УДК 004.5:331.101.1:623.618.3

М. В. Пархоменко, Є. С. Зенова-Пархоменко, Д. С. Черняк

ЕРГОНОМІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ ОПЕРАТОРІВ КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПУНКТІВ УПРАВЛІННЯ

Анотація. *Розглянуто основні принципи ергономічного проєктування інтерфейсів автоматизованих робочих місць (АРМ) операторів комплексів засобів автоматизації пунктів управління (КЗА ПУ). Визначено роль структурованого подання інформації, узгодженого використання графічних елементів, раціонального розташування засобів управління та забезпечення зрозумілого зворотного зв'язку. Окреслено підходи до оцінювання ергономічності інтерфейсу.*

Ключові слова: *ергономіка, інтерфейс користувача, автоматизоване робоче місце, комплекс засобів автоматизації.*

Abstract. *The main principles of ergonomic interface design for automated workstations used by operators of command post automation systems are considered. The importance of structured information presentation, consistent use of graphical elements, rational placement of controls, and clear feedback mechanisms is identified. Approaches to evaluating interface ergonomics are outlined.*

Keywords: *ergonomics, user interface, automated workstation, complex of automation equipment.*

Вступ

Діяльність операторів АРМ КЗА ПУ пов'язана з опрацюванням значних обсягів інформації, оцінюванням поточної обстановки та своєчасним прийняттям рішень. За таких умов нераціональна організація інтерфейсу, неузгодженість графічних позначень і відсутність чіткого інформування оператора про прийняття команд, перебіг їх виконання та результати роботи системи можуть ускладнювати взаємодію оператора з автоматизованою системою та підвищувати ризик помилок [1–4].

Проблема ергономічного проєктування таких інтерфейсів полягає в необхідності узгодження способів подання інформації, розташування елементів управління та засобів зворотного зв'язку з функціональними завданнями оператора й умовами експлуатації. Важливим аспектом є також визначення послідовності оцінювання інтерфейсу, яка дає змогу виявляти ергономічні недоліки та обґрунтовувати необхідні зміни з урахуванням нормативних вимог і принципів взаємодії людини з автоматизованою системою [5–8].

Основна частина

Одним із ключових завдань ергономічного проєктування інтерфейсу є забезпечення структурованого подання інформації відповідно до її значущості та функціонального призначення. Оператор повинен мати змогу швидко розрізняти основні дані про обстановку, допоміжну інформацію, повідомлення про події та відомості про стан технічних засобів. У дослідженні інформаційних моделей автоматизованих робочих місць радіолокаційних станцій наголошено на важливості узгодженого використання графічних, текстових і знакових засобів подання даних, а також дотримання єдиних правил застосування умовних позначень і кольорів [2]. Використання однакових символів або кольорів для позначення різних станів у різних підсистемах ускладнює інтерпретацію інформації та збільшує ймовірність помилок.

Розташування елементів інтерфейсу має відповідати їх функціональному призначенню, частоті використання та послідовності виконання дій оператора. Пріоритетні повідомлення повинні привертати увагу, однак надмірне використання кольорових акцентів та звукових сигналів може знижувати інформативність інтерфейсу. Текстові та графічні елементи інтерфейсу мають забезпечувати належну розбірливість і розрізнюваність за типових умов освітлення та з відстані, характерної для робочого положення оператора. Під час організації фізичного робочого

місця необхідно враховувати напрямок погляду, кут огляду, антропометричні характеристики оператора та можливості зручного розміщення обладнання. Важливість цих чинників розглянуто в дослідженні, присвяченому вдосконаленню розміщення обладнання автоматизованих робочих місць оперативного складу пунктів управління на рухомій базі [1].

Дослідження показують, що важливою характеристикою інтерфейсу є його здатність підтримувати ситуаційну обізнаність оператора. Для цього інтерфейс має не лише відображати поточні дані, а й забезпечувати можливість зіставлення інформації, виявлення змін стану системи та відстеження динаміки контрольованих показників. Надмірне перемикання між вікнами, дублювання повідомлень і необхідність пошуку важливої інформації в багаторівневих меню можуть ускладнювати сприйняття обстановки та збільшувати час, необхідний для її оцінювання.

Оцінювання когнітивного навантаження оператора доцільно здійснювати за допомогою комплексу методів, поєднуючи суб'єктивні оцінки з об'єктивними показниками виконання завдань. Для комплексного аналізу отримані результати слід розглядати у взаємозв'язку з часом виконання завдань, кількістю допущених помилок і результатами спостереження за діяльністю оператора.

Встановлено, що елементи управління повинні мати зрозумілі назви, передбачувану поведінку та логічне розташування. Після виконання команди система має надавати оператору інформацію про її прийняття, поточний режим роботи, завершення операції або виникнення помилки. Для дій, що можуть мати суттєві наслідки, доцільно передбачати механізми захисту від випадкової активації та підтвердження виконання команди, якщо це не створює небезпечної затримки. Автоматизація має сприяти виконанню завдань оператора, зберігаючи можливість контролю людини над важливими процесами. Для експертного оцінювання інтерфейсів можуть використовуватися критерії Баст'єна – Скапена та евристики зручності використання, зокрема критерії узгодженості, керованості, інформативності зворотного зв'язку й запобігання помилкам.

Для пунктів управляння ергономічні характеристики інтерфейсу набувають особливого значення через напружені умови діяльності, тривале спостереження за обстановкою та необхідність оперативного реагування на її зміни. Дослідження психологічних умов бойової роботи бойових обслуг зенітних ракетних комплексів підкреслює важливість урахування людського чинника під час виконання завдань у складних умовах [3].

Запропоновано, що оцінювання ергономічності інтерфейсу АРМ КЗА ПУ доцільно здійснювати поетапно. На першому етапі визначають функціональні завдання оператора, особливості інформаційної взаємодії із системою, умови експлуатації АРМ та вимоги до відображення й оброблення інформації, необхідної для виконання покладених на нього завдань. На другому етапі формують інформаційну модель, установлюють правила використання символів і кольорів та визначають принципи розташування елементів інтерфейсу. На третьому етапі проводять експертне оцінювання інтерфейсу за визначеними нормативними й ергономічними критеріями, після чого випробовують його прототип за типовими сценаріями роботи оператора.

За результатами дослідження рекомендовано реєструвати час виконання завдань, кількість пропущених повідомлень і помилкових дій, а також оцінювати суб'єктивно сприймане когнітивне навантаження оператора. На підставі отриманих результатів визначають ергономічні недоліки інтерфейсу, розробляють рекомендації щодо їх усунення, вносять відповідні зміни та проводять повторне оцінювання. При цьому перевірка має охоплювати не лише окремі екрани, а й повний цикл виконання оператором робочих завдань, зокрема перемикання уваги між інформаційними джерелами, використання засобів управління та взаємодію з іншими учасниками процесу управління.

Висновки

Ергономічне проєктування інтерфейсів АРМ операторів КЗА ПУ потребує комплексного врахування нормативних вимог, закономірностей інженерної психології, функціональних завдань оператора та умов експлуатації. Основними принципами такого проєктування є структуроване подання інформації, узгодженість графічних позначень, належна читабельність

елементів інтерфейсу, передбачуваність взаємодії із засобами управління та своєчасне інформування оператора про прийняття команд, перебіг їх виконання й отримані результати.

Узагальнено послідовність оцінювання ергономічності інтерфейсу, що передбачає аналіз завдань оператора та умов його роботи, експертне оцінювання інтерфейсу, перевірку за типовими сценаріями й повторне оцінювання після внесення змін. Застосування такого підходу дає змогу систематизувати виявлені ергономічні недоліки, обґрунтовувати напрями вдосконалення інтерфейсу та створює передумови для зниження ризику помилок і підвищення ефективності взаємодії оператора з автоматизованою системою.

Список використаних джерел:

1. Скиба О. В., Панасенко С. В., Шульга С. І., Омельянчук А. В. Застосування підходів інженерної психології до удосконалення способів розміщення обладнання автоматизованих робочих місць оперативного складу пунктів управління Збройних Сил України, розгорнутих на рухомій базі. *Збірник наукових праць ДНДІ випробувань і сертифікації ОВТ*. 2021. Вип. 4(10). С. 153–171. https://doi.org/10.37701/dndivsovt.10.2021.17.
2. Гриб Д., Камалтинов Г., Тютюнник В., Шутько К. Пропозиції щодо побудови інформаційних моделей автоматизованих робочих місць радіолокаційних станцій огляду повітряного простору. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2024. № 3(56). С. 50–60. https://doi.org/10.30748/nitps.2024.56.04.
3. Філіппський А. Психологічні умови бойової роботи бойових обслуг зенітних ракетних комплексів ЗРВ ПС ЗС України. *Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Психологія.* 2026. № 1(70). С. 59–66. https://doi.org/10.32689/maup.psych.2026.1.9.
4. Мигаль Г. В., Протасенко О. Ф. Нові поняття сучасної ергономіки. Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології : зб. наук. пр. Харків, 2018. Вип. 79. С. 162–170.
5. ISO 11064-5:2008. *Ergonomic design of control centres – Part 5: Displays and controls*. [Effective from 2008-07-01; reviewed and confirmed in 2022]. Geneva : International Organization for Standardization, 2008. 56 p.
7. ISO 9241-210:2019. *Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems*. [Effective from 2019-07-15; reviewed and confirmed in 2025]. Geneva : International Organization for Standardization, 2019. 42 p.
8. O'Hara J., Fleger S., Green N. H., Morrow S. *Human-System Interface Design Review Guidelines*. NUREG-0700. Rev. 4. Washington, DC : U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2026. 622 p.

Пархоменко Максим Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри бойового застосування та експлуатації АСУ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: maxpar76@gmail.com.

Зенова-Пархоменко Єлизавета Сергіївна – інженер відділення супроводження автоматизованих систем управління центру інформаційних систем та обробки даних військової частини А1660, м Вінниця, e-mail: elizavetazenova5@gmail.com.

Черняк Дар'я Сергіївна – курсантка Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: cherniakdaria@ukr.net.

Maksym Parkhomenko – Candidate of Engineering Sciences (Ph. D.), Associate Professor of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: maxpar76@gmail.com.

Yelyzaveta Zenova-Parkhomenko – Engineer of the Automated Control Systems Support Section, Information Systems and Data Processing Center, Military Unit A1660, Vinnytsia, e-mail: elizavetazenova5@gmail.com.

Daria Cherniak – cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: cherniakdaria@ukr.net.