Quick (2); STURM 1.9 кВт (3)*

**Таблиця 2.2** – Експлуатаційні характеристики кутових шліфувальних машин

Експлуатаційні характеристики	Тип кутової шліфувальної машини		
	Bosch GWS 14-125	WEV 15-125 Quick	STURM 1.9 кВт
1	2	3	4
Потужність	1,4 кВ	1,5 кВ	1,9 кВт
Вага	2,2 кг	2,5 кг	3,1 кг
Кількість оборотів холостого ходу	7500 об/хв	2800–11000 об/хв	8700 об/хв

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Регулювання обертів	Є	Є	Не має
Плавний пуск	Не має	Є	Є
Захист від випадкового ввімкнення	Є	Є	Ні
Запобіжна муфта	Є	Є	Не має
Без ключова заміна диску	Не має	Є	Не має
Захист від вібрації	Не має	Антивібраційна додаткова рукоятка	Не має
Діаметр диску	125 мм	125 мм	180 мм

Результатом опрацювання перших трьох кроків вище зазначеного алгоритму являється створення робочої групи, яка формує реєстр показників ергономічності, які характерні кутовим шліфувальним машинкам. В результаті отримуємо чекліст для визначення комплексного показника ергономічності (табл. 2.3). Під номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6 – наведені показники ергономічності першого роду, яким відповідають показники другого роду, що пронумеровані 1,1, 1,2–2,1, 2,2..., 3,1, 3,2–4.1, 4,2 і т. д. Кожному показнику відповідно до рекомендацій ДСТУ 7895:2015 підібраний ваговий коефіцієнт.

**Таблиця 2.3** – Чекліст з оцінки комплексного ергономічного показника виробу

№	Технічний, ергономічний, експлуатаційний показник виробу	Оцінка у балах	
		загальна	складові
1	2	3	4
1	<i>Чи зручне використання виробу за призначенням?</i>	e1	
1.1	<i>Фізичне навантаження</i>		e11
1.2	<i>Психологічне навантаження</i>		e12
1.3	<i>Розвиток стомлення та зниження функційного стану користувача виробом за заданий час</i>		e13
1.4	<i>Відповідність конструкції антропометричним характеристикам</i>		e14
<i>Сума <math>Ej21 = 0.03e11 + 0.06e12 + 0.04e13 + 0.06e14</math></i>			

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
2	<i>Чи зручні керування й контроль при роботі з виробом?</i>	e2	
2.1	<i>Зручність сприйняття інформації</i>		e21
2.2	<i>Зручність конструкції органів керування виробом</i>		e22
2.3	<i>Раціональність компоновання виробу</i>		e223
<i>Сума <math>E_{j22} = 0.04e21 + 0.06e22 + 0.06e23</math></i>			
3	<i>Чи швидке опановування виробу?</i>	e3	
3.1	<i>Якість інформаційної моделі</i>		e31
3.2	<i>Повнота та зручність інструкції з експлуатації виробу</i>		e32
<i>Сума <math>E_{j23} = 0.03e31 + 0.06e32</math></i>			
4	<i>Чи не створює виріб гігієнічне навантаження на робочу зону при його застосуванні?</i>	e4	
5	<i>Гігієнічність виробу</i>	e5	
5.1	<i>Фізичні чинники виробу</i>		e51
5.2	<i>Хімічні чинники виробу</i>		e52
<i>Сума <math>E_{j25} = 0.04e51 + 0.04e52</math></i>			
6	<i>Чи безпечний виріб при експлуатації?</i>	e6	
<i>Сума <math>E_{j1} = 0.19e1 + 0.19e2 + 0.19e3 + 0.19e4 + 0.12e5 + 0.12e6</math></i>			
<i>Сума <math>E_{j2} = E_{j21} + E_{j22} + E_{j23} + E_{j25}</math></i>			
<i>Оцінка комплексного ергономічного показника виробу, визначена експертом <math>E_j = E_{j1} + E_{j2}</math></i>			

При їх визначенні зважали, що кутові шліфувальні машини є одними із найнебезпечніших ручних інструментів, які потребують мінімального навантаження, максимального інформаційного супроводу, зручності й відповідності антропометричним параметрам користувачів. При цьому прийняли, що умови праці відповідають допустимим умовам праці за гігієнічною класифікацією

Перейдемо до оціночної стадії В таблиці 2.4 наведено результати оцінювання показників ергономічності другого рівня, в таблиці 2.5 – першого роду. Підсумковий розрахунок комплексного показника ергономічності виробу наведено в таблиці 2.6.

**Таблиця 2.4** – Результати визначення оцінок за ергономічними показниками 2-го роду

№	Ергономічний показник 2-го роду	Тип кутової шліфувальної машини		
		Bosch GWS 14-125	WEV 15-125 Quick	STURM 1.9 кВт
e11	Фізичне навантаження	3	2	4
e12	Психологічне навантаження	2	2	2
e13	Розвиток стомлення та зниження функційного стану користувача виробом за заданий час	3	4	3
e14	Відповідність конструкції антропометричним характеристикам	3	3	4
Сума $Ej21 = 0.06e11 + 0.09e12 + 0.09e13 + 0.06e14$		0,81	0,84	0,93
e21	Зручність сприйняття інформації	4	4	3
e22	Зручність конструкції органів керування виробом	3	5	3
e23	Раціональність компоновання виробу	4	4	4
Сума $Ej22 = 0.06e21 + 0.09e22 + 0.06e23$		0,75	0,93	0,69
e31	Якість інформаційної моделі	4	4	3
e32	Повнота та зручність інструкції з експлуатації виробу	4	4	3
Сума $Ej23 = 0.03e31 + 0.06e32$		0,36	0,36	0,27
e51	Фізичні чинники виробу	3	3	2
e52	Хімічні чинники виробу	–	–	–
Сума $Ej25 = 0.06e51 + 0.04e52$		0,18	0,18	0,12

**Таблиця 2.5** – Результати визначення оцінок за ергономічними показниками 1-го роду

№	Ергономічний показник 1-го роду	Тип кутової шліфувальної машини		
		Bosch GWS 14-125	WEV 15-125 Quick	STURM 1,9 кВт
1	Чи зручне використання виробу за призначенням?	4	4	3
2	Чи зручні керування й контроль при роботі з виробом?	4	5	3
3	Чи швидке опанування виробу?	4	4	4
4	Чи легке обслуговування виробу?	4	4	4
5	Чи не створює виріб гігієнічне навантаження на робочу зону при його застосуванні?	3	4	2
6	Чи безпечний виріб при експлуатації?	3	4	2
Сума $Ej1 = 0.19e1 + 0.16e2 + 0.09e3 + 0.1e4 + 0.08e5 + 0.15e6$		4,32	4,89	3,45

**Таблиця 2.6** – Результати визначення оцінки комплексного ергономічного показника кутових шліфувальних машин

№	Етап розрахунку суми ергономічних показників за групами	Тип кутової шліфувальної машини		
		Bosch GWS 14-125	WEV 15-125 Quick	STURM 1,9 кВт
1	Сума балів за ергономічними показниками 2-го роду	2,1	2,31	2,01
2	Сума балів за ергономічними показниками 1-го роду	4,32	4,89	3,45
3	Оцінка комплексного ергономічного показника виробу, визначена експертом $Ej = Ej1 + Ej2$	6,42	7,2	5,46

Аналіз отриманих даних показав, що комплексний ергономічний показник кутових шліфувальних машин найбільше залежить від ергономічних показників 2-го роду. Серед яких перевагу віддавали зручності конструкції органів керування виробом, психологічному навантаженню, яким встановили найбільший ваговий коефіцієнт. При цьому під час розрахунку суми балів за ергономічними показниками 1-го роду прийняли, максимальну величину вагового коефіцієнта серед розрахованих для підвищення безпеки.

Дивлячись на результати розрахунку ергономічних показників 2-го роду встановлених в табл. 2.6 бачимо, що найбільшу перевагу під час оцінювання було надано показникам фізичного, психічного навантаження та настання стомлення під час роботи з ручним інструментом, тоді як ергономічні показники фізичних чинників отримали найменшу кількість балів.

Зазначмо, що номенклатурні ергономічні показники (табл. 2.2), формувались виходячи з наданих технічних характеристик виробником. Однак їх можна значно розширити, користуючись даними стандарту ДСТУ 7895:2015, де наведено значний перелік різних ергономічних показників виробів.

Отже, особливість запропонованого алгоритму полягає у встановленні вагових коефіцієнтів значущості характеристик ручного інструмента з урахуванням безпечності, зручності та умов праці.

Ця методика може бути використана підприємством, коли виникає проблема придбання ручного інструмента для потреб виробничої діяльності.

Найбільш ергономічним з наведених кутових шліфувальних машин із зазначених показників ергономічності, які обирались, виходячи з уявних умов експлуатації являється модель WEV 15-125 Quick, в якій комплексний показник ергономічності складає 7.2 бали.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

---

1. Гервас О. Г. Ергономіка : навчально-методичний посібник. Умань : Візаві. 2011. 130 с.
2. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу : навчальний посібник / М. В. Колосніченко та ін. Київ : ПП «НВЦ «Профі», 2014. 386 с.
3. ДСТУ 3899-99. Дизайн і ергономіка. Терміни та визначення [Чинний від 2000–04–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2000. 22 с. (Національні стандарти України).
4. Дизайн і ергономіка : термінологічний словник для студентів / А. Т. Ашерова та ін.; за заг. ред. В. О. Свірка, А. Т. Ашерева. Харків : видавництво НТМТ, 2009. 98 с.
5. Енциклопедія швейного виробництва : навчальний посібник. Київ : «Самміт–книга», 2010. 968 с.
6. Іваськевич І. О. Ергономіка : навчальний посібник. Тернопіль : Економічна думка, 2002. 168 с.
7. ДСТУ 3998-2000. Матеріали та вироби текстильні, трикотажні, швейні та шкіряні. Показники якості. Терміни та визначення [Чинний від 2001–04–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2000. 96 с. (Національні стандарти України).
8. Терентьев О. О. Ергономіка інформаційних технологій : навчальний посібник. Київ, 2020. 95 с.
9. Буров О. Ю. Ергономіка / людський чинник в інформатизації освіти. *Педагогіка і психологія*. 2019. № 2. С. 30–37.
10. Шевяков О. В. Ергономіка в системі психології праці : навч. посіб. Дніпропетровськ : ДГУ, 2007. 157 с.
11. Прасолов Є. Я., Браженко С. А. Підготовка інженерів до умов виникнення техногенних ризиків. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 3/11 (63). С. 34–37.
12. Абракітов В. Е. Конспект лекцій з дисципліни «Ергономіка робочих місць». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 78 с.

13. Крюкова І. Проблеми ергономіки. *Економіка України*. 2009. № 6. С. 2–29.

14. Олійниченко О. М., Капінус Л. В. Фізіологія та психологія праці : конспект лекцій для студентів по спеціальності 6.030505 «Управління персоналом та економіка праці» галузі знань 0305 «Економіка та підприємництво» денної форми навчання. Київ : НУХТ, 2012. 177 с.

15. Dul J., Bruder R., Buckle P. et al. A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*. 2012. Vol. 55. № 4. P. 377–395.

16. Психологія праці та її безпеки : навчальний посібник / К. Н. Ткачук та ін. Хмельницький, 2011. 135 с.

17. Соловійова Л. М. Формалізація сучасного напрямку оптимізації діяльності залізничного транспорту. *Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*. Київ : НТУ, 2023. Вип. 79. 104 с.

18. Голобородько В. М. Ергономіка для дизайнерів : підручник. Харків : ХДАДМ, 2012. 378 с.:

19. Голобородько В. М. Вибрані глави проєктивної ергономіки. *Антропоморфний фактор* : навчальний посібник. Харків : ХДАДМ, 2004. 216 с.

20. Даниленко В. Я. Дизайн : підручник. Харків : ХДАДМ, 2003. 320 с.

21. Дизайнерська діяльність: Екологічне проєктування : науково-методичне видання / В. О. Свірко, О. В. Бойчук, В. М. Голобородько, А. Л. Рубцов. Київ : УкрНДІДЕ, 2016. 196 с.

22. Дизайнерська діяльність: стан і перспективи : інформаційно-методичне видання / В. О. Свірко, О. В. Бойчук, В. М. Голобородько, А. Л. Рубцов. Київ : УкрНДІДЕ, 2014. 171 с.

23. Мироненко В. П. Архітектурна ергономіка : підручник. Київ : НАУ-друк, 2009. 240 с.

24. Основи ергодизайну : навчальний посібник / В. О. Свірко, О. В. Бойчук, В. М. Голобородько, А. Л. Рубцов. Київ : НАУ, 20011. 300 с.

25. Кривенко Г. М., Шиманський В. Я., Лялюк-Вітер Г. Д., Стеліга І. І. Безпека та здоров'я працівників індустрії інформаційних технологій та енергетики : навчальний посібник. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2023. 308 с.

26. Кривенко Г. М., Лялюк-Вітер Г. Д., Шиманський В. Я. Проблематика запобігання виробничому травматизму працівників нафтогазової галузі. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*. 2021. № 2 (79). P. 64–72. DOI: [https://doi.org/10.31471/1993-9973-2021-2\(79\)-64-72](https://doi.org/10.31471/1993-9973-2021-2(79)-64-72)

27. Waters T. R., Putz-Anderson V., Garg A. Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute of Occupational Safety and Health, Division of Biomedical and Behavioral Science 1994. URL: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/94-110/pdfs/94-110.pdf>

28. Oregon Occupational Safety & Health Administration (OSHA). 2014. Oregon OSHA Technical Manual (TM), Ventilation Investigations, Section III, Chapter 3. URL: <http://www.orosha.org/standards/technical-manual/Section3-Chapter3.pdf>

29. Tullar J. M., Brewer S., Amick B. C., Irvin E., Mahood Q., Pompeii L. A., Wang A., Van Eerd D., Gimeno D., Evanoff B. Occupational safety and health interventions to reduce musculoskeletal symptoms in the health care sector. *Journal of Occupational Rehabilitation*. 2010 № 20 (2). P. 199–219. DOI:10.1007/s10926-010-9231-y

30. What Does TILE Stand For? The TILE & LITE Acronyms / High Speed Training [Електронний ресурс]. 2019. URL: <https://www.highspeedtraining.co.uk/hub/what-does-tile-stand-for/>.

31. Ku C. H., Radwin R. G., Karsh B. T. Power hand tool kinetics associated with upper limb injuries in an automobile assembly plant. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2007. № 4 (6). P. 391–399. DOI: 10.1080/15459620701326521

32. Dababneh A., Lowe B., Krieg E., Kong Y. K., Waters T. A Checklist for the Ergonomic Evaluation of Nonpowered Hand Tools. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2004 № 1 (12). P. D135-D145. DOI: 10.1080/15459620490883150

33. Myers J. R., Trent R. B. Hand tool injuries at work: A surveillance perspective. *Journal of Safety Research*. 1988. № 19. P. 165–176.

34. Aghazadeh F., Mital A. Injuries due to hand tools. *Applied Ergonomics*. 1987. № 4. P. 273–278. DOI: 10.1016/0003-6870(87)90134-7

35. Woodson W. E., Tillman B., Tillman P. Human Factors Design Handbook. New York: McGraw-Hill Education, 1992. P. 846. ISBN 9780070717688

36. Canada Safety Council (CSC): Hand Protection Occupational Safety and Health, (Data Sheet No. H-5). Ottawa: CSC, 1984.

37. Mital A., Sanghavi N. Comparison of maximum volitional torque exertion capabilities of males and females using common hand tools. *Human Factors*. 1986. № 28 (3). P. 283–293. DOI: 10.1177/001872088602800304

38. Helander M. G. Safety hazards and motivation for safe work in the construction industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1991. № 8. P. 205–223. DOI: 10.1016/0169-8141(91)90033-I

39. Lewis W. G., Narayan C. V. Design and sizing of ergonomic handles for hand tools. *Applied Ergonomics*. 1993. № 24. P. 351–356. DOI: 10.1016/0003-6870(93)90074-J

40. González A. G., Salgado D. R., García Moruno L. Optimisation of a laparoscopic tool handle dimension based on ergonomic analysis. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2015. № 48. P. 16–24. DOI: 10.1016/j.ergon.2015.03.007

41. Терентьев О. О. Ергономіка інформаційних технологій. Київ : КНУБА, 2018. 77 с. ерг-МУлаб-3.doc

### Нормативні документи

42. ДСТУ EN ISO 6385:2018 Ергономічні принципи під час проєктування робочих систем (EN ISO 6385:2016, IDT; ISO 6385:2016, IDT) [На заміну ДСТУ ISO 6385-99; ДСТУ EN ISO 6385:2005; чинний від 2019–01–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018.

43. ДСТУ ISO 8995-2003. Принципи зорової ергономіки. Освітлення робочих систем усередині приміщень (ГОСТ ISO 8995-2002, IDT) [Чинний від 2004–07–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2003. 35 с.

44. ДСТУ 3943-2000. Дизайн і ергономіка. Склад, виклад та зміст документації [Чинний від 2000–09–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2000. 18 с.

45. ДСТУ 3944-2000. Дизайн і ергономіка. Правила виконання дизайн-ергономічних робіт під час розроблення та поставлення продукції на виробництво [Чинний від 2000–09–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2000.

46. ДСТУ 3899:2013 Дизайн і ергономіка. Терміни та визначення основних понять [На заміну ДСТУ 3899-99, ДСТУ 2429-94 ; чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2013.

47. ДСТУ 4055-2001 Дизайн і ергономіка. Номенклатура дизайн-ергономічних показників якості продукції виробничо-технічного призначення [Чинний від 2002–05–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2002.

48. ДСТУ 8603–2015 Дизайн і ергономіка. Правила оцінювання рівня якості автоматизованих робочих місць [Чинний від 2017–07–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015.

49. ДСТУ 7298:2013 Дизайн і ергономіка. Правила оцінювання естетичного рівня якості промислової продукції [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2013. 13 с.

50. ДСТУ 7895:2015 Дизайн і ергономіка. Правила оцінювання ергономічного рівня якості промислової продукції [Чинний від 2016–07–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 14 с.

*Навчальне видання*

Укладачі:

**ЧЕБЕРЯЧКО** Сергій Іванович  
**КРУЖИЛКО** Олег Євгенович  
**ДЕРЮГІН** Олег Валентинович  
**ВОЛОДЧЕНКОВА** Наталія Валеріївна  
**МАЙСТРЕНКО** Володимир Володимирович

## **ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ**

**Навчальний посібник**

Друкується за авторською редакцією

Дизайн обкладинки В. Савельєва  
Технічний редактор О. Гринюк  
Верстка Ю. Семенченко



Підписано до друку 23.02.2026 р.  
Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Цифровий друк. Гарнітура Times.  
Ум. друк. арк. 8,14. Наклад 300.  
Замовлення № 0126-003.

Видавництво та друк: Олді+  
65101, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1  
тел.: +38 (095) 559-45-45, e-mail: office@oldiplus.ua  
Свідоцтво ДК № 7642 від 29.07.2022 р.

Замовлення книг:  
тел.: +38 (050) 915-34-54, +38 (068) 517-50-33  
e-mail: book@oldiplus.ua

