

УДК 159.9.072

Контроль і управління психофізіологічним станом операторів АСУ

Тиньков О.М., Селезньова О.С.

У статті показана можливість контролю і управління психологічним станом операторів АСУ шляхом виміру електричного опору біологічно активних точок шкіри людини і дії на крапки тепловим стимулятором. Описані пристрої, що забезпечують безперервний автоматичний контроль стану операторів. Приведені розрахункові дані електричного опору крапок шкіри, які відповідають різним функціональним станам. Вказані конкретні точки шкіри призначені для теплової стимуляції.

Ключові слова: оператор АСУ, біологічно активні точки, електричний опір крапок, тепла стимуляція крапок.

В статье показана возможность контроля и управления психологическим состоянием операторов АСУ путем измерения электрического сопротивления биологически активных точек кожи человека и воздействия на точки тепловым стимулятором. Описаны устройства, обеспечивающие непрерывный автоматический контроль состояния операторов. Приведены расчетные данные электрического сопротивления точек кожи, соответствующие различным функциональным состояниям.

Указаны конкретные точки кожи предназначенные для тепловой стимуляции.

Ключевые слова: оператор АСУ, биологически активные точки, электрическое сопротивление точек, тепла стимуляция точек.

In the article the routine checking and management of operators the psychological state feature ACE is by measuring of electric resistance biologically active points of skin and operating on points thermal. Described devices which provide continuous automatic control of the state of operators. Calculation information of electric resistance of points is resulted skins, proper the different functional states. The concrete points of skin are indicated intended for thermal stimulation.

Keywords: operator ACE, biologically active points, electric resistance of points, stimulation of points.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В процесі чергування оператори АСУ тривалий час контролюють одноманітно змінювану обстановку. Це приводить до розвитку особливого психофізіологічного стану - монотонії, при якому погіршується увага оператора, знижується пильність, з'являється сонливість [1,5], ефективність виконання задачі падає.

Разом з цим на фоні одноманітно змінюваної обстановки в будь-який момент можливе виникнення ситуацій, що вимагають від оператора включення в процес управління і виконання задач з максимальною ефективністю. До таких ситуацій відноситься, наприклад, виникнення відмовлень техніки [2].

Таким чином, виникає необхідність підтримувати операторів у постійній готовності до екстрених дій при високому рівні їхньої працездатності, тобто керувати їхнім психофізіологічним станом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Для рішення цієї задачі необхідно, насамперед, мати інформацію про психофізіологічний стан (ПФС) операторів. Ця інформація може бути отримана за результатами контролю ПФС.

У літературі [2,3,4,5] розглянутий ряд методів контролю ПФС людини. До головних з них можна віднести:

- фізіологічні методи, що базуються на оцінці частоти серцевих скорочень; частоти і глибини подиху; температури тіла; електричної активності шкіри; зняття електрокардіограм і електроенцефалограм і т.п.;

- психологічні методи, що забезпечують визначення властивостей особистості і процесів. Це тривожність, самопочуття, мотивація, сприйняття, пам'ять, мислення;

- психофізіологічні методи, основу яких складає дослідження функціонального стану аналізаторів людини, сенсомоторних реакцій і т.п.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Володіючи порівняно високою інформативністю, психологічні і велика частина психофізіологічних методів мають істотний недолік, пов'язаний з необхідністю періодичного проведення тестового обстеження оператора, що відволікає його від рішення основних задач, і тому мають обмежену область практичного застосування. Прилади і пристрої, які використовують для тестування, як правило, вимагають спеціального обслуговування.

Методи оцінки фізіологічних характеристик оператора вимагають встановлення на тілі спеціальних датчиків і використання відповідних приладів. Це також обмежує область їхнього практичного застосування. Разом з цим існує метод, заснований на вимірі електричного опору крапок акупунктури [6] застосування якого практично не відволікає оператора від виконання функцій. Датчики встановлюють постійно й електричний опір зазначених крапок вимірюється безупинно. При цьому мається можливість в автоматичному режимі фіксувати зміни ПФС оператора і приймати рішення по його управлінню.

До найбільш розроблених методів управління психофізіологічним станом операторів відносяться наступні [5]:

- рефлексологічний метод, основу якого складають різні способи впливу на біологічно активні крапки шкіри людини (крапки акупунктури) електричним струмом, голковколанням, променями лазера, теплом;

- вплив музикою шляхом прослуховування спеціальних фонограм;

- вплив на стан оператора фармакологічними засобами;

- аутогенний метод.

Аналіз зазначених методів стосовно до розглянутої задачі показує, що найбільш перспективними слід вважати рефлексологічні методи [6]. Вплив на крапки акупунктури (КА) можливо впроваджувати в автоматичному режимі без відволікання оператора (при погіршенні його психофізіологічного стану).

Формулювання цілей статті. Таким чином, в основу оцінки психофізіологічного стану зокрема готовності операторів АСУ до активних дій і управління цим станом доцільно покласти оцінку функціонального стану крапок акупунктури шляхом виміру їхнього електричного опору і впливу на них, наприклад, теплом.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для реалізації такої оцінки на практиці необхідно вирішити ряд задач, серед яких варто виділити наступні:

- дослідження й обґрунтування способу виміру електричного опору КА;
- дослідження зміни функціонального стану КА при впливі на них теплом.

Для виміру електричного опору КА розроблен пристрій [6], що забезпечує включення омметра по спеціальній програмі. Це обумовлено тим, що електричний опір ( $R_y$ ), КА може мати випадкову складову (рис.1), обумовлену впливом внутрішніх і зовнішніх факторів (наприклад, вплив на слухової чи зоровий аналізатори). Для виключення погрішності при вимірі  $R_y$  у пристрої передбачений періодичний вплив на КА короткочасними імпульсами електричного струму тривалістю  $\tau$ . При цьому крапка акупунктури переходить зі стану функціонального «спокою», де опір має рівень  $R_{y1}$ , у збуджений стан, де середнє значення  $R_y$  збільшується, а вплив випадкової складової зменшується (рис.1). Сила струму ( $J_{КА}$ ) обрана такою, щоб збудження КА не призводило до зміни функціонального стану оператора. Експериментально обране значення  $J_{КА} = 5$  мка.

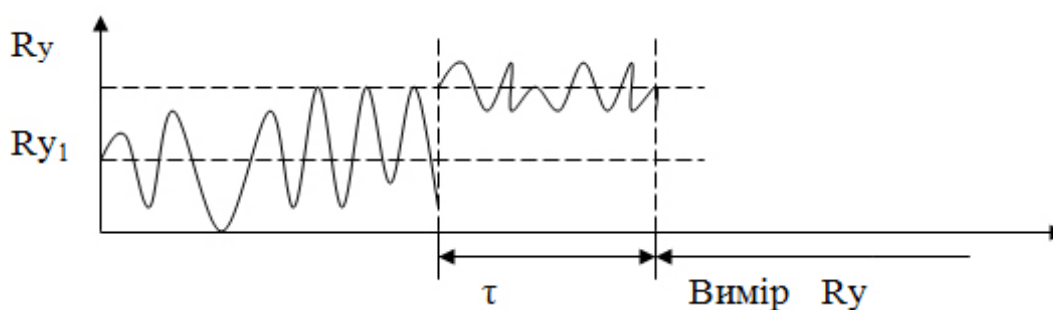


Рис. 1

Після закінчення збудження КА виміряється  $R_y$ . До складу пристрою крім омметра входять програматор, що задає період виміру  $R_y$  і значення  $\tau$ , а також генератор стабільного струму.

Конкретні значення  $J_{КА}$ ,  $\tau$  і періоду виміру  $R_y$  залежать від умов і виду діяльності операторів, від особливостей їхнього стану. У зв'язку з цим необхідно проводити додаткові дослідження для розробки рекомендацій із встановлення їхніх можливих значень. Для стимуляції ПФС оператора шляхом впливу на КА теплом можна використовувати пристрій, що забезпечує нагрівання і підтримку температури спеціального електрода на заданому рівні. Як відзначено в [6], тривалість

теплого впливу на обрані КА (наприклад, «хе-гу», «цзу-сань-ли») складає 10 - 30 хвилин при температурі  $t^\circ = 45-50^\circ \text{C}$ .

Конкретне значення  $t^\circ \text{C}$  залежить від чутливості шкірного епітелію оператора. Значення  $t^\circ$  потрібно підтримувати з погрішністю  $\Delta t^\circ = \pm 0,1^\circ \text{C}$ .

Як показник ПФС оператора прийнятий наступний:

$$Y = 1 - \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{R_{yi}}{R_{y \max}} \right)^2}$$

де  $R_{yi}$  – поточне значення обмірюваного опору КА,  $i = 1, n$ ;

$R_{y \max}$  – максимальне можливе значення  $R_{yi}$ .

Експериментально отримано  $R_{y \max} = 0,6 \text{ МОм}$ .

Встановлено, що при  $Y = 0,1 \dots 0,3$  оператор має високу працездатність і готовність до екстрених дій; при  $Y = 0,3 \dots 0,5$  – середню.

Виконання умови  $Y > 0,5$  свідчить про емоційну напруженість, що негативно впливає на показники якості виконання покладених на оператора функцій. При цьому збільшуються помилки оператора, можливі пропуски критичних сигналів і неадекватна реакція на входні сигнали. Виявляється додаткова квапливість при ухваленні рішення, знижується рівень готовності до екстрених дій.

Таким чином, при  $Y > 0,5$  необхідно включати пристрій, що забезпечує стимуляцію функціонального стану оператора.

У процесі експерименту, пов'язаному з рішенням професійних задач оператором, за допомогою комп'ютера фіксувалися помилки оператора і час виконання окремих операцій. Пристрій стимуляції автоматично включався при виконанні умови  $R_y < R_{y \text{ «граничне»}}$  ( $R_{y \text{ «граничне»}}$  відповідає  $Y > 0,5$ ).

На комп'ютер можна покласти функції виміру  $R_u$ , обчислення значення  $Y_i$ , управління пристроєм стимуляції (рис. 2).

Показник  $R_u$  досить сильно пов'язаний з показниками якості діяльності операторів – із безпомилковістю та своєчасністю рішення задач управління технічними об'єктами ( $r = 0,892$ ). Цей показник більш інформативний, ніж показник електричної провідності шкіри людини – електродермальної активності, для якого відповідний коефіцієнт кореляції дорівнює  $r = 0,49$ . У результаті стимуляції КА

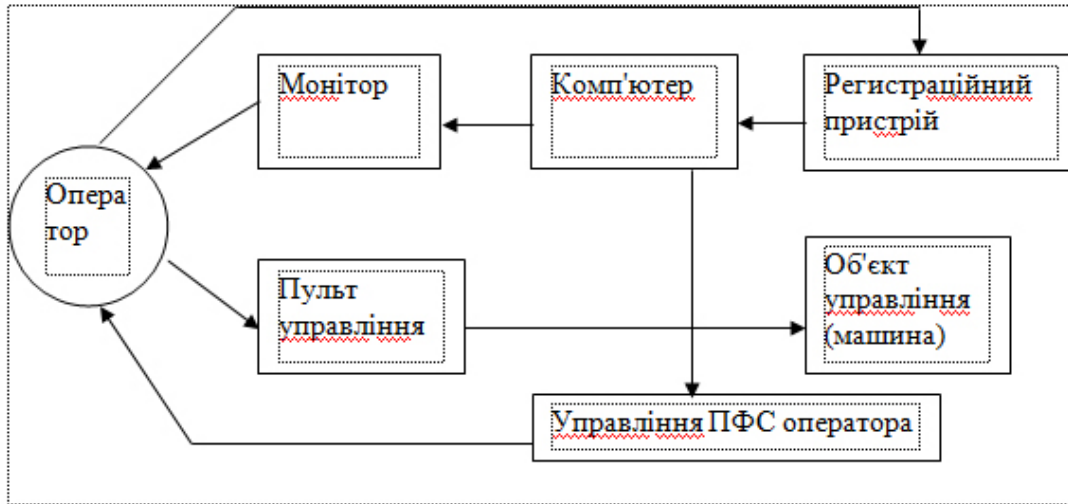


Рис. 2

теплом якість рішення задач оператором підвищувалася на 18%.

#### Література

1. Агавелян, В. С. Психология состояний. Теория и практика [Текст] / В. С. Агавелян. – М.: Машиностроение, 2000. – 334 с.
2. Ахутин, В. М. Комплексная оценка функционального состояния человека-оператора в системах управления [Текст] / В. М. Ахутин, А. М. Зингерман, М. М. Кислицын // Проблемы космической биологии. – Т. 34. – М.: Машиностроение, 1977. – 453 с.
3. Диагностика функциональных состояний [Текст] / Г. М. Зараковский, Б. А. Королев, В. И. Медведев, П. Я. Шлаен // Введение в эргономику. – М.: Машиностроение, 1974. – С. 94–110.
4. Леонова, А. Б. Психодиагностика функциональных состояний человека [Текст] / А. Б. Леонова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 200 с.
5. Смирнов, Б. А. Методы инженерной психологии / Б. А. Смирнов, А. М. Тиньков. – Х.: Гуманит. центр, 2008. – 528 с.
6. А. с. 878291 СССР, кл. А 61 Н 39/02. Устройство для контроля психофизиологического состояния / А. М. Тиньков, (СССР). – № 4280322/23-14; заявл. 07.07.87; опубл. 23.03.89, Бюл. № 11.