

О.А. Черток

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ЕРГОНОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

В статті розглядається метод формування значень показників ергономічних характеристик перспективного комплексу засобів автоматизації системи управління повітряних сил оперативно-тактичного рівня на основі аналізу зміни функціональних станів оператора, часу виконання комплексом засобів автоматизації окремих задач та загальної завантаженості системи. Необхідність підвищення ефективності діяльності осіб бойової обслуги пунктів управління повітряних сил оперативно-тактичного рівня викликана високим ступенем невизначеності й динамічності повітряної обстановки та обмеженими часовими рамками на вироблення рішень при значному об'ємі інформації. Наведений метод розв'язує протиріччя, яке полягає у невідповідності обсягів задач, що вирішуються з використанням комплексу засобів автоматизації в умовах швидкої зміни оперативно-тактичної обстановки і інформаційного перевантаження осіб бойової обслуги та можливістю забезпечення заданого показника оперативності прийняття рішень на застосування сил та засобів системи протиповітряної оборони. В роботі наведено опис автоматизованого робочого місця оператора бойової обслуги командного пункту. Систематизовано та описано фактори, що впливають на оператора бойової обслуги. Складено модель впливу фактора "задимленість" на функціональні стани оператора. З застосуванням теорії нечітких множин та використовуючи математичний апарат предикатів описано дію фактора "задимленість" на функціональні стани оператора. Наведена структура методу формування значень показників ергономічних характеристик перспективного комплексу засобів автоматизації системи управління повітряних сил оперативно-тактичного рівня дозволяє провести перерозподіл завдань, які вирішуються комплексом засобів автоматизації, та забезпечує підвищення оперативності аналізу дій повітряного противника.

Ключові слова: розподіл задач, комплекс засобів автоматизації, структура програмного забезпечення, автоматизоване робоче місце, ергономічні характеристики, оператор, функціональний стан, система управління.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасні бойові дії, однією з складових яких є завоювання та утримання переваги у повітрі, а також подолання системи протиповітряної оборони (ППО) противника, характеризуються інтенсивним застосуванням усіх можливих типів засобів повітряного нападу [1].

Ефективне ведення бойових дій повітряним противником передбачає використання різних ешелонів висоти, варіантів побудови бойових порядків, змішаним застосуванням різних типів пілотованих та безпілотних літальних апаратів, засобів постановки перешкод, зниження помітності та імітації цілей, демонстраційних та провокаційних заходів [7]. Усе це призводить до лавиноподібного збільшення обсягів інформації, яка підлягає обробці у комплексах засобів автоматизації (КЗА) пунктів управління системи протиповітряної оборони ППО країни при одночасному скороченні часу, який відводиться на рішення задач оцінки дій повітряного противника та прийняття рішення на застосування сил та засобів

ППО, що обумовлює виникнення складної оперативно-тактичної обстановки.

Сучасні КЗА, які застосовуються для управління бойовими діями авіації та ППО, вирішують велику кількість завдань у ході ведення бойових дій [6]. Проте узгодження підвищення продуктивності КЗА та можливостей людини є недосконалим.

Таким чином, виникає необхідність у розв'язанні протиріччя, яке полягає у невідповідності обсягів задач, що вирішуються з використанням КЗА в умовах швидкої зміни оперативно-тактичної обстановки і інформаційного перевантаження осіб бойової обслуги та можливістю забезпечення заданого показника оперативності прийняття рішень на застосування сил та засобів системи ППО.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літератури свідчить, що однією з основних проблем при створенні ефективних людиномашинних систем, є пошук оптимального поєднання можливостей машини і людини, розподіл функцій між ними [2].

Закономірності процесу ухвалення рішень при ситуаційному аналізі повітряної обстановки являються предметом наукових досліджень, які ведуться по двох напрямках. Перший напрям знайшов відображення в теорії ухвалення рішень і зводиться до пошуку відповідей на питання: "Як приймати рішення раціонально"? [3].

Теорія ухвалення рішень прагне звести завдання ухвалення рішень до математичних моделей, які ґрунтуються виключно на застосуванні кількісних методів, – побудові його математичної моделі, що включає усі істотні параметри і містить деяку цільову функцію, а потім – до використання цієї моделі для пошуку оптимального рішення [4].

Такі моделі не враховують особливостей особи або системи, що приймає рішення. Не оцінюється обмежений об'єм уваги, швидкість переробки інформації, об'єм оперативної пам'яті, здібності до навчання, формування втоми.

Ця проблема може бути вирішена шляхом переходу до використання логіко-лінгвістичних методів опису завдання і вибору рішень, які дозволяють виразити різні відтінки поняття "раціональність" і зв'язати вибір цільової установки з ситуацією в зовнішньому середовищі. Такі методи є однією із складових частин теорії штучного інтелекту [3].

Другий напрям у вивченні закономірностей процесу ухвалення рішень та питань оптимізації висвітлює психологічна теорія.

Психологічна теорія робить акцент на поведінкових аспектах ухвалення рішень людиною [2]. Предметом психологічної теорії рішень є діяльність особи, що приймає рішення, в процесі виконання певних завдань. Вона вивчає такі послідовні етапи процесу ухвалення рішень:

- формування уявлення про завдання;
- оцінка корисності результатів альтернативних дій;
- прогнозування результатів альтернативних дій;
- прогнозування результатів рішень, що приймаються;
- вибір поведінки.

І що найважливіше – психологічна теорія вивчає вплив різних чинників на ухвалення рішень людиною [2].

Практична цінність психологічної теорії полягає в тому, що вона проливає світло на способи рішення людиною слабоструктурованих завдань, які вкрай важко формалізуються відомими методами. Також її сильний бік – виявлення особливостей поведінки людини при ухваленні рішень, властивих їй обмежень і помилок [9].

Висновки цієї теорії можуть виявитися дуже корисними при розробці людино-машинних систем ухвалення рішень: при розподілі функцій для рі-

шення завдань управління між засобами автоматизації і людиною-оператором, а також при розробці евристичних алгоритмів рішення слабоструктурованих завдань [4].

Таким чином, ухвалення рішень – це складний процес, який залежить від великого числа чинників. У основі цього процесу знаходиться людина. Але людина тісно взаємопов'язана з технікою.

Метою статті є розробка методу формування значень показників ергономічних характеристик перспективного комплексу засобів автоматизації системи управління повітряних сил оперативно-тактичного рівня.

Виклад основного матеріалу

В рамках даної роботи ергономічні характеристики КЗА розглядаються як набір властивостей техніки, показники зовнішнього середовища та характеристики оператора, які безпосередньо впливають на нього. Вивчення вищезазначених характеристик проводиться на заключному етапі – аналізується їх дія на оператора. Оператор знаходиться в тісній взаємодії з технікою та зовнішнім середовищем. Дія цих факторів відображається на людині та впливає на оперативність вирішення задач управління.

Інформація оператору КЗА надається переважно в візуальній формі. Схема сприйняття та усвідомлення інформації має диференційований характер, та представлена на рис. 1.

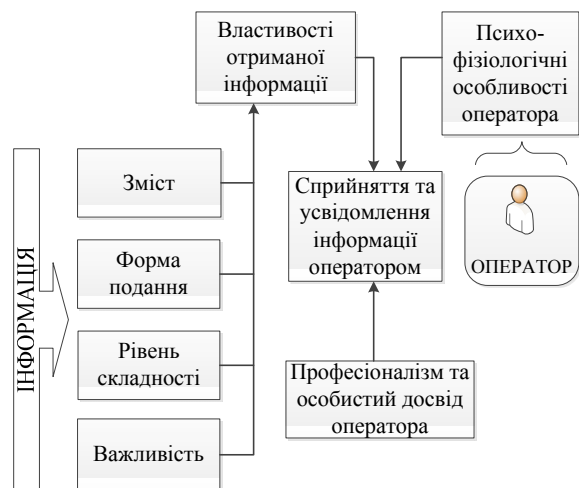


Рис. 1. Схема сприйняття та усвідомлення інформації оператором

Сприйняття інформації потрібно розглядати разом з її усвідомленням. На усвідомлення інформації впливає:

- психофізіологічні особливості оператора;
- професіоналізм та особистий досвід;
- властивості отриманої інформації (важливість, форма подання, рівень складності, зміст) [10].

Оператор КЗА отримує інформацію по різних каналах, переважна більшість з яких відноситься до візуальних джерел інформації.

Інформаційне оточення оператора КЗА включає в себе наступні складові: реального часу і відстрочені у часі.

До інформаційного оточення реального часу відносяться:

- засоби відображення інформації на АРМ оператора КЗА;
- телефонний канал;
- канал радіозв'язку;
- накази, розпорядження, доповіді в усній формі;
- планшет повітряної обстановки;
- засоби відображення первинної радіолокаційної інформації.

Відстрочені канали інформаційного оточення включають друковані бойові розпорядження (накази).

Робоче місце номера бойової обслуги КЗА можна представити як простір, оточений зовнішнім середовищем командного пункту (КП), в якому розташовані засоби відображення інформації, органи управління та допоміжне обладнання для виконання завдань.

Автоматизовані робочі місця (АРМ) бойової обслуги КП (рис. 2) призначені для відображення повітряної обстановки за даними джерел радіолокаційної інформації, введення команд управління, відповідної інформації для проведення розрахунків.



Рис. 2. Типове автоматизоване робоче місце оператора бойової обслуги КП

Усі АРМ мають однакову пультову конструкцію та складаються з:

- двох рідкокристалічних моніторів LCD в захищеному виконанні розміром 19 дюймів (з співвідношенням сторін 4:3);
- системного блоку типу Industrial Computer Advantech у промисловому виконанні з процесором

Intel Core2 Duo 2,66 GHz з модулем пам'яті 2×1024 MB, накопичувачами на ЖМД SATA2 200 Gb, USB Flash disk (min 4 Gb), двома мережевими картами Gigabit Ethernet for fiber, двома відео картами 256M GeForce 2×DVI та блоком живлення;

- гумової клавіатури з підсвічуванням і українською розкладкою;
- маніпулятора “миша” (optical ergonomic);
- панелі оперативного-командного зв'язку;
- гучномовців;
- LINUX- драйверів;
- панелі зовнішніх з'єднань.

У процесі роботи за АРМ функціональний стан оператора знаходиться під впливом різноманітних факторів. Для уникнення помилок у роботі необхідно виявити факт невідповідності функціонального стану оператора рівню складності задач, що виконуються.

Визначення факторів, що впливають на функціональний стан оператора КЗА, дозволить виділити основні причини виникнення станів напруженості, стомлення, стресу і здійснити відповідні заходи по перерозподілу задач.

Визначати функціональні стани оператора потрібно не за окремими показниками певних фізіологічних та психологічних функцій, а враховуючи їх взаємовплив та взаємодію в процесі діяльності. У зв'язку з цим використовують поняття як зрушення та зміни функціонального стану.

Функціональні стани оператора залежать від сукупності специфічних властивостей в структурі особистості [8]:

- особливостей темпераменту, які відображаються в динамічних характеристиках протікання психічних процесів, та в яких проявляються потужність, рухливість та врівноваженість нервових процесів;
- мотивації до операторської діяльності, бажання вдосконалювати свою професійну майстерність;
- здатності до короткочасного значного напруження при виникненні стресових ситуацій;
- емоційної стійкості, особливо емоційно-моторної та емоційно-сенсорної;
- швидкості переключення, стійкості та об'єму уваги;
- швидкості й точності складних видів рухливих реакцій, координації рухів, легкості створення та перетворення рухових стереотипів;
- наполегливості і рішучості у поєднанні з ініціативністю і самокритичністю.

Зміни функціональних станів оператора в процесі виконання функціональних обов'язків проходять фази, що характеризуються певними змінами працездатності. Ці зміни представлені на рис. 3.

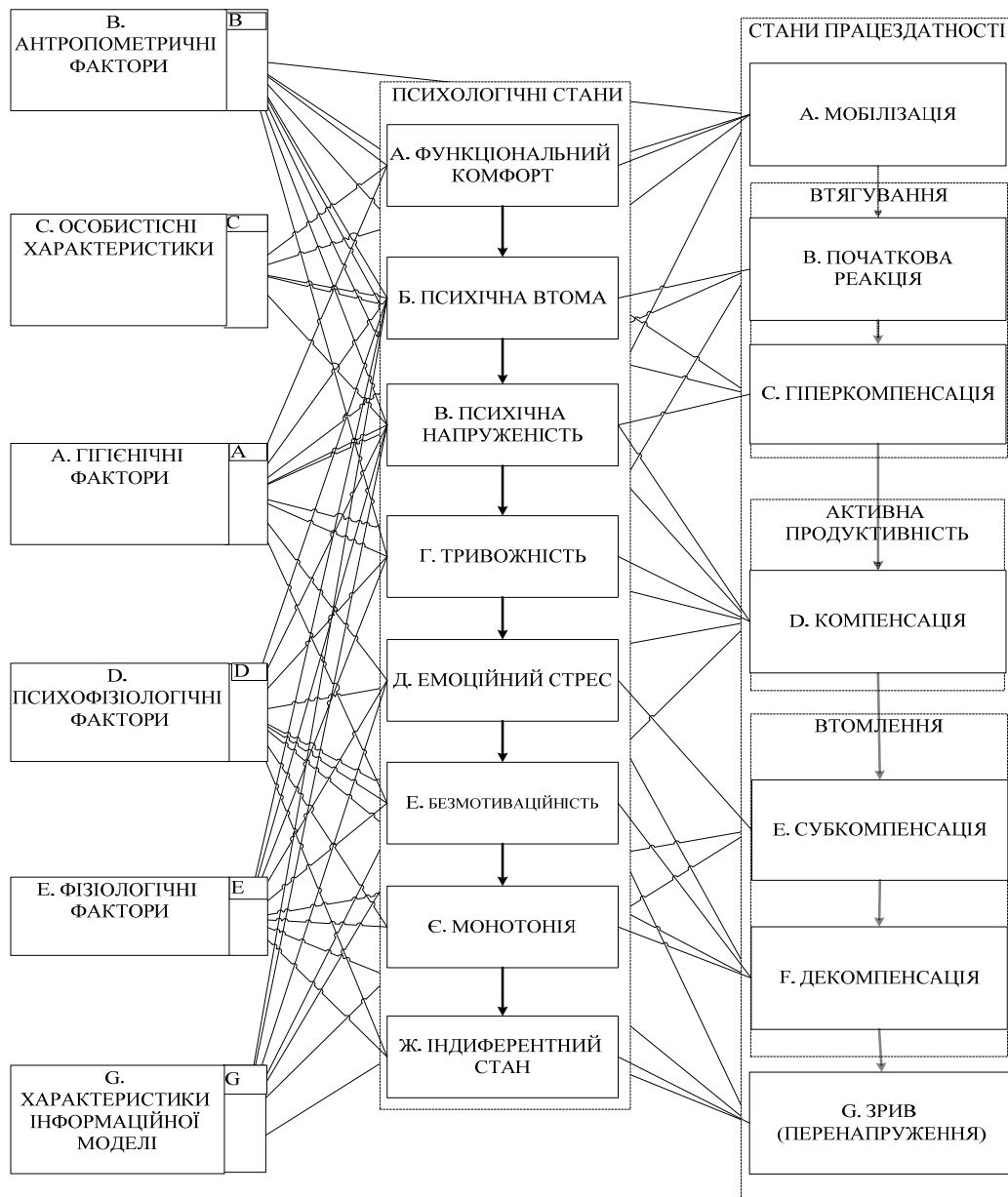


Рис. 3. Фактори, що впливають на оператора бойової обслуги

Фактори, що призводять до змін функціонального стану оператора, мають постійну дію. Вони можуть проявлятися з різних боків та знаходиться у відповідних межах.

Фактори, що впливають на функціональний стан, умовно поділяються на якісні і кількісні.

Якісні фактори характеризують функціональний стан с точки зору загального підходу. До них не застосовується числова шкала і вони не підходять під стандартне визначення за ДСТУ.

Перелік якісних факторів:

- загальний час, проведений за АРМ;
- загальна кількість задач, вирішених з АРМ;
- швидкість зміни інформації;
- інтенсивність;
- кількість повітряних об'єктів;
- кількість одночасно наведених літаків;

- кількість цілей, які одночасно розрілюються;
- щільність повітряного удару;
- вік;
- стать;
- стаж роботи;
- рівень кваліфікації;
- військове звання.

До кількісних факторів відносяться:

- освітленість;
- вентиляція;
- температура;
- вологість;
- тиск;
- електромагнітне випромінювання;
- задимленість;
- радіаційний фон;
- зашумленість;

- частота серцевих скорочень;
- артеріальний тиск;
- рівень кисню в крові;
- температура тіла;
- електропровідність шкіри;
- потовиділення;
- зріст.

Кількісні фактори регламентуються у відповідності з державними стандартами України (ДСТУ), державними будівельними нормами та міжнародними стандартами (ISO).

Кожному рівню функціонального стану оператора $S_i \equiv W_i$ можна поставити у відповідність цілком певну множину інформаційних ознак (ІО) $\Pi_i \equiv \Pi_i$ [5], отриманих після обробки вихідної інформації від групи датчиків. Множина Π_i визначається так:

$$\bigcup W_i = W; \quad \bigcup_{\Lambda_j \in W_i} \Lambda_j = \Pi_i, \quad \Pi_i \in \Pi. \quad (1)$$

Серед ІО можна виділити визначальні Λ_j^0 , тобто такі, що характеризують основні, найбільш суттєві властивості функціонального стану і за якими судять про його приналежність до певного класу. Для кожного функціонального стану S_i можна виділити множину Π_i^0 інформаційних ознак Λ_j^0 :

$$\bigcup_{\Lambda_j^0 \in S_i} \Lambda_j^0 = \Pi_i^0, \quad \Pi_i^0 \in \Pi_i \quad (2)$$

можемо розглянути залежність функціональних станів оператора від дії гігієнічного фактора “задимленість”.

На рис. 4 наведена модель впливу фактора “задимленість” на функціональні стани оператора.

Зміни значення “задимленість” впливають на психологічні стани оператора КЗА. Вони змінюються від ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОМФОРТУ до крайнього психологічного стану – ІНДИФЕРЕНТНИЙ СТАН. Вхід оператора в стан працездатності МОБІЛІЗАЦІЯ відбувається через один з вищезазначених психологічних станів.

Зміна психологічних станів від ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОМФОРТУ до ІНДИФЕРЕНТНОГО СТАНУ виражена формулами:

$$P_1 : f((a_7 < a_{7S1 \max}) \cap (a_7 > a_{7S1 \min})), \quad (3)$$

$$P_2 : f((a_7 < a_{7S2 \max}) \cap (a_7 > a_{7S2 \min})), \quad (4)$$

$$P_3 : f((a_7 < a_{7S3 \max}) \cap (a_7 > a_{7S3 \min})), \quad (5)$$

$$P_4 : f((a_7 < a_{7S4 \max}) \cap (a_7 > a_{7S4 \min})), \quad (6)$$

$$P_5 : f((a_7 < a_{7S5 \max}) \cap (a_7 > a_{7S5 \min})), \quad (7)$$

$$P_6 : f((a_7 < a_{7S6 \max}) \cap (a_7 > a_{7S6 \min})), \quad (8)$$

$$P_7 : f((a_7 < a_{7S7 \max}) \cap (a_7 > a_{7S7 \min})), \quad (9)$$

$$P_8 : f((a_7 < a_{7S8 \max}) \cap (a_7 > a_{7S8 \min})), \quad (10)$$

де $P_1 - P_8$ – значення предикату, що вказує на знаходження оператора в таких психологічних станах для фактора “задимленість”:

P_1 – функціональний комфорт;

P_2 – психічна втома;

P_3 – психічна напруженість;

P_4 – тривожність;

P_5 – емоційний стрес;

P_6 – безмотиваційність;

P_7 – монотонія;

P_8 – індиферентний стан;

a_7 – поточне значення фактора “задимленість”;

$a_{7S1 \min}, \dots, a_{7S8 \min}$ – мінімальні значення показника задимленості, що дозволяють знаходитись в психологічних станах від ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ КОМФОРТ ($S1$) до ІНДИФЕРЕНТНИЙ СТАН ($S8$);

$a_{7S1 \max}, \dots, a_{7S8 \max}$ – максимальні значення показника задимленості, що дозволяють знаходитись в психологічних станах від ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ КОМФОРТ ($S1$) до ІНДИФЕРЕНТНИЙ СТАН ($S8$).

При подальшому математичному моделюванні залежності функціонального стану оператора від фактора “задимленість” слід врахувати, що працездатність залежить від психологічних станів та змінюється у відповідності з формулами:

$$P_9 : f \left(\left((a_7 < a_{7W1 \max}) \cap (a_7 > a_{7W1 \min}) \cap \right. \right. \\ \left. \left. \cap (S_{opt} = S1 \cup S2 \cup S3 \cup S4 \cup S5 \cup S6 \cup S7 \cup S8) \right) \right), \quad (11)$$

$$P_{10} : f \left(\left((a_7 < a_{7W2 \max}) \cap (a_7 > a_{7W2 \min}) \cap \right. \right. \\ \left. \left. \cap (S_{opt} = S1 \cup S2 \cup S3 \cup S4 \cup S5 \cup S6 \cup S7 \cup S8) \right) \right), \quad (12)$$

$$P_{11} : f \left(\left((a_7 < a_{7W3 \max}) \cap (a_7 > a_{7W3 \min}) \cap \right. \right. \\ \left. \left. \cap (S_{opt} = S1 \cup S2 \cup S3 \cup S4 \cup S5 \cup S6 \cup S7 \cup S8) \right) \right), \quad (13)$$

$$P_{12} : f \left(\left((a_7 < a_{7W4 \max}) \cap (a_7 > a_{7W4 \min}) \cap \right. \right. \\ \left. \left. \cap (S_{opt} = S1 \cup S2 \cup S3 \cup S4 \cup S5 \cup S6 \cup S7 \cup S8) \right) \right), \quad (14)$$

$$P_{13} : f \left(\left((a_7 < a_{7W5 \max}) \cap (a_7 > a_{7W5 \min}) \cap \right. \right. \\ \left. \left. \cap (S_{opt} = S1 \cup S2 \cup S3 \cup S4 \cup S5 \cup S6 \cup S7 \cup S8) \right) \right), \quad (15)$$

$$P_{14} : f \left(\left((a_7 < a_{7W6 \max}) \cap (a_7 > a_{7W6 \min}) \cap \right. \right. \\ \left. \left. \cap (S_{opt} = S1 \cup S2 \cup S3 \cup S4 \cup S5 \cup S6 \cup S7 \cup S8) \right) \right), \quad (16)$$

$$P_{15} : f \left(\left((a_7 < a_{7W7 \max}) \cap (a_7 > a_{7W7 \min}) \cap \right. \right. \\ \left. \left. \cap (S_{opt} = S1 \cup S2 \cup S3 \cup S4 \cup S5 \cup S6 \cup S7 \cup S8) \right) \right), \quad (17)$$

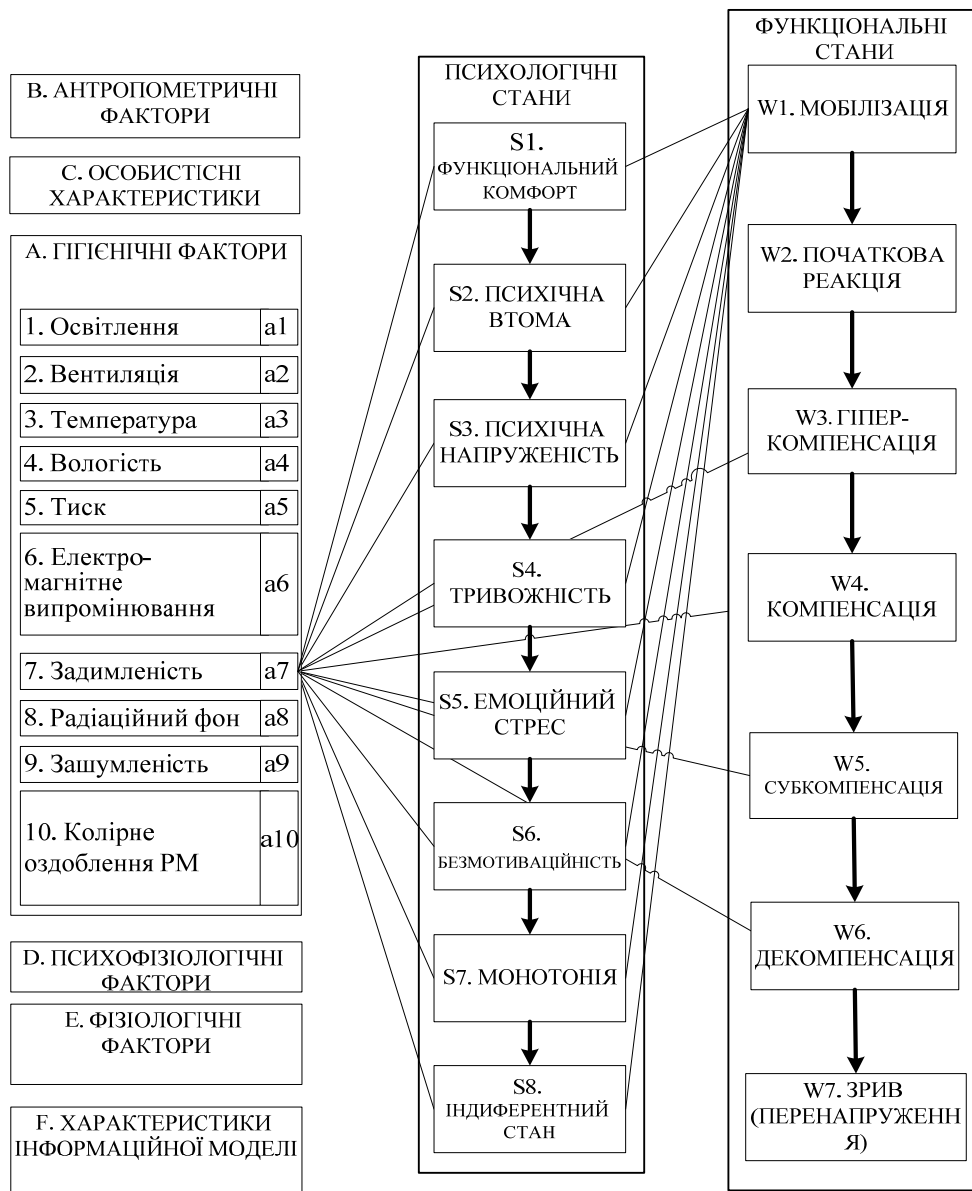


Рис. 4. Модель впливу фактора “задимленість” на функціональні стани оператора

де $P_9 - P_{15}$ – значення предикату, що вказує на знаходження оператора в функціональних станах для фактора “задимленість”:

- P_9 – МОБІЛІЗАЦІЯ;
- P_{10} – ПОЧАТКОВА РЕАКЦІЯ;
- P_{11} – ГІПЕРКОМПЕНСАЦІЯ;
- P_{12} – КОМПЕНСАЦІЯ;
- P_{13} – СУБКОМПЕНСАЦІЯ;
- P_{14} – ДЕКОМПЕНСАЦІЯ;
- P_{15} – ЗРИВ (ПЕРЕНАПРУЖЕННЯ);

$a_{7W1min}, \dots, a_{7W7min}$ – мінімальні значення показника задимленості, що дозволяють знаходитись в функціональних станах від МОБІЛІЗАЦІЇ (W1) до ЗРИВУ (ПЕРЕНАПРУЖЕННЯ) (W7);

$a_{7W1max}, \dots, a_{7W7max}$ – максимальні значення показника задимленості, що дозволяють знаходитись в функціональних станах від МОБІЛІЗАЦІЇ (W1) до ЗРИВУ (ПЕРЕНАПРУЖЕННЯ) (W7);

S_{opt} – психологічний стан – оптимальний.

Один з психологічних станів, які дозволяють виконувати бойове завдання.

Модель демонструє достатню гнучкість, що дозволяє швидко змінювати кількість вхідних елементів і взаємозв'язки між ними.

Так само може бути представлено формалізований опис і інших функціональних станів, що дозволить створити цілісну модель їх оцінки.

Вищеописані структурні процеси дозволяють сформулювати метод визначення станів оператора при використанні людино-центричного підходу роз-

поділу оперативного-тактичних завдань в КЗА спеціального призначення, який представлений на рис. 5.

У загальному випадку, вищезазначений метод вирішує завдання розпізнавання, яке зводиться до визначення функціонального стану оператора.

Вихідними даними для зазначеного методу є параметри, які безпосередньо або опосередковано впливають на оператора, змінюють його функціональні можливості. Фактично, вихідні дані розподіляються на 6 класів, які мають різні одиниці вимірювання. Наприклад, особистісні характеристики, такі як вік, представлені в роках, стать оператора – чоловік або жінка, фізіологічна характеристика – частота серцевих скорочень представлена в кількості скорочень за хвилину, температура тіла – в градусах. Для роботи з цими параметрами, їх порівняння використовується математичний апарат теорії нечітких множин [11].

Наступним етапом в методі визначення станів оператора є вибір моделі знань для вирішення задачі розпізнавання. Проводиться аналіз моделей знань.

Особливостями діяльності оператора АСУ є аналіз інформації, що надходить, пошук, стеження, виявлення, ідентифікація повітряних об'єктів, вміння розбиратися в показаннях приладів, швидко сприйняття усного мовлення та прийняття рішень [8].

До професійно важливих і соціально значущих якостей особистості оператора АСУ відносяться: соціальна відповідальність, високий рівень дисциплінованості, свідомість; розвинуте технічне, оперативне і творче мислення; здатність приймати самостійні рішення в нестандартних ситуаціях, розвинені вольові якості; комунікабельність. Звичайно, особливості сприйняття і уяви, координація рухів рук і ніг, ширина поля зору, колірна чутливість, швидкість сенсомоторних реакцій, вид пам'яті (образна, логічна, емоційна) та мислення (наочно-образне або абстрактно-логічне) по-різному впливають на виконання бойового завдання [12].

Еталонна база знань формується з параметрів оператора у відповідності з вимогами керівних до-

кументів, державних стандартів України, експертних висновків. При отриманні поточних значень дій зовнішніх та внутрішніх факторів проводиться аналіз параметрів оператора, прийнятих за еталонні, з параметрами на даний момент часу. Рішення про функціональний стан оператора приймається у відповідності до результатів порівняння.



Рис. 5. Структура методу визначення показників ергономічних характеристик оператора автоматизованої системи управління

Висновки

Метод формування значень показників ергономічних характеристик перспективного комплексу засобів автоматизації системи управління Повітряних Сил оперативно-тактичного рівня на основі оцінки психофізіологічного стану осіб бойової обслуги дозволяє проводити перерозподіл завдань, які вирішуються комплексом засобів автоматизації в умовах зміни оперативно-тактичної обстановки.

Впровадження викладеного методу дозволить підвищити якість вирішення задач обробки інформації та підтримки прийняття рішень осіб бойової обслуги, підняти оперативність вирішення задач управління на величину від 12% до 20% в порівнянні з існуючими КЗА.

Список літератури

1. Досвід та особливості застосування авіації Повітряних Сил Збройних Сил України у ході АТО / А.М. Алімпієв, М.І. Коморний, О.К. Шейгас та ін. – Харків: ХУПС, 2016. – 67 с.
2. Математические основы эргономических исследований: монография / П.Г. Бердник, Г.А. Кучук и др. – Кропивницький: КЛА НАУ, 2016. – 248 с.
3. Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.В. Токарев. – Київ: Наукова думка, 1993. – 183 с.
4. Bustince H. Indicator of inclusion grade for interval-valued fuzzy sets, application to approximate reasoning based on interval-valued fuzzy sets / H. Bustince // International Journal of Approximate Reasoning. – 2000. – Vol. 23, No. 3 – P. 137-209.
5. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление пер. с англ. 2-е изд. / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с. (Адаптивные и интеллектуальные системы).
6. Біла книга 2016: Збройні Сили України: щорічник. – К.: МО України, 2017. – 112 с.
7. Методичні рекомендації щодо досвіду АТО. – Харків: ХУПС, 2016. – 220 с.

8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ Петербург, 2005. – 736 с.: ил.
9. Худов Г.В. Використання мультиагентного (мурашиного) алгоритму для розпізнавання елементів замислу повітряного противника / Г.В. Худов, І.А. Таран // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – № 3(43). – С. 179-185.
10. Степанов Г.С. Погляди щодо проблемних питань застосування Повітряних Сил в протиповітряній обороні / Г.С. Степанов, В.В. Камінський, М.А. Павленко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2018. – № 1(30). – С. 18-23. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.03>.
11. Висоцький О.В. Оптимальне правило прийняття рішення при сумісному пошуку і виявленні об'єктів по критерію максимальної правдоподібності / О.В. Висоцький, Г.В. Худов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2016. – № 1(22). – С. 76-79.
12. Несміян О.Ю. Аналіз інформаційного забезпечення та завантаженості каналів прийому інформації операторами систем АСУ / О.Ю. Несміян, М.А. Павленко // Системи озброєння і військова техніка. – 2016. – № 2(46). – С. 129-133.

References

1. Alimpeyev, A.M., Komornyy, M.I. and Sheigas, O.K. (2016), “*Dosvid ta osoblyvosti zastosuvannya aviatsiyi Povitryanykh Syl Zbroynykh Syl Ukrayiny u khodi ATO*” [Experience and peculiarities of the use of aviation of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine during antiterrorist operation], Kharkiv Air Force University, Kharkiv, 67 p.
2. Berdnik, P.G. and Kuchuk, G.A. (2016), “*Matematicheskiye osnovy ergonomicheskikh issledovaniy: monografiya*” [Mathematical foundations of ergonomic research: monograph], KFA NAU, Kropyvnytskyu, 248 p.
3. Gerasimov, B.M., Tarasov, V.A. and Tokarev, I.V. (1993), “*Cheloveko-mashinnye sistemy prinyatiya resheniy s elementami iskusstvennogo intellekta*” [Human machine decision making systems with elements of artificial intelligence], Naukova Dumka, Kyiv, 183 p.
4. Bustince, H. (2000), Indicator of inclusion grade for interval-valued fuzzy sets. application to approximate reasoning based on interval-valued fuzzy sets, *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol. 23, No. 3, pp. 137-209.
5. Pegat, A. (2013), “*Nechetkoye modelirovaniye i upravleniye*” [Fuzzy modeling and control], Binomial, Knowledge Lab, Moscow, 798 p.
6. Ministry of Defence of Ukraine (2017), “*Bila knyha 2016: Zbroyni Syly Ukrayiny: shchorichnyk*”, [White Paper 2016: The Armed Forces of Ukraine: Yearbook], Kyiv, 112 p.
7. Kharkiv National Air Force University (2016), “*Metodychni rekomendatsiyi shchodo dosvidu ATO*” [Methodological recommendations for experience during antiterrorist operation], Kharkiv, 220 p.
8. Leonenkov, A.V. (2005), “*Nechetkoye modelirovaniye v srede MATLAB i fuzzyTECH*” [Fuzzy modeling in the environment of MATLAB and fuzzyTECH], St. Petersburg, 736 p.
9. Khudov, H.V. and Taran, I.A. (2015), “*Vykorystannia multyahentnoho (murashynoho) alhorytmu dlia rozpiznavannia elementiv zamyslu povitrianoho protyvnyka*” [Using ant algorithm to determine the elements of air enemy plan], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 3(43), pp. 179-185.
10. Stepanov, H.S., Kaminskyi, V.V. and Pavlenko, M.A. (2018), “*Pohliady shchodo problemnykh pytan zastosuvannya Povitrianykh Syl v protypovitrianiy oboroni*” [Views on problematic issues of application of Air Force in Air Defense], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1(30), pp. 18-23. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.03>.
11. Vysotskyi, O.V. and Khudov, H.V. (2016), “*Optymalne pravlylo pryiniattia rishennia pry sumisnomu poshuku i vyvavlenni obiektiv po kryteriiu maksimalnoi pravdopodobnosti*” [Optimal rule decision-making of joint search and detection of objects on the criterion of maximum verisimilitude], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1(22), pp. 76-79.
12. Nesmiian, O.Yu. and Pavlenko, M.A. (2016), “*Analiz informatsiinoho zabezpechennia ta zavantazhenosti kanaliv pryoiomu informatsii operatoramy system ASU*” [Analysis of information provision and workload channel receiving information by operators of the automatization controlling systems], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 2(46), pp. 129-133.

Надійшла до редколегії 24.09.2018
Схвалена до друку 22.10.2018

Відомості про автора:

Черток Олег Анатолійович
викладач Харківського
національного університету Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2178-7909>

Information about the author:

Oleg Chertok
Lecturer
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2178-7909>

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИЛ

О.А. Черток

В статье рассматривается метод формирования значений показателей эргономических характеристик перспективного комплекса средств автоматизации системы управления воздушных сил оперативно-тактического уровня на основе анализа изменения функциональных состояний оператора, времени выполнения комплексом средств автоматизации отдельных задач и общей загруженности системы. Необходимость повышения эффективности деятельности лиц боевого расчета пунктов управления воздушных сил оперативно-тактического уровня вызвана высокой степенью неопределенности, интенсивной динамикой воздушной обстановки и ограниченными временными рамками на выработку решений при значительном объеме информации. Приведенный метод решает противоречие, которое заключается в несоответствии объемов решаемых задач с использованием комплекса средств автоматизации в условиях быстрой смены оперативно-тактической обстановки и информационной перегрузки лиц боевого расчета для обеспечения заданного показателя оперативности принятия решений на применение сил и средств системы противовоздушной обороны. В работе приведено описание автоматизированного рабочего места оператора боевого расчета командного пункта. Систематизированы и описаны факторы, влияющие на оператора боевого расчета. Составлена модель влияния фактора "задымленность" на функциональные состояния оператора. С применением теории нечетких множеств и используя математический аппарат предикатов описано действие фактора "задымленность" на функциональные состояния оператора. Приведена структура метода формирования значений показателей эргономических характеристик перспективного комплекса средств автоматизации и описаны исходные данные для указанного метода. Метод формирования значений показателей эргономических характеристик перспективного комплекса средств автоматизации системы управления воздушных сил оперативно-тактического уровня позволяет провести перераспределение задач, решаемых комплексом средств автоматизации и обеспечивает повышение оперативности анализа действий воздушного противника.

Ключевые слова: распределение задач, комплекс средств автоматизации, структура программного обеспечения, автоматизированное рабочее место, эргономические характеристики, оператор, функциональное состояние, система управления.

METHOD FORMING THE VALUES OF THE INDICATORS OF ERGONOMIC CHARACTERISTICS OF THE PERSPECTIVE COMPLEX OF MEANS OF AUTOMATING THE AERIAL CONTROL SYSTEM

O. Chertok

The article discusses the method of forming the values of the indicators of ergonomic characteristics of the perspective complex of automation equipment for the control system of air forces of operational-tactical development based on the analysis of changes in the functional states of the operator, the time the complex of automation tools to perform individual tasks and the total system load. The need to increase the efficiency of the combat crews of the air force command and control points at the operational tactical level is due to the high degree of uncertainty and dynamism of the air situation and the limited time frame for developing solutions with a significant amount of information. The above method solves the contradiction, which consists in the incompatibility of the volumes of tasks solved using a set of automation tools in the conditions of a quick change of the operational-tactical situation and information overload of the crew members and the possibility of providing the specified rate of decision-making on the use of forces and means - Air defense. The paper describes the automated workplace of the operator of the crew's command and control station. Systematized and described factors affecting the operator of the crew. A model of the influence of the "smoke" factor on the functional states of the operator has been compiled. Using the theory of fuzzy sets and using the mathematical apparatus of predicates, the effect of the "smoke" factor on the functional states of the operator is described. The structure of the method of forming the values of the indicators of ergonomic characteristics of a promising set of automation tools is described and the initial data for this method are described. The method of forming the values of the ergonomic characteristics of a promising set of tools for automating the control system of the air force of the operational-tactical level allows for the redistribution of tasks solved by the complex of automation equipment and provides an increase in the operational analysis of the actions of the air enemy.

Keywords: distribution of tasks, complex of automation tools, software structure, automated workplace, ergonomic characteristics, operator, functional state, control system.