

УДК 004.825

О.А. Черток¹, М.А. Павленко¹, П.Г.Берднік², І.О. Борозенець¹¹ Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків² Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

РОЗПОДІЛ ЗАДАЧ ОЦІНКИ ОБСТАНОВКИ МІЖ ОСОБАМИ БОЙОВОГО РОЗРАХУНКУ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЮ СИСТЕМОЮ ПУНКТИВ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Розглядається оптимальне поєднання можливостей машини і людини, розподіл функцій між ними. Проведена класифікація завдань з ухвалення рішень. Запропоновано оптимальний розподіл завдань між інформаційною системою і особами бойового розрахунку.

Ключові слова: оцінка повітряної обстановки, оператор, комплекс засобів автоматизації, ергономіка.

Вступ

Ухвалення рішень складає основу управлінської діяльності осіб бойового розрахунку в процесі управління протиповітряною обороною.

Аналіз досвіду проведення АТО свідчить про те, що ефективні рішення приймаються швидко, з урахуванням стану своїх військ, дій протиборчої сторони з поправкою на невизначеність ситуації в даний момент часу.

При оцінці повітряної обстановки необхідно враховувати ряд чинників. Оператор має високі здібності до адаптації при рішенні сенсомоторних та інших завдань. Але при виконанні бойових завдань на оператора накладається чинник персональної відповідальності за кінцевий результат і відбувається збільшення часу на прийняття виважених рішень. Проте, в умовах зростання об'єму інформації, час на ухвалення рішення не повинен істотно збільшуватись. Чим швидше змінюються умови, тим швидше має бути виконане завдання. При збільшенні об'єму інформації до деякої межі, особи бойового розрахунку взагалі перестануть її обробляти.

Виникає протиріччя між збільшенням кількості інформації та часом на ухвалення оптимального рішення. Необхідно максимально ефективно перерозподіляти завдання, які вирішуються, між комплексом засобів автоматизації (КЗА) та оператором.

Аналіз літератури. Проблема розподілу функцій між людиною і системою управління є класичною для ергономіки. Підходи до її рішення за останній час зазнали значних змін. У 1960-і роки керувалися принципами переважних можливостей П. Фіттса і взаємодоповнюваності людини і машини Н. Джордана. У 1971 р. Н.Д. Заваловою, Б.Ф. Тягловим і В.А. Пономаренко був висунутий принцип активного оператора [1].

Його основний наслідок, який дав принципову перевагу напіваавтоматичним режимам управління

над автоматичними, дозволив істотно підвищити надійність управління авіаційною технікою. Ще одним напрямом вирішення вказаної проблеми є використання адаптивного, або динамічного розподілу функцій, що реалізують гнучку зміну ступеня автоматизації (В.Ф. Венда, В.М. Ахутін, В. Роуз, Б. Кановиц, Р. Соркін та ін.) [1].

Проте, враховуючи розвиток комп'ютерних засобів, ця проблема вимагає певного переосмислення. Тенденції в області розробки стратегії автоматизації процесів управління сучасною технікою рухаються до максимального підвищення ступеню автоматизації [2].

Аналіз літератури свідчить, що при створенні в сучасних умовах ефективних людино-машинних систем, однією з основних проблем є пошук оптимального рішення в поєднанні можливостей машини і людини, розподілі між ними функцій [3].

Вважалося, що людина не досить надійна, але може ефективно діяти в ситуаціях, які важко формалізувати, тоді як автоматика - навпаки. Це положення лягло в основу принципу розподілу функцій, сформульованого Полом Фіттсом в 1950-х рр. [4]. Цей принцип пропонує призначати кожну функцію тому суб'єктові управління, який найкраще з нею впорається.

Керуючись цим принципом, в 1960-1970-х рр. різними авторами були створені таблиці, що давали опис переваг людини та автоматики з точки зору різних критеріїв, таких як:

- рівень складності системи, міра невизначеності і наявність формалізованих моделей управління;
- рівень перешкод, шумів і сигналів, що несуть корисну інформацію;
- рівень надійності та відновлюваності людини і машини;
- ресурсні характеристики та характеристики продуктивності людини і машини, можливості багатозадачних процесів, перенавантажень;

- вартість експлуатації та підтримки працездатності.

Вважається, що на людину слід покладати виконання наступних функцій [2]:

- розпізнавання ситуації в цілому, по багатьох складнозв'язаних характеристиках, а також при неповній інформації про ситуацію;
- узагальнення окремих фактів в єдину систему;
- рішення завдань, в яких відсутній чіткий алгоритм, або відсутні точні правила обробки інформації;
- рішення завдань, які вимагають гнучкості і адаптації до умов, що швидко змінюються;
- рішення завдань з високою відповідальністю у разі виникнення помилки, та ін.

На комплекс засобів автоматизації покладаються наступні завдання [2]:

- виконання усіх видів математичних розрахунків;
- виконання одноманітних операцій, які постійно повторюються і реалізуються згідно з заданим алгоритмом;
- зберігання і динамічне представлення великих об'ємів однорідної інформації;
- рішення завдань для окремих випадків на основі загальних правил;
- виконання дій, які вимагають високої швидкості реакції на команду, та ін.

Закономірності процесу ухвалення рішень при ситуаційному аналізі повітряної обстановки являються предметом наукових досліджень, які ведуться по двом напрямках. Перший напрям, знайшов відображення в Теорії ухвалення рішень, і зводиться до пошуку відповідей на питання: "Як приймати рішення раціонально"? [4].

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 [6].

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

Психологічна теорія робить акцент на поведінкових аспектах ухвалення рішень людиною [6]. 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.

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 [6].

Висновки цієї теорії можуть виявитися дуже корисними при розробці людино-машинних систем ухвалення рішень: при розподілі функцій для рішення завдань управління між засобами автоматизації і людиною-оператором, а також при розробці евристичних алгоритмів рішення слабоструктурованих завдань [3].

При класифікації завдань з ухвалення рішень (ЗУР) в якості основних ознак застосовують такі (рис. 1) [2]:

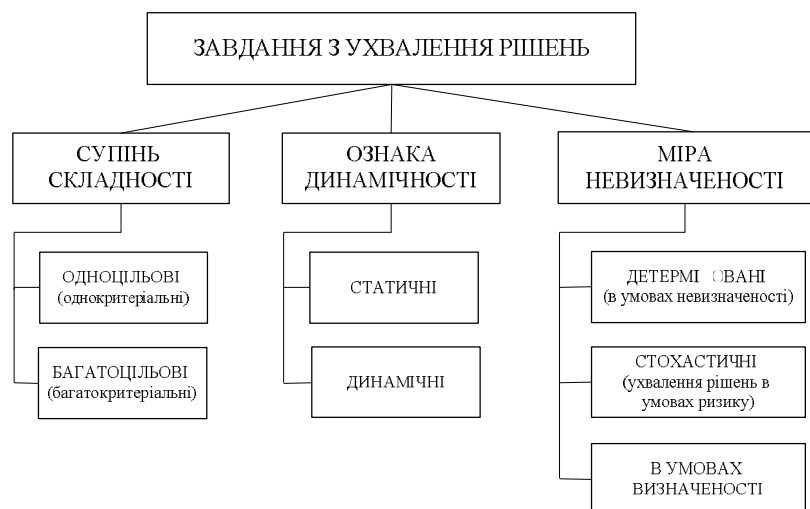


Рис. 1. Класифікація завдань з ухвалення рішень

1. За ступенем складності - кількість цілей управління і кількість критеріїв ефективності, що їм відповідають.

2. За ознакою динамічності - наявність або відсутність залежності критерію і обмежень в часі - "ознака динамічності".

3. За мірою невизначеності - наявність випадкових або невизначених чинників, що впливають на результат дій, що управляють. Цю ознаку називають ознакою "визначеність-риск-невизначеність".

За першою ознакою ЗУР діляться на два великі класи: одноцільові, або однокритеріальні і багаточільові, або багатокритеріальні [7].

За другою класифікаційною ознакою ЗУР діляться на два великі класи: статичні і динамічні ЗУР. У статичних ЗУР критерійна функція і функція обмежень не залежить від часу [7].

Динамічним ЗУР властиві дві особливості [7]:

- в якості критерію оптимальності в динамічних ЗУР виступає не функція, як в статичних ЗУР, а функціонал, що залежить від функцій часу, описує об'єкти, процеси, які враховуються при управлінні;

- у складі обмежень присутні так звані диференційні зв'язки, що описуються диференціальними рівняннями.

За третьою ознакою "визначеність - ризик - невизначеність" ЗУР діляться на три великі класи [7]:

1. Ухвалення рішень в умовах визначеності, або, інакше, детермінованих ЗУР. Для них характерний однозначний детермінований зв'язок між прийнятим рішенням і його результатом. В цьому випадку відносно кожної стратегії оперуючої сторони заздалегідь відомо, що вона незмінно приводить до деякого конкретного результату. У завданнях цього класу критерій оптимальності і обмеження залежить тільки від стратегій оперуючої сторони і фіксованих детермінованих неконтрольованих чинників, тобто чинників, заздалегідь відомих оперуючій стороні. У реальних умовах це відповідає ситуації повного контролю над повітряною обстановкою за відсутності активних дій протиборчої сторони.

2. Ухвалення рішень в умовах ризику, або стохастичні ЗУР. В цьому випадку, кожна стратегія оперуючої сторони може привести до одного або безлічі можливих результатів, причому кожен результат має певну вірогідність появи. Передбачається, що ця вірогідність заздалегідь повністю відома. У реальних умовах це зводиться до планування бойових дій в умовах володіння повною інформацією про протиборчу сторону і веденню останньою активних протиборчих дій.

У завданнях цього класу критерій оптимальності залежить як від стратегій оперуючої сторони і детермінованих чинників, так і від фіксованих стохастичних чинників, тобто випадкових чинників, закони розподілу яких відомі оперуючій стороні.

Закони розподілу, математичні очікування, дисперсії стохастичних чинників, а також значення детермінованих чинників є початковою інформацією при визначенні оптимальної стратегії.

Попри те, що усі випадкові явища і процеси, які супроводжують операцію і впливають на її результат, добре вивчені і усі їх статистичні характеристики повністю відомі, результат кожної конкретної реалізації операції заздалегідь невідомий, випадковий. У цьому сенсі оперуюча сторона завжди (більшою чи меншою мірою) ризикує отримати не той результат, на який вона орієнтується, вибираючи свою оптимальну стратегію з розрахунку на середні значення статистичних характеристик випадкових чинників.

3. Ухвалення рішень в умовах невизначеності. Для завдань цього класу характерне те, що критерій оптимальності залежить як від стратегій оперуючої сторони і фіксованих чинників, так і від невизначених чинників, не підвладних оперуючій стороні і невідомих їй у момент ухвалення рішення (чи відомих з недостатньою точністю).

Кожна стратегія оперуючої сторони виявляється пов'язаною з множиною можливих результатів, вірогідність яких невідома (чи відома з недостатньою для ухвалення рішення точністю), або зовсім не мають сенсу.

При оцінці реальної повітряної обстановки це відноситься до ситуації, коли рішення приймаються при обмежених даних про супротивника, його бойові можливості і можливу реакцію на наші активні дії.

Детерміновані ЗУР і ЗУР в умовах невизначеності з точки зору інформованості про чинники, що впливають на критерій оптимальності, можна вважати крайніми випадками (тобто повне знання і повне незнання). ЗУР, в яких є елемент ризику, займають проміжне положення [7].

Вибору рішень з множини можливих передують формування уявлень про завдання, прогнозування і оцінка корисності результатів рішень.

Оператор, що вирішує задачу, використовує деяку систему правил, що називається стратегією, програмою, або планом рішення задачі. В першу чергу це відноситься до завдань, що містять елемент ризику, в яких є невизначеність відносно кінцевих результатів рішень.

Таким чином, ухвалення рішень це складний процес, який залежить від великого числа чинників. У основі цього процесу знаходиться людина.

Мета статті. Проаналізувати алгоритм розподілу завдань в автоматизованій системі управління (АСУ) між оператором і КЗА з метою їх більш ефективної спільної роботи в умовах невизначеності обстановки, підвищення працездатності оператора, зниження його інформаційної завантаженості.

Основна частина

Постановка завдання автоматизації роботи оператора підштовхує розробників АСУ до передачі якомога більшого числа функцій технічним засобам. До недавнього часу це прагнення стримувалося двома чинниками [8]:

1. Відносно слабкими обчислювальними ресурсами і високою трудомісткістю і вартістю реалізації систем автоматизації;

2. Відсутністю адекватних моделей складних систем і засобів їх верифікації.

Сучасна АСУ може збирати і обробляти великі об'єми даних, що дозволяє перенести частину функцій контролю і управління від людини до машини. Проте це призводить до зменшення залученості оператора до процесу управління, що негативно позначається на ухваленні складних і своєчасних рішень. Будучи, в деякому ступеню, відстороненим, йому потрібен час на оцінку ситуації й підготовку рішення.

Тому все більше сучасних робіт [8] акцентує свою увагу на гармонізації розподілу функцій з метою постійної підтримки залученості оператора в процес управління, але без інформаційного перевантаження. Таким чином, на протиположний принцип "переважних можливостей" з'являється принцип "взаємодоповнюваності": треба організувати спільну діяльність людини і машини так, щоб відбувалося взаємне посилення їх можливостей [9].

Повинен реалізовуватися похід, що припускає відхід від фіксованого, раз і назавжди специфікованого призначення функцій. Це призначення повинне визначатися динамічно, залежно від ситуації, завантаженості оператора і якості функціонування системи. Такий похід дістав назву адаптивного.

Попри те, що робота оператора стала набагато більше формалізованою, за ним залишається функція "інтелектуального агента", що демонструє поведінку, засновану на знаннях. Особлива надія покладається на оператора в ситуаціях, які виходять за встановлені межі роботи алгоритмів. Обсяг знань і кількість чинників, які необхідно враховувати в таких ситуаціях, завеликий, що ставить проблему підтримки інтелектуальної діяльності оператора.

Відомі два способи такої підтримки [10]. Перший полягає в комп'ютерній імітації міркувань людини і видачі йому можливого рішення. На цьому підході базується більшість існуючих систем підтримки операторів, заснованих на принципах штучного інтелекту. Другий спосіб - активізація і прискорення мислення за рахунок перекладу частини когнітивної діяльності на рівень сприйняття.

Цей спосіб полягає в проектуванні таких візуальних образів, які відображають не просто інформацію, а деякі операції її ментальної обробки. Перш за

все такі як: складання, зіставлення, порівняння, виявлення залежностей та ін. Цей підхід дістав назву - "когнітивна графіка", або в зарубіжному друці він називається як "екологічний інтерфейс" [11].

Сучасні апаратні засоби АСУ і способи передачі даних, їх концентрація дозволяють реєструвати і створювати величезні масиви даних. Це може призводити до перенасичення оператора інформацією. Частина інформації, що пригнічує оператора, стає "нерелевантною", та "зашумляє" корисні дані. Іншим наслідком великих об'ємів даних є те, що автоматизовані робочі місця оператора - це лише декілька моніторів, що утворюють так звану "замочну щілину".

Оператор бачить одночасно тільки малу частину інформації. Це змушує його постійно шукати, виділяти і структурувати інформацію, що породжує проблему навігації [10].

Великий об'єм інформації породжує проблему управління увагою оператора з метою його концентрації на найбільш важких фактах і процесах. На сьогодні управління увагою здійснюється лише одним способом - сигналізацією [3].

Існує два базових підходи до управління увагою [8]. Перший полягає в "фізичному" залученні уваги до певного об'єкту, впливаючи на аналізатори людини. Саме це і робить традиційна сигналізація, направляючи увагу людини за допомогою покажчиків, або наділяючи об'єкт різними ознаками, що привертають увагу. До них відносять: мигання, зміну яскравості, виділення кольором, супровід звуковим сигналом та ін. Отримуючи інформацію, оператор починає робити висновки і може вийти на ідентифікацію ситуації.

Такий спосіб логічного міркування в штучному інтелекті прийнято називати "прямим" на протиположний "зворотньому", який приводиться нижче.

Другий підхід до управління увагою - це формування у оператора спонукання звернути увагу на той чи інший об'єкт, або інформацію [11]. Найбільш простим прикладом може бути формування системою гіпотези про стан повітряної обстановки. Цей підхід набагато складніший, але при цьому набагато ефективніший, бо він ґрунтується на тому, що людина звертається до інформації предметно, з метою перевірки певної гіпотези, а не просто отримує дані, які невідомо до чого відносяться [11].

Перевагою сигналізації є її простота реалізації. Проте фактів, на яких слід концентрувати увагу оператора, стає все більше і більше, що призводить до перевантаженості оператора в складних ситуаціях. Визначенням рішення є фільтрація і призначення пріоритетів сигналізації, але повністю проблему це не вирішує [10].

Одним з найбільш перспективних підходів до оптимізації об'єму сигналізації є перенесення акценту від привертання уваги до події (наприклад, про

наближення до державного кордону повітряного об'єкту без відповіді на систему розпізнавання "свій-чужий") на привертання уваги до функціонального стану (наприклад, повітряний кордон, що охороняється, під загрозою). Об'єкт може не перетнути повітряний кордон, а рухатися паралельно, але засоби відбиття повітряного нападу вже повинні бути готові виконати бойове завдання.

Такий підхід до контролю й управління АСУ називається функціональним. Його застосування істотно змінює філософію управління й відповідає сучасним тенденціям розвитку системи.

Незважаючи на спільне виконання функцій оператором і "машиною", кожна з таких складових підкоряється у своїй роботі власним, властивим їй принципам і закономірностям.

Необхідно пам'ятати, що оператор "не любить крайнощів": йому погано працюється як при дефіциті, так і при надлишку часу або інформації, як при яскравому освітленні, так і в темряві і т.д.

Обґрунтування раціонального або оптимального варіанту розподілу функцій між людиною і системою спирається на результати кількісних оцінок результатів виконання завдань оператором і машиною і методів оцінок впливу цієї якості на ефективність системи в цілому.

Висновки

У загальному випадку діяльність оператора повинна зводитися до резервування системи управління (у разі виникнення відмов апаратури, непередбачуваних ситуацій, і т.д.) за допомогою ініціативного зниження його ролі при розподілі завдань.

Система управління резервує оператора при виникненні в його діяльності високої суб'єктивної складності через перевантаження інформацією, накопиченою втомі та інших чинників.

Оптимальний розподіл завдань, які вирішуються, між інформаційною системою і оператором, для зменшення часу на ухвалення рішення, є актуальним науковим завданням.

Список літератури

1. Попова Э.В. Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн.1. Системы общения и экспертные системы: Справочник / Э.В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990. – 446 с.
2. Теоретичні основи автоматизації процесів вироблення рішень в системах управління Повітряних Сил / О.В. Александров та інші. – Х.: ХУПС, 2010. – 169 с.
3. Першин А.В. Анализ процесса взаимодействия пользователя с экспертной системой / А.В. Першин, М.А. Павленко, А.В. Александров // Проблемы информатики и моделирования. Мат. п'ятої міжн. НТК. – Х.: НТУ ХП, 2005. – С. 32.
4. Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.В. Токарев. – К.: Наук. думка, 1993. – 183 с.
5. Айламазян А.К. Информация и информационные системы / А.К. Айламазян. – М.: Радио и связь, 1982. – 160 с.
6. Ярушек В.Е. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в войсках ПВО: Учебное пос. / В.Е. Ярушек. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 324 с.
7. Пятков Ю.П. Организация управления военнотехническими системами / Ю.П. Пятков. – Х.: ХВУ, 1997. – 206 с.
8. Системы поддержки принятия решений и задачи их эргономического проектирования / М.А. Павленко и др. // Військово-технічний збірник. – Вип. 3. – Львів: АСВ, 2010. – С. 3-7.
9. Недаїбида Ю.П. Современные проблемы создания сложных информационно-управляющих систем реального времени / Ю.П. Недаїбида, Ю.В. Котова, Ю.И. Хлапонин // Захист інформації. – 2012. – № 4. – С. 34-39.
10. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. – Севастополь: Изд. центр, 2004. – 318 с.
11. Scenario approach to the engineering of information models, designed to enable the activities of operator in automated control systems / М.А. Pavlenko, А.І. Tymochko, P.G. Berdnyk, А.S. Shevchenko // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 3(128). – С. 32-35.

Надійшла до редколегії 28.12.2015

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

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ ОБСТАНОВКИ МЕЖДУ ЛИЦАМИ БОЕВОГО РАСЧЁТА И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СИЛ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

О.А. Черток, М.А. Павленко, П.Г. Бердник, И.А. Борозенец

Рассматривается оптимальное сочетание возможностей машины и человека, распределение функций между ними. Проведена классификация задач принятия решений. Предложено оптимальное распределение задач между информационной системой и оператором.

Ключевые слова: оценка воздушной обстановки, оператор, комплекс средств автоматизации, эргономика.

THE DISTRIBUTION MISSION RATING SITUATION BETWEEN PERSONS OF BATTLE GROUP AND INFORMATIONAL SYSTEM OF CONTROL POINT IN AIR FORCE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

O.A. Chertok, M.A. Pavlenko, P.G. Berdnyk, I.O. Borozenec

Considering the optimum combination possibility machines and people, distribution function between them. Analysed classification of decision-making. Proposed a solution the distribution mission between person battle group and informational system.

Keywords: assessment of the air exercises, operator, complex automation devices, ergonomics.