

УДК 656.073.5.002.5

Т.В.Терлецький, В.П.Столярчук

Луцький національний технічний університет

**ЕРГОНОМІКА І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ НА МИТНИХ ТЕРМІНАЛАХ**

*Розглянуто питання оптимізації робочого місця працівника митної служби з метою покращення продуктивності праці. Подано відповідні графічні і аналітичні залежності.*

Ключові слова: *ергономіка, продуктивність праці, митниця, робоча зміна, інспектор.*

Розглядаючи технологічні процеси митного контролю, слід відзначити, що незаконне перевезення тих чи інших предметів можливе в декількох випадках:

- 1) інспектор, озброєний технічними засобами, не виявив недозволених для перевезення предметів в зв'язку з тим, що технічні засоби не забезпечили наявності об'єктивної інформації;
- 2) інспектор не навмисно помилився у виявленні недозволених предметів у зв'язку з недостатньою кваліфікацією чи психофізичним станом в момент контролю;
- 3) інспектор навмисне вчинив злочин і дозволив контрабандний перетин контролю.

Продуктивність праці митників неоднакова протягом робочої зміни і змінюється також протягом робочого тижня. Такі зміни обумовлені психофізіологічним станом людини та відповідністю оперативних і тактико-технічних характеристик технічних засобів митного контролю. На рис. 1 наведено графічна залежність зміни продуктивності праці протягом робочого дня. Із графіка видно, що протягом робочої зміни мають місце три характерні фази працездатності інспектора:

- поступове входження в робочий стан, коли працездатність збільшується і кількість помилок з часом зменшується;
- компенсації, коли інспектор забезпечує найбільшу продуктивність праці і найменшу кількість помилок;
- втоми, коли митник внаслідок втоми поступово зменшує продуктивність і якість праці, все більше допускає в роботі помилок.

З настанням третьої фази необхідно своєчасно забезпечити перезміну інспектора. На відміну від звичайного виробництва, в роботі митниці відсутні обідні перерви, що пояснюється неперервним процесом. У другу зміну продуктивність практично повторює першу і лише з тією відмінністю, що її рівень дещо нижчий, а в останні години роботи різкіше спадає. Це пояснюється певною втомою отриманою у першій половині дня.

Досягти більш стабільної та високої продуктивності можна підвищивши працездатність інспектора шляхом покращення професійної підготовки і зниження втомлюваності за рахунок оптимізації умов праці (автоматизації митного контролю шляхом введенням технічних засобів).

З точки зору ергономіки продуктивність праці людини визначається її працездатністю, яка, в свою чергу, залежить від функціонального стану організму, накопичення втоми. Таку залежність можна виразити за допомогою функції:

$$\dot{I}_p = f(\dot{I}) = f(a, b, c, d \dots), \quad (1)$$

де  $\dot{I}_p$  – продуктивність праці людини;  $\dot{I}$  – працездатність людини;  $a$  – стан організму;  $b$  – рівень підготовки;  $c$  – втоми в залежності від впливу зовнішніх виробничих чинників та величини фізичних та психічних навантажень;  $d$  – рівень технічного оснащення.

Позначимо зміну працездатності працівника митниці ергономічним показником  $E_n$ , який характеризуватиме працездатність в певний конкретний період часу в залежності від ступеня втоми та стану організму. В такому випадку  $\dot{I}_\delta = f(E_{I_1}, \dot{A}_{I_2}, \dots, \dot{A}_{I_n})$ , де кожний ергономічний показник буде характеризувати зміну працездатності в залежності від зміни певного чинника, що прямо чи опосередковано впливає на організм митника. Кожний ергономічний показник в свою чергу може бути представленим функцією  $\dot{A}_{I_\delta} = f(a)$ , яка буде характеризувати зміну працездатності залежно від конкретного зовнішнього чинника.

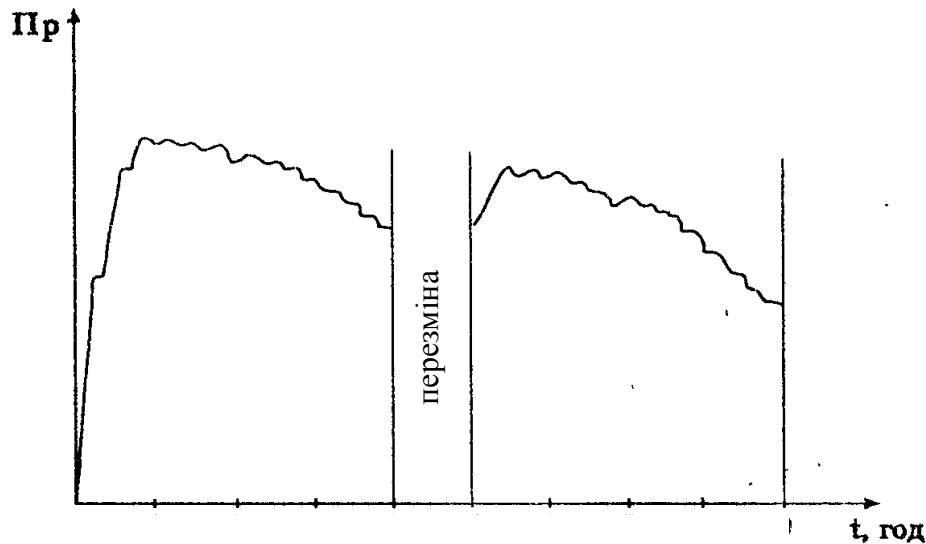


Рис. 1. Зміна продуктивності праці на робочому місці

Функція  $\dot{A}_{\gamma\delta} = f(a)$  може бути представлена графіком, який побудований наступним чином: по осі абсцис відкладаються в масштабі змінні  $a$ , що характеризують умови праці, а по осі ординат – відповідні значення функції  $\dot{A}_{\gamma\delta}$ . Приймаємо, що нормативні значення параметрів для залежності  $\dot{A}_{\gamma\delta} = f(a)$  (при  $a = const; \dot{A}_{\gamma\delta} = 0$ ) рівні нульовому значенні функції. Сприятливий вплив на організм людини характеризується додатнім значенням функції, а несприятливий вплив зовнішнього середовища - від'ємним.

На практиці значна кількість чинників здійснює позитивний та негативний вплив на організм людини. З цієї точки зору обмежимося розглядом найбільш важливих чинників.

Організація робочих місць повинна відповідати вимогам та загальним рекомендаціям ергономіки. У першу чергу це стосується відповідності розміщення та розмірів робочих місць, органів керування і контролю антропометричним даним працівника. Будь-які відхилення від визначених антропометричних величин призведуть до незручних, напружених робочих поз, до додаткових психофізичних навантажень при реалізації відповідного технологічного процесу митного контролю і помилок. Графічно цю залежність подано у вигляді функції  $\dot{A}_{\gamma\Delta} = f(\Delta S)$  (рис. 2,а). Якщо робоче місце відповідає антропометричним даним, то ергономічний показник  $\dot{A}_{\gamma\Delta}$  буде рівним "0". Будь-яке відхилення відповідатиме від'ємній функції  $\dot{A}_{\gamma\Delta}$ . Величина функції визначається відхиленням  $\Delta S$ .

При створенні робочих місць необхідно врахувати характер та кількість інформації, яку митник буде опрацьовувати. В звичайних умовах людина може сприйняти не більше двох одиниць інформації за секунду. Перевищення цієї межі веде до втоми і помилок. Функція  $\dot{A}_{\gamma i} = f(O_i)$  характеризує залежність ергономічного показника  $\dot{A}_{\gamma i}$  від об'єму інформації  $O_i$ , що надходить до людини (рис. 2,б). Крім того, можливості працівника щодо сприйняття інформації змінюються, якщо він виконує роботу у вимушених робочих позах або психічні навантаження одночасно поєднуються із фізичними.

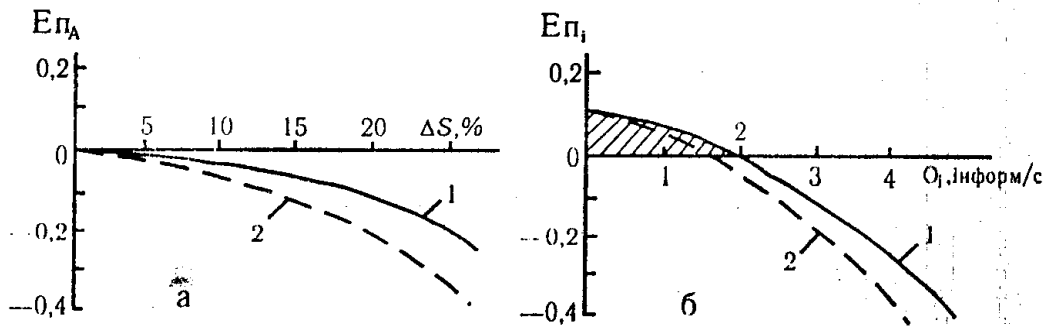


Рис. 2. Графік залежності: а -  $E_{ПД} = f(\Delta S)$ : 1 – для конструкторських рішень; 2 – для органів керування; б -  $E_{ПІ} = f(O_i)$ : 1 – нормальні умови; 2 – важкі умови праці

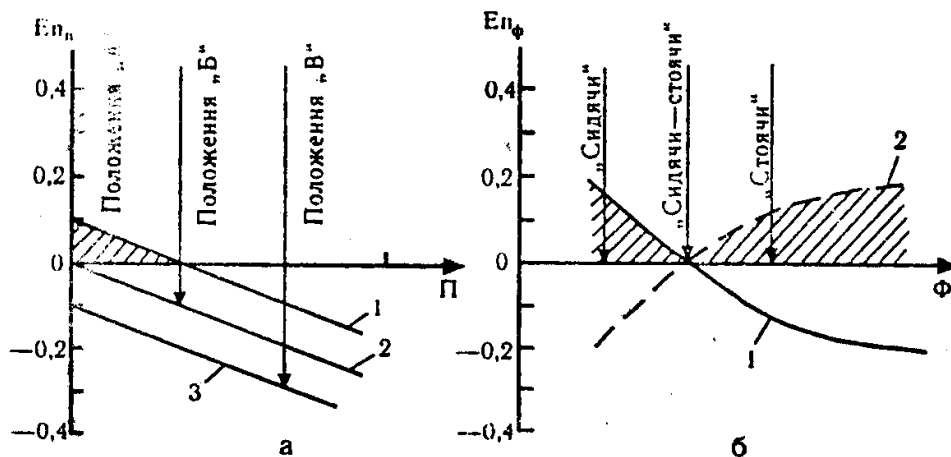


Рис. 3. Графіки залежності: а -  $E_{ПІІ} = f(П)$ : 1 – положення "сидячи"; 2 – положення "сидячи – стоячи"; 3 – положення "стоячи"; б -  $E_{ПФ} = f(\Phi)$ : 1 – малі навантаження; 2 – великі навантаження

Для графічного відображення дії кількох чинників на організм людини, введемо умовні позначення для робочих положень та зон. Природне положення тулуба без значних нахилів позначимо літерою "А". В таких позах людина витрачає мінімальну фізичну енергію. Літерою "Б" позначимо пози з нахилом тулуба до  $30^\circ$ . Такі пози спостерігаються досить часто; людина в цьому випадку витрачає більше фізичної енергії на виконання однієї і тієї ж роботи, ніж в позах "А", при цьому звужуються її можливості. Третє умовне позначення, "В", введемо для поз з кутом нахилу тулуба  $60^\circ$  і більше. Якщо взяти працездатність людини, що зайнята ручною працею, для поз "А" за 100%, то для поз "Б" вона знизиться на 22%, а для поз "В" – на 46% [1]. Ця залежність ергономічного показника відображена (рис. 3,а) трьома графіками функції  $\dot{A}_{\Gamma\Gamma} = f(\dot{I})$ . Сприятливими можна вважати лише позу "А" в робочому положенні "сидячи" 1 і "сидячи – стоячи" 2 та позу "Б" у робочому положенні "сидячи" 1. Будь-які інші співвідношення поз та положень вважаються несприятливими, оскільки показник  $\dot{A}_{\Gamma\Gamma}$  функції  $\dot{A}_{\Gamma\Gamma} = f(\dot{I})$  буде нижче осі абсцис. Робоче положення "стоячи" 3 у всіх випадках необхідно розглядати як несприятливе (пов'язане із захворюванням опорно-рухового апарату, варикозним розширенням вен на ногах та іншими захворюваннями).

Комплексний вплив на організм працівника митниці зовнішніх чинників можна виразити наступним математичним рівнянням:

$$\sum_{i=1}^{i=n} E_{i \delta^i} = \left[ \dot{A}_{i \delta 1} + \frac{\dot{A}_{i \delta 2}}{\sqrt{2}} + \frac{\dot{A}_{i \delta 3}}{\sqrt{3}} + \dots + \frac{\dot{A}_{i \delta n}}{\sqrt{n}} \right] - \left[ \dot{A}'_{i \delta 1} + \frac{\dot{A}'_{i \delta 2}}{\sqrt{2}} + \frac{\dot{A}'_{i \delta 3}}{\sqrt{3}} + \dots + \frac{\dot{A}'_{i \delta n}}{\sqrt{n}} \right], \quad (2)$$

де  $\dot{A}_{i \delta^1} \dots \dot{A}_{i \delta n}$  - ергономічні показники, розташовані в спадаючому порядку ( $\dot{A}_{i \delta 1} \geq \dot{A}_{i \delta 2} \geq \dot{A}_{i \delta 3} \dots \geq \dot{A}_{i \delta n}$ ), що характеризують сприятливу дію на організм людини;  $\dot{A}'_{i \delta 1} \dots \dot{A}'_{i \delta n}$  - ергономічні показники, розташовані в спадаючому порядку, що характеризують несприятливу дію на організм людини.

За комплексним ергономічним показником можна оцінити працездатність інспектора, або ж наявний потенціал працездатності і наявні можливості підвищення продуктивності праці.

Безперечно, важливим аспектом є встановлення взаємозв'язку працездатності та продуктивності праці. На ручних операціях митного контролю продуктивність праці має пряму залежність від працездатності людини:  $\dot{I}_D = f(\dot{I})$ . Для системи "інспектор – технічний засіб митного контролю" ця залежність має складний характер: при цьому необхідно врахувати час безпосередньої роботи людини та технічного засобу (час виконання своїх функцій), режими роботи.

Зміну продуктивності системи "інспектор – технічний засіб митного контролю", тобто при автоматизованому митному контролі,  $\Delta \dot{I}$  можна визначити як

$$\Delta \dot{I} = k \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \dot{A}_{i \delta^i}, \quad (3)$$

де  $k$  – коефіцієнт участі людини в роботі системи (без врахування технологічних налагоджень та інших технологічних пристроїв, при яких  $k \geq 1$ );  $k=1$  при ручних операціях;  $k=0,5$  – автоматизованому технологічному процесі та  $k=0$  – в автоматичному режимі.

Значення коефіцієнта  $k$  можна визначити графічно (рис. 4).

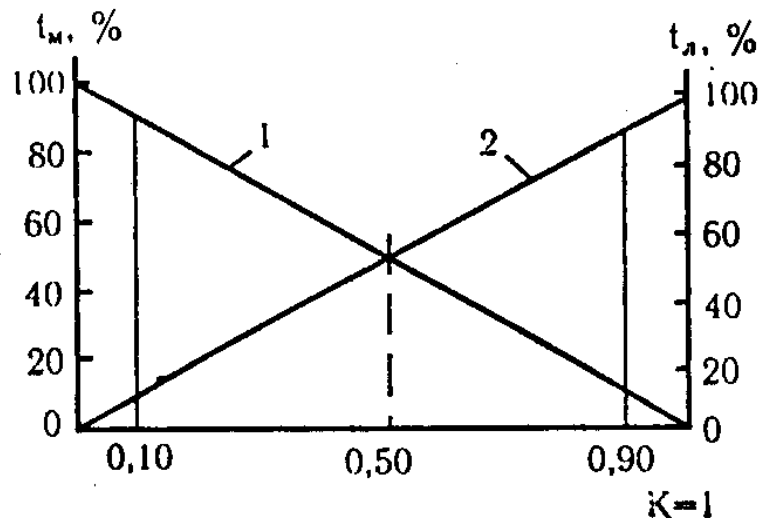


Рис. 4. Графік до визначення коефіцієнта  $k$  системи "інспектор-технічний засіб митного контролю": 1 – технічний засіб; 2 – інспектор

Заміна продуктивності в складних митних технологічних системах, в яких, наприклад, інспектор працює з конвеєрним інтроскопом, може бути визначена за формулою:

$$\Delta \dot{I}_D = k \cdot f(\dot{A}_{i \delta^i}; V; L), \quad (4)$$

де  $V$  – продуктивність інтроскопа;  $L$  – час налагодження інтроскопа.

При змішаному режимі праці "інспектор" та "технічний засіб митного контролю" в системі для підвищення її продуктивності потрібно враховувати всі три чинники ( $\dot{A}_{i \delta^i}; V; L$ ), причому переважаючим буде той, який має більш високий часовий коефіцієнт ( $k$ ). При ручних операціях продуктивність, в основному, залежить від працездатності людини ( $\dot{A}_{i \delta^i}$ ).

Загалом працездатність  $P_p$  працівника митниці можна визначити за мінімальним -  $\ddot{I}_{\min}$  і максимальним -  $\ddot{I}_{\max}$  значеннями продуктивності праці, тривалістю зміни роботи інспектора -  $\dot{O}_{\dot{\zeta}}$ , а рівень помилок  $\Delta$  за мінімальним  $\Delta_{\min}$  і максимальним  $\Delta_{\max}$  параметром помилок [2].

В багатьох випадках залежності зміни продуктивності праці і рівня помилок можуть бути апроксимовані аналітичними залежностями:

$$\ddot{I}_{\delta}(t) = \ddot{I}_{\min} + (\ddot{I}_{\max} - \ddot{I}_{\min}) \left[ 1 + \left( a_1 \dot{O}_{\dot{\zeta}} - \frac{1}{a_2 \dot{O}_{\dot{\zeta}}} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}; \quad (5)$$

$$\Delta(t) = \Delta_{\min} + (\Delta_{\max} - \Delta_{\min}) \left\{ 1 - \left[ 1 + \left( \beta_1 \dot{O}_{\dot{\zeta}} - \frac{1}{\beta_2 \dot{O}_{\dot{\zeta}}} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \right\}, \quad (6)$$

де  $\alpha_1, \beta_1$  - постійні коефіцієнти, які характеризують відповідно швидкість устанавлення фази компенсації для параметрів продуктивності праці і помилок інспектора;  $\alpha_2, \beta_2$  - постійні коефіцієнти, які характеризують відповідно швидкість переходу в фазу втоми параметрів продуктивності праці і помилок інспектора.

Випадок коли  $\ddot{I}_{\delta}(t) = \ddot{I}_{\max}, \Delta(t) = \Delta_{\min}$  практично неможливий. Для цього перезміна повинна проходити поступово і заздалегідь.

Тривалість робочої зміни повинна залежати від багатьох факторів, в тому числі: від технічних засобів, якими користується в своїй роботі інспектор, від організації роботи митної служби тощо.

1. Джигирей В.С., Жидецький В.Ц. Безпека життєдіяльності. – Львів.: Афіша, 2001. - С. 123.
2. Дем'янчук В.С., Момотенко В.Я., Полотайко Р.Б. Технічні засоби митної служби: Навчальний посібник. – К.: КМУЦА, 1996. – 128 с.