

**Національний технічний Університет
«Дніпровська політехніка»**



*Механіко-машинобудівний факультет
Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну*

**ЕРГОНОМІКА І ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство

Дніпро
2022

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Ергономіка і технічна естетика» для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство / К.А. Зіборов, Т.О. Письменкова, О.М. Твердохліб, І.В. Вернер – Дніпро: НТУ «ДП», 2022. – 39 с.

Упорядники:

К.А. Зіборов, доц.

Т.О. Письменкова, доц.

О.М. Твердохліб, ас.

І.В. Вернер, ас.

Затверджено до видання редакційною радою НТУ «ДП» (протокол № 1 від 25.01.2022) за поданням кафедри КТЕД (протокол № 8 від 10.02.2022).

Методичні матеріали призначені для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство які здобувають кваліфікаційний рівень бакалавра. Ці матеріали є допоміжним інструментом для студентів при засвоєнні методів ергономічного моделювання.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну к.т.н., доц. К.А. Зіборов.

ЗМІСТ

Вступ.....	
Лабораторна робота № 1.....	
Лабораторна робота № 2.....	
Лабораторна робота № 3.....	
Лабораторна робота № 4.....	
Лабораторна робота № 5.....	
Перелік посилань.....	

Вступ

Загальна мета ергономіки формулюється як єдність трьох аспектів дослідження та проектування - підвищення ефективності діяльності та відповідно функціонування системи «людина-машина-середовище», охорони здоров'я та розвитку особистості людей, які беруть участь у процесі діяльності.

Методологічною базою ергономіки, безумовно, є системний підхід. На його основі можливе використання в ергономічному дослідженні методів різних наук, на стику яких виникають та вирішуються якісно нові проблеми вивчення системи «людина-машина-середовище».

Ергономічний підхід до вивчення та оптимізації діяльності має свою специфіку - спрямованість ергономіки на проектування діяльності та її компонентів потребує застосування не тільки експериментальних, а й проектувальних методів. Використання в ергономіці узагальнених показників активності, напруженості та комфортності діяльності передбачає пошук інтегральних критеріїв.

Методи дослідження в ергономіці умовно можуть бути поділені на аналітичні (або описові) та експериментальні. У більшості досліджень вони тісно переплетені між собою і застосовуються одночасно, доповнюючи та збагачуючи один одного.

Моделювання структури та функцій системи «людина-машина-середовище» набуло в ергономіці широкого поширення. Існують різні види моделювання: предметне, предметно-математичне, знакове та його найважливіша форма – математичне. Крім того, широко застосовується стохастичне моделювання, що базується на встановленні ймовірнісних зв'язків між подіями.

В нижченаведених лабораторних роботах використовують різні способи ергономічного моделювання. Виконуючи наведені лабораторні роботи, студенти вивчають методику та інструментарій для антропометричного обстеження людини; проводять антропометричні дослідження тіла людини; вивчають методику визначення типології антропометричних показників тіла людини; створюють проект робочого місця; розробляють модель чашки з ручкою для власного перцентилю.

Завдяки отриманим під час виконання лабораторних робіт знанням і навичкам здобувачі зможуть отримати такі результати навчання:

- володіння основними принципами та прийомами проектного формування елементів та комплексів обладнання і предметного наповнення середовища;

- володіння методами ергономічної організації будь-яких фрагментів середового простору;

- проведення ергономічного аналізу виробів під час проектування;

- урахування при розробці проекту виробів особливостей матеріалів та їх формотворчих властивостей;

- дотримання правил техніки безпеки під час проектування.

Отримані в процесі навчання результати допоможуть сформувати професійні компетентності фахівця: здатність використовувати практичні

інженерні навички при вирішенні професійних завдань; здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства; здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів у професійній діяльності; здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень; здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів, які зазначені в Стандарті вищої освіти підготовки бакалаврів спеціальності 132 Матеріалознавство.

Лабораторна робота №1

Розмірна характеристика тіла людини

Мета роботи – вивчення антропометрії та прийомів антропометричного дослідження людини; освоєння методики визначення розмірних ознак, необхідних для проектування обладнання.

Завдання: вивчити методику та інструментарій для антропометричного обстеження людини; провести антропометричні дослідження тіла людини.

Антропометричні обстеження людини

Для проектування проводять антропометричні обстеження людей у межах антропометричної групи та визначають середні значення найважливіших показників частин тіла у заданих положеннях. Проектуючи в межах кількох близьких за своїми показниками груп (наприклад для вищих навчальних закладів), вказують середні показники віково-ростових груп.

Художнє конструювання масове та серійне ведеться на основі середньостатистичних антропометричних показників. При цьому середні значення показників беруться у разі, якщо вони зручніші у функціональному відношенні, ніж їх крайні варіанти.

Індивідуальне проектування ведеться на основі антропометричних ознак та особливостей людського тіла, для якого вона призначається.

Простір, необхідний людині при різних положеннях тіла, залежить не тільки від розмірів тіла, а й від характеру дії, що здійснюється, розмірів і форми навколишнього обладнання та планувальних параметрів приміщення. Деякі розміри людської фігури при різних положеннях і простір, що займається людиною, зображено на рис. 1.

Знання лише антропометричних ознак у статичних положеннях тіла недостатньо для функціонального проектування. Художник-конструктор при призначенні розмірів елементів конструкцій повинен враховувати біомеханічні можливості людини, що відповідають фізіологічним, гігієнічним та психологічним особливостям його організму.

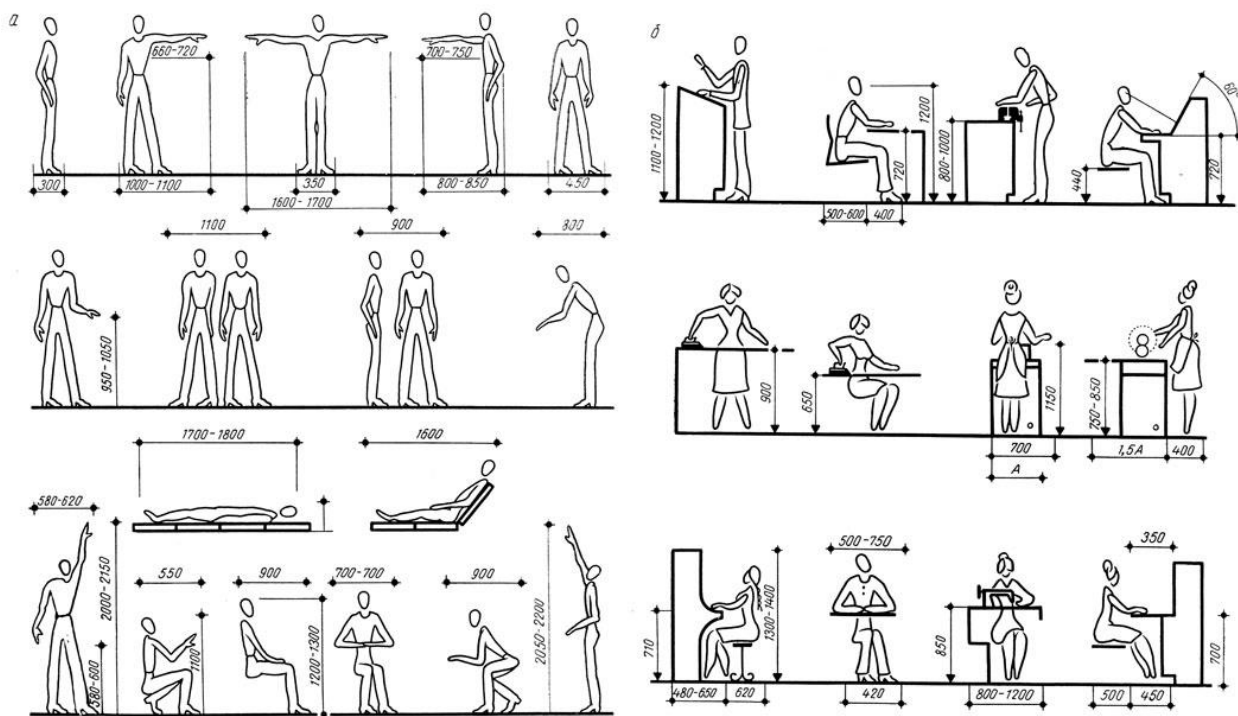


Рисунок 1.1 - Зайнятий людиною простір при різних положеннях тіла в процесі праці та відпочинку

Основними питаннями фізіології та гігієни праці, що знаходяться в полі зору художника-конструктора, є забезпечення зручного та стійкого робочого положення тіла (статичного та динамічного), визначення функціональних робочих зон, траєкторії рухів кінцівок та характер м'язової втоми.

Дослідженнями встановлено, що положення тіла впливає на діяльність внутрішніх органів і на весь організм людини.

У позі сидючи людина проводить значну частину свого часу. Вона стійкіша, вимагає меншої м'язової напруги. Проте людина втомлюватиметься в положенні сидючи, якщо стілець незручний, неправильно сконструйований. Встановлено, наприклад, що якщо висота стільця не відповідає росту людини, витрата енергії збільшується на 22%, а при різко вигнутій позі - до 46%.

Особливо необхідний підбір сидінь, що відповідають зростанню учнів, і дотримання прямої посадки, оскільки недотримання цих вимог може позначитися на фізичному розвитку та формуванні постави дітей, а систематичне відхилення від норм викликати низку захворювань, таких, як сколіоз, кіфоз та ін.

При надмірно високому сидінні передня кромка сидіння порушує кровообіг стегна, пряма спинка викликає сутулість і втому хребта, а від неправильного співвідношення висоти стільця по відношенню до столу і нахилу кришки розвивається короткозорість. Ці відхилення змушують людину робити кілька сотень рухів у пошуках найбільш зручного становища. За даними фізіологів ВНДІ профтехосвіти, учні за 45 хв роблять до 300 великих та від 600 до 2500 дрібних рухів.

Щоб підвищити функціональні якості обладнання та предметів побуту, необхідно створювати їх для певного призначення (наприклад, сидіння для

учня, друкарки, крісло для перукарні, для льотчика, стіл обідній, офісний тощо). Робочий простір має проектуватися з урахуванням того, що тіло людини під час роботи приймає різні положення і людина не повинна бути обмежена у своїх рухах.

Наприклад, невиправдане прагнення до створення "анатомічного" крісла, тобто крісла, що відповідає фігурі людини, так як таке сидіння може підійти тільки для однієї людини, та й вона буде втомлюватися, сидячи в одному положенні. Дельно в сучасних умовах сидіння з елементами, що трансформуються, і висотою дещо нижче розрахункової. Суворо фіксована пряма жорстка спинка і сидіння в робочих стільцях будуть менш зручними при тривалому сидінні.

Рекомендації гігієністів у розміроутворенні меблів для сидіння зводяться до наступного:

а) висота сидіння повинна знаходитися в такому співвідношенні з довжиною гомілки (разом зі стопою), щоб під час роботи забезпечувалося одночасне використання стільця як опори для сидалища та підлоги як опори для ніг (стопи); висота сидіння обумовлена довжиною гомілки зі стопою з додаванням 2-3 см на висоту каблука; жорстке сидіння проектується з поглибленням 12-15 мм, розташованим від переднього краю сидіння на $\frac{2}{3}$ його глибини, що унеможливорює ковзання людини вперед; горизонтальне сидіння створює надмірний тиск у ділянці таза, тому допускається виготовлення непрофільованого сидіння з нахилом у бік спинки $3-5^\circ$;

б) через різну статуру людей і періодичну зміну положення тіла ширина сидіння повинна бути дещо більш нормативної;

в) глибина стільця повинна становити $\frac{3}{4}$ довжини стегна, щоб забезпечити достатню опору; при великій глибині передній край стільця здавлюватиме підколінні судини і порушуватиме кровообіг нижніх кінцівок; менш глибоке сидіння не забезпечує людині достатньої площі опори, через що посадка його стає менш стійкою, а отже, більш стомлюючою;

г) спинка і сидіння стільця повинні забезпечувати опору тулуба в попереково-крижовій та підлопатковій областях (рис. 2); нижня частина спинки, на яку спирається попереk, повинна мати нахил $3-5^\circ$ від вертикалі і підпирати тулуб у місці поперекового викривлення; верхня частина спинки, на яку спирається спина повинна досягати нижніх кутів лопаток і бути нахилена на $7-12^\circ$; спинка повинна бути злегка увігнутою (у плані), щоб спина не ковзала у горизонтальному напрямку.

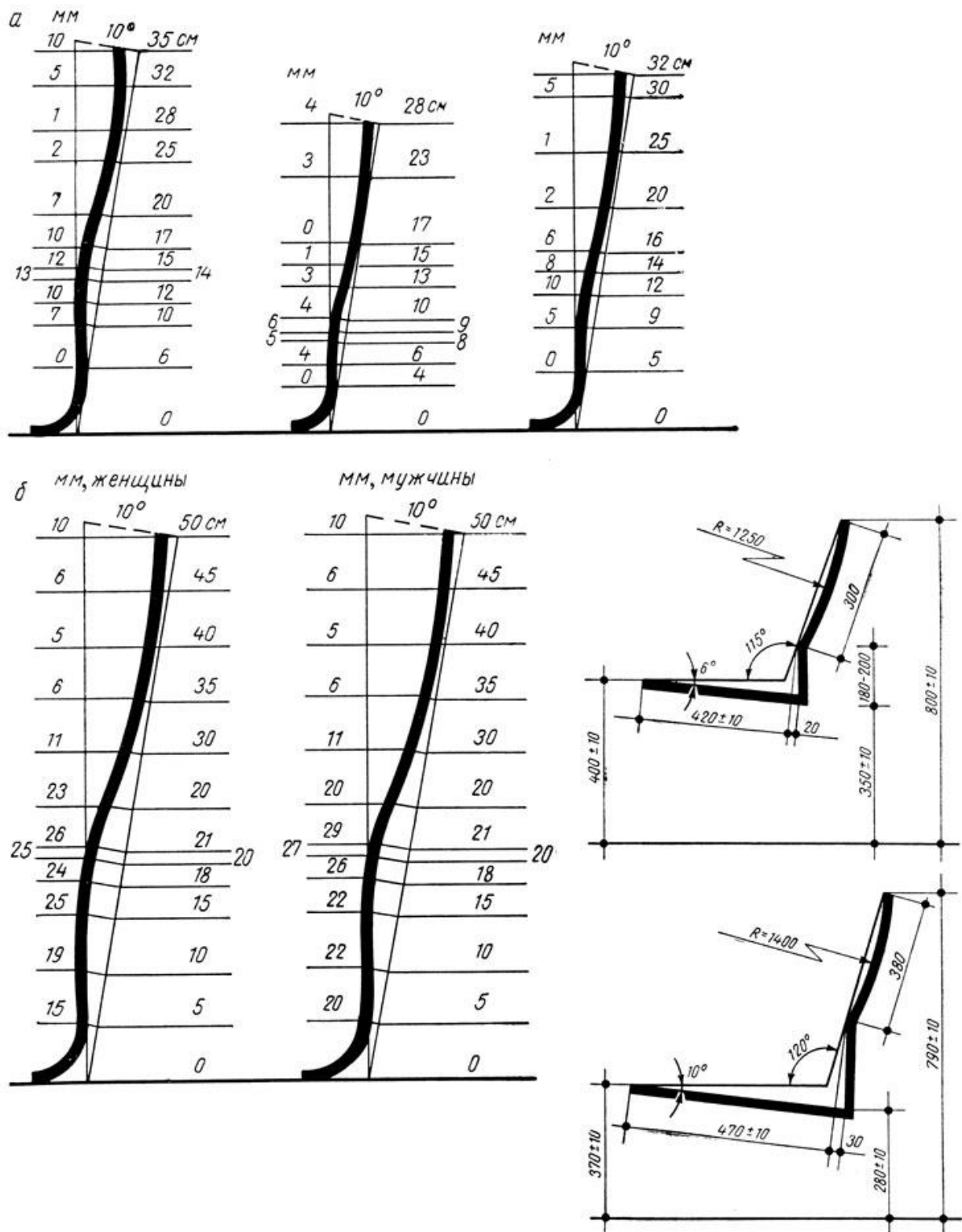


Рисунок 1.2 - Нормативи з проектування сидіння

У процесі художнього конструювання робочих місць необхідно звертати увагу на ряд співвідношень елементів столу та стільця, на диференцію та дистанцію спинки та сидіння (рис. 3).

Диференція - різниця у висоті між заднім (з боку сидячої людини) краєм столу та сидінням. Недостатня або зайва диференція веде до асиметричного положення тіла, змушує людину нахилитися, призводить до плоскогруддя,

сутулості та короткозорості, тому вона повинна бути такою, щоб людина вільно розташовувалася на столі передпліччя, не нахиляючи корпус і не піднімаючи плечового пояса. Фактично диференція дорівнює різниці висоти сидіння і ліктя опущеної руки плюс 2-2,5 см. Висота стола дорівнює висоті сидіння стільця плюс диференція. Відхилення диференції ± 2 см допустимі і не спричинять порушень в організмі.

Дистанція спинки – відстань по горизонталі від заднього краю столу до спинки сидіння. Вона дорівнює товщині тулуба збоку плюс 3-5 см. При великій дистанції збільшується відстань очей до об'єкта, що розглядається, це призводить до нахилу тулуба. Невелика дистанція стискає рухи, тисне на грудну клітку.

Дистанція сидіння - відстань від заднього краю кришки столу до переднього краю сидіння (глибина сидіння за винятком дистанції спинки та виступу спинки у бік сидіння). Дистанція сидіння буває негативною, нульовою та позитивною (див. рис. 3).

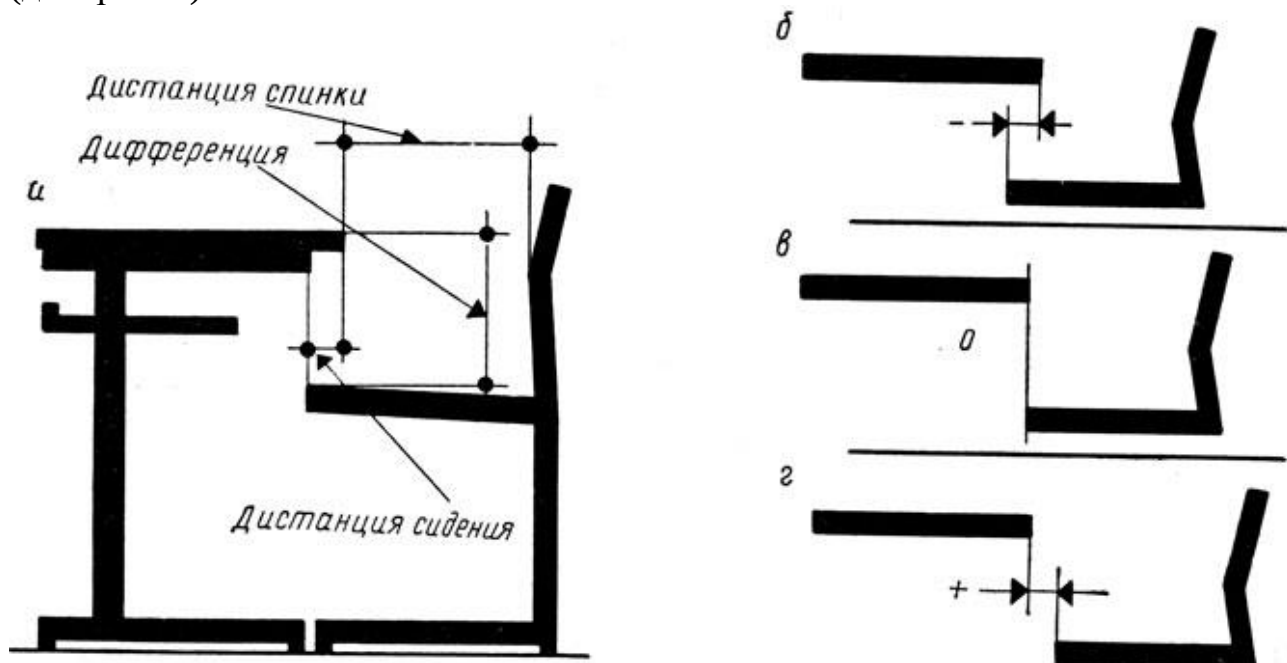


Рисунок 1.3 - Взаєморозташування столу та стільця: а – дистанція сидіння; б – негативна; в - нульова; г - позитивна

При проектуванні, наприклад, навчальних меблів необхідно враховувати, крім вище сказаного, таке:

- висота заднього краю кришки столу повинна дозволяти вільно, без піднімання чи опускання плечей, класти передпліччя на кришку;
- при виконанні письмової роботи та читанні кришка столу повинна перебувати в похилому положенні під кутом $12-15^\circ$, а кришка зі змінним кутом - $7-15^\circ$; органи зору формуються в дітей віком до 12 років, тому нахил кришки столу у цей період обов'язковий; нахил столу для старшокласників не настільки важливий, хоча умови видимості при читанні та письмі, коли кришка знаходиться при похилому положенні, краще, ніж при горизонтальному;

в) полиці, ящики або інші пристосування для зберігання різних предметів повинні розташовуватися таким чином, щоб людина могла вільно розміщувати ноги;

г) підніжка стола повинна розташовуватися таким чином, щоб була опора витягнутим ногам, мати нахил $20-25^\circ$ і ширину 80 мм.

Робота стоячи стомлює людину. За даними фізіологів, вона вимагає в 1,6 рази більше м'язової енергії, ніж сидючи.

Оптимальна висота робочої поверхні під час роботи стоячи за верстатом відповідає відстані від рівня підлоги до ліктя зігнутої руки. Наприклад, за даними досліджень, у 83% випадках висота слюсарних лещат повинна знаходитися в межах 91-110 см.

У майстернях, де працюють стоячи, меблі та обладнання повинні відповідати ростовим показникам. Робочі місця, висота яких більша за цю норму, регулюються відповідно до росту кожної людини шляхом зміни висоти верстатів або меблів.

Для досягнення оптимальних результатів праці слід чергувати позу «стоячи – сидючи» і скрізь, де це можливо, обладнати робочі місця спеціальними меблями (поворотними стільцями, що трансформуються і ін.).

При зміні пози повинні бути враховані вимоги збереження положення тіла людини відносно робочої поверхні, дотримання того ж кута зору (див. рис. 4).

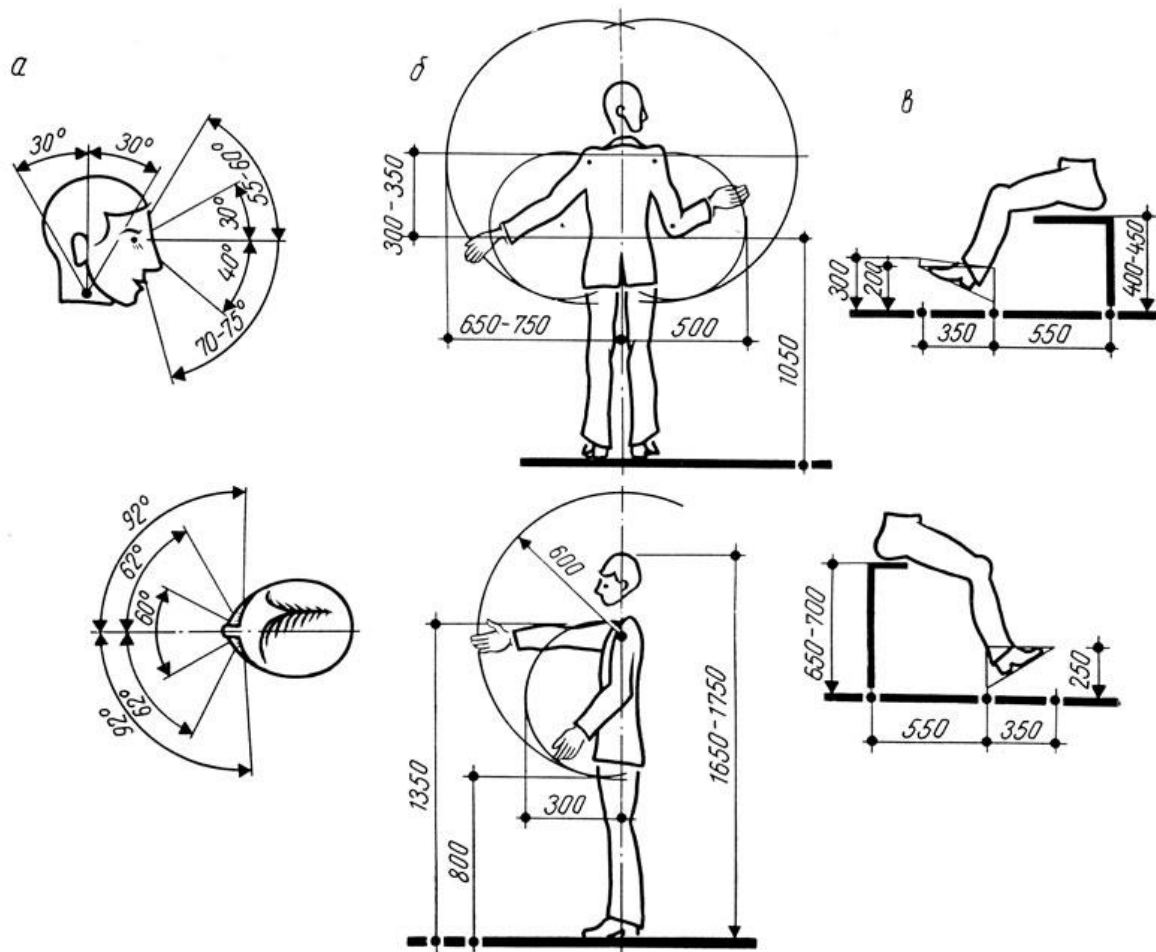


Рисунок 1.4 - Робочі зони: а) огляду; б) рук; в) ніг

Проектування меблів для положення людини напівсидячи - напівстоячи та напівлежачи залежить від специфічних вимог експлуатації та часу перебування людини в даній позі (наприклад, виробничі меблі, крісло космонавта).

Важливий етап у художньому конструюванні робочих місць, меблів та обладнання – визначення робочої зони, пов'язаної з комплексом раціональних трудових рухів людини, зон експлуатації та видимості. Це дає можливість більш точно визначити параметри робочих місць, меблів, раціональне компонування їх у приміщенні.

Робоча зона рук визначається діями їх на робочому місці в трьох вимірах і повинна обмежуватися рухами пальців, зап'ястя, передпліччя та плеча (рис. 4, б). Рухи корпусу виходять за межі нормальної робочої зони, що призводять до більш швидкої втоми.

Робоча зона ніг характеризується дією їх у трьох вимірах і має максимальні розміри вільного простору за висотою 63 см, шириною 50 см та глибиною 45 см (рис. 4, в).

Зручна підставка для ніг попереджає можливе порушення кровообігу та пов'язані з цим розлади чутливості та координації рухів. Як показує досвід, висота підніжки, її нахил і ширина повинні бути розраховані так, щоб кут між гомілом і стегном, а також між гомілом і стопою був трохи більшим за прямий. У разі неправильного розміщення ніг робітника на деяких видах роботи знижується точність рухів до 5%.

Художнє конструювання робочих місць пов'язане із забезпеченням умов для нормального зорового сприйняття в межах робочої зони, тому художнику-конструктору необхідно знати межі та основні зони зорового поля людини (рис. 4, а).

Зона найкращої видимості при положенні тіла сидючи і стоячи визначається верхнім вертикальним кутом, рівним 30° , і нижнім кутом, рівним 40° вниз від лінії зору. Цю зону збільшує рух яблука ока до $50-60^\circ$ і вниз до $70-80^\circ$, а також поворот голови до 45° у горизонтальній площині та 30° - у вертикальній. Оптимальний кут огляду горизонтальній площині дорівнює $30-40^\circ$.

Знання меж зорового поля та зон огляду необхідне художнику-конструктору при проектуванні меблів та інтер'єру загалом. Особливого значення зорове сприйняття набуває під час перегляду телевізійних передач як в побутових умовах, і у умовах навчального і промислового телебачення.

Ефективне сприйняття зображення в переглядових телеаудиторіях залежить від розміру екрана, висоти його розташування від рівнів підлоги, відстані місць сидіння від телевізора та відносно поздовжньої осі кінескопа. Ці фактори впливають на визначення зони перегляду - площі перед екраном телевізора, в межах якої видно зображення.

Переглядова зона може бути умовно поділена на ділянки комфортної зони видимості, оптимальної зони, зони задовільної видимості та незручної зони. Кожна зона обмежується мінімальною та максимальною відстанню від екрану та горизонтальним кутом огляду.

Наприклад, нижній край телевізора при суспільному перегляді повинен розташовуватись на відстані 130 см від підлоги та вище, щоб глядачі могли легко бачити зображення над головою своїх сусідів. Перевищення променя зору не повинно бути менше 12-13 см. Можливе встановлення екрану нижче 130 см для молодших школярів, а також при зміщенні сидінь (у шаховому порядку) або розміщенні їх для перегляду передачі невеликою групою.

Слід враховувати раціональне розміщення органів ручного та ногового управління, приладів, розташування їх у зручній зоні дії верхніх та нижніх кінцівок людини залежно від положення тіла, зорового сприйняття та біомеханічних можливостей працюючого. Потрібно враховувати необхідність заміни деталей, вільний та зручний доступ до різних механізмів, зручність розміщення та використання в потрібний момент аварійного та рятувального обладнання (рис. 5).

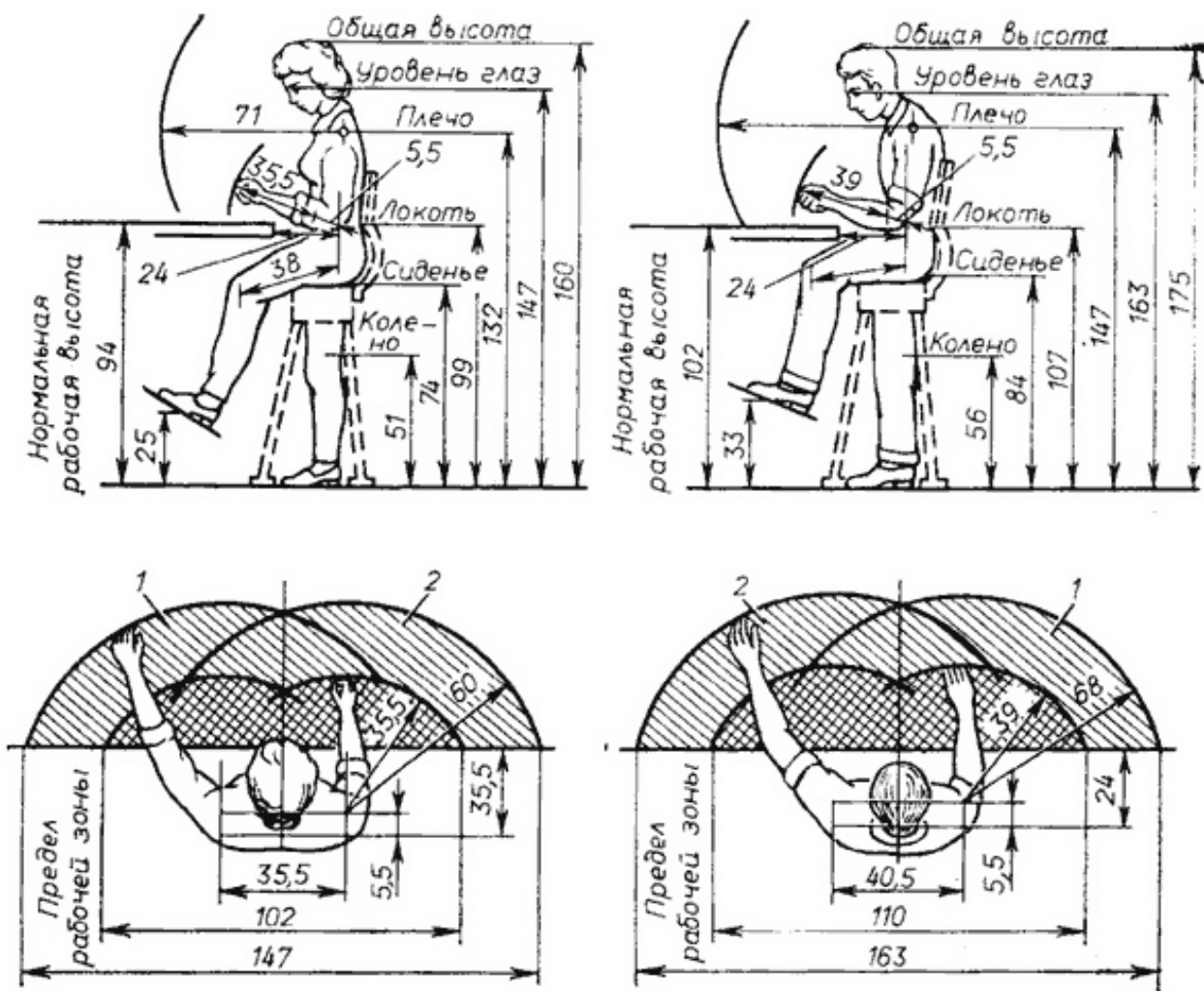


Рисунок 1.5 - Параметры рабочего места (ручное та ножное управление)

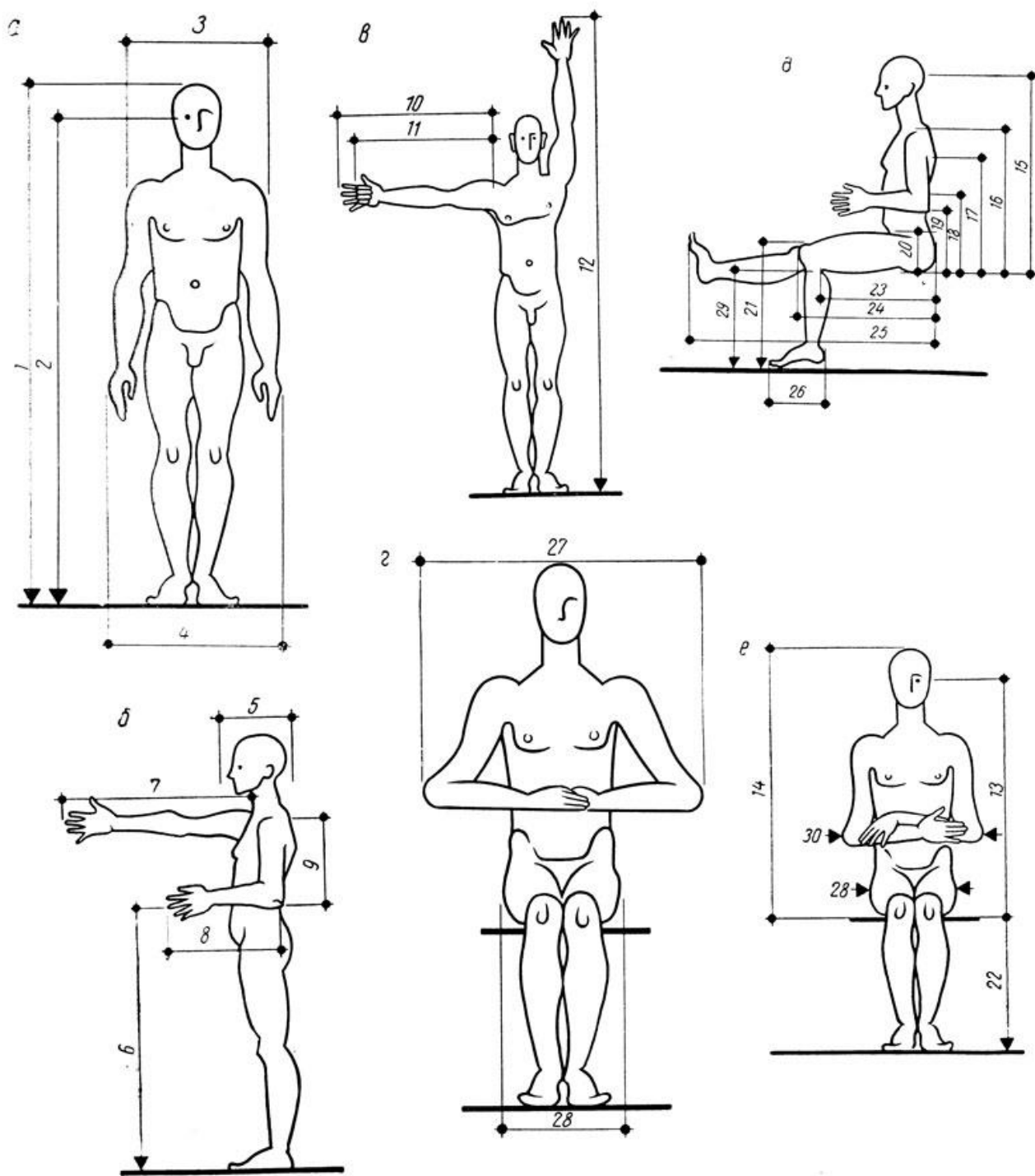


Рисунок 1.6 - Основні антропометричні ознаки людини

Методичні вказівки

1. Лабораторну роботу виконує група з трьох осіб, кожен з яких поперемінно виступають у ролі вимірюваного та вимірювача, того, хто проводить вимірювання або записує результати.
2. Вимірювачі повинні фіксувати положення кожної точки, дотримуватися суворої одноманітності прийомів вимірювання. Вимірюваний у процесі вимірювань повинен зберігати певну статичну позу.
3. Розмітку антропометричних точок на поверхні тіла людини та проведення вимірювань тіла виконують за наведеною схемою (рис. 1.6).
4. Перед початком вимірювання на тілі вимірюваного відзначають п'ять вихідних точок. Положення шийної точки визначають промацуванням при злегка нахиленій голові, основу шиї, плечову точку, задній кут пахвової западини та точки висоти лінії талії визначаються візуально. Крапки розмічають на тілі ручкою або олівцем. Фіксують горизонтальне положення лінії талії еластичною тесьмою та контролюють її під час вимірювань.
5. Наступний етап - проведення вимірів. Вимірювання проводять зверху донизу. Парні вимірювання проводять по правій стороні, найбільш розвиненій стороні тіла.
6. Кожен вимір проводиться не менше 2-х разів. Середню величину показань записувати в окрему графу.
7. Якщо вимірювання відрізняються більш ніж на 0,5 см вимірювання виконують третій раз, результат, що різко відрізняється, виключається з розрахунків.
8. Результати вимірів вносяться до таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Таблиця антропометричних обмірів тіла

Показник	Умовне позначення	Розмір, мм
Зріс тіла (стоячи)	1	
Висота очей	2	
Дельтоїдна ширина плечей	3	
Ширина опущених рук	4	
Найбільший сагітальний діаметр тіла	5	
Висота до ліктя зігнутої руки	6	
Довжина руки, витягнутої вперед	7	
Передпліччя - кисть	8	
Довжина плеча	9	
Довжина руки, витягнутої у бік	10	
Довжина редукованої руки	11	
Довжина тіла з витягнутою рукою	12	
Висота очей над сидінням	13	
Довжина тіла над сидінням	14	
Висота сидіння до найбільш виступаючої частини голови	15	
Висота плечей над сидінням	16	
Висота лопаток над сидінням	17	
Висота попереку над сидінням	18	
Висота ліктя над сидінням	19	
Діаметр стегна	20	
Висота коліна	21	
Висота від підшви до сидіння	22	
Довжина стегна редукованого	23	
Довжина стегна	24	
Довжина ноги	25	
Довжина ступні	26	
Ширина розсунутих ліктів	27	
Найбільший діаметр стегон	28	
Висота від підшви до підколінної западини	29	
Ширина ліктів	30	

Примітки:

Ознаки 4, 6, 15, 18, 27, 29, 30, які мають інтерес у художньому конструюванні меблів, вимагають додаткових досліджень.

М - середня арифметична величина ознаки;

σ – середнє квадратичне відхилення.

Лабораторна робота №2

Антропометрія кисті руки

Мета роботи – вивчення антропометрії та прийомів антропометричного дослідження кисті руки; освоєння методики визначення обхвату\захвату кистю та її розмірних ознак, необхідних для проектування рукояток.

Завдання: вивчити методику та інструментарій для антропометричного обстеження кисті руки; провести антропометричні дослідження кисті руки.

Антропометрія кисті руки

Методи обмірювання кисті руки.

Морфологічні ознаки, що визначають форму кисті руки людини, коливаються в залежності від статі, віку людей, епохальних змін та ін. Спостерігається різноманітність не лише окремих розмірів, а й пропорцій кистей рук людини.

Для отримання точних та порівнянних даних кисті рук вимірюють між певними антропометричними точками та за окресленими межами на м'яких тканинах або за специфічними шкірними утвореннями (рис. 2.1).

Розміри кисті значною мірою залежать від положення кисті вимірюваного, тому кисть вимірюють у певному положенні, передбаченому методикою. Дотримання техніки вимірювань є причиною отримання порівнянних та точних даних.

Анатомічні точки та лінії повинні відповідати чітко вираженим і легко фіксованим точкам скелета, м'яких тканин та шкірних утворень. На кисті такими точками та лініями є наступні (рис. 1):

кінцеві пальцеві точки a1, a2, аз, a4, a5 – кінцеві точки м'язової тканини на кінцях першого – п'ятого пальців кисті;

лінія основи кисті - лінія шкірної складки, що утворюється відповідно на долонній або тильній поверхні проксимального відділу при згинанні або розгинанні кисті і проходить через шилоподібний відросток променевої кістки;

середина основи кисті - точка середини лінії основи кисті на долонній Сл або тильній поверхні Ст.

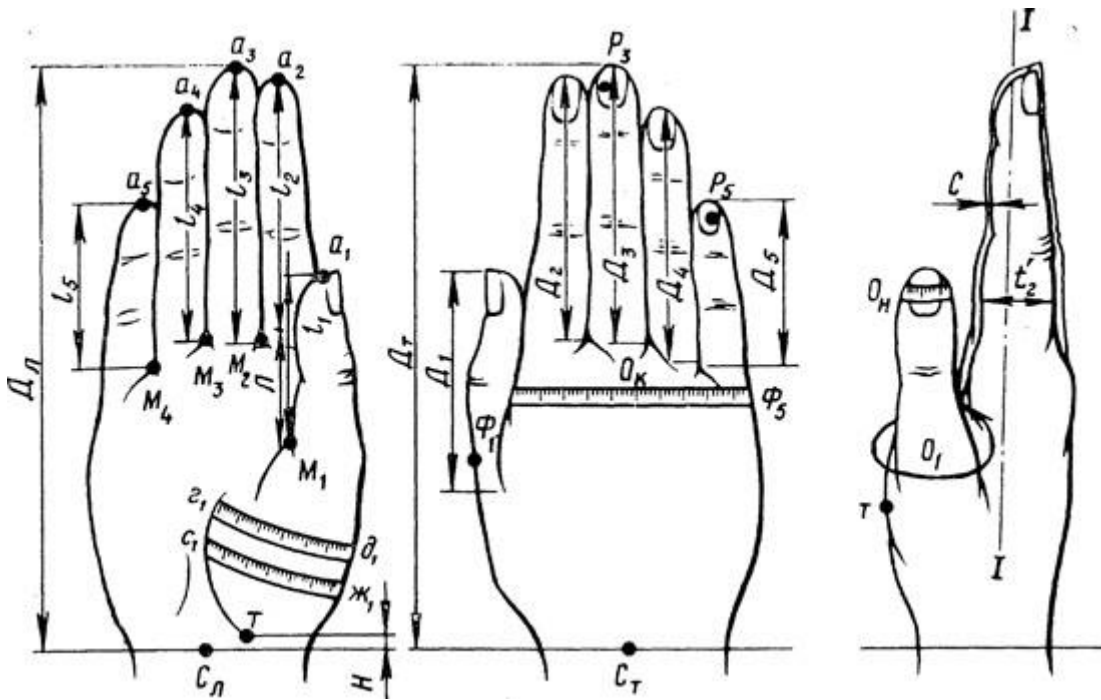


Рисунок 2.1 - Програма обмірювання пензля

Усі вимірювання проводять у певних площинах, застосовуючи два способи обмірювання. При першому способі вимірюють відстань між двома точками проекції на певну площину. Розміри, що лежать в одній сагітальній та одній фронтальній, але в різних горизонтальних площинах, називаються поздовжніми діаметрами, або довжинами.

Розміри, що лежать в одній горизонтальній та одній фронтальній площинах, але в різних сагітальних, називаються поперечними діаметрами (наприклад, ширина кисті).

При другому способі вимірювання виконують гнучкою міліметровою стрічкою по поверхні кисті і отримують обхвати, а також деякі поперечні і поздовжні вимірювання.

Більшість обхватів і розмірів по ширині вимірюють у горизонтальній площині, поздовжні розміри – у сагітальній.

Антропометричне обстеження починають із розмітки антропометричних точок та ліній. Після розмітки кисть укладають у певне положення – горизонтальна площина, так щоб усі пальці та основа долоні прилягали до поверхні (рис. 2.2). Вимірюють, як правило, праву кисть. Гнучка стрічка має щільно прилягати до кисті, але не деформувати м'які тканини.

Антропометричний вимір кисті руки проводиться за певною програмою залежно від мети дослідження. Решта вимірів доповнюють морфологічну характеристику типів, необхідну для проектування та визначення пропорцій кисті.

Кисть людини виконує в основному хапальні рухи, у процесі яких вона згинається в області п'ястнефалангових та міжфалангових суглобів. При згині змінюються розміри кисті, що має бути враховано під час проектування.

Розмірні ознаки, що включаються в програму для вивчення їх зміни під час руху кисті, повинні бути виміряні в розпрямленому стані та з зігнутими пальцями у статиці.

Основними розмірними ознаками кисті є такі:

довжина кисті $D_{\text{л}}$ - відстань від середини основи пензля до кінцевої пальцевої точки третього пальця;

довжина пальця - відстань від відповідної міжпальцевої точки, спроектованої на вертикальну вісь поверхні пальця, що вимірюється, до кінцевої пальцевої точки.

обхват кисті $O_{\text{к}}$ - на рівні головки п'ятої п'ястної кістки (кисть лежить на столі, великий палець відведений убік).

Усі перелічені вимірювання виконують при відведенні першого пальця приблизно на 35° .

Усі перелічені виміри виконують при випрямлених пальцях.

Але в природному положенні кисть дещо зігнута у п'ястнефалангових та міжфалангових суглобах. Для обмірювання кисті у природному положенні застосовують шаблон, що має різну кривизну поверхні, на яку укладають кисть при обмірюванні.

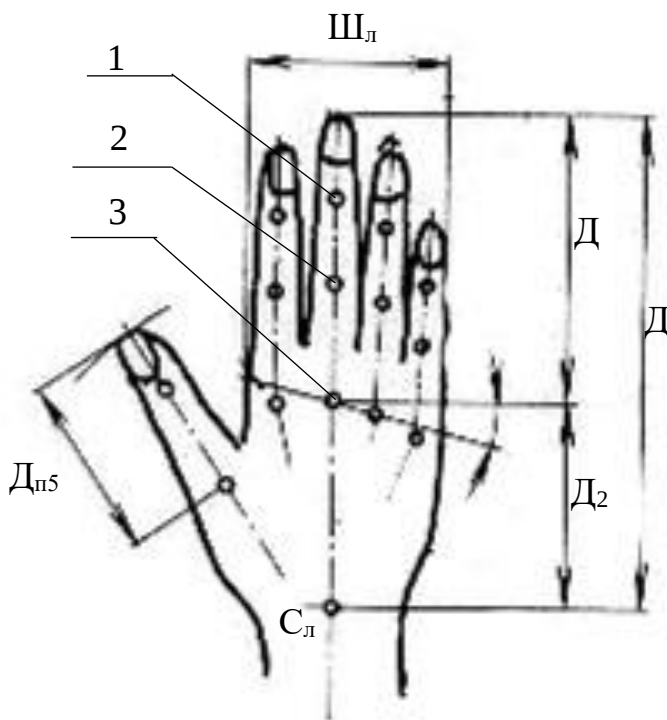


Рисунок 2.2 - Обмір кисті у проекції на столі

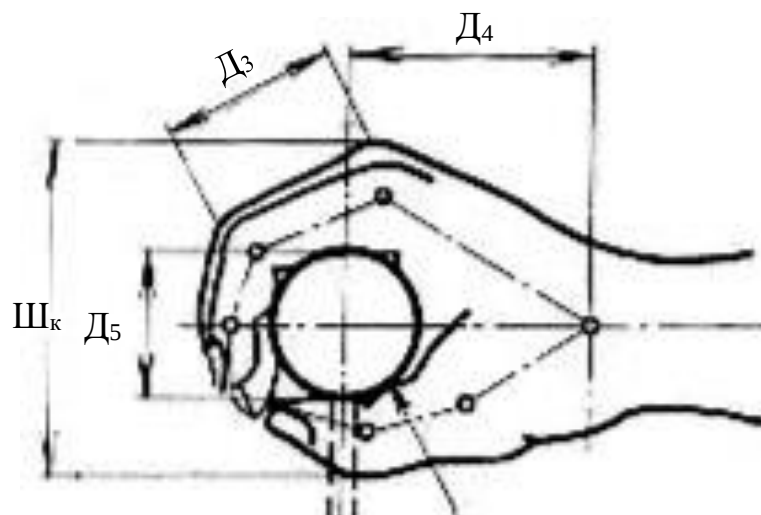


Рисунок 2.3 - Обмір кисті з захватом

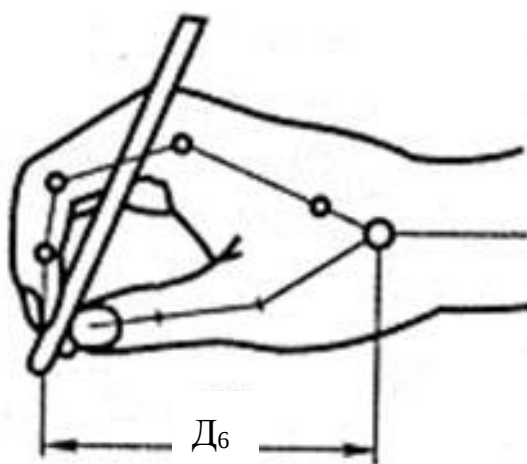


Рисунок 2.4 - Обмір кисті у проекції на столі

Методичні вказівки

1. Лабораторну роботу виконує група з двох осіб, кожен з яких поперемінно виступають у ролі вимірюваного та вимірювача, того, хто проводить вимірювання та записує результати обмірів.

2. Вимірювачі повинні фіксувати положення кожної точки, дотримуватися суворой одноманітності прийомів вимірювання. Вимірюваний у процесі вимірювань повинен зберігати певну статичну позу кисті.

3. Розмітку антропометричних точок на поверхні тіла людини та проведення вимірювань тіла виконують за наведеною схемою (рис. 2.2, 2.3, 2.4).

4. Перед початком вимірювання на кисті руки вимірюваного відзначають вихідні точки, зазначені на схемах (рис. 2.2, 2.3, 2.4).

5. Вимірювання проводять по робочій руці як найбільш розвиненій.

6. Кожен вимір проводиться не менше 2-х разів. Середню величину показань записують в окрему графу.

Якщо вимірювання відрізняються більш ніж на 0,5 см вимірювання виконують третій раз, результат, що різко відрізняється, виключається з розрахунків.

7. Результати вимірів вносяться до таблиці 2.

Таблиця 2 - Таблиця обмірів кисті

Показник	Умовне позначення	Розмір, мм
Довжина кисті	Д _л	
Ширина кисті	Ш _л	
Довжина великого (5-го) пальця	Д _{п5}	
Відстань від третьої антропометричної точки до кінцевої пальцевої точки 3-го пальця	Д ₁	
Відстань від основи зап'ястя до третьої ергономічної точки середнього пальця	Д ₂	
Відстань між другою та третьою ергономічними точками середнього (3-го) пальця	Д ₃	
Відстань від основи долоні до центру предмета, затиснутого в кисті	Д ₄	
Діаметр кільця утвореного першим (великим) та 3-м (середнім) пальцями (діаметр затиснутої рукоятки) (рис. 2.3)	Д ₅	

Ширина кулака (із затиснутим предметом/рукояткою)	$\text{Ш}_\text{к}$	
Відстань від основи зап'ястя до кінцевої пальцевої точки вказівного (4-го) пальця із затиснутим предметом (рис. 2.4)	Д_6	

Лабораторна робота №3

Розмірні антропометричні показники тіла

Мета роботи – освоєння методики визначення типології антропометричних показників тіла; визначення процентиля для антропометричних показників тіла людини

Завдання: вивчити методику визначення типології антропометричних показників тіла людини

Процентильні показники антропометричних ознак

Як показує статистика, вимірювання тіла в кожній конкретній популяції розподіляються таким чином, що їх більшість тяжіє до середніх показників, а найбільші та найменші вимірювання нечисленні. Оскільки неможливо розробити дизайн для усього населення, дуже важливо створити розмірну типологію.

Для створення розмірної типології антропометричних показників тіла людини з усіх антропометричних ознак слід вибрати такі, що найкраще визначають форму.

Правильний вибір провідних ознак та встановлення їх числа є одним із основних завдань побудови будь-якої розмірної типології. Число типів насамперед залежить від числа провідних ознак, яке має бути оптимальними, тому що кожна нова ознака збільшує кількість розмірних варіантів. У той самий час однієї провідної ознаки замало для характеристики показника.

Для розробки гарного дизайну необхідно вибрати сектор із середніми показниками і сьогодні загальноприйнятою практикою вважається не брати до уваги крайні порогові значення та працювати на 90 відсотків населення. Тому більшість антропометричних даних виявляється у процентилях.

В основу методу процентилей покладено аксіому про те, що будь-яка антропометрична ознака є випадковою величиною, підпорядковується нормальному закону розподілу і можна з певною ймовірністю визначити його розміри. Причому необхідний діапазон мінливості характеристики, що враховується, задається в частках середньоквадратичного відхилення по відношенню до математичного очікування.

Процентиль (перцентиль) - значення антропометричної ознаки (наприклад, довжина тіла, висота плеча над підлогою) для сотої частки сукупності виміряних людей.

Для зручності досліджень населення ділять на 100 категорій - кожна по одному відсотку, і дані, що стосуються певних вимірювань тіла, мають у своєму розпорядженні зростаючу у вигляді криву. Перший процентиль зростання означає, наприклад, що з 99 відсотків піддослідних цієї групи зростання вище, ніж у цієї категорії. 95-й процентиль зростання показує, що тільки п'ять відсотків обстежуваних мають більший ріст, а 95 відсотків - такий самий або нижче. Кожен процентиль має свій номер, що збігається з його порядком.

Маючи справу з відсотками, треба мати на увазі, що, по-перше, антропометричні відсотки відносяться тільки до одного виміру тіла даного

індивідуума. По-друге, немає індивідуума 95-го, 90-го чи 5-го процентиля. Це віртуальні цифри. У людини з 50-м процентилем росту може бути 40-й перцентиль висоти коліна і 60-й перцентиль довжини кисті.

50-й перцентиль дуже близький до середніх показників середньостатистичної людини, і розробити дизайн, спираючись на дані 50-го процентиля було помилкою, тому що подібні дії призведуть до обмеження інтересів 50 відсотків представників досліджуваної групи.

При проектуванні виробів, обладнання, організації інтер'єрів та робочих місць дизайнеру дуже важливо пам'ятати, що зручність їх експлуатації має забезпечуватися для 90% працюючих чи відпочиваючих. З цієї причини у практиці проектування частіше використовують значення антропометричних ознак, що відповідають 5-му та 95-му відсоткам, а також 50-му.

Інженер-ергономіст Алберт Деймон стверджує, що дизайнеру для проектування інтер'єру необхідні десять параметрів структурних і функціональних вимірювань людини в такому порядку: зріст, зріст сидячи, досяжність великого пальця руки, відстань від сидниці до коліна, відстань від сидниці до підколінної ямки, відстань між ліктями, ширина стегон у положенні сидячи, висота коліна, висота підколінної ямки, висота стегна у положенні сидячи.

Перцентилі можна розрахувати за формулою:

$$n = (P/100) \times N$$

де N = кількість значень у наборі даних, P = перцентиль и n = порядковий ранг даного значення (зі значеннями в наборі даних, відсортованим від найменшого до найбільшого).

Наприклад, група з 20 студентів, які мали наступні показники росту під час проведення антропометричних вимірів, см:

175, 177, 178, 178, 180, 181, 181, 182, 183, 184, 184, 184, 185, 187, 187, 188, 188, 192, 195, 198 см.

Ці результати можуть бути представлені у вигляді набору даних із 20 значеннями: {175, 177, 178, 178, 180, 181, 181, 182, 183, 184, 184, 184, 185, 187, 187, 188, 188, 192, 195, 198}.

Ми можемо знайти результат вимірювань, який відзначає 20-й перцентиль, підставивши відомі значення у формулу та вирішивши для n :

$$n = (20/100) \times 20$$

Відповідь: $n = 4$.

Четверте значення у наборі даних - зріст 178 см. Це означає, що зріст 178 см відповідає 20-му перцентилу; 20 відсотків студентів мають зріст 178 см або нижче.

Для перевірки похибки серії послідовних вимірювань та визначення правдоподібності отриманих значень визначають, наскільки значення у множині можуть відрізнятися від середнього значення.

Математичне сподівання - це міра середнього значення випадкової величини в теорії ймовірності. Величину математичне сподівання визначають за формулою:

$$M[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

де – x_i показники, що мають можливі значення $x_1, x_2 \dots x_n$; $p_1, p_2 \dots p_n$ – ймовірності їх появи.

Для визначення показника розсіювання виміряного значення величини щодо її математичного очікування визначимо величину середньоквадратичного відхилення. Зазвичай вказаний показник означає квадратний корінь з дисперсії отриманої величини:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

де $\bar{x}$ – середнє арифметичне вибірки отриманих значень визначається за формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

Випадкова величина повністю описується з ймовірнісної точки зору, якщо відомий закон розподілу ймовірності її появи. Законом розподілу ймовірності випадкової величини називається співвідношення між можливими значеннями випадкової величини і відповідними їм ймовірностями.

Якщо якась величина утворюється в результаті складання багатьох випадкових слабо взаємозалежних величин, кожна з яких вносить малий внесок щодо загальної суми, то центрований і нормований розподіл такої величини при збільшенні числа спостережень прагне до нормального розподілу:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right)$$

де μ – математичне очікування (середнє значення);

σ середньоквадратичне відхилення (σ^2 – дисперсія) розподілу.

Методичні вказівки

1. Лабораторну роботу виконує кожен студент індивідуально.
2. Розрахункова частина роботи виконується у програмі Mathcad. Усі проміжні та підсумкові розрахунки заносяться до звіту з поясненням кожного показника.
3. Використовуючи наведену вище формулу визначити індивідуально для себе проценти показників: росту; відстані від підлоги до маківки в положенні сидячи; межі досяжності витягнутої руки. Процент визначається по відношенню до всієї групи і по відношенню до групи за статевою приналежністю (жінки/чоловіки).
4. Використовуючи вищенаведену формулу визначити математичне сподівання та середньоквадратичне відхилення для показників: свого росту; відстані від підлоги до маківки в положенні сидячи; межі досяжності витягнутої руки.

5. Побудувати графік залежності для функції розподілу $f(x)$ та функції ймовірності $F(x)$ на зазначеному інтервалі проведених вимірювань зростання.

6. Оцінити якість проведених вимірювань при проведенні експериментів та дати рекомендації щодо їх підвищення для кожного показника.

Приклад виконання завдання:

Статистика результатів проведених вимірювань антропометричних показників дівчат по контрольованим точкам наведена в таблицях

№	Ріст, см	Довжина руки, витягнутої вперед, см	Висота від підшви до сидіння, см
1	172	72,5	45
2	175,5	75	45
3	156	71,25	46,25
4	166,5	73,5	47,25
5	166,5	74,5	48,5
6	154	72	48

Результати вимірювань росту

Середнє арифметичне відхилення зросту, см	156	159	162	165	168	171	174
Кількість показників	2	0	0	2	0	1	1
Ймовірність	2/6	0	0	2/6	0	1/6	1/6

Всі отримані показники росту зведено в таблицю

data :=

	0	1
0	0	0
1	0	0.333
2	0	0
3	0	0
4	0	0.333
5	0	0
6	0	0.167
7	0	0.167

mean(data) = 0.063

Математичне сподівання визначається за формулою:

$$M[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

$x_i :=$	$y_i :=$	$p_i :=$	
156	2	$\frac{2}{6}$	$M := \sum_{i=1}^7 (x_i \cdot p_i)$ $M = 164.5$
159	0	$\frac{0}{6}$	
162	0	$\frac{0}{6}$	
165	2	$\frac{2}{6}$	
168	0	$\frac{0}{6}$	
171	1	$\frac{1}{6}$	
174	1	$\frac{1}{6}$	
		$\frac{2}{6}$	
		$\frac{0}{6}$	
		$\frac{0}{6}$	
		$\frac{1}{6}$	
		$\frac{1}{6}$	
		$\frac{1}{6}$	
		$\frac{1}{6}$	

де – X_i показники росту;

$p_1, p_2 \dots p_n$ – ймовірності їх появи.

Для визначення показника розсіювання вимірюваного значення величини росту щодо її математичного очікування визначено величину середньоквадратичного відхилення. Зазвичай вказаний показник означає квадратний корінь з дисперсії отриманої величини:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

де $\bar{x}$ – середнє арифметичне вибірки отриманих значень зросту:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

$$\bar{x} = \left(\sum_{i=1}^7 x_i \right) \cdot \frac{1}{7} \quad \bar{x} = 165$$

$$S := \sqrt{\left[\sum_{i=1}^7 (x_i - \bar{x})^2 \right] \cdot \frac{1}{7}} \quad S = 6$$

Випадкова величина повністю описується з ймовірнісної точки зору, якщо відомий закон розподілу ймовірності її появи. Законом розподілу ймовірності випадкової величини називається співвідношення між можливими значеннями випадкової величини і відповідними їм ймовірностями.

Якщо якась величина утворюється в результаті складання багатьох випадкових слабо взаємозалежних величин, кожна з яких вносить малий внесок щодо загальної суми, то центрований і нормований розподіл такої величини при збільшенні числа спостережень прагне до нормального розподілу:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}$$

де μ – математичне очікування (середнє значення);

σ середньоквадратичне відхилення (σ^2 – дисперсія) розподілу.

$$f(x) := \left(\frac{1}{S \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \right) \cdot e^{-\left[\frac{(x-M)^2}{2 \cdot S^2} \right]}$$

$$f(x_i) =$$

0.024
0.044
0.061
0.066
0.056
0.037
0.019

Для якісного аналізу проведеної серії вимірювань визначено величину щільності ймовірності, що характеризує ймовірність влучень величини вимірюваного росту в вузькі інтервали поблизу даних значень, що визначаються показниками якості:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}$$

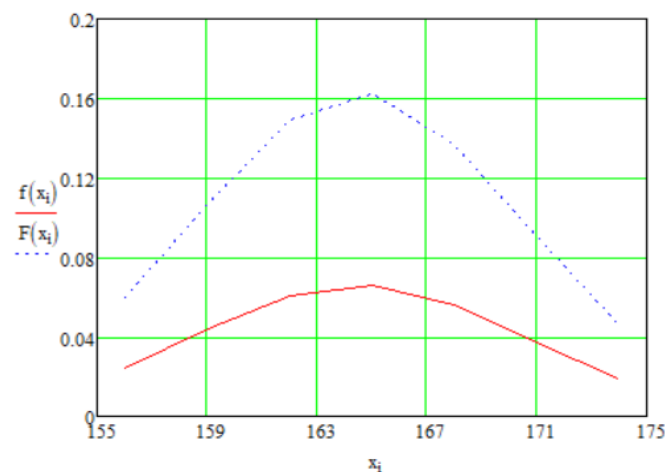
$$F(x) := \left(\frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot S}} \right) \cdot e^{-\left[\frac{(x-M)^2}{2 \cdot S^2} \right]}$$

$$F(x_i) =$$

0.06
0.107
0.149
0.162
0.137
0.091
0.047

Величина математичного очікування росту $M[X] = 164.5 \text{ см}$, середнє відхилення значення росту $S = 6$.

На графіку наведені залежності для функції розподілу $f(x)$ і функції ймовірності $F(x)$ на зазначеному інтервалі проведених вимірювань росту.



Отримані залежності дозволяють кількісно оцінити якість проведених вимірювань при проведенні експериментів і дати рекомендації по їх підвищенню. Так ймовірність попадання показників росту до 156 см в інтервал значень, отриманих в результаті вимірювань становить $p=0,06$; ймовірність попадання показників росту від 174 см становить $p=0,047$; ймовірність попадання показників росту від 156 до 174 см становить $p=0.108$. Це свідчить про відповідність одного з контрольованих антропометричних параметрів (росту) вимогам замовника і якості проведених вимірювань.

Лабораторна робота №4

Аналіз робочого простору за показниками антропометрії

Ціль роботи – освоєння принципів ергономічного аналізу з урахуванням антропометричних показників тіла людини

Завдання: визначити до якого процентилю відноситься обладнання

Методичні вказівки

1. Лабораторну роботу виконує кожен студент індивідуально.
2. Розрахункова частина роботи виконується у програмі Mathcad. Усі проміжні та підсумкові розрахунки заносяться до звіту з поясненням кожного показника.
3. Виміряти розмірні показники обладнання (за варіантом).
4. Визначити процентиль параметрів обладнання (за варіантом).
Процентиль визначається по відношенню до всієї групи і по відношенню до групи за статевою приналежністю (жінки/чоловіки).

Лабораторна робота №5

Проектування робочого простору

Ціль роботи – освоєння принципів ергономічного проектування з урахуванням антропометричних показників тіла людини

Завдання: провести процедуру оцінки та проектування робочого місця відповідно до особистих процентилей

Проектування робочого простору

Для ергономічної оцінки робочих місць використовуються методи дослідження, що базуються на даних антропометричних спостережень.

Робоче місце – простір, оснащений необхідними технічними засобами, у якому відбувається трудова діяльність. Для правильної оцінки та проектування зручного робочого місця необхідно знати класифікацію робочих місць.

При створенні безпечних та комфортних умов праці аналізують систему «людина – машина – середовище». Структура загальних ергономічних вимог до системи «людина – машина – середовище» наведена у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Структура загальних ергономічних вимог до системи «людина – машина – середовище»

Найменування груп загальних ергономічних вимог до системи «людина – машина – середовище»	Найменування елементів СЛМС
Організація системи «людина – машина – середовище» та діяльності оператора в ній	Розподіл функцій між оператором та технічними засобами, а також між операторами Чисельність та кваліфікація обслуговуючого персоналу Алгоритм та структура діяльності оператора Інформаційна модель Програмні та діалогові засоби діяльності Документація на робочому місці оператора
Технічні засоби діяльності оператора	Засоби відображення інформації Органи управління Конструкція робочого місця оператора Взаємне розміщення робочого місця оператора та засобів відображення інформації колективного користування Крісло оператора Засоби зв'язку на робочому місці оператора

	Засоби забезпечення безпеки та інше обладнання Інструмент на робочому місці оператора Обслуговуваність та ремонтпридатність технічних засобів
Якість та напруженість діяльності оператора	Часові параметри діяльності оператора Точнісні параметри діяльності оператора Надійність діяльності оператора Напруженість діяльності оператора
Умови проживання у робочому приміщенні	Об'єм та форма робочого приміщення Ділянки робочого приміщення, що забезпечують переміщення оператора Фізичні фактори робочого середовища Хімічні фактори робочого середовища Біологічні фактори робочого середовища
Система формування та підтримання працездатності оператора	Методи та організація навчання операторів Організація професійного відбору операторів Режим праці та відпочинку операторів Функціональний стан операторів Апаратура навчання та тренування операторів Психологічне забезпечення операторів Екіпірування та спеціальне спорядження операторів
Техніко-естетичні вимоги	Композиційна побудова технічних засобів Раціональність форми технічних засобів Інформаційна виразність та декоративність технічних засобів Досконалість виробничого виконання технічних засобів

Для опису елементів аналізу системи «людина – машина – середовище» необхідно проводити детальний аналіз кожної складової.

Робочі місця різняться:

- за категоріями працівників та професій;
- за кількістю виконавців: індивідуальні та колективні робочі місця;
- за видом виробництва: основні та допоміжні;
- за типом виробництва: масові, серійні та поодинокі;
- за ступенем спеціалізації: універсальні, спеціалізовані та спеціальні;

- за рівнем механізації: автоматизовані, механізовані, для ручної роботи;
- за кількістю обладнання: одномашинні, багатомашинні.

Будь-яке робоче місце характеризується його організацією та оснащеністю.

Організація робочого місця – проведення низки заходів щодо функціонального та просторового розміщення основного та допоміжного обладнання для забезпечення оптимальних умов перебігу трудової діяльності.

Оснащеність робочого місця – устаткування, документація та інші елементи, необхідні вирішення конкретних виробничих завдань, поставлених перед оператором.

Просторова організація робочого місця - розміщення основного та допоміжного обладнання по відношенню до оператора у певній послідовності та залежно від заданих меж. Для правильної просторової організації робочого місця за допомогою антропометричних методів визначають ергономічні розміри людини та оцінюють їхню відповідність параметрам робочих місць.

Ергономічні розміри – розміри тіла людини, які є основою визначення розмірів використовуваного устаткування й інструментів. Вони бувають статичні та динамічні.

Статичні розміри вимірюються одноразово в статичному положенні та поділяються на розміри окремих частин тіла та габаритні (найбільші). Вони застосовуються для встановлення розмірів конструктивних властивостей робочого місця, визначення спектру їх регулювання.

Динамічні розміри – розміри, що змінюють свою величину під час переміщення частини тіла чи всього тіла у просторі. Це амплітуди руху рук, ніг, голови, тіла. Вони використовуються для визначення зон досяжності та видимості. За ними розраховується просторова організація робочого місця, розмах руху перемикачів, що обертаються, біомеханічні моделі і манекени тощо.

Основними параметрами робочого місця є геометричні розміри робочого простору та обладнання на робочому місці (довжина, ширина, висота, глибина). Ці параметри можуть бути габаритними, вільними та компонованими (сполученими). Габаритні параметри робочого місця – граничні розміри зовнішніх контурів використовуваного основного та допоміжного обладнання, що визначаються вимогою забезпечення функціонування робочого місця. Вільні параметри – параметри окремих елементів робочого місця, які не мають спільних баз відліку. Компонувальні параметри характеризують розташування окремих елементів робочого місця щодо один одного і щодо працюючої людини.

Крім основних геометричних параметрів, існує низка спеціальних параметрів робочого місця, що визначаються в ергономіці. До них відносять моторне поле та зони досяжності та видимості.

Моторне поле – простір робочого місця з розміщеними органами управління та технічними засобами, де здійснюються рухові дії людини при виконанні робочого завдання. Зони досяжності є частиною моторного поля робочого місця та визначаються окремо для частин тіла людини (рук, ніг, голови). У моторному полі розрізняють три зони досяжності для рук:

I – максимальної (рух максимально витягнутої руки);

II – допустимої або легкої (рух розслабленими руками у плечовому суглобі);

III – оптимальної (рух рук у ліктьовому суглобі з опорою).

Аналогічні зони досяжності існують для ніг та інших частин тіла. У зонах оптимальної та допустимої досяжності можливі найбільш швидкі та точні рухи при мінімальній стомлюваності оператора.

Зони видимості (максимальна, оптимальна) встановлюють відстані видимості різних датчиків, приладів тощо. Оптимальною зоною видимості є зона, що відповідає простору, обмеженому кутом 30° у горизонтальній та вертикальній площинах (по 15° у сторони, вгору та вниз від нормальної лінії погляду).

Правильна організація робочого місця забезпечує зручну робочу позу людини, раціональність та ефективність її робочих рухів, сприяє зниженню навантаження під час роботи, зменшує ймовірність захворювань та травм тощо. Зручна робоча поза людини має відповідати таким вимогам.

Ергономічні вимоги для робочої пози стоячи: пряме вільне положення тіла або нахил уперед не більше 15° ; рівномірна опора на обидві ноги; відсутність крайніх положень у суглобах рук; економічність рухів.

Ергономічні вимоги для робочої пози сидючи: пряме вільне положення тіла або нахил уперед не більше 15° ; збереження природних вигинів хребта та кута нахилу тазу; відсутність крайніх положень у суглобах рук; згинання рук у суглобах під тупим кутом; відсутність необхідності часто нахилятися чи повертати голову.

Все це досягається шляхом приведення параметрів робочих місць у відповідність до ергономічних (антропометричних) розмірів людини. У більшості ергономічних досліджень використовується 28 антропометричних розмірів тулуба людини, 6 антропометричних розмірів кисті руки та 10 антропометричних розмірів голови.

Загальні правила розрахунку та оцінки параметрів робочих місць полягають у наступному:

1. Визначають характер контингенту працюючих, котрим призначено робоче місце та проектоване устаткування (чоловіки чи жінки, національність, вік тощо).

2. Визначають об'єм (%), сукупності працюючих, розмірам тіла яких має відповідати проектоване обладнання, а потім його верхню та нижню межі. Якщо встановлюють, наприклад, розміри робочого місця оператора пульта управління, вони повинні забезпечувати легкість і зручність експлуатації для 90% працюючих. Одночасно враховують, що для групи людей, які можуть належати до цієї професії, мінімальною (нижньою) та максимальною (верхньою) межами розподілу, що включають 90% чисельності працюючих, є 5-й та 95-й процентиля. При цьому залишаються незадоволені 5% працюючих з найбільшими та 5% з найменшими розмірами тіла.

Мінімальні та максимальні межі 95% обсягу будуть обмежені або 5-м процентилем, з одного боку, або 95% – з іншого, для відповідних груп населення. Ці межі використовують для розрахунку параметрів компонування робочих місць.

3. Вибирають антропометричну ознаку, яка буде основою для розрахунків тих чи інших параметрів робочого місця, враховувати функціональне значення параметра виробничого обладнання, робоче положення тіла працюючого та пози, стать, вік, національність тощо.

4. Вибирають межі (верхню або нижню) обсягу обстежуваної сукупності працюючих, достатні для надійного визначення параметра робочого місця.

5. При розрахунку різних параметрів обладнання та робочих місць використовують порогові значення антропометричних ознак, що відповідають верхній та нижній межах або обом одночасно обраного обсягу чисельності обстежуваних працюючих – частіше 5 або 95 процентиля. Так, більшість нерегульованих параметрів робочих місць по висоті розраховують виходячи із значень антропометричних ознак, відповідних 95-го процентилю тієї групи працюючих, у якій розмір тіла, що використовується для розрахунків, має найбільше значення і т. д.

6. Знаходять числовий вираз порогового значення антропометричної ознаки, притаманній вибірковій сукупності. Числові значення антропометричних ознак, що відповідають 1, 5, 50, 95, 99 процентилям, наводяться в антропометричних атласах і нормативних документах.

7. За основи відліку при вимірі габаритних параметрів робочого місця в цілому приймають уявні обмежувальні площини, які дотичні найбільш виступаючих всередину вільного робочого простору точок елементів робочого місця, що обмежує розмах рухів і проходів.

8. Вимірювання та розрахунки компоновочних параметрів слід проводити, розрізняючи серед них такі групи:

- параметри досяжності у моторному просторі;
- висоту робочої поверхні, сидіння та підставки для ніг та їх співвідношення;
- параметри групування органів управління на панелях пультів, щитків, параметри проходів і т.ін.

Для розрахунку вільних параметрів діапазон охоплення має становити щонайменше 90%, а під час розрахунку компоновочних – щонайменше 95%. Також при розрахунку необхідно враховувати такі фактори:

- відмінність розмірів тіла чоловіків і жінок може досягати 10-12 см;
- відмінність розмірів тіла у людей різних національностей;
- відмінність розмірів тіла у людей різних вікових категорій;
- відмінності професійні.

Поздовжні розміри тіла чоловіків у положенні «стоячи» на 7-12 см більше за розміри тіла жінок, а поздовжні розміри в положенні «сидячи» – на 3-6 см. Поперечні, передньозадні та охопні розміри верхньої частини тіла чоловіків на 1–3 см більше відповідних розмірів у жінок. Розміри тазу та стегон у жінок на 1-3 см більше, ніж у чоловіків.

При необхідності провести аналіз просторового компонування робочих місць слід спиратися на методику, побудовану на підставі даних ергономічної антропології. Вона дозволяє аналізувати ергономічні характеристики робочого місця, тобто, параметри, які розраховуються на основі антропометричних даних.

Ці дані можуть не збігатися з даними в технічній документації, тому з метою аналізу параметрів робочого місця значну частину їх слід вимірювати заново.

Процедура оцінки робочих місць проводиться у два етапи: підготовчий та основний.

При проектуванні робочих місць, їх організації та оснащеності необхідно також враховувати робочі рухи людини-оператора. Характеристики робочих рухів щодо темпу, точності та швидкості руху рук, а також часу робочих рухів наведено у відповідній літературі.

Рациональна організація робочих рухів створює умови зниження втоми і резерви підвищення працездатності і продуктивності людини-оператора.

Методические указания

Для оцінки та проектування робочого місця керуватися особистими процентиллями отриманими в результаті розрахунків (див. лабораторна робота №3)

Підготовчий етап

1. Визначити тип робочого місця.
2. Скласти перелік засобів праці на робочому місці, виділивши основні та допоміжні.
3. Скласти перелік органів управління і потім їх класифікувати за групами: ручного та ногого управління, постійної, періодичної та епізодичної дії.
4. Скласти перелік технологічного оснащення, визначивши його за технічною документацією та наявністю на робочому місці.
5. Скласти список організаційної оснастки.
6. Визначити зони моторної активності, виділивши серед них постійні, періодичні та епізодичні.
7. Скласти перелік ергономічних параметрів робочого місця, що підлягають вимірюванням та аналізу, та звести їх до таблиці.
8. Визначити бази відліку, від яких слід вимірювати параметри компонування робочого місця в кожній виділеній зоні.
9. На основі проведеного аналізу скласти звітну таблицю

Основний етап

10. Скласти ескіз робочого місця у трьох проекціях: вид зверху, профіль, спереду. На ньому відображаються всі елементи робочого місця та параметри, які підлягають оцінці та виміру.
11. Виміряти параметри робочого місця у складеному переліку та занести їх у таблиці та ескізи.
12. Викреслити креслення робочого місця у певному масштабі (приклад рис. 5.1). Число креслень (ескізів) визначають ступенем організації робочого місця тощо.

13. Зробити висновки щодо ступеня відповідності параметрів робочого місця антропометричним даним та намітити можливі шляхи ліквідації виявлених невідповідностей.

Варіанти завдання для аналізу і проектування робочого місця:

1. Водій автобуса
2. Кухар
3. Оператор зв'язку
4. Хірург (операційна)
5. Стоматолог
6. Зварювальник
7. Електрик
8. Автослюсар
9. Касир
10. Продавець
11. Вчитель
12. Перукар
13. Майстер манікюру

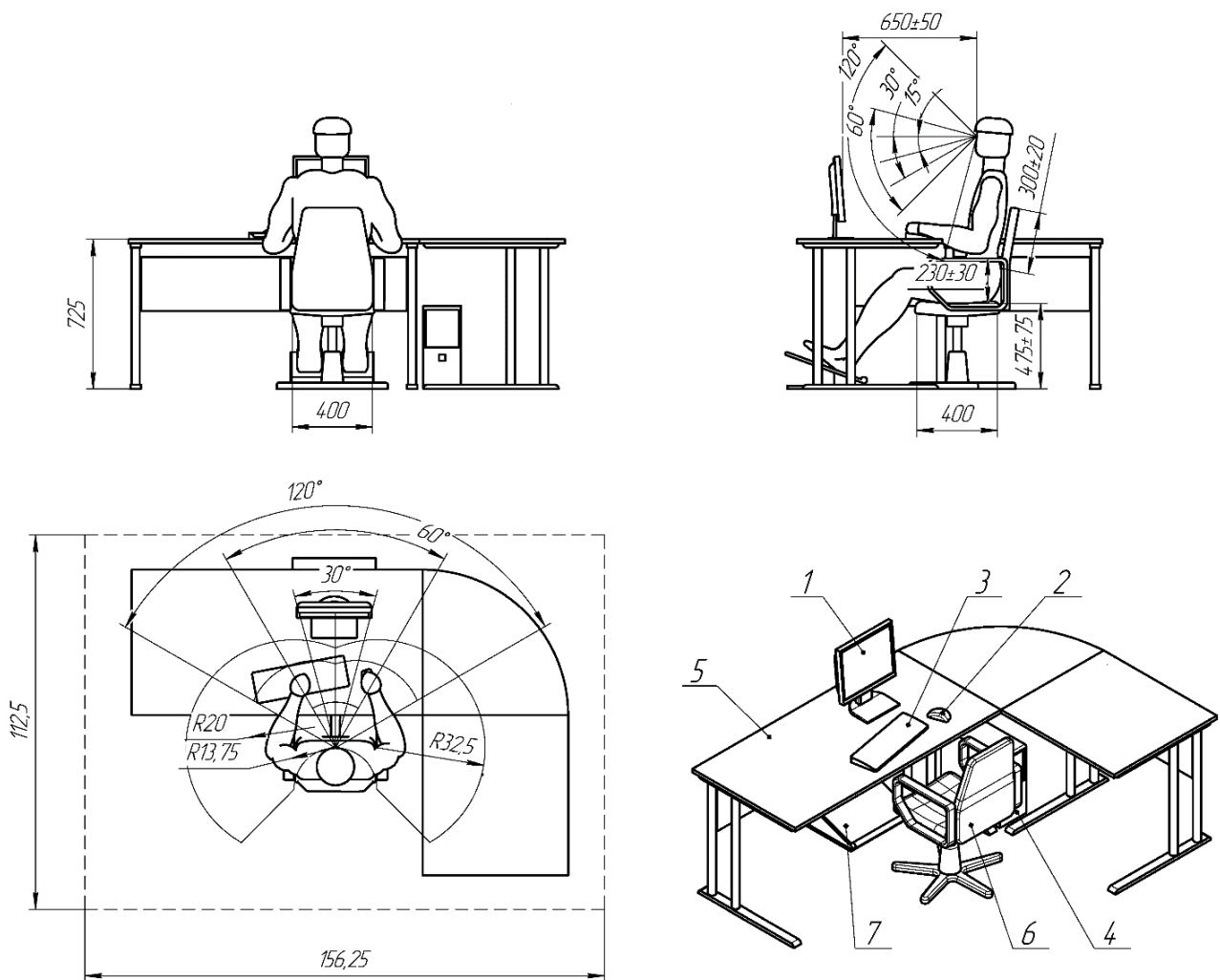


Рисунок 5.1. - Схема ергономічного робочого місця інженера-програміста
1, 2, 3...n – найменування приладів та обладнання

Лабораторна робота №6

Ергономічне предметне моделювання

Ціль роботи – освоєння принципів ергономічного моделювання на основі антропометричних показників тіла людини

Завдання: створити модель чашки з ручкою, параметри ручки повинні відповідати власному процентилю. Дизайн чашки оформити згідно з обраною концепцією (за варіантом)

Ергономічне предметне моделювання

Здійснити моделювання означає створити модель і змусити її функціонувати.

Моделювання структури та функцій системи «людина-машина-середовище» набуло широкого поширення в ергономіці через складність взаємозв'язків між елементами системи. До моделювання вдаються також у випадках, коли система ще немає, а необхідно вивчити деякі її динамічні властивості. Моделювання також здійснюється, коли створення системи «людина-машина-середовище» вимагає великих витрат і є небезпечним для життя та здоров'я людини.

Існують такі види моделювання: фізичне (предметне), математичне та імітаційне з використанням ЕОМ.

Фізичне моделювання засноване на використанні статичних та функціональних макетів, що відтворюють основні геометричні, фізичні, динамічні та функціональні характеристики оригіналу.

Предметне моделювання, під час якого дослідження ведеться на моделі, що відтворює основні геометричні, фізичні, динамічні та функціональні характеристики «оригіналу», є характерною особливістю багатьох ергономічних робіт.

При цьому використовуються статичні та функціональні макети. Перші представляють, як правило, тривимірні, виконані в натуральну величину моделі обладнання, окремих блоків, які піддають випробуванням.

Статичний макет може бути використаний:

- для вибору оптимального способу організації обладнання;

- для ергономічної оцінки обладнання та отримання відповідей на такі питання про його функціонування, які не можуть бути вирішені за допомогою двомірних креслень;

- для вирішення завдань організації робочого місця;

- для перевірки розміщення органів управління з погляду зручності користування ними;

- для перевірки точності та швидкості зчитування показань приладів;

- для визначення доступності точок перевірки, випробувань у регулюванні в процесі технічного обслуговування обладнання.

Функціональний макет представляє модель обладнання в натуральну величину, яка на відміну від статичного, може відтворювати реальне функціонування апаратури в режимах ручного та автоматичного управління.

До цього виду макетів можна віднести і тренажери, призначені для професійної підготовки фахівців і використовуються для вивчення та вирішення завдань проектування відповідного виду діяльності.

Функціональні макети, що використовуються в ергономіці, це створені за певними правилами експериментальні моделі системи «людина-машина-середовище» або її підсистеми, властивості яких таким чином детермінують діяльність людини, що її основні характеристики відповідають параметрам діяльності в реальній системі.

Можливості використання функціональних макетів в ергономіці можуть бути значно розширені із застосуванням як програмуючих та аналізуючих пристроїв електронної та обчислювальної техніки.

Функціональний макет може бути використаний для вивчення трудової діяльності (групи людей) в імітованих умовах роботи з метою порівняння альтернативних варіантів конструкції (або перевірки єдиного обраного проекту), а також для оцінки окремих характеристик обладнання.

Методичні вказівки

1. Розробити в додатку Autodesk Fusion 360 модель чашки з ручкою спираючись на відеоматеріал розташований на платформі moodle в курсі «Ергономіка і технічні естетика».
2. Ручка чашки повинна відповідати вимогам ергономічності.
3. Ручка розробляється за параметрами особистого процентилю (див. лабораторну роботу №3)
4. Дизайн чашки оформлюється у відповідності з концепцією напою для якого вона передбачена
5. Підготувати звіт у вигляді опису концепції за такими параметрами: ідея, дизайн, розмір, матеріал. Звіт повинен містити ілюстрації розробленої моделі чашки.

Варіанти завдання для формування концепції і створення моделі:

1. Чашка для зеленого чаю
2. Чашка для чаю мача
3. Чашка для чаю мате
4. Чашка для чорного англійського чаю
5. Чашка для білого чаю
6. Чашка для какао
7. Чашка для кави еспресо
8. Чашка для кави допіо
9. Чашка для кави капучино

10. Чашка для фільтр кави
11. Чашка для кави лате
12. Чашка коктейльна для теплого напою
13. Чашка коктейльна для холодного напою
14. Чашка для холодної кави
15. Чашка для холодного чаю
16. Келих для глінтвейну
17. Келих для молочного коктейлю

Перелік посилань

1. Оцінка ергономічних ризиків в ергатичних системах: навч. посіб. / Н.А. Бородіна, К.А. Зіборов, С.І. Чеберячко, О.В. Дерюгін, Т.О. Письменкова, І.К. Бас ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2021 – 124 с.
2. ДСТУ 3963-2000. Дизайн і ергономіка. Класифікація і номенклатура дизайнових та ергономічних показників якості побутових машин та приладів.
3. ДСТУ 3963-2001. Дизайн і ергономіка. Номенклатура дизайнових та ергономічних показників якості продукції виробничо-технічного призначення.
4. Голобородько В.М. Вибрані глави проєктивної ергономіки. Антропоморфний фактор : навч.-метод. посіб. / В.М.Голобородько - Харків: ХДАДМ, 2004.-216с.
5. Голобородько В.М. Вибрані глави проєктивної ергономіки : навч.-метод. посіб. / В.М.Голобородько - К.:1999.-254с.
6. Поплавський О. М. Ергономіка: навч.-метод. посіб. / О. М. Поплавський - К.: КНЕУ, 2006. - с. 59
7. Волкотруб И. Т. Основы художественного конструирования. – К.: Вища школа, 1988. – 191 с.
8. Шпара П. Е., Шпара И. П. Техническая эстетика и основы художественного конструирования. – Киев, 1989. – 247 с.