

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра охорони праці та навколишнього середовища**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до розроблення питань ергономіки  
в дипломних проектах**

**Харків – 2014**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри охорони праці та навколишнього

середовища 27 лютого 2012 року, протокол № 2.

Рекомендовано для студентів усіх спеціальностей та форм навчання.

Укладачі:

доц. В.Г. Брусенцов,  
асист. О.В. Брусенцов

Рецензент

проф. В.М. Сударський

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до розроблення питань ергономіки  
в дипломних проектах

Відповідальний за випуск Брусенцов О.В.

Редактор Еткало О.О.

-

---

Підписано до друку 26.04.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра “Охорона праці та навколишнього середовища”

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до розроблення питань ергономіки в дипломних проектах  
для студентів усіх спеціальностей і форм навчання

*Завідувач кафедри ОП і НС проф.*

*М.І. Ворожбіян*

*Методичні вказівки розглянуті і одобрені*

*методичною комісією ф-ту УПП*

*протокол № від р.*

*Голова МК ф-ту УПП доц.*

*С.М. Продащук*

*Декан факультету УПП доц.*

*Д.І. Мкртичян*

*Автори*

*доц.*

*асист.*

*В.Г. Брусенцов*

*О.В. Брусенцов*

**Харків 2014**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» 27 лютого 2012 року, протокол № 2.

Рекомендовано для студентів усіх спеціальностей та форм навчання.

Укладачі:

доц. В.Г. Брусенцов,  
асист. О.В. Брусенцов,

Рецензент

проф. В.М. Сударський

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
Визначення складності алгоритму діяльності людини-оператора	5
Оцінка пропускної спроможності людини-оператора .....	9
Кількісні характеристики діяльності оператора .....	12
Напруженість роботи оператора .....	15
Список літератури .....	18

## ВСТУП

Ергономіка - наука, яка комплексно вивчає людину (групу

людей) в конкретних умовах її діяльності, що пов'язана з використанням машин (технічних засобів). Людина, машина і середовище розглядаються в ергономіці як складне ціле, яке функціонує і в якому провідна роль належить людині. Ергономіка є водночас і науковою дисципліною, і такою, що проектує, бо в її завдання входить розроблення засобів урахування людських чинників при модернізації діючої і створенні нової техніки і технології, а також відповідних умов праці.

Об'єкт дослідження ергономіки - система «людина (група людей) - машина (технічний засіб) - середовище», або стисло - «система людина-машина» (СЛМ). Предмет ергономіки - конкретна трудова діяльність людини, що використовує машини. Свої проблеми ергономіка вирішує водночас у двох напрямках - від вимог людини до техніки і умов її функціонування і від вимог техніки і умов її функціонування до людини.

Вимоги людини до техніки всебічно виявляються і фіксуються в такій цілісній ергономічній характеристиці СЛМ, як ергономічність. Під ергономічністю розуміють властивість техніки змінювати ефективність трудової діяльності в системі «людина-машина» в залежності від ступеня її (техніки) відповідності фізичним, біологічним і психологічним властивостям людини. Ергономічність формується на базі ряду властивостей, до яких належить керованість, обслугованість, освоюваність і заселеність системи.

Ергономіка вирішує завдання раціональної організації діяльності людей у системах «людина-машина», доцільного розподілу функцій між людиною і машиною, визначення критеріїв оптимізації СЛМ з урахуванням можливостей і особливостей працюючої людини, розробляє типології таких систем.

## **ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДНОСТІ АЛГОРИТМУ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ–ОПЕРАТОРА**

Для опису структури діяльності людини-оператора застосовується цілий ряд засобів. Одним з найбільш поширених є засіб алгоритмічного опису, який спирається на положення, що будь-яке управління здійснюється за допомогою перероблення інформації, виконаної за відповідними правилами (алгоритмами). Поняття алгоритм визначається як сукупність елементарних актів перероблення інформації, що визначає їх послідовність і забезпечує вирішення поставленого завдання.

Як найпростіші складові алгоритму вважаються оперативні одиниці, які використовуються людиною в її роботі, як щось цілісне. Такими одиницями (елементарними діями) є: сприймання або вилучення з пам'яті образів, понять, суджень, а також дії, прості або складні, але які мають закінченість у діяльності людини.

Оперативні одиниці можуть бути двох видів:

1) *логічні умови* (образ, поняття, судження), що фігурують як інформаційні одиниці в процесі формування або вибору умов.

2) *"оператори—дії"*, під якими розуміються ті або інші дії людини.

Робочий процес розглядається як сукупність елементарних оперативних одиниць перероблення керуючої інформації. Для запису алгоритму застосовуються дві основні форми:

- 1) логічна схема;
- 2) блочна схема.

У логічній схемі алгоритму великими латинськими літерами позначають "оператори-дії" (таблиця 1), малими - логічні умови (таблиця 2), визначаючи вибір того чи іншого типу "оператора-дії". Кожна логічна умова має два можливих виходи. Від кожного символу логічної умови починається нумерована стрілка ( $\uparrow^3$ ), що закінчується біля іншого символу ( $\downarrow^3$ ). Робота логічної схеми алгоритму починається з того, що спрацьовує крайній лівий член схеми. Після цього визначається, який елемент повинен працювати після нього; якщо першим був "оператор-дія", то за ним має працювати той член схеми, який безпосередньо йде за ним, тобто другий. Якщо ж перший член схеми - логічна умова, то можливі два

виходи: або логічна умова виконується (тоді спрацьовує наступний член алгоритму), або ж вона не виконується (в цьому випадку спрацьовує той член, до якого веде стрілка, що нумерувалася і яка починається після даної логічної умови). Подальша робота схеми відбувається аналогічно. Ситуація, коли логічна умова виконується, позначається як "1", а коли не виконується - як "0". Аналіз схеми алгоритму дає змогу отримати деякі кількісні характеристики трудової діяльності оператора.

*Показник стереотипності* оцінюється за наявністю в алгоритмі безперервних послідовностей без логічних умов, а також за тривалістю цих послідовностей. Цей показник визначається за формулою

$$Z = \sum_{n=1}^k P_n^{(0)} X_n^{(0)}, \quad (1)$$

де  $X_n^{(0)}$  - число послідовних елементів у групі без логічних умов з 1, 2... k членів;

$P_n^{(0)}$  - імовірність появи таких груп.

Показник стереотипності досягає максимального значення, що дорівнює  $k$ , коли в алгоритмі немає логічних умов, тобто послідовність дій оператора однозначно детермінована і не залежить від будь-яких умов. Мінімально можливе значення дорівнює одиниці.

*Показник логічної складності* визначається таким виразом:

$$L = \sum_{n=1}^m P_n^l X_n^l, \quad (2)$$

де  $X_n^l$  - число логічних умов, що перевіряються в групі з 1, 2,..., m таких умов;

$P_n^l$  - імовірність появи таких груп.

Цей показник визначає необхідність перебудови системи дій у випадку зміни системи сигналів. Можливі межі зміни якщо  $0 \leq L \leq m$ .

*Напруженість (інтенсивність) виконання алгоритму* визначається числом елементарних оперативних одиниць, що

виконуються в одиницю часу. Цей показник (операції за секунду) визначається за формулою

$$V_a = \frac{k + m}{\tau}, \quad (3)$$

де  $k$  і  $m$  - загальне число "операторів-дій" і логічних умов в алгоритмі;  
 $\tau$  - загальний час зміни, с.

### Визначення складності алгоритму діяльності людини-оператора

Алгоритм має вигляд

$$\downarrow^6 ABDc \uparrow^1 \downarrow^2 f \uparrow^3 Eh \uparrow^2 F \uparrow^6 \downarrow^3 f \uparrow^5 G \uparrow^4 \downarrow^1 \uparrow^7 h \uparrow^6 l \uparrow^7 Q \uparrow^6.$$

Припустимо, що число повторень алгоритму дорівнює ста. Для визначення базових характеристик переписуємо алгоритм у спрощеному вигляді

$$A B D c f E h F f G h l Q.$$

Таблиця 1

Символ	Зміст операторів
A	Очікування черговим повідомлення про відправлення до нього поїзда
У	Одержання очікуваної інформації
D	Запит диспетчера про порядок пропускання поїзда
E	Команда про пропускання по головній колії
F	Те саме, по боковій колії
G	Приймання поїзда на головну колію
Q	Те саме, на бокову колію

Таблиця 2

Символ	Зміст логічної умови
$c$	Віддаль перед поїздом, що йде, достатня
$f$	Головний шлях вільний
$h$	Бокова колія для приймання поїзда є
$l$	Поїзд по довжині вміщається на бокову колію

Бачимо, що в алгоритмі п'ять груп „операторів-дій”, у тому числі одна група містить три „оператори-дії” і чотири групи по одному „оператору-дії”.

Звідси показник стереотипності

$$Z = \frac{3}{5} \times 1 + \frac{1}{5} \times 4 = \frac{7}{5} = 1,4.$$

Логічні умови розподілені за чотирма групами, із них дві групи - по дві умови і дві - по одній умові.

Звідси показник логічної складності

$$L = \frac{2}{4} \times 2 + \frac{1}{4} \times 2 = 1,5.$$

Для визначення інтенсивності береться час чергування в секундах (43200).

Напруженість (операцій за секунду) дорівнює

$$V = \frac{(7 + 6) \cdot 100}{43200} = 0,03 \text{ опер/с.}$$

## **ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА**

При ергономічній оцінці діяльності людини, зайнятої в системі управління, велике значення має пропускна спроможність оператора. Органи чуттів сприймають обмежену кількість інформації, що визначається пропускною спроможністю людини, що є функцією типу завдання, ступеня участі оператора в роботі системи, обсягу інформації, що виводиться на засоби відображення, довжини її

алфавіту, яскравості символів, контрастності, розмірів та ін. Наприклад, для зчитування інформації при рівній імовірності надходження будь-яких символів пропускна спроможність оператора дорівнює

$$C = \frac{n \log_2 N}{T_{от}}, \quad (4)$$

де  $n$  - число правильно впізнаних символів;

$N$  - довжина алфавіту (число символів, прийнятих для відображення інформації в даній системі відображення);

$T_{от}$  - час відображення інформації.

Пропускную спроможність людини лише в окремих випадках можна зобразити в одиницях, що уніфіковувалися, наприклад у бітах в секунду. Так, пропускна спроможність зорової системи при пізнанні предметів не перевищує 50-70 біт/с, літер і цифр - 55 біт/с, з часом вона стає меншою. Відомо, що оптимальна швидкість прийому й обробки інформації рівна 0,1-5,5 біт/с. Зменшення частоти надходження сигналів знижує активність оператора і також збільшує його помилки, як і збільшення кількості інформації, що надходить у систему. Якщо декілька символів або сигналів подаються оператору водночас, він змушений шукати потрібні йому елементи. Витрати часу на це дорівнюють добутку математичного очікування числа кроків у пошуку (числа рухів очей) на середню тривалість зорової фіксації, що залежить від засобу кодування інформації.

Умова погодження потоку інформації, що надходить на засоби відображення  $F_m$  і переробляється людиною  $F_{люд}$ :

$$F_m \leq F_{люд}$$

Для вимірювальної системи і сигналів, що надходять з табло:

$$F_m = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^k I_i(A), \quad (5)$$

$$I_i(A) = n \log_2 \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2\gamma}, \text{ або } I_i = n \log_2 N,$$

де  $I_i(A)$  - кількість інформації, що формується комплексом, і зовнішніх впливів;

$t$  - час вимірювання інформації;

$n$  - кількість параметрів, що вимірюються, або точок контролю;

$X_{\max} - X_{\min}$  - діапазон зміни контрольованої величини;

$\gamma$  - похибка вимірювання;

$N$  - довжина алфавіту повідомлень.

Загальна кількість інформації, що сприймається, переробляється і передається людиною-оператором,

$$F_{\text{люд}} = F_m + F_p + F_n, \quad (6)$$

де  $F_p$  - мовна інформація;

$F_n$  - письмова інформація.

Інформація, що сприймається і передається оператором телефоном, селектором, радіозв'язком, дорівнює:

$$F_p = \phi_c \sum_{i=1}^{\phi} p(i) \log_2 p(i), \quad (7)$$

де  $\phi_c$  - число фонем у повідомленні;

$\phi$  - число фонем (окремих звукових одиниць) усної промови (в російській мові 41 фонема - 6 голосних і 35 приголосних);

$p(i)$  - імовірність появи фонем  $i$ .

При відомому для якогось роду діяльності значенні інформації на одну фонему  $F_{\text{уд}}^{\text{сп}}$  мовна інформація буде:

$$F_p = \phi_c F_{\text{уд}}^{\text{сп}}, \quad (8)$$

Кількість письмової інформації

$$F_n = m_6 \sum_{i=1}^N p'(i) \log_2 p'(i), \quad (9)$$

де  $m_6$  - число літер у повідомленні;

$N$  - довжина алфавіту;  
 $p'(i)$  - імовірність появи літери  $i$ .

Якщо  $F_M > F_{\text{люд}}$ , оператор припускає помилки (пропускає сигнали й ознаки, спотворює їх, затримує передачу сигналів) або взагалі не може розв'язати задачу. При  $F_M \leq F_{\text{люд}}$  людина здатна переробляти інформацію, що надходить в допустимий час  $T_{\text{ч. доп}}$  ( $T_{\text{ч}} < T_{\text{ч. доп}}$ ). Коли  $F_M > F_{\text{люд}}$ , потрібно зменшувати надходження інформації в заданий тимчасовий інтервал або збільшувати швидкість перероблення інформації оператором. Це останнє може бути досягнуте тренуванням. Час перероблення заданої кількості інформації при цьому зменшується:

$$T_{\text{л}} = (T_{\text{л.о}} - T_{\text{ост}})e^{-k_1 t} + T_{\text{ост}}, \quad (10)$$

де  $T_{\text{л.о}}$  - час перероблення інформації оператором у початковий період навчання;

$T_{\text{ост}}$  - час перероблення інформації при  $t \rightarrow \infty$ ;

$t$  - час навчання;

$k_1$  - коефіцієнт, що характеризує сталу часу навчання.

Остаточний час  $T_{\text{ост}}$  при  $t \rightarrow \infty$  зумовлюється фізіологічними можливостями оператора і формою відображення інформації. Потік інформації, біт/с, що подається оператору в одиницю часу,

$$H = F_{\text{люд}}/t_{\text{ср}}, \quad (11)$$

де  $t_{\text{ср}}$  - середня тривалість повідомлення.

### **КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА**

Людина-оператор, яку розглядають в інженерній психології як специфічну ланку системи “людина-машина”, характеризується такими показниками, як швидкодія, надійність, точність. Ці показники мають свої аналоги у машинній частині системи; необхідні значення їх визначаються на підставі загальних вимог, що ставляться до здійснення циклу регулювання в системі “людина-машина”. Окрім цього, оператор як специфічна ланка системи “людина-машина” характеризується психічною напруженістю своєї

діяльності. На відміну від попередніх, цей показник не має свого аналога у машинній частині системи.

Показником швидкодії є час розв'язання задачі оператором, тобто час від моменту появи сигналу до моменту закінчення здійснення керуючого впливу. У найпростіших випадках цей час пропорційний кількості інформації, що переробляється людиною:

$$T = a + B \cdot I, \quad (12)$$

де  $I$  - кількість інформації, що переробляється.

Константи  $a$  і  $B$  мають такий сенс:

$a$  - витрати часу, супутні обробці інформації від моменту появи сигналу до реалізації рішення;

$B$  - витрати часу на обробку одиниці інформації.

Інколи (за наявності черги сигналів) оператор не відразу починає обробку сигналу. У цьому випадку на очікування сигналів обслуговування витрачається деякий час  $\tau_{ож.}$ , а швидкодія оператора характеризується величиною

$$\tau_{пр} = \tau_{оп} + \tau_{ож}, \quad (13)$$

де  $\tau_{пр}$  - час перебування інформації на обслуговуванні;

$\tau_{ож}$  - час очікування початку обслуговування;

$\tau_{оп}$  - власне час обслуговування (обробки) сигналу.

Необхідна швидкодія оператора визначається тривалістю циклу управління, що звичайно буває заданою

$$T_{ц} = \sum_{i=1}^n t_i + \tau_{пр}, \quad (14)$$

де  $T_{ц}$  - тривалість циклу управління;

$t_i$  - час затримки сигналу в  $i$ -й ланці машини;

$n$  - число машинних ланок.

При заданому  $T_{ц}$  і відомих  $t_i$  (вони звичайно відомі за паспортними даними технічних приладів) від оператора вимагається швидкодія

$$\tau_{пр} \leq T_{ц} - \sum_{i=1}^n t_i. \quad (7.4) \quad (15)$$

**Надійність** діяльності оператора характеризується звичайно імовірністю правильного розв'язання задачі. Для оцінки цієї імовірності використовується формула

$$P_{оп} = \frac{m}{N}, \quad (7.5) \quad (16)$$

де  $m$  - число правильно розв'язання задач;  
 $N$  - загальне число задач, що розв'язуються.

Необхідна надійність оператора визначається надійністю всієї системи, що здійснює цикл управління:

$$P_{ц} = P_{оп} \prod_{i=1}^n P_i(T_{ц}), \quad (17)$$

де  $P_i(T_{ц})$  - надійність роботи  $i$ -ї ланки машини в період часу  $T_{ц}$ .

При заданому  $P_{ц}$  і відомих  $P_i$  (їхні значення звичайно бувають відомими в результаті розрахунків, методи яких достатньо добре розроблені в теорії надійності) необхідна надійність оператора дорівнює

$$P_{оп} \geq \frac{P_{ц}}{\prod_{i=1}^n P_i(T_{ц})}. \quad (18)$$

Оцінка надійності і швидкодії оператора для алгоритмізованих видів діяльності проводиться структурними засобами, що припускають аналіз структури діяльності оператора і характеристик надійності й швидкодії окремих дій.

Необхідно відзначити, що розглянуті характеристики діяльності

оператора в значному ступені залежать від засобу її виконання, тобто від навичок і вміння оператора, а також мотивів його поведінки, від зміни умов виконання діяльності. Тому до оцінки характеристик окремих дій слід підходити з великою обережністю, бо одні й ті ж дії, що входять у різні види діяльності, навіть у одного оператора можуть мати різноманітні значення, якщо мотиви, засоби й умови виконання цих дій будуть різними. Це особливо потрібно пам'ятати при використанні структурних засобів оцінки надійності і швидкодії оператора, які є нечутливими до зміни означених умов, якщо при цьому тільки не змінюється структура діяльності оператора.

Важливою характеристикою діяльності оператора є також **точність** його роботи. Іноді її змішують з надійністю. Як вхідне поняття для визначення обох характеристик використовується поняття «помилка оператора», для розрахунку обох характеристик пропонуються однакові формули і т.д. Фактично ж надійність і точність являють собою різні показники, що характеризують різні сторони діяльності оператора.

Під точністю роботи оператора слід розуміти ступінь відхилення деякого параметра, що вимірюється, встановлюваного або регульованого оператором, від свого істинного, заданого або номінального значення. Кількісно точність роботи оператора оцінюється величиною похибки, з якою оператор вимірює, встановлює або регулює даний параметр:

$$\gamma = I_{\text{н}} - I_{\text{оп}}, \quad (19)$$

де  $I_{\text{н}}$  - істинне або номінальне значення параметра;

$I_{\text{оп}}$  - значення параметра, що фактично вимірюється або регулюється оператором.

## **НАПРУЖЕНІСТЬ РОБОТИ ОПЕРАТОРА**

Специфічною характеристикою оператора, яка не має свого аналога для машинних ланок, є напруженість його діяльності. „Функціональна напруженість оператора” при виконанні виробничого завдання може бути віднесена до двох сторін – енергетичної й інформаційної. Обидві вони наявні: при всіх видах трудової діяльності, але в залежності від того, яка сторона домінує,

працю відносять до фізичної або інтелектуальної. Функціональну напруженість організму при фізичній роботі називають тяжкістю праці, при інтелектуальній - напруженістю праці. Синонімами цих понять є фізична тяжкість і нервова напруженість. Операторська діяльність оцінюється, як правило, напруженістю праці.

Про напруженість роботи оператора в СЛМ судять за величиною відхилень умов праці від нормальних. Перевагою цього підходу є і той факт, що з його допомогою можна оцінити ступінь напруженості роботи оператора вже на стадії проектування СЛМ.

Найбільший вплив на результати діяльності оператора виявляє характер інформаційного потоку, що надходить до нього. Тому великий інтерес становить використання для визначення напруженості оператора гранично допустимих норм, що характеризують значення інформаційного навантаження оператора. До них належать: коефіцієнт завантаженості, період зайнятості, довжина черги, час перебування інформації на обробці, швидкість надходження інформації.

Коефіцієнт завантаженості являє собою величину

$$\eta = 1 - \frac{\tau_p}{T_{\text{деж}}}, \quad (20)$$

де  $\tau_p$  - загальний час, під час якого оператор не зайнятий обробкою інформації, що надходить;

$T_{\text{черг}}$  - загальна тривалість чергування.

З фізіології праці відомо, що при операторській діяльності біля 25 % робочого часу повинно бути надано людині для відпочинку. Отже,  $h \leq 0,75$ . Однак для операторської діяльності повинна бути забезпечена не тільки допустима завантаженість, але й визначене чергування періодів роботи і відпочинку (оперативного спокою). Для врахування цього положення вводиться поняття періоду зайнятості  $T_{\text{зан}}$ , під яким розуміють час безперервної (без пауз) роботи. Для діяльності оператора рекомендується – 15 хв. Поява напруженості може бути викликана і наявністю черги в обробці інформації. Таке положення буває тоді, коли нова інформація надходить до закінчення обробки інформації, що вже надійшла раніше. Причому на появу напруженості має вплив як частота появи,

так і довжина черги.

Частота появи черги оцінюється показником

$$\beta = \frac{N_{\text{оч}}}{N}, \quad (21)$$

де  $N_{\text{оч}}$  - число сигналів, оброблених в умовах черги;

$N$  - загальне число сигналів, що надійшли.

За своєю суттю коефіцієнт черги являє собою ймовірність обробки інформації в умовах черги. Експериментальні дослідження показують, що його величина не повинна перевищувати 0,4. На діяльність оператора впливає і довжина черги. Якщо значення  $K$  перевищує обсяг оперативної пам'яті, можливі випадки пропуску сигналів оператором, виникнення помилок, що сприяє появі операційної напруженості. Її середнє значення повинно бути дещо меншим і не перевищувати трьох сигналів водночас.

Час перебування інформації на обробці не повинен перевищувати допустимого значення, що визначається формулою

$$\tau_{\text{пр}} = \tau_{\text{оп}} + \tau_{\text{ож}} < \tau_{\text{пр. доп.}} \quad (22)$$

З цієї умови випливає

$$\tau_{\text{ож}} = \tau_{\text{пр}} - \tau_{\text{оп}} \leq \tau_{\text{пр. доп.}} - \tau_{\text{оп.}} \quad (23)$$

На діяльність оператора великий вплив має швидкість надходження інформації. Ця швидкість не повинна перевищувати пропускної спроможності оператора. Пропускна спроможність оператора істотно залежить від організації його роботи. Звичайно пропускна спроможність не перевищує 30 рух. од/с. Реально вона лежить в межах 1 - 5 рух. од/с.

Гранично допустимі норми діяльності визначаються такими значеннями:

$$\eta_{\text{доп}} = 0,75; \quad \beta_{\text{доп}} = 0,4; \quad \tau_{\text{ож. доп.}} = \tau_{\text{пр. доп.}} - \tau_{\text{оп.}};$$
$$T_{\text{зан}} = 15 \text{ мин}; \quad \bar{K}_{\text{доп}} = 3; \quad V = 1 \div 5 \text{ дв. ед./сек.}$$

Фактичні характеристики діяльності оператора не повинні перевищувати відповідних гранично допустимих норм. Перевищення їх свідчить про появу напруженості в роботі оператора.

Звертаність до приладу орієнтовно визначається в залежності від завдання управління. На схемі розташування приладів останні нумеруються за частотою звернення (1 - найбільш часто, 2 - менш і т.д.).

Після цього перевіряються зв'язки, тобто порядок здійснення спостереження за приладами. Прилади з більш тісними зв'язками повинні розташовуватися поруч. Крім того, слід уникати маршрутів, що перетинаються. Для кожного приладу визначається орієнтовно кількість інформації, одержуваної оператором при зчитуванні показників:

$$I = \log_2 N, \quad (24)$$

де  $I$  - кількість інформації, *біт*;

$N$  - число можливих положень покажчика.

Така оцінка може бути застосована при рівновірогідному положенні покажчика. При різноманітній імовірності події

$$I = \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i, \quad (25)$$

де  $P_i$  - імовірність;

$i$  - стан.

Дані про цю оцінку виносять у таблицю і визначають середній потік інформації від приладу, *біт/с*,

$$F_t = \frac{I}{t_1} \text{ біт/сек}, \quad (26)$$

де  $t_1$  - час, протягом якого надходить інформація.

Після цього визначається середній потік по всіх приладах (що не повинен перевищувати 2-3 *bit/c*):

$$F_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n F_i \quad (27)$$

Визначається складність інформаційного поля:

$$Z = F_{\text{ср}} \varepsilon k + h, \quad (28)$$

де  $Z$  - міра складності, *bit/c*;  
 $\varepsilon$  - умовні одиниці огляду поля;  
 $k$  і  $h$  - коефіцієнти складності поля.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Основи ергономіки на залізничному транспорті / Брусенцов В.Г., Брусенцов О.В., Бугайченко І.І., Кисельова С.О. - Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 142 с.
- 2 Платонов Г.А. Эргономика на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1986. – 296 с.
- 3 Мунипов В.М., Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учеб. пособие. / Мунипов В.М., Зинченко В.П. – К.: Логос, 2001. – 356 с.
- 4 Демирчоглян Г.Г. Компьютер и здоровье. - М.: Лукоморье, 1997. – 63 с.
- 5 Трофімов Ю.Л. Інженерна психологія. – К.: Либідь, 2002. – 263 с.
- 6 НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронних обчислювальних машин. (Державний нормативний акт про охорону праці).- К. 2010.