

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«ЕРГОНОМІКА РОБОЧИХ МІСЦЬ»

*(для студентів 5 курсу денної та 6 курсу заочної форм навчання спеціальності
263 – Цивільна безпека, освітня програма «Охорона праці»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Ергономіка робочих місць» (для студентів 5 курсу денної та 6 курсу заочної форм навчання спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітня програма «Охорона праці») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. В. Е. Абракітов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 23 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. В. Е. Абракітов

Рецензент

Г. В. Фесенко, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,
протокол № 1 від 29.08.2017.*

ЕРГОНОМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ ОПЕРАТОРА ЗА ПУЛЬТОМ КЕРУВАННЯ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ СИДЯЧИ

Мета роботи: освоїти методику вибору оптимальних розмірів проектування пульта керування, призначеного для різних контингентів операторів; опанувати методами компоновання засобів відображення інформації (ЗВІ) і органів керування (ОК) на пульті; освоїти методику розрахунку інформаційних потоків, одержуваних оператором в одиницю часу $Z_{зв\bar{i}}$ – ступінь складності інформаційного поля).

Загальні відомості

Пульт керування системи «людина-машина» – це елемент робочого місця оператора, де розміщені засоби відображення інформації та органи керування СЛМ. Від того, наскільки конструкція і організація пульта керування враховують антропометричні характеристики і психофізіологічні можливості оператора, залежить ефективність роботи СЛМ у цілому.

Слід прагнути до того, щоб розміри пульта дозволяли охоплювати його одним поглядом і елементи на ньому були добре помітні, число приладів не повинне перевантажувати оператора.

З розвитком автоматизації виробничих процесів професія оператора стає провідною. Тому висувуються високі вимоги до організації робочих місць операторів, зокрема, розмірів робочого простору, розміру і форми пульта, правильного вибору засобів відображення інформації й органів керування залежно від завдання, що ставиться перед оператором, оптимального їх розміщення на пульті, правильного вибору робочої пози, забезпечення оператора зручними меблями, створення сприятливих для організму людини умов праці.

Вибір форми і розміру пульта залежить від числа приладів, що повинні бути розміщені на ньому. Пульт може обслуговуватися одним оператором, тоді його розміри мають відповідати можливостям людини з огляду і зчитування інформації, але можуть бути пульти, що обслуговуються декількома операторами.

У цій роботі необхідно провести проектування і організацію пульта керування, що обслуговується одним оператором. Оскільки оператор за пультом працює сидячи, особливу увагу приділяють розмірам крісла.

Ергономічне проектування робочого місця оператора проводять за такими етапами:

1. Організація робочого місця відповідно до антропометричних характеристик оператора.
2. Вибір і оцінка засобів відображення інформації з погляду можливостей оператора по сприйняттю зорової інформації.
3. Вибір і оцінка органів керування з погляду надійності функціонування системи.

4. Компонування засобів відображення інформації й органів керування на пульті відповідно до ергономічних вимог.

5. Проектування зовнішнього виробничого середовища з урахуванням його впливу на оператора.

6. Розрахунок ступеня складності інформаційного поля $Z_{звi}$.

Методика організації робочого місця оператора відповідно до антропометричних характеристик наведена нижче.

Організація пульта керування

Після виготовлення площинних манекенів будують ескіз робочого місця оператора для робочої пози сидючи відповідно до розмірів тіла (зручність для максимального і доступність для мінімального оператора). При організації пульта керування необхідно виконати наступне. До чистого аркуша паперу прикласти манекен, виготовлений за максимальними розмірами у фізіологічно раціональній робочій позі сидючи (рис. 2.1–2.3).

У лабораторній роботі фізіологічно раціональна робоча поза досягається виконанням таких умов:

- відстань від очей оператора до інформаційного поля – 690–710 мм;
- природний нахил корпусу вперед – на 5–10°;
- кут згинання між стегном і гомілкою – 95–135°;
- стопа на підлозі чи підставці;
- стегно горизонтальне;
- оператор максимальних розмірів не повинен впирається ступнею в стійку пульта керування;
- оператор повинен мати можливість опертися ліктем на робочу поверхню;
- висота простору для ніг повинна забезпечувати оператору, що має максимальні розміри тіла, можливість закласти ногу за ногу [1,6] .

Додавши манекену фізіологічно раціональну робочу позу сидючи, нарисувати контури пульта керування виходячи з параметрів робочого місця, зазначених на рисунках 2.1–2.3.

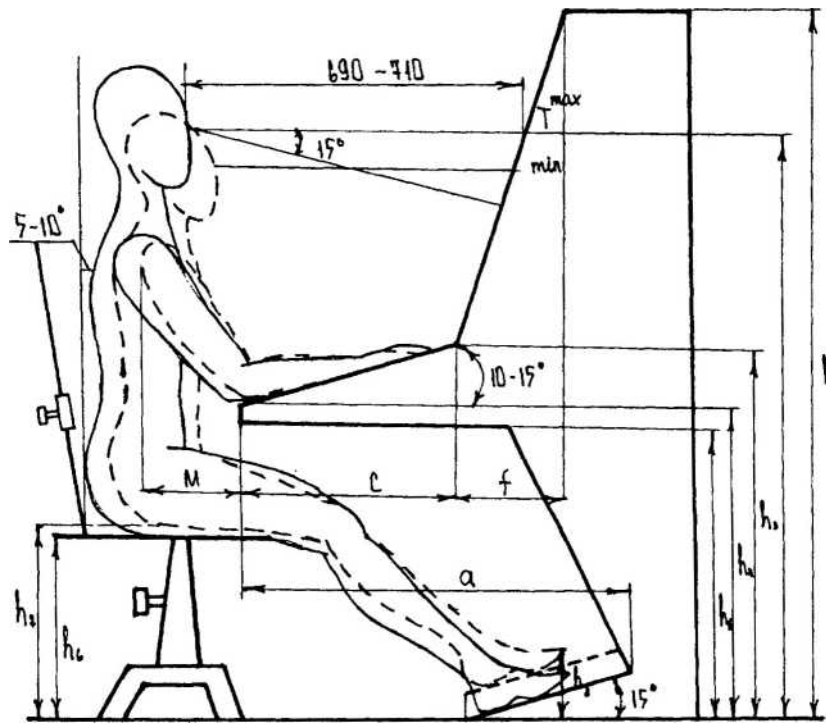


Рисунок 1 – Пульта керування із сполученою інформаційною і моторною панелями (вид збоку):

h_1 – висота пульта; h_2 – висота лінії погляду (середня між лініями погляду для max і min манекенів – точка T); h_3 – висота моторного поля; T_1 – висота робочої поверхні; h_6 – висота простору для ніг; b – відстань від переднього краю робочої поверхні до інформаційного поля; T_i – точка нормальної лінії погляду; h_6 – висота сидіння максимального манекена; h_7 – висота сидіння мінімального манекена; h_8 – висота підставки для ніг мінімального манекена

На інформаційному полі провести лінію погляду максимального манекена з відміткою max .

До рисунка пульта керування прикласти манекен, виготовлений за мінімальними розмірами у фізіологічно раціональній робочій позі сидячи. Перевірити доступність робочого місця (висоту робочої поверхні, зони досяжності моторного поля і т. д.). При визначенні висоти робочої поверхні пульта керування треба врахувати можливість регулювання крісла за висотою і застосування підставки для ніг.

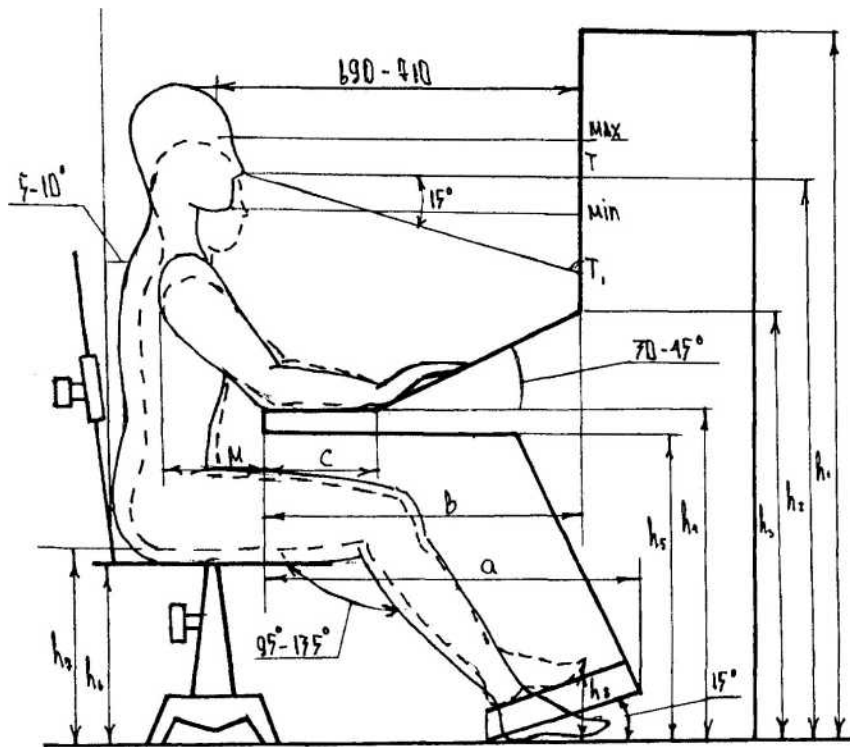


Рисунок 2 – Пульт керування з вертикальним інформаційним і похилим моторним полем (вид збоку):

h_1 – висота пульта; h_2 – висота лінії погляду (середня між лініями погляду для *max* і *min* манекенів – точка T); h_3 – висота моторного поля; h_4 – висота робочої поверхні; h_5 – висота простору для ніг; b – відстань від переднього краю робочої поверхні до інформаційного поля; T_1 – точка нормальної лінії погляду; h_6 – висота сидіння максимального манекена; h_7 – висота сидіння мінімального манекена; h_8 – висота підставки для ніг мінімального манекена

На інформаційному полі провести лінію погляду мінімального манекена з відміткою *min*.

На інформаційному полі відзначити точку T – середню між лініями погляду максимального і мінімального манекенів. Потім на відстані від очей оператора в 690–710 мм під кутом у 15° від точки T провести нормальну лінію погляду на інформаційне поле – одержимо точку T_1 .

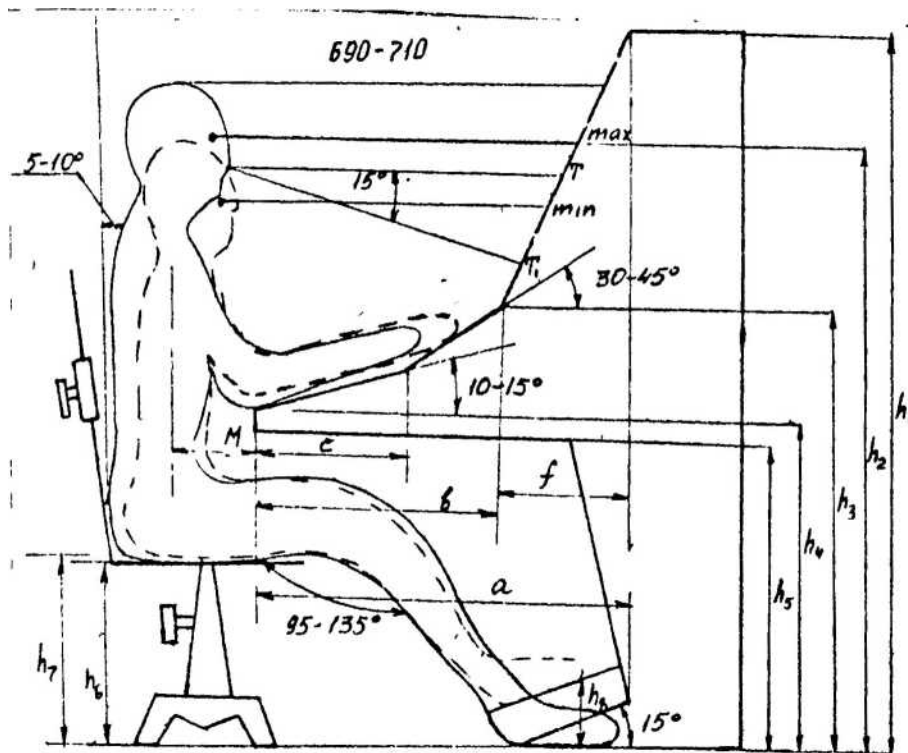


Рисунок 3 – Пульта керування з похилими інформаційною і моторною панелями (вигляд збоку)

Після змін в організації робочого місця оператора до рисунка пульта керування прикласти манекен, виготовлений за максимальними розмірами, і перевірити збереження для нього умов зручності робочого місця. Маніпулюючи манекенами, домогтися такого положення, щоб пульт керування був зручний для оператора з максимальними розмірами і доступний для оператора з мінімальними розмірами. Зняти розміри пульта керування, зазначені на рисунках 1–3.

Отриманий ескіз пульта керування повинен перевірити викладач.

Компонування засобів відображення інформації і органів керування на пульті керування

Компонування засобів відображення інформації на інформаційному полі й органів керування на моторному полі проводиться за допомогою манекенів з урахуванням ергономічних вимог. Для виконання компонування треба побудувати фронтальний вид пульта (вид спереду) і вид зверху. Визначити зони огляду інформаційного поля і зони досяжності моторного поля; виготовити макети засобів відображення інформації і органів керування в масштабі 1:10.

Інформаційне поле робочого місця оператора СЛМ – це частина робочого місця оператора СЛМ, в якому розміщені засоби відображення інформації СЛМ та інші джерела інформації, використовувані оператором.

Оптимальна зона інформаційного поля – це частина інформаційного поля, обмежена кутовими розмірами $\pm 15^\circ$ у вертикальній площині від нормальної лінії погляду і в горизонтальній площині від сагітальної площини, що розділяє тіло людини на праву й ліву половини.

Побудова фронтального вигляду пульта керування

На чистому аркуші паперу ставимо точку T (рис. 4). Від неї вниз по вертикалі переносимо точку T_1 (відстань, рівна нормальній лінії погляду на інформаційному полі). Навколо точок T та T_1 формуємо оптимальну зону інформаційного поля, обмежену $\pm 15^\circ$ в горизонтальній площині від сагітальної площини (точки T), у вертикальній площині – від нормальної лінії погляду (точки T_1).

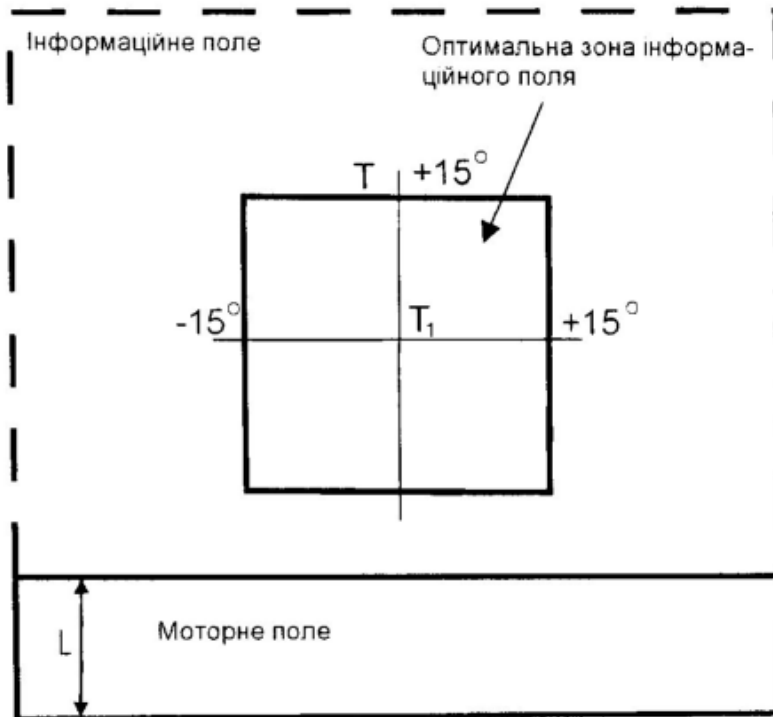


Рисунок 4 – Пульт керування (вид спереду)

Потім від точки T_1 відкладаємо зони огляду, обмежені $\pm 30^\circ$ і $\pm 60^\circ$ в горизонтальній площині від сагітальної площини, у вертикальній площині – від нормальної лінії погляду (рис. 5 і 6).

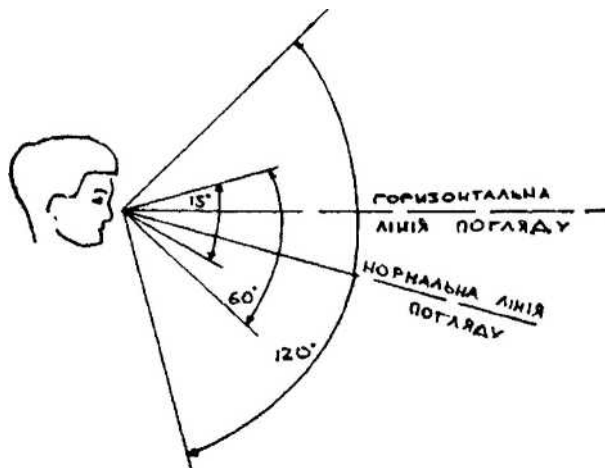


Рисунок 5 – Зони огляду у вертикальній площині

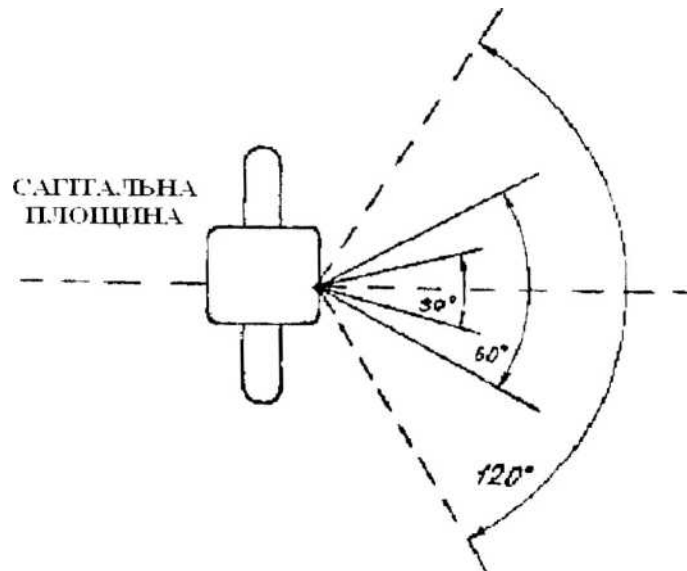


Рисунок 6 – Зони огляду в горизонтальній площині:

а – вертикальне інформаційне поле; б – похиле інформаційне поле;

1 – лінія, що обмежує оптимальну зону моторного поля;

2 – лінія, що обмежує зону досяжності моторного поля

Побудова виду зверху пульта керування. Визначення зон досяжності моторного поля.

Для того, щоб розташувати органи керування на моторному полі відповідно до ергономічних вимог, треба визначити зони досяжності моторного поля. Визначення зон досяжності моторного поля показане на рисунку 7.

Для побудови виду зверху пульта керування використовують габаритні розміри пульта (див. рис. 1–3).

На аркуші паперу проводимо нижню границю інформаційного поля чи верхню границю моторного поля (рис. 7, а). Якщо інформаційне і моторне поля сполучені (рис. 2.1), проводимо верхню границю цієї сполученої лінії (рис. 7, б) – лінію I.

Від лінії I на відстані $b - c$ (рис. 7, а) або на відстані f (рис. 7, б) проводимо лінію II – далеку крайку робочої поверхні. Від лінії II відкладаємо глибину робочої поверхні C (див. рис. 1–3) і проводимо лінію III – лінію передньої крайки робочої поверхні. На відстані m від передньої крайки робочої поверхні (рис. 1–3) вліво і вправо від осьової лінії відкладаємо по половині значення розміру 17 (див. табл. 2) для оператора мінімальних розмірів і одержуємо точки M та N . Відкладаємо цей розмір на передній крайці робочої поверхні й одержуємо точки O і K – точки опори ліктями. З точки погляду оператора проводимо промені під кутом 30° до осьової лінії. З точок O і K як із центрів проводимо дуги радіусом, рівним розміру «довжина передпліччя і кисті» для оператора мінімальних розмірів. Частина, обмежена дугами і лініями під кутом $\pm 30^\circ$, є зоною оптимальної досяжності моторного поля (зона А, рис. 7).

З точок M і N як із центрів проводимо дуги радіусам, рівним розмірам «довжина плеча», «довжина передпліччя і кисті» для оператора мінімальних

розмірів. Одержуємо зону досяжності моторного поля (зона *B*, рис. 7).

Зона легкої досяжності моторного поля в цьому завданні розрахунково-графічної роботи не визначається.

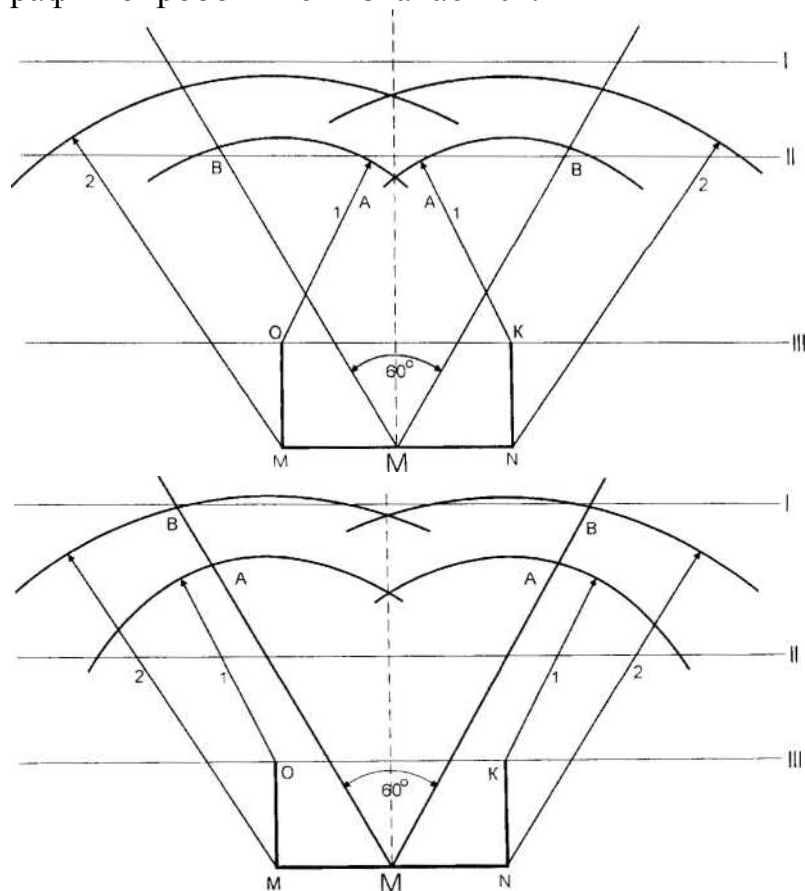


Рисунок 7 – Схема пульта керування (вид зверху)

Виготовлення макетів засобів відображення інформації і органів керування

Макети засобів відображення інформації і органів керування вирізують із щільного матеріалу (картон, ватман) у масштабі 1:10.

Кількість засобів відображення інформації й органів керування за типами наведена в завданні до лабораторної роботи.

Засоби відображення інформації мають наступні габаритні розміри:

круглі, напівкруглі ЗВІ	діаметр 120–130, мм	
прямокутні шкали	170x100, мм	
сигнальні лампи	діаметр 2,0-2,5, мм	

Органи керування мають наступні розміри.

1. Вимикачі й перемикачі клавійні й кнопкові:

- мінімальний розмір приводного елемента чи кнопки клавійної залежить від того, чим впливає на нього оператор (великий палець, долоня тощо);
- від зусилля і частоти натискання;
- у цій лабораторній роботі діаметр кнопки має дорівнювати 50, клавійні – 40 мм.

2. Приводний елемент є частиною вимикача (перемикача), за допомогою якого пускають у хід рухому систему за допомогою пальців чи кисті рук, оператора.

3. Робоча поверхня приводного елемента – ділянка його поверхні (одна з його поверхонь), безпосередньо дотична з пальцем чи кистю руки оператора в момент приведення в дію рухомої системи перемикача;

4. Вимикачі й перемикачі поворотні:

- розміри приводного елемента залежать від опору переміщення на осі перемикача;

- залежать від зусилля, необхідного для переміщення приводного елемента;

- у даній лабораторній роботі діаметр приводного елемента беремо рівним 50 мм.

5. Вимикачі й перемикачі типу «тумблер»:

- розміри приводного елемента (довжина, діаметр) визначаються опором переміщенню приводного елемента, зусиллям, необхідним для переміщення приводного елемента, частотою переключення;

- у роботі мінімальний діаметр приводного елемента беремо рівним 15, довжину – 50 мм.

6. Відстань між органами керування приймаємо рівною 25 мм.

На вирізаних макетах засобів відображення інформації і органів керування проставляють їх номери відповідно до завдання. Для підвищення наочності й полегшення компоновання рекомендується фарбувати макети в різні кольори.

Компоновання засобів відображення інформації і органів керування

Взаємне розташування пульта керування, крісла оператора, засобів відображення інформації й органів керування повинне виконуватися відповідно до антропометричних показників, структурою діяльності, психофізіологічними й біомеханічними характеристиками оператора.

Макети засобів відображення й органів керування розташовують на панелях пульта, використовуючи вид спереду пульта керування. При проведенні компоновання враховують наступні ергономічні вимоги. При встановленні пріоритету на місця розташування враховують, як ті чи інші органи керування чи засоби відображення інформації використовуються оператором і який їх вплив на роботу системи. Визначають такі параметри: частота використання; точність і (або) швидкість зчитування показань чи установки позиції органів керування; вплив помилки зчитування чи запізнювання у виконанні операцій на надійність і безпеку роботи системи, легкість маніпулювання окремими органами керування (визначається за точністю, швидкістю, зусиллям) у різних місцях розташування.

Засоби відображення інформації, що використовуються дуже часто (дві і більше операції за хвилину) та є найбільш важливими, вимагають точного і швидкого зчитування показань, слід розташовувати під кутом $\pm 15^\circ$ у

вертикальній площині від нормальної лінії погляду і у горизонтальній площині від сагітальної площини (оптимальна зона інформаційного поля). Дуже часто використовувані й найбільш важливі органи керування повинні бути розташовані в оптимальній зоні моторного поля, обмеженого $\pm 30^\circ$ по горизонталі і відстанню від переднього краю робочої поверхні 300 мм.

Засоби відображення інформації, що використовуються часто (менш двох операцій за хвилину, але більше двох операцій за годину) та є важливими, вимагають менш точного і швидкого зчитування показань, допускається розташовувати під кутом $\pm 30^\circ$ у вертикальній площині від нормальної лінії погляду і в горизонтальній від сагітальної площини. Часто використовувані й менш важливі органи керування повинні розташовуватися в зоні легкої досяжності моторного поля, обмеженої по горизонталі 60° і відстанню від переднього краю робочої поверхні 400 мм.

Засоби відображення інформації, що використовуються мало (не більше двох операцій за годину) допускається розташовувати під кутом $\pm 60^\circ$ у вертикальній площині від нормальної лінії погляду і у горизонтальній площині від сагітальної площини. Мало використовувані органи керування не допускається розташовувати за межами зони досяжності моторного поля.

Засоби відображення інформації необхідно групувати і розташовувати відповідно до послідовності їх використання і функціональних зв'язків елементів систем, які вони представляють. Треба розміщувати засоби відображення інформації в межах груп так, щоб послідовність їхнього використання здійснювалася зліва направо чи зверху вниз.

При груповому розміщенні засобів відображення інформації, якщо в групі знаходиться шість і більше приладів, їх розташовують у вигляді двох паралельних рядів – вертикальних чи горизонтальних, число яких повинно бути не більше 5–6.

При наявності на панелі більше 25–30 засобів відображення інформації компонувати їх необхідно в дві-три зорovo розрізняванні групи.

Аварійні засоби відображення інформації розташовують в легко доступних місцях, але не в оптимальній зоні.

Оптимальне розташування лицьової поверхні засобів відображення інформації щодо ліній погляду оператора і припустимий кут відхилення показань на рисунку 8.

Для засобів відображення інформації, дуже часто використовуваних у процесі керування, припустимий кут відхилення їхньої лицьової поверхні від нормальної лінії погляду не повинен перевищувати 15° . Оптимальним вважається розташування, перпендикулярне до нормальної лінії погляду.

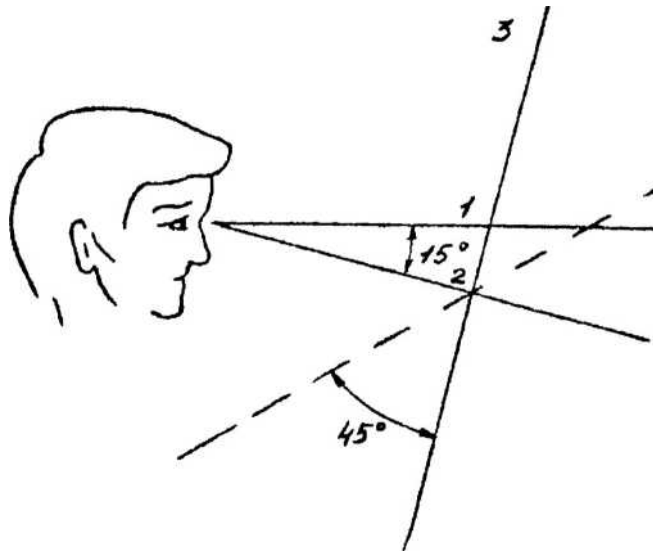


Рисунок 8 – Розташування лицьової поверхні засобів відображення інформації з відношення до лінії погляду:

- 1 – горизонтальна лінія погляду;
- 2 – нормальна лінія погляду;
- 3 – лицьова поверхня засобів відображення інформації

Для раціонального використання поверхні інформаційного поля в лабораторній роботі необхідно, щоб відстань між приладами дорівнювала половині лінійного розміру більшого з них, а відстань від приладу до краю інформаційної поверхні – половині лінійного розміру приладу.

Органи керування, пов'язані з визначеною послідовністю дій оператора, повинні групуватися таким чином, щоб дії оператора здійснювалися зліва на право і зверху вниз.

Функціонально ідентичні органи керування повинні розташовуватися функціональними групами.

При роботі двома руками органи керування розміщують з таким розрахунком, щоб не було перехрещування рук.

Права і ліва руки повинні бути завантажені однаково (за кількістю органів керування).

Аварійні органи керування розташовують у зоні досяжності моторного поля (див. рис. 7).

При наявності на панелях пульта керування великої кількості кнопок (більше 10) використовують наступні принципи групування:

- горизонтально-колірне, якщо горизонтальних рядів не більше п'яти;
- кнопки розташовують горизонтальними рядами, у кожному ряді розміщують від п'яти до двадцяти кнопок;
- кнопки всередині ряду групують відповідно до таблиці 1.

Першу і третю групи кнопок фарбують однаковим кольором у випадку слабкої освітленості панелей пульта керування чи однаковим відтінком кольору при гарній освітленості, відповідно другу і четверту групи кнопок фарбують іншим кольором чи відтінком.

Таблиця 1 – Розташування груп кнопок на робочому місці

Загальне число кнопок	Групи і число кнопок у групі	Загальне число кнопок	Групи і число кнопок у групі
6	5+1	9	5 + 4
7	5 + 2	10	5 + 5
8	5 + 3	11	5 + 5 + 1

Вертикально-колірне, якщо горизонтальних рядів більше п'яти відповідно до таблиці 2. Перша і третя групи горизонтальних рядів повинні мати однаковий колір чи відтінок, відмінний від кольору чи відтінку другої і четвертої груп. Відстань між групами рядів повинна бути більше відстані між окремими рядами на величину діаметра кнопки.

Таблиця 2 – Групи рядів кнопок на моторному полі

Загальне число горизонтальних рядів	Групи горизонтальних рядів і число рядів у них	Загальне число горизонтальних рядів	Групи горизонтальних рядів і число рядів у них
6	5 + 1	9	5+4
7	5 + 2	10	5+5
8	5 + 3	11	5+5+1

Зони розташування засобів відображення інформації й органів керування на панелях пульта в горизонтальній площині для роботи в положенні сидючи показані на рисунку 9:

А – дуже часто використовувані й найбільш важливі засоби відображення інформації й органу керування;

Б – часто використовувані й важливі;

В – мало використовувані й не важливі;

Г – допоміжні (поза межами досяжності й погляду з вихідного робочого положення).

Органи керування і функціонально пов'язані з ними засоби відображення інформації необхідно розташовувати поблизу один від одного функціональними групами таким чином, щоб органи керування ними чи рука оператора при маніпулюванні не закривали індикатори. При цьому органи керування повинні розташовуватися відповідно до послідовності дій, виконуваних оператором.

Виконання всіх перерахованих правил пов'язано з визначеними труднощами, тому що в різних варіантах завдання деякі з них вступають у протиріччя один з одним.

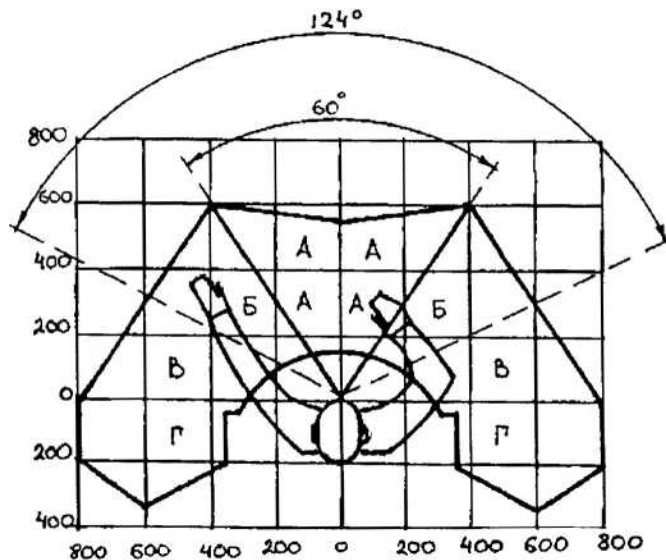


Рисунок 9 – Зони розташування засобів відображення інформації і органів керування на панелях пульта в горизонтальній площині

Тому завдання бригади – творчо підходити до кожного з них, знайти оптимальний варіант компоновання засобів відображення інформації й органів керування, що в максимально можливій мірі відповідав би цим вимогам. Таку можливість дає метод макетування, що дозволяє багаторазово змінювати компоновання засобів відображення інформації й органів керування на інформаційному і моторному полях.

Визначивши оптимальний варіант компоновання, обводять макети олівцем, розфарбовують їх, підписують номери засобів відображення інформації й органів керування (рис. 10). Рисунок пред'являють викладачу для перевірки і підпису. Після перевірки викладачем варіанта компоновання бригада усуває відзначені недоліки і створює остаточний варіант.

Розрахунок міри складності інформаційного поля

Людина-оператор у СЛМ виступає в ролі каналу зв'язку, тобто ланки, що безпосередньо сприймає і передає інформацію.

Кількість інформації, що надходить оператору від інформаційної моделі, справляє величезний вплив на ухвалення рішення. Основною психофізіологічною характеристикою оператора як каналу зв'язку є пропускна здатність, тобто кількість інформації, що переробляє безпомилково оператор в одиницю часу.

Для визначення відповідності засобів відображення інформації їхнього компоновання ергономічним вимогам розраховують міру складності інформаційного поля. Для створення умов надійної і високопродуктивної роботи оператора необхідно, щоб міра складності інформаційного поля знаходилася в межах пропускної здатності оператора (яка лежить в інтервалі 2–5 біт/с), тобто виконувалася умова:

$$Z \leq C_{\text{оп}} \quad (1)$$

де $C_{\text{оп}}$ – пропускна здатність оператора.

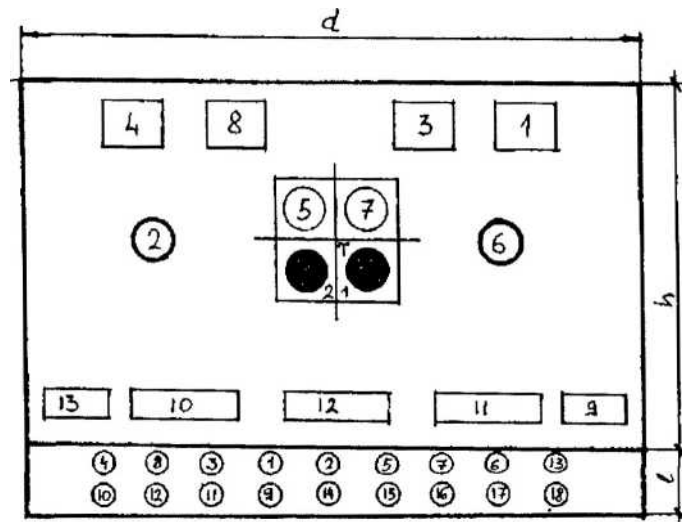


Рисунок 10 – Приклад компоновання засобів відображення й органів керування

Міра складності інформаційного поля

$$Z_{звi} \leq \frac{I_n}{t} \varepsilon q + h, \quad (2)$$

де I_n – повна кількість інформації, що надходить оператору з усіх засобів відображення інформації, розташованих на інформаційній панелі, включаючи сигнальні лампочки, біт;

t – час надходження інформації, с;

ε – умовні одиниці огляду інформаційної панелі;

q – коефіцієнт числа позицій;

h – міра вибору приладу, біт/с.

Необхідні для розрахунку $Z_{звi}$ дані містяться в таблиці завдання й у результатах проведення компоновання засобів відображення інформації й органів керування.

Повна кількість інформації

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (3)$$

де n – число приладів на інформаційній панелі, включаючи сигнальні лампочки;
 I_i – повна кількість інформації з i -го приладу.

$$I_i = I_{сп.i} \cdot a_i \quad (4)$$

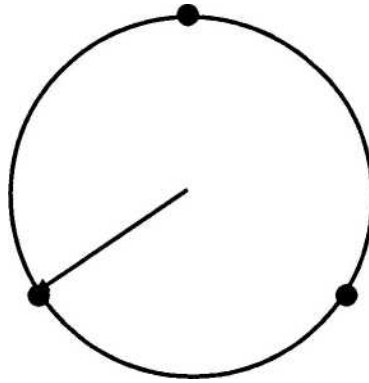


Рисунок 12 – Схема шкали приладу з 3-ма рівноймовірними значеннями вимірюваного параметра

З огляду на те, що $K = 3$; $P_1 = 0,7$; $P_2 = 0,25$; $\sum_{i=1}^k P_i = 1$ маємо:

$$I_{cp.i} = \sum_{i=1}^k P_i \cdot \log_2 P_i = [0,7 \log_2 0,7 + 0,25 \log_2 0,25 + 0,05 \log_2 0,05] = -3,32[0,7 \lg 0,7 + 0,25 \lg 0,25 + 0,05 \lg 0,05],$$

де 3,32 – коефіцієнт перерахування від двоїстого логарифма до десятичного.

Визначення міри огляду ϵ рекомендується виконувати в такій послідовності. За умовну одиницю міри огляду поля прийнята оптимальна зона інформаційного поля, розміри якої складають $\pm 15^\circ$ у горизонтальній площині від сагітальної площини $\pm 15^\circ$ у вертикальній площині від нормальної лінії погляду, у цьому випадку $\epsilon = I$. Кожне наступне збільшення інформаційного поля на $\pm 15^\circ$ по горизонталі і вертикалі приводить до збільшення ϵ на одну умовну одиницю; ϵ вимірюється в цілих числах натурального ряду.

Лінійні розміри інформаційного поля одержують після проведення компонування засобів відображення інформації.

Лінійні розміри інформаційного поля можна перерахувати в кутові, знаючи відстань від очей оператора до інформаційного поля:

$$\operatorname{tg} \frac{Z}{2} = \frac{S}{2l}, \quad (5)$$

де I – кутовий розмір інформаційної панелі по горизонталі чи вертикалі;

Z – кутовий розмір інформаційної панелі по горизонталі чи по вертикалі;

S – лінійний розмір інформаційної панелі (по вертикалі або горизонталі);

l – відстань від очей оператора до інформаційної панелі.

Потім визначають ϵ . Значення ϵ можна знайти також графічно шляхом побудови зон огляду інформаційного поля з кроком $B = 15^\circ$ (рис. 13).

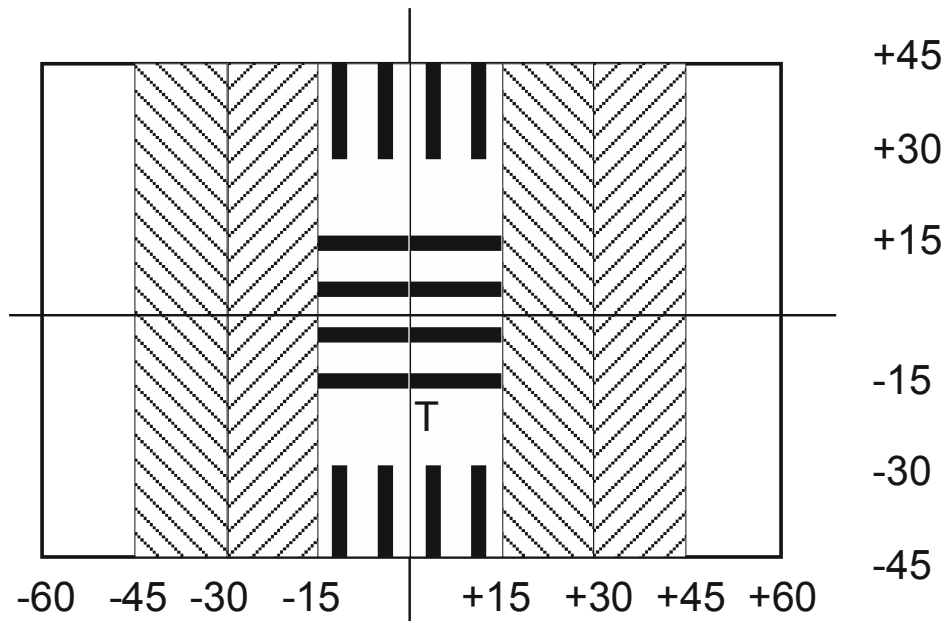


Рисунок 13 – Схема визначення ϵ графічним шляхом

Якщо зони огляду інформаційної панелі складають $Z_{\theta} \pm 43^\circ$, $Z_{\epsilon} \pm 58^\circ$, то $\epsilon = 1 + 2 + 3 = 6$.

Значення ϵ можна визначити також графічним шляхом, виходячи з отриманого कंपонування засобів відображення інформації на інформаційному полі (рис. 2.13).

Коефіцієнт числа позицій

$$q = n' + \epsilon' + z, \quad (6)$$

де n' – кількість стрілочних приладів на інформаційному полі;

ϵ' – кількість збільшень вище повного огляду по горизонталі і вертикалі в умовних одиницях. Якщо кутові розміри інформаційного поля не перевищують значень $\pm 90^\circ$ по горизонталі та $\pm 70^\circ$ по вертикалі, то $\epsilon = 0$. Перевищення цих значень веде до збільшення ϵ' , що розраховується аналогічно ϵ ;

r – кількість рубежів розташування приладів, чи переакомодаций ока (при збільшенні відстані від очей оператора до об'єкта спостереження більше ніж на 15 см); приймаємо $r = 1$.

Міра вибору:

$$h = Q \frac{\log \prod_{f=1}^m (n' - l_f)}{t'}, \quad (7)$$

де Q – число циклів перегляду приладів за час, зазначений у завданні;

n' – число стрілочних приладів;

m – число «кроків», що містяться в одному циклі перегляду приладів;

t' – час одного циклу перегляду приладів (зазначено в завданні).

До забороненого відносяться ті прилади, що вже переглянуті і конструктивне (за формою шкали) відрізняються від приладу, на який в даний момент спрямований погляд оператора.

Для визначення міри вибору на інформаційному полі відзначається маршрут перегляду всіх приладів. На рисунку 15 показане розташування засобів відображення інформації відповідно до послідовності зчитування інформації.

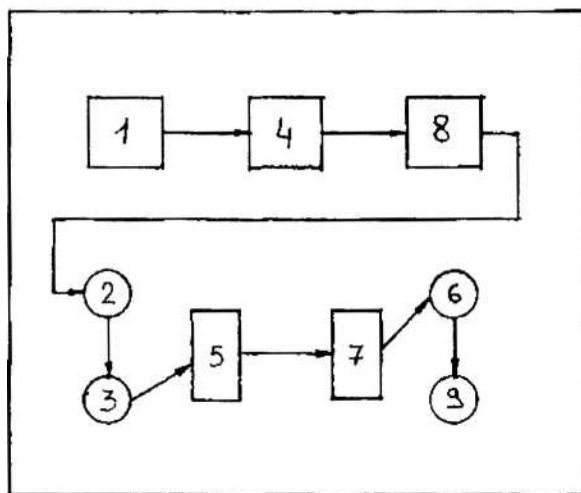


Рисунок 15 – Схема розташування засобів відображення інформації на панелі пульта

Наприклад, $Q = 4$, $t' = 90\text{с}$, $n' = 9$, тоді

$$h = \frac{\log_2 \prod_{f=1}^m (n' - l_f)}{t'} = 4 \frac{[(9-6)(9-7)(9-8)(9-8)]}{90} = 0,363 \text{біт} / \text{с} \quad (8)$$

Після визначення складових міри складності інформаційного поля знаходять значення $Z_{звi}$ і порівнюють його з пропускнуою здатністю оператора. При невідповідності $Z_{звi}$ пропускнуї здатності розробляють рекомендації, спрямовані на зниження $Z_{звi}$

Контрольні питання

1. Поняття про робоче місце оператора.
2. Визначення антропометричної оцінки робочого місця оператора.
3. Метод антропометричної оцінки, застосований у даній роботі.
4. Антропометричні характеристики, використовувані при побудові площинних манекенів для робочої пози сидючи,
5. Поняття про фізіологічно раціональну робочу позу.
6. Розміри пульта керування, одержувані за допомогою максимального і мінімального манекенів.
7. Поняття про пульт керування.
8. Поняття про інформаційне поле робочого місця оператора.
9. Зони огляду інформаційного поля робочого місця оператора.

10. Поняття про моторне поле робочого місця.
11. Зони досяжності моторного поля робочого місця оператора.
12. Правила компоновання засобів відображення інформації на робочому місці оператора.
13. Правила компоновання органів керування на робочому місці оператора.
14. Формула розрахунку міри складності інформаційного поля $Z_{зві}$.
15. Визначення повної кількості інформації Jn .
16. Коефіцієнт огляду ϵ .
17. Визначення коефіцієнта числа позицій q .
18. Формула для розрахунку міри вибору h .

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Раздорожный А. А. Охрана труда и производственная безопасность: уч.-метод. пособие / А. А. Раздорожный. – М : Изд-во «Экзамен», 2012. – 512 с.
2. Мунипов В. М. Эргономика. / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – М. : Логос, 2011. – 356 с.
3. Рунге В. Ф. Эргономика и оборудование интерьера / В. Ф. Рунге. – М. : Архитектура, 2010. – 310 с.
4. Шевяков О. В. Ергономіка в системі психології праці : навч. посібник / О. В. Шевяков. – Дніпропетровськ : ДГУ, 2007. – 157 с.
5. Панеро Дж. Основы эргономики. Человек, пространство, интерьер: справочник по проектным нормам: пер. с англ./ Джулиус Панеро, Мартин Зелник. – М. : АСТ. Астрель, 2006. – 319 с.
6. Азнакаєв Е. Е. Біофізика: навч. посіб./ Е. Е. Азнакаєв. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 308 с.
7. Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебник] / Т. А. Егорова, Е. А. Живухина, С. М. Клунова. – М., 2010. – 256 с.
8. Михасев Е. И. Биомеханика: [учебник] / Е. И. Михасев, А. В. Чигарев, А. В. Борисов. – М. : Изд-во Ерецова, 2010 г. – 284 с.
9. Тиманюк В. А. Биофизика : [учебник] / В. А. Тиманюк, Е. Н. Животова. – 2-е издание. – К. : ИД «Профессионал», 2004. – 704 с.
10. Абрамов О.О. Основы ергономіки: Навчальний посібник. – М. : РЕОТУПС, 2001.-264 с.
11. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці : навч. посібник. – Київ : КНЕУ, 2000, –232 с.
12. Фізіолого-ергономічні вимоги до проектування виробничого устаткування, організації технологічних процесів і робочих місць / Гігієнічні вимоги до організації технологічних процесів, виробничого обладнання та робочого інструменту: [Електронний ресурс]. / <http://mbty.rU/BIBLIO/SNIPS/sp/2.2.2.1327-03/2.2.2.1327-03.htm> (2004.7 травня)
13. Ламаш Б. Е. Лекции по биомеханике [Электронный ресурс]. / Б. Е. Ламаш. – Режим доступа : www.dvgu.ru/meteo/bookyBioMechan.htm.
14. Удобная работа на ноутбуке : Эргономическое уравнение [Электронный ресурс]. / Режим доступа http://www.ergotron-russia.ru/pdf/Ergonomic_equation.pdf
15. Втома (фізіологія). Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. [Електронний ресурс]. / Режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/ВТОМа_фізіологія)
16. Все для офісу. Ергономіка і організація робочого місця. [Електронний ресурс]. / – Режим доступу: <http://www.officemart.ru/>
17. Будівельний портал. Ергономіка робочого місця і планування офісного простору [Електронний ресурс]. / – Режим доступу : <http://best-stroy.ru/>.
18. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работы сидя. Общие эргономические требования.

19. ГОСТ 12.2.049-80. ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
20. ГОСТ 21889-76. СЧМ. Кресло оператора. Общие эргономические требования.
21. ГОСТ 22269-76. СЧМ. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
22. ГОСТ 22614-77. СЧМ. Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования.
23. ГОСТ 22613-77. СЧМ. Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования.
24. ГОСТ 22615-77. СЧМ. Выключатели и переключатели типа «тумблер». Общие эргономические требования.
25. ГОСТ 23000-78. СЧМ. Пульты управления. Общие эргономические требования.
26. ГОСТ 22902-78. СЧМ. Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования.
27. ГОСТ 21752-76. СЧМ. Маховики управления и штурвалы. Общие эргономические требования.
28. ГОСТ 21753-76. СЧМ. Рычаги управления. Общие эргономические требования.
29. ГОСТ 12.2.120-88. ССБТ. Кабины и рабочие места тракторов, самоходных строительно-дорожных машин, одноосных тягачей, карьерных самосвалов и самоходных сельхозмашин.
30. ГОСТ 12.2.033-78. ССБТ. Рабочее место стоя. Общие эргономические требования.
31. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 2.3.6.037-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 37.
32. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 39
33. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.
34. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 р. № 7.
35. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, затверджені наказом Держгірпром нагляду від 26.03.2010 р. №65.

Виробничо-практичне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«ЕРГОНОМІКА РОБОЧИХ МІСЦЬ»

*(для студентів 5 курсу денної та 6 курсу заочної форм навчання спеціальності
263 – Цивільна безпека, освітня програма «Охорона праці»)*

Укладач **АБРАКІТОВ** Володимир Едуардович

Відповідальний за випуск *М. В. Хворост*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2017, поз. 154 М

Підп. до друку 06.10.2017. Формат 60х84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,0

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК 5328 від 11.04.2017.