

УДК 004.825

Є.А. Толкаченко<sup>1</sup>, М.А. Павленко<sup>1</sup>, П.Г. Берднік<sup>2</sup>, О.А. Черток<sup>1</sup><sup>1</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків<sup>2</sup> Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЕРГОНОМІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ В АСУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Метою статті є розгляд існуючих методів оцінки та проектування автоматизованих робочих місць з точки зору ергономіки. Проблема цієї теми полягає в тому що інформація щодо ергономічного проектування розрізнена та неоднозначна так як ергономічні підходи до розробки у військовій техніці знаходяться на другому плані у зв'язку з необхідністю забезпечити інші важливі показники. В статті розглядаються підходи щодо ергономічного проектування методи оцінки автоматизованих робочих місць, загальна структура ергономічних властивостей та показників на основі яких здійснюється оцінка якості ергономічності автоматизованих робочих місць. Обґрунтовується необхідність заміни суб'єктивних експертних методів на більш досконалі.

**Ключові слова:** оцінка якості ергономічності, оператор, автоматизоване робоче місце, ергономіка.

### Вступ

Давно відомо, що темп та швидкоплинність бойових дій негативно впливає на психічний стан та правильність прийняття рішень операторів різноманітних автоматизованих системах управління (АСУ) [9]. Практика показує, що ці негативні фактори з кожним днем все більше зростають у зв'язку з технологічним розвитком новітніх систем озброєння та методів ведення бойових дій. Тому вирішення важливих завдань в стиснуті строки стає дедалі актуальнішим [9].

Звичайно в такій ситуації гостро постає питання безпечної та правильної експлуатації АСУ в умовах постійних психічних та фізичних навантажень з постійним браком часу. Зрозуміло, що в таких умовах роботи неминуче виникають помилки, проте в системах, де від правильної роботи оператора залежить життя та здоров'я інших людей, ціна помилки стає непомірно великою [9].

Саме тому в автоматизованих системах управління приділяється велика увага проектуванню автоматизованих робочих місць (АРМ) з урахуванням психофізіологічних особливостей людини, що є доволі трудомісткою задачею, адже вимагає врахування великої кількості залежних одне від одного факторів, що гальмує такий підхід до розробки робочих місць [10]. Проте з приходом потужних та доступних обчислювальних машин, сучасного програмного забезпечення та систем управління базами даних ситуація змінюється і можливості спеціаліста по проектуванню робочих місць та аналізу їх ергономічних властивостей значно розширюються та спрощуються. [2]

**Аналіз літератури.** При розгляді питання оцінки ергономічності робочого місця необхідно зважати, що під робочим місцем розуміється зона,

оснащена необхідними технічними засобами, в якій відбувається трудова діяльність виконавця або групи виконавців, що спільно виконують одну роботу або операцію [1]. Особливим різновидом робочого місця є автоматизоване робоче місце у складі АСУ, воно характеризується тим, що частина операцій здійснюється в автоматичному або автоматизованому режимі.

Проте розробка робочих місць АСУ – складна процедура, яка потребує оцінки ергономічних властивостей.

Склався ряд оціночних процедур, в яких оцінка представляється в кількісній або в якісній формі і може бути як об'єктивною, так і суб'єктивною. Одним з кількісних методів ергономічної оцінки є експертний метод, в якому група експертів на підставі власного досвіду виносить судження про якість виробу в балах [1]. Виріб може оцінюватися як за окремими показниками, так і комплексно [1]. Незважаючи на вираження результатів у кількісній формі, оцінка за цією методикою носить суб'єктивний характер, так як об'єктивно не встановлено однозначної відповідності між властивостями виробу і характеризуючими їх числовими шкалами [5]. Поряд з цим користуються і апаратурними способами оцінки, що забезпечує об'єктивність оцінки виробів. Експериментальний метод оцінки дає більш надійні результати, але вимагає спеціальної, часто дуже складної апаратури, навченого персоналу і займає багато часу та значних економічних витрат [1].

Крім розглянутих методів оцінки існують методи, що комбінують апаратурні випробування з аналізом рівня якості виробів, заснованим на використанні довідкових даних по ергономіці, контрольних листів з переліком оптимальних значень параметрів конструкції [9]. Ці методи дозволяють оцінювати готові вироби і їх елементи, проекти, макети

і дослідні зразки. У всіх цих випадках параметри виробу оцінюються як задовільні з точки зору вимог ергономіки, якщо вони укладаються в проміжок між верхнім і нижнім допустимими значеннями, зазначеними в відповідних стандартах [2].

Найчастіше подібна оцінка має якісний характер, навіть якщо і ґрунтується на окремих вимірювальних параметрах. Але буває і так, що по ряду окремих критеріїв, наприклад за кількістю помилок або часу виконання операцій людиною, можна отримати порівняльні дані в кількісній формі [5].

**Мета статті.** Проаналізувати методи оцінки автоматизованих робочих місць з точки зору ергономіки та проаналізувати властивості та показники, на які спирається дана оцінка для виявлення недоліків та розробки вдосконалених методів та методик.

## Основна частина

Для розуміння методів розробки автоматизованих робочих місць в першу чергу потрібно розглянути взагалі існуючі методи розробки складних систем та виробів, адже розробка АРМ являється окремим випадком розробки складних систем, для якої діють як загальні правила, так і окремі, притаманні лише АРМ.

Потрібно розуміти, що процес розробки складних системи неоднозначний і залежить від багатьох факторів. Проте є два основних принципи розробки:

Низхідний – коли розробка відбувається шляхом ускладнення і деталізації від основних вимог до кінцевих окремих частин готових робочих систем.

Висхідний – розробка відбувається «знизу – вверху», тобто на основі готових вузлів та частин розроблюється система з кінцевими параметрами [2].

Зазвичай в незалежності від обраного принципу, розробка відбувається ітераційно, з кожним разом наближаючись до вимог і необхідних параметрів при цьому використовують багато різних методів:

Евристичні методи:

- метод ітерацій (послідовного наближення);
- метод декомпозиції;
- метод контрольних питань;
- метод мозкової атаки (штурму);
- теорія рішення винахідницьких задач;
- метод морфологічного аналізу;
- функціонально-вартісний аналіз;
- методи конструювання.

Експериментальні методи:

- планування експерименту;
- машинний експеримент;
- уявний експеримент.

Формалізовані методи:

- методи пошуку варіантів рішень;
- методи автоматизації процедур проектування;
- методи оптимального проектування.

Проте для ергономічного проектування з вико-

ристанням вищезазначених методів перш за все необхідно оцінити після кожного наближення ергономічність отриманої АРМ [1].

Ергономічну оцінку техніки та споживчих виробів в цілому та конкретно АРМ здійснюють наступними методами:

Експериментальним – за допомогою технічних вимірювальних засобів.

Розрахунковим – за допомогою обчислень значень параметрів, знайдених іншими методами.

Експертним – заснованим на врахуванні думок експертів, спостережень та опитувань.

В процедурі ергономічної оцінки можуть використовуватися як окремі методи, так і їх поєднання (розрахункового та експертного, експериментального та експертного). Тому перелік показників оцінки визначається в залежності від цілей АРМ, вимог до АРМ, умов використання та функціонування, конструктивних особливостей, складності об'єкту і т.д. [2].

Процес вибору показників для оцінки ергономічності можна охарактеризувати наступними етапами:



Рис. 1. Етапи процесу вибору показників

Визначення цілі ергономічної оцінки – вимірювання показників функціонування АРМ та їх конструктивних характеристик, які впливають на здоров'я та роботу операторів [11].

Визначення об'єкту оцінки – це можуть бути засоби вводу даних та засоби відображення, а також програмне забезпечення АРМ [11].

Виходячи з цього, визначають предмет оцінки: ергономічні характеристики АРМ, які визначають якість взаємодії оператора і АРМ, а саме зорового сприйняття інформації від засобів візуальної індикації та виводу інформації, а також безпеку оператора [2].

Цілі, номенклатура показників, методи, засоби та умови ергономічної оцінки визначаються міжнародними стандартами.

Як видно з вищевказаного, будь-яка комплексна оцінка АРМ буде включати в себе експертну оцінку, так як більшість показників ергономічності мають нечіткий характер визначення. Так показник "населеність" неможливо виразити якоюсь конкретною величиною, так як при різних обставинах, конструкції АРМ і різних експертах оцінка показника буде іншою.

Проте в кожному конкретному випадку можна визначити граничні величини показників, обмеживши, таким чином, інтервал оцінки. Тобто оцінка загалом здійснюється на деякому інтервалі, де крайніми точками є "низька" та "висока". Що неможливо здійснити при обчисленні класичними методами, так як параметри не визначені чітко, що спонукає нас звернути увагу на математичний апарат нечіткої логіки як основу для побудови методу оцінки. Математичний апарат нечіткої логіки дозволяє оперувати під час обчислень такими нечіткими поняттями та критеріями, якими керуються експерти, при цьому забезпечуючи рівні можливості по оцінці в різних випадках, так як база знань та закони, на які спирається алгоритм, чітко визначені і контролюємі, що неможливо зробити під час експертної оцінки. Так як неможливо точно визначити межі знань окремої людини.

Також слід відмітити, що використання інтелектуальних систем дає можливість швидко проводити оцінку, що під час експертного ускладнюється необхідністю знайти та зібрати в одному місці необхідних експертів.

## Висновки

Розглянувши вищевказані твердження, можна дійти висновку, що розробка автоматичної системи для синтезу робочих місць потребує розробки якісно інших підходів до оцінки якості ергономічності з залученням методів нечіткої логіки та нечітких множин.

## Список літератури

1. Зинченко В.П. Основы Эргономики: учебное пособие / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. – М.: МГУ, 1979. – 316 с.
2. Зинченко В.П. Человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. – М.: Логос, 2001. – 356 с.: ил.
3. Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.В. Токарев. – К.: Наукова думка, 1993. – 183 с.

4. Айламазян А.К. Информация и информационные системы / А.К. Айламазян. – М.: Радио и связь, 1982. – 160 с.

5. Пятков Ю.П. Организация управления военнотехническими системами: учебное пособие / Ю.П. Пятков. – Харьков: ХВУ, 1997. – 206 с.

6. Павленко М.А. Системы поддержки принятия решений и задачи их эргономического проектирования / М.А. Павленко, В.Н. Руденко, П.Г. Бердник, Ю.В. Данюк // Військово-технічний збірник академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. – Львів: 2010. – Вип. 3. – С. 3-7.

7. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. – Севастополь: Издательский центр, 2004. – 318 с.

8. Попова Э.В. Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн.1. Системы обценя и экспертные системы: справочник / Э.В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990. – 446 с.

9. Александров О.В. Теоретичні основи автоматизації процесів вироблення рішень в системах управління Повітряних Сил: навчальний посібник / О.В. Александров, Д.Е. Двухглавов, М.А. Павленко, І.О. Романенко, О.І. Тимочко. – Х.: ХУПС, 2010. – 169 с.

10. Перишин А.В. Анализ процесса взаимодействия пользователя с экспертной системой / А.В. Перишин, М.А. Павленко, А.В. Александров // Проблемы информатики і моделювання. Матеріали п'ятої міжнародної науково-технічної конференції. – Х.: НТУ ХП, 2005. – С. 32.

11. Ярушек В.Е. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в войсках ПВО: учебное пособие / В.Е. Ярушек. – Харьков: ВИРТА ПВО, 1987. – 324 с.

12. Недайдба Ю.П. Современные проблемы создания сложных информационно-управляющих систем реального времени / Ю.П. Недайдба, Ю.В. Котова, Ю.И. Хлапонин // Научно-практический журнал «Захист інформації». – Харків, 2012. – Вип. 4.

13. Pavlenko M.A. Scenario approach to the engineering of information models, designed to enable the activities of operator in automated control systems / M.A. Pavlenko, A.I. Tymochko, P.G. Berdnyk, A.S. Shevchenko // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 3(128). – С. 32-35.

Надійшла до редколегії 4.07.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. О.І. Тимочко, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭРГОНОМИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ И РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ В АСУ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.А. Толкаченко, М.А. Павленко, П.Г. Бердник, О.А. Черток

Целью статьи является рассмотрение существующих на сегодняшний день методов оценки и проектирования автоматизированных рабочих мест с точки зрения эргономики. Проблема этой темы заключается в том, что информация об эргономичном проектировании разрозненная и неоднозначная, так как эргономические подходы к разработке в военной технике находятся на втором плане в связи с необходимостью обеспечить другие важные показатели. В статье рассматриваются подходы к эргономичному проектированию, методы оценки автоматизированных рабочих мест, общая структура эргономических свойств и показателей, на основе которых осуществляется оценка качества эргономичности автоматизированных рабочих мест. Обосновывается необходимость замены субъективных экспертных методов на более совершенные.

**Ключевые слова:** оценка качества эргономичности, оператор, автоматизированное рабочее место, эргономика.

## ANALYSIS OF METHODS OF ERGONOMICS FOR ESTIMATION AND DEVELOPMENT OF WORKSTATIONS IN TO ACE OF THE SPECIAL SETTING

Y. Tolkachenko, M. Pavlenko, P. Berdник, O. Chertok

The purpose of the article is to consider the methods of evaluation and design of automated workplaces that exist to date from the point of view of ergonomics. The problem with this topic is that the information on ergonomic design is disjointed and ambiguous since ergonomic approaches to development in military technology are in the background because of the need to provide other important indicators. In the article approaches to ergonomic designing methods of an estimation of the automated workplaces, the general structure of ergonomic properties and indicators on the basis of which the quality of ergonomics of the automated workplaces are carried out is considered. The necessity of substitution of subjective expert methods for more perfect ones is substantiated.

**Keywords:** quality assessment ergonomic operator workstation ergonomics.