

УДК 159.9.072

Автоматизація процесу управління
психофізіологічним станом готовності 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 крапок шкіри людини і дії на крапки тепловим стимулятором. Описані блок-схема системи, технічні пристрої та алгоритм програми, що забезпечують безперервний автоматичний контроль стану операторів. Для контролю так званих «передстартових» змін ПФС пропонується використовувати аналіз спектру мовного сигналу оператора в процесі ведення переговорів по засобах зв'язку.

Запропонована система відображення інформації про психофізіологічний стан групи операторів.

Ключові слова: оператор АСУ, крапки акупунктури, електричний опір крапок, тепла стимуляція крапок, СБІ, програма, схема, прогноз стану.

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 блок-схема системы и алгоритм программы, которые обеспечивают непрерывный автоматический контроль состояния операторов. Для контроля так называемых «предстартовые» изменений ПФС предлагается использовать сдвиги спектра речевого сигнала оператора в процессе ведения переговоров по средствам связи. Предложена система отображения информации о психофизиологическом состоянии группы операторов.

Ключевые слова: оператор АСУ, точки акупунктуры, электрическое сопротивление точек, тепловая стимуляция точек, СОИ, схема, прогноз состояния.

In the article a checking and management the psychological state of operators feature is rotated to ACE by measuring of electric resistance of bioactive points of skin and affecting points thermal. The flow-chart of the system and algorithm is described programs which provide continuous automatic control of the state of operators. For control so-called "preliminary starting" changes of PFS it is suggested to use the changes of spectrum of vocal signal of operator in the process of conduct of negotiations on communication means. The system of reflection of information is offered about the psychological state of group of operators.

Keywords: operator to ACE, bioactive points, electric resistance of points, тепла stimulation of points, SOY, chart, prognosis of the state.

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 призводить до розвитку негативних психофізіологічних станів - монотонії, стомлення. При цьому погіршується увага оператора, знижується пильність, з'являється сонливість [1,2], ефективність рішення професійних задач падає.

Разом з цим в будь-який момент можливе виникнення ситуацій, що вимагають від оператора включення в процес управління і виконання завдань з максимальною ефективністю. До таких ситуацій відноситься, наприклад, виникнення відмовлень, збоїв, аварій техніки [2]. Таким чином, виникає необхідність підтримувати операторів у постійній готовності до екстрених дій, тобто здійснювати управління їхнім психофізіологічним станом (ПФС).

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. У літературі [1,2,3] 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 й процесів. Це тривожність, самопочуття, мотивація, пам'ять, мислення;

- психофізіологічні методи, основу яких складає дослідження стану аналізаторів людини, сенсомоторних реакцій.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Велика частина психофізіологічних методів мають істотний недолік, пов'язаний з необхідністю періодичного проведення тестового обстеження оператора, що відволікає його від рішення нагальних задач. Крім того дані щодо ПФС носять фрагментарний, вибіркового характер, що не дозволяє провести детальний, безперервний аналіз протягом усього робочого періоду часу і тому мають обмежену область практичного застосування. Додатково бажано привести не тільки наочний контроль ПФС операторів, але й робити прогноз його розвитку, зміни.

Аналіз існуючих методів стосовно до розглянутої задачі показує, що найбільш перспективними слід вважати рефлексологічні методи [3]. Вплив на крапки акупунктури (КА) можливо впроваджувати в автоматичному режимі без відволікання оператора (при погіршенні його психофізіологічного стану). Крім того контроль ПФС можна здійснювати шляхом автоматичного аналізу спектру мовного сигналу

оператора.

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. Крім того контроль за ПФС доцільно здійснювати шляхом автоматичного аналізу спектру мовного сигналу операторів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Практичною реалізацією вказаних методів може стати автоматизована система управління готовністю (АСУГ) операторів, блок-схема якої представлена на рис. 1. АСУГ має модульну структуру. Три модулі «Модуль управління ПФС по КА», «Модуль контролю ПФС по КА» і «Модуль контролю ПФС по промові» об'єднані в один функціонально закінчений блок A_1 , до складу якого входить і штатний засіб зв'язку - ГТС (телефонний апарат). Таких блоків A_n може бути декілька, залежно від кількості операторів реального технічного об'єкту управління.

Таким чином, блок A_1 є як би первинним контуром самоконтролю і саморегуляції психофізіологічного стану готовності оператора. Відповідно, наявність декількох аналогічних блоків $A_1 \dots A_n$ - готовності групи операторів.

Сигнали про ПФС із блоків $A_1 \dots A_n$ потрапляють в модуль спряження. Цей модуль здійснює автоматичний опит блоків $A_1 \dots A_n$ і модуляцію передавача. Сигнали з блоків $A_1 \dots A_n$ передаються в цифровому вигляді в комбінації з номером кода (адреси) і інформації про психофізіологічний стан певного оператора (номер коду є номер оператора). Описані модулі можуть бути застосовані в інших поєднаннях.

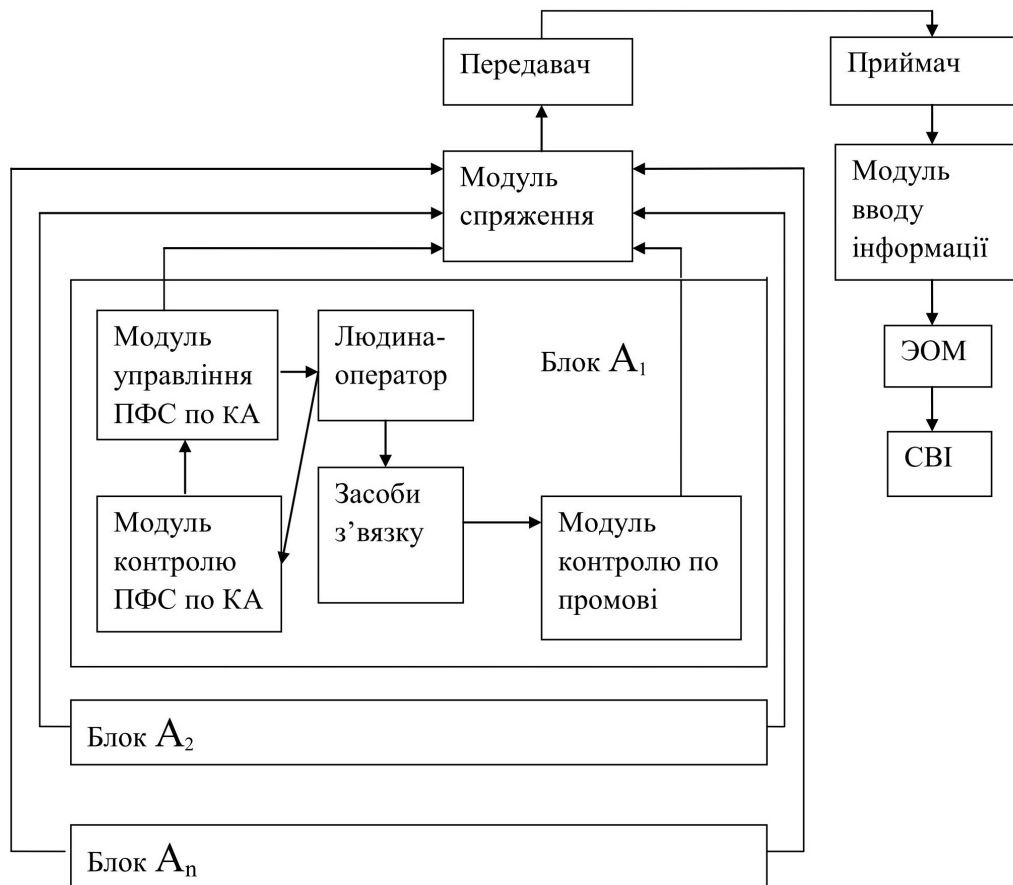


Рис. 1. Блок-схема АСУГ

Наприклад, модуль контролю ПФС по КА може бути використаний автономно для самоконтролю ПФС операторів, діяльність яких вимагає переміщення їх в приміщенні. При цьому модуль управління ПФС по КА може бути і не пов'язаний з модулем контролю, тобто оператор при виявленні звукового сигналу, який свідчить про погіршення його стану, може переміститися до місця стаціонарного розташування модуля управління і самостійно здійснити корегування свого ПФС.

Канал зв'язку може бути кабельним або радіочастотним. У першому випадку підвищується вірність передачі даних про ПФС. Проте безперечною перевагою радіоканалу є можливість здійснення передачі даних про ПФС оператора, діяльність якого пов'язана з переміщенням в приміщенні.

Приймач АСУГ призначений для прийому сигналів передавача. Залежно від вигляду і якості каналу зв'язку приймач може бути забезпечений вхідними фільтрами, магістральними підсилювачами, елементами узгодження виходу приймача зі входом модуля введення інформації (МВІ).

МВІ здійснює перетворення кодів (цифрової інформації про ПФС оператора та його номера) й накопичення цієї інформації в буферній пам'яті. Цей модуль має також пристрій синхронізації з ЕОМ (для здійснення передачі інформації з буферної пам'яті в пам'ять ЕОМ). Спеціальна програма для ЕОМ забезпечує вивід інформації з МВІ, організацію цієї інформації згідно номерів кодів, обробку інформації і видачу результатів на систему відображення інформації (СВІ).

СВІ для відображення ПФС групи з шести операторів представлена на рис. 2. Перш ніж описати пропонувану СВІ, необхідно відзначити, що АСУГ має функцію прогнозу ПФС. Глибина прогнозу визначається програмно. В основі програми лежить метод математичної інтерполяції (апроксимації). Окрім цього необхідно відзначити той факт, що АСУГ має два види (незалежних за здійсненням) контролю ПФС - по ТА і по мовному сигналу.

Таке поєднання дозволяє виробляти циклічний (з періодом 10 хвилин) контроль ПФС по ТА й миттєвий (у будь-який момент часу) контроль за мовним сигналом оператора. При цьому перший тип (по КА) контролю не вимагає спеціального відверікання оператора від професійної діяльності, оскільки не завжди є наявна необхідність мовного спілкування (у режимі стеження за роботою високо автоматизованих систем управління).

Поточний стан		10 годин				Прогноз стану	
ХВИЛ	Оп 1	Оп 2	Оп 3	Оп 4	Оп 5	Оп 6	ХВИЛ
10							10
20							20
30							30
40							40
50							50
60							60

Годин	Оп 1	Оп 2	Оп 3	Оп 4	Оп 5	Оп 6	Годин
1							1
2							2
3							3
4							4
5							5
6							6
7							7
8							8
9							9
10							10
11							11
12							12

Рис. 2. СВІ для контролю ПФС

Проте контроль за КА має і недолік - дані про ПФС надходять після закінчення кожних десятиро хвилин часу роботи оператора і встановлений цикл не залежить від виникаючих (у випадкові моменти часу) ситуацій, тобто поза контролем знаходяться так звані «передстартові» зміни ПФС. В цьому випадку ефективнішим стає контроль ПФС по мовній відповіді оператора після спеціального виклику по засобах зв'язку. Наприклад, питання командира - доповісти про готовність кожного оператора. (Питання: «Перший готовий?». Відповідь: - «Готовий!»).

Виходячи з вищеописаних функцій АСУГ, СВІ (см. рис.2) має наступну конструкцію.

У центрі, у верхній частині СВІ, відображається поточний час (час чергування операторів) в годинах.

У верхньому лівому кутку СВІ розташовано транспарант «Поточний стан». При висвіченні цього транспаранту інформація про ПФС операторів дається в реальному масштабі часу. При цьому інформація про ПФС по КА видається після закінчення кожних наступних 10 хвилин роботи оператора.

Для контролю за ПФС групи операторів (в даному випадку з шести чоловік) протягом години, є надписи «ХВИЛ» і цифри 10, 20,...60. Ці надписи для зручності зчитування даних розташовані з лівої і правої сторін СВІ. Між ними розташовані прямокутники з надписами прізвищ (або кодкових номерів операторів). Прямокутники розділені на шість секторів. У залежності від часу (моменту, коли був здійснений контроль ПФС) кожен сектор може мати зелений або червоний колір. Розшифровка слідує. Зелений колір сегменту свідчить про наявність протягом минулих 10-ти хвилин сприятливого для здійснення діяльності ПФС. Якщо колір сегменту червоний - це говорить про погіршення ПФС. Якщо контроль здійснюється по мовному сигналу, по команді, то контроль за ПФС здійснюється у момент відповіді оператора.

Для контролю ПФС операторів протягом всього чергування (в даному випадку, протягом 12-ти год) є надписи «година» і цифри 1...12. Ці надписи також, як і «ХВИЛ», розташовані з лівого і правого боку СВІ. Між ними розташовані прямокутники з надписами прізвищ або кодкових номерів операторів. Прямокутники розділені на дванадцять секторів. Залежно від рівня ПФС за кожну годину чергування операторів відповідні сектори мають зелений або червоний колір. Розшифровка колірною забарвлення секторів аналогічна описаній вище.

На даній СВІ можливе відображення інформації про рівень ПФС, якій має бути прогнозований. При цьому висвічується транспарант «Прогноз стану». Глибина (за часом) прогнозу залежить від кількості вимірів поточного рівня ПФС і задається програмою на ЕОМ. При цьому сектори, що позначають час в хвилинах і годинах, забарвлюються в два різні кольори. У синій колір (фоновий для транспаранту «Поточний стан») забарвлюються сектори, що показують час, в який відбувся безпосередній, поточний контроль ПФС. І в жовтий (помаранчевий) колір (фоновий для транспаранту «Прогноз стану») забарвлюються сектори, що показують час (глибину) прогнозу.

Варіантом згаданої вище програми для здійснення прогнозу ПФС може служити програма, виконана на язиці «Бейсік». Схема алгоритму цієї програми приведена на рис.3.

Опис схеми алгоритму програми наступний.

Блок 1 - підготовка вхідних даних програми:

n - кількість вимірів електричного опору $R_{та}$ за період T ;

T - період часу, протягом якого здійснюється контроль ПФС оператора;

R_{min} , R_{max} - мінімальне і максимальне значення електричного опору КА, в межах якого ПФС оператора вважається нормальним.

Блоки - 2, 4, 8, 9 - організація циклів по кількості реалізацій.

Блок 3 - введення вхідних даних:

T_i - поточне значення часу у момент виміру;

R_i - поточне значення електричного опору КА.

Блок 5 - розрахування екстраполяційної функції F_1 за формулою Лагранжа [2].

Блок 6 - визначає кількість вимірювань $R_{та}$ за період прогнозу ПФС.

Блок 7 - збільшує значення константи K на величину n .

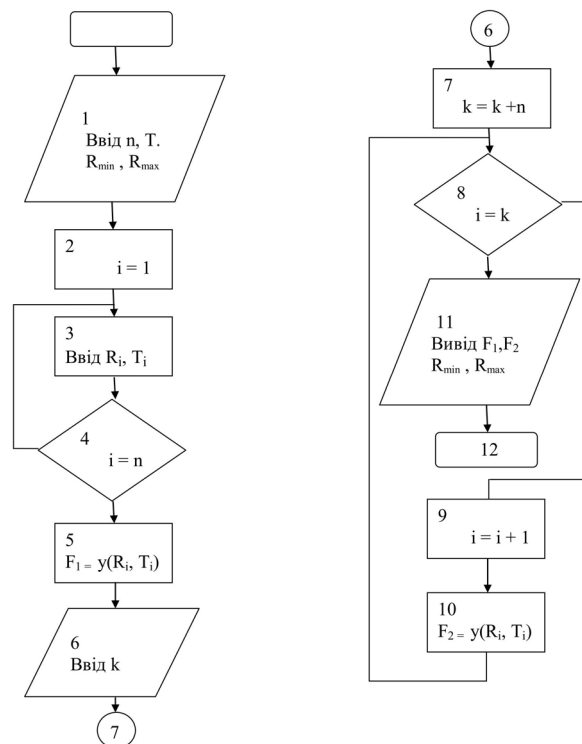


Рис. 3. Схема алгоритму програми для здійснення прогнозу ПФС

Блок 10 - розрахування екстраполяційної функції F_2 за формулою Лагранжа.

Блок 11 - побудова графіків функцій F_1 і F_2 з вказівкою величин R_{\min} ,

R_{\max} друк коефіцієнтів функцій F_1 і F_2 .

Блок 12 - автоматичний останов програми.

Дана програма призначена для прогнозу ПФС одного оператора, при цьому інформація про його ПФС видається у вигляді кольорового графіка. Ця програма може бути використана також для отримання аналітичних виразів залежностей величини електричного опору КА від часу виконання діяльності.

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.

Literatura

1. Agaveljan, V. S. Psychologyja sostojanyj. Teoryja y praktyka [Psychology of the states. Theory and practice], Moscow: Mashynostroenye, 2000, 334 p.
2. Ahutyn, V. M. Kompleksnaja ocenka funkcyonal'nogo sostojanyja cheloveka-operatora v systemah upravlenyja [A complex estimation of the functional state of man-operator is in control system], Problemy kosmycheskoj byologyu. T. 34, Moscow: Mashynostroenye, 1977, 453 p.
3. Zarakovskij G. M. Dyagnostyka funkcyonal'nyh sostojanyj [Diagnostics of the functional states] Vvedenye v ergonomyku, Moscow: Mashynostroenye, 1974, pp. 94 –110.
4. Leonova A. B. Psihodiagnostika funkcional'nyh sostojanij cheloveka [Psychoactivator of the functional states of man], Moscow: Mosk. un-ta, 1984, 200 p.
5. Smirnov B. A. Metody inzhenernoj psihologii [Methods of engineering psychology], Kharkov: Gumanit. centr, 2008, 528 p.
6. А. с. 878291 SSSR, кл. А 61 N 39/02. Ustrojstvo dlja kontrolja psihofiziologicheskogo sostojanija / Tin'kov A. M., [Device for control of the physiological state], SSSR: No 4280322/23-14; zajavl. 07.07.87; opubl. 23.03.89, Вjul. No 11.