

М. А. Павленко¹, С. Г. Шило¹, І. О. Борозенець¹, О. М. Дмитрієв²

¹ Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

² Льотна академія національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна

МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОЗНАК СИТУАЦІЙ ОБСТАНОВКИ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

У роботі розглядається підхід до формування множини інформаційних ознак ситуацій обстановки з метою синтезу інформаційної моделі на засобах відображення інформації індивідуального та колективного користування, що входять до складу інформаційно-управляючого комплексу автоматизованих систем управління повітряним рухом. Для складних умов діяльності операторів автоматизованих систем управління повітряним рухом характерним є невизначеність суперечливості та недостатність вихідних даних для підготовки ухвалення рішень. Наявний час та обмеження щодо обсягу наявних інформаційних ресурсів в таких умовах можуть виявитися недостатніми для формування об'єктивної концептуальної моделі ситуації обстановки, що складається. В існуючій системі інформаційного забезпечення діяльності операторів використовуються обмежені за змістом та за формою подання інформаційні ознаки, що призводить до синтезу інформаційних моделей ситуацій обстановки, які не можуть в повній мірі забезпечити необхідну якість підготовки рішень. Для усунення існуючих недоліків пропонуються напрями вдосконалення відомих методів формування інформаційних ознак, шляхом класифікації та розподілу ознак за ступенем їх важливості відповідно до ситуації, що складається, а також відносно до конкретного часткового завдання, що вирішується оператором. Запропоновано правила формалізації щодо встановлення ступеню значимості наявних інформаційних ознак. Наведено зміст та послідовність процедур відбору інформаційних ознак з різних груп для синтезу інформаційних моделей, які найбільш повно задовольняють специфіку діяльності операторів. Наведений наскрізний приклад, щодо побудови оптимального кортежу різнотипних ознак для визначення напрямку розвитку потенційно-конфліктної ситуації підтверджує роботоспороможність запропонованого методу. В підсумку отриманий метод дозволяє підвищити рівень автоматизації процесів формування вихідних даних для підготовки прийняття управлінських рішень в автоматизованих системах управління повітряним рухом.

Ключові слова: інформаційні ознаки, ситуація обстановки, інформаційна модель, формалізація, діяльність операторів.

Вступ

Постановка задачі. В умовах складної повітряної, метеорологічної та інших видів обстановки, що динамічно змінюються на операторів автоматизованих систем управління повітряним рухом (АС УПР) покладається низка функціональних завдань, які мають бути своєчасно та якісно вирішені.

Разом із цим посадові особи АС УПР постійно відволікаються для виклику необхідної уточнюючої та додаткової інформації й вирішення інших допоміжних завдань, що необхідно для адекватного сприйняття й оцінки інформації, що міститься у відображуваному фрагменті інформаційної моделі (ІМ) ситуації обстановки (СО), що складається в зоні відповідальності.

Аналіз стану інформаційного забезпечення процесів оцінки ситуацій обстановки в АС УПР свідчить, що для формування ІМ ситуацій обстановки використовуються обмежені за змістом та за формою подання інформаційні ознаки (ІО).

Тому інформаційна модель СО, яка надається оператору не повною мірою відображає специфіку його діяльності та недостатньо враховує як особливості ситуацій обстановки, що складаються, так і специфіку вирішуваних часткових завдань особами, що приймають рішення (ОПрР) в АС УПР. В підсумку перераховані чинники призводять до зниження ефективності функціонування АС УПР в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування інформаційних моделей СО, їх фрагментів і ІМ системи в цілому відносяться до найбільш важ-

ливих проблем ергономічного проектування АС УПР. При цьому ІМ є основним джерелом даних для вирішення завдань, що стоять перед операторами АС УПР [1, 2].

У ряді робіт [3 – 7, 9, 11] розглядаються питання вдосконалення інформаційного забезпечення вирішення завдань управління складними комплексами і системами. Авторами обґрунтовано методи, проектування окремих елементів системи ІМ розглянутого класу та вироблено рекомендації, спрямовані на поліпшення їх ергономічних властивостей.

Однак не розглянуто ряд основоположних моментів, характерних для вирішення завдань, що стоять саме перед операторами АС УПР. Розглянуті роботи, орієнтовані в основному на проектування таких ІМ, для яких характерна зміна стану цілком певних технічних засобів. При формуванні інформаційних моделей не враховуються можливі зміни ситуацій обстановки. Склад, кількість інформаційних елементів ІМ і їх розміщення можуть змінюватись в широкому діапазоні. В даному випадку мова йде про такі ІМ, для яких властива не тільки зміна в широкому діапазоні можливих станів контрольованих об'єктів, а й загального обсягу відображення.

Проведений аналіз робіт дозволяє визначити склад і послідовність операцій, які слід виконати при формуванні множини ознак для синтезу ІМ ситуацій обстановки в АС УПР.

Мета і завдання даного дослідження. Розроблені раніше методи і методики формування інформаційних ознак для ІМ СО володіють недостатньою

змістовністю та не в повній мірі адаптовані до специфіки вирішення завдань, що стоять перед операторами АС УПР. Тому актуальним і таким, що вимагає свого вирішення є завдання розробки методу формалізації процесу формування інформаційних ознак ситуацій обстановки для формування ІМ, які враховують специфіку діяльності ОПР та особливості вирішення часткових завдань оцінки СО, що в сукупності має забезпечити умови для оперативної та достовірної оцінки операторами АС УПР кожної з можливих ситуацій обстановки.

Основна частина

Побудова ІМ починається з відбору об'єктів, подій, процесів, інформація про які повинна складати її зміст. Цей зміст має відображати специфіку завдань, що вирішуються ОПР. Тому слід провести аналіз можливих станів СО, виділити інформаційні ознаки, що їх характеризують і сформувати ІО, що підлягають відображенню. Обстановка в зоні відповідальності органу управління АС УПР характеризується множиною станів, кожному з яких притаманні цілком певні властивості. Інформація про властивості задається в вигляді відповідних інформаційних ознак ω_j ($j = (1, n)$). При цьому сукупність інформаційних ознак утворюють масиви, тобто:

$$\bigcup_j \omega_j = \Omega. \tag{1}$$

Методи рішення завдання розпізнавання ситуацій обстановки, що складаються в зоні відповідальності органу управління АС УПР, не входять до меж даного дослідження. Детально порядок вирішення таких завдань в АС УПР наведено наприклад в [8, 10 – 16]. Отримані результати використовуються для вирішення завдання формування інформаційних ознак ситуацій обстановки.

Кожній ситуації C_i відповідає цілком визначена множина інформаційних ознак Ω_i , які отримуються в результаті обробки вихідної інформації про обстановку, що складається. Множина Ω_i може бути визначено таким чином:

$$\bigcup_i C_i = CO, \quad \bigcup_{\omega_j \in C_i} \omega_j = \Omega_i, \quad \Omega_i \in \Omega. \tag{2}$$

Всі ІО можна розділити на прямі і непрямі. Серед даних ІО можна виділити цілепокладаючі інформаційні ознаки (ω_j^{III}), тобто ті, які характеризують найбільш суттєві властивості ситуації за якими судять про її належності до певного класу і групи. Для кожної ситуації C_i можна виділити множину Ω_i^{III} інформаційних ознак ω_j^{III} (табл. 1):

$$\bigcup_{\omega_j^{III} \in C_i} \omega_j^{III} = \Omega_i^{III}, \quad \Omega_i^{III} \in \Omega_i.$$

Для кожної з ситуацій C_i в масиві вихідних інформаційних ознак Ω є в наявності ситуаційно необхідні Ω_i^{CH} додаткові ІО, які характеризують C_i в деталях і відображають ті чи інші їх особливості. Для C_i можна виділити множину Ω_i^{CH} ІО ω_j^{CH} :

$$\bigcup_{\omega_j^{CH} \in C_i} \omega_j^{CH} = \Omega_i^{CH}, \quad \Omega_i^{CH} \in \Omega_i. \tag{4}$$

Так, у табл. 2 наведено основні з ω_j^{CH} для деяких C_i з табл. 1. Для ефективного вирішення конкретних часткових завдань оцінки СО не завжди достатньо інформації, що є в наявності у вихідному масиві Ω_i^{CH} . Тому при ергономічному проектуванні ІМ та їх фрагментів, окрім визначення масиву інформаційних ознак Ω_i^{CH} , слід також визначити множину інформаційних ознак яких не вистачає. Ці ознаки формуються на основі обробки вихідної інформації. Такі інформаційні ознаки матимуть назву відбіркової та позначатимуться як ω_j^B . Після цього з'являється можливість сформувати масив Ω_i^B :

$$\bigcup_{\omega_j^B \in C_i} \omega_j^B = \Omega_i^B, \quad \Omega_j^B \notin \Omega_i. \tag{5}$$

В табл. 3 – приклад таких інформаційних ознак.

Таблиця 1 – Цілепокладаючі інформаційні ознаки

Назва СО	Інформаційні ознаки СО
1 Порушення правил використання повітряного простору	ПС знаходиться за межами встановленого коридору
2 ПС – порушник	ПС перетинає державний кордон без відповідного дозволу
3 ПС входить до забороненої зони (ЗЗ)	ПС рухається за курсом, що призводить до перетину меж ЗЗ

Таблиця 2 – Ситуаційно необхідні інформаційні ознаки типових СО

Назва СО	Інформаційні ознаки СО
1 Порушення правил використання повітряного простору	Наявність ПС в заявці. Наявність ПС в розкладі. ПС порушує ешелонування – збільшує висоту. ПС порушує ешелонування – зменшує висоту. ПС здійснює бокове відхилення щодо коридору руху. ПС здійснює повздовжнє відхилення щодо коридору руху
2 ПС – порушник	Початок траєкторії над територією країни. ПС не заплановано змінює напрям руху в бік ДК
3 ПС входить до забороненої зони	ПС змінює напрям руху в бік ЗЗ. ПС не має повноважень для входження до меж ЗЗ

Таблиця 3 – Відбіркові ІО, які отримано шляхом додаткової обробки

Назва СО	Інформаційні ознаки СО
1 Порушення правил використання повітряного простору	Планова та радіолокаційна інформація про координати та параметри руху ПС
2 ПС – порушник	Напрямок руху відносно ДК. Прогнозуємий час та точка перетину ДК
3 ПС входить до забороненої зони (ЗЗ)	Рорахунковий час підльоту до ЗЗ. Час та параметри ПС щодо входження в ЗЗ

При формуванні ІМ необхідно відображати державні кордони, зони відповідальності органів управління повітряним рухом, рубежі переходів, передачі управління, важливі об'єкти інфраструктури, межі заборонених зон, тощо. ІО, які використовуються для цього, мають назву регулярні, та позначаються через ω_j^P . Такі інформаційні ознаки входять до масиву Ω_i^P . При формуванні такого масиву слід враховувати такі вихідні міркування.

Інформаційні ознаки ω_j^P являються опорними при вирішенні багатьох задач оцінки обстановки. Наприклад, вони допомагають оцінити ступінь небезпеки ситуації, що складається, напрям розвитку потенційного конфлікту між ПС, тощо. Крім того вони дозволяють полегшити орієнтування при пошуку критичних інформаційних елементів. Тому при виборі ω_j^P обов'язково слід враховувати їх функціональне призначення для кожної ІМ.

При проектуванні ІМ слід враховувати і те, що, будучи функціонально необхідними для одних ІМ і завдань, ω_j^P можуть бути іррелевантними в інших ІМ. Тому вибір ω_j^P повинен бути заснований на обліку їх функціонального призначення для кожної ІМ або її фрагмента. З урахуванням Ω_i^B і Ω_i^P вихідний масив інформаційних ознак Ω_i , які характеризують ситуацію C_i і призначених для формування її інформаційної моделі, перетворюється так:

$$\Omega_i \cup \Omega_i^P = \Omega_i^B \text{ за умови, що } \Omega_i^{ЦП} \cup \Omega_i^{СН} = \Omega_i. \quad (6)$$

Таким чином, для формування інформаційної моделі виділено наступні групи інформаційних ознак ситуацій обстановки:

- цілепокладаючі – характеризують ступінь небезпеки ситуації в цілому і приналежність її до певного класу;
- ситуаційно необхідні – характеризують деталі ситуації обстановки, необхідні ОПР для вирішення часткових завдань оцінки обстановки;
- регулярні – характеризують статичні дані, що допомагають при вирішенні конкретних завдань оцінки обстановки;
- відбіркові – характеризують інформаційні ознаки, які вимагають довізначення або додаткового пошуку.

Запропонована класифікація інформаційних ознак та їх можливе співвідношення в моделі ситуації обстановки може бути проілюстровано рис. 1.

Розглянемо зміст основних операцій, виконуваних при формуванні масиву ознак ситуацій обстановки, які слід використовувати при проектуванні інформаційних моделей і їх фрагментів, на основі рішення задачі відбору цілепокладаючих ІО. Цілепокладаючі ІО характеризують найбільш суттєві властивості ситуації, за якими судять про приналежність ситуації до певного класу. Таким чином, формування $\Omega_i^{ЦП}$ здійснюється з множини Ω .

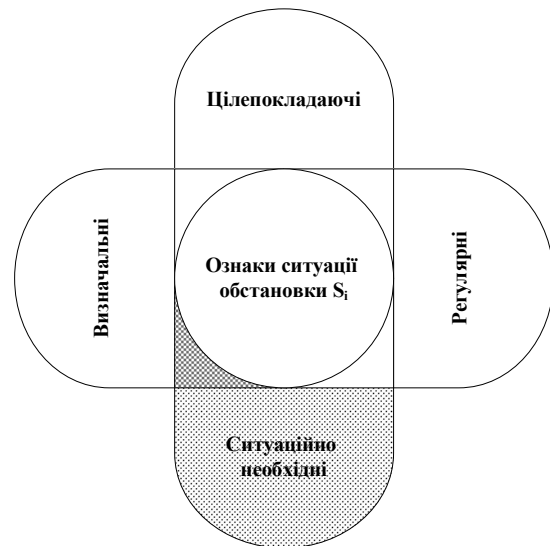


Рис. 1. Класифікація інформаційних ознак

Тоді завдання, що підлягає розгляду може бути сформульоване наступним чином. Для формування цілепокладаючих ІО $\Omega_i^{ЦП} \in \Omega^{ЦП} \in \Omega$ слід вибрати такі, які є необхідними і достатніми для ефективного вирішення завдання оцінки ситуації. Формально в спрощеному варіанті це завдання є таким:

$$\Omega_i^{ЦП} = \min \bigcup_{j \in C_i} \omega_j^{ЦП}, \omega_j^{ЦП} \in \Omega^{ЦП}, \quad (7)$$

де $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ $\omega_j^{ЦП}$ – j-та цілепокладаюча ознака; C_i – ситуація обстановки, що склалася.

В цьому випадку принцип оптимізації зводиться до мінімізації кількості ознак, що характеризують завдання C_i та забезпечують його оперативну оцінку ОПР.

Зазвичай подібні завдання вирішуються на основі експертних оцінок. Таким чином, формування $\Omega_i^{ЦП}$ доцільно виконувати за результатами рішення задачі розпізнавання СО, включаючи ІО, що описують C_i .

$$\Omega^{ЦП} = \bigcup_j \omega_{ij}^O, \omega_{ij}^O \in \Omega_i^{ЦП}, \quad (8)$$

де $\Omega^{ЦП}$ – множина цілепокладаючих ознак, що характеризують C_i .

Для формування $\Omega_i^{ЦП}$ необхідно оцінити функціональну значимість $\phi(\omega_{ij}^{ЦП})$ кожної $\omega_{ij}^{ЦП} \in \Omega_i^{ЦП}$ для опису СО. Тоді до множини $\Omega_i^{ЦП}$ увійдуть ті ІО, котрі однозначно характеризують СО, що склалася:

$$\Omega_i^{ЦП} = \bigcup_{\phi(\omega_{ij}^{ЦП})=1} \omega_{ij}^{ЦП}. \quad (9)$$

Схема формування $\Omega_i^{ЦП}$ наведена на рис. 2.

Застосовуючи подібний підхід, уточнюється процедура формування ситуаційно необхідних, регулярних та відбіркових ознак для СО, що склада-

ється. Для формування ІМ оцінки СО необхідно також враховувати перелік завдань, що вирішуються ОПРР в кожній СО, що складається в зоні відповідальності органу управління АС УПР.

Множину Z всіх завдань оцінки СО z_m може бути подано таким чином:

$$\bigcup_m z_m = Z. \quad (10)$$

Тоді множину завдань оцінки обстановки в різних ситуаціях k_n , можна представити таким чином:

$$\bigcup_{z_m \in k_n} z_m = Z_n, \quad Z_n \in Z. \quad (11)$$

Проведений аналіз завдань оцінки обстановки дозволяє визначити множину Ψ необхідних ІО $\Psi_g^{z_m}$ для вирішення завдань z_m :

$$\bigcup_{\psi_g \in z_m} \psi_g = \Psi_g^{z_m}, \quad \Psi_g^{z_m} \in \Psi. \quad (12)$$

Також слід обов'язково врахувати можливість виникнення такої ситуації, що $\Psi_g^{z_m}$ буде включати ІО з множин $\Omega_n^{ЦП}$, Ω_n^{CH} , Ω_n^B

$$\Omega_n^{ЦП} \cup \Omega_n^{CH} \cup \Omega_n^B \rightarrow \Psi_g^{z_m}. \quad (13)$$

Це визначає необхідність пошуку (отримання) додаткової інформації при проектуванні ІМ.

Таким чином, можливо формальне завдання процедур відбору необхідних ІО для формування ІМ, що забезпечують інформаційну підтримку процесу вирішення завдань оцінки СО ОПРР. Послідовність етапів та процедур методу формування інформаційних ознак може бути подано згідно рис. 3.

Однак дана послідовність процедур передбачає не тільки відбір, але і управління ІО з урахуванням формалізації процесів їх відбору, при створенні ІМ.

Розробка даної процедури можлива лише з урахуванням вирішуваних завдань і знань про процес їх вирішення. За результатами процедур розпізнавання обстановки визначена ситуація, що склалася і множина завдань оцінки обстановки при конкретній СО k_n :

$$\mu_1 : k_n \rightarrow Z_n. \quad (14)$$

Таблиця 5 - Перелік ІО для забезпечення вирішення завдань оцінки обстановки для умов виникнення СО "потенційно конфліктна ситуація"

Завдання Z_n	Інформаційні ознаки
Виявлення невідповідності параметрів руху ПС відносно до заявки; виявлення відхилення ПС відносно до встановленого плану польотів; виявлення відхилення від встановленого ешелону; виявлення відхилення від встановленого коридору; ...; визначення часу можливого перетину траєкторії руху у просторовій площині ...	Горизонтальний політ повітряного судна; політ за траєкторіями змінного профілю (набір висоти або зниження); відхилення ПС від маршруту польоту (або встановленої схеми); зближення повітряних суден; перетин зайнятого попутного / зустрічного ешелону із застосуванням поздовжнього та / або бокового ешелонування; польоти в особливих умовах; виникнення особливих випадків в польоті; політ на запасний аеродром; повітряне судно знаходиться в ешелоні переходу; відсутність ознак лиха на борту повітряного судна і таке інше.

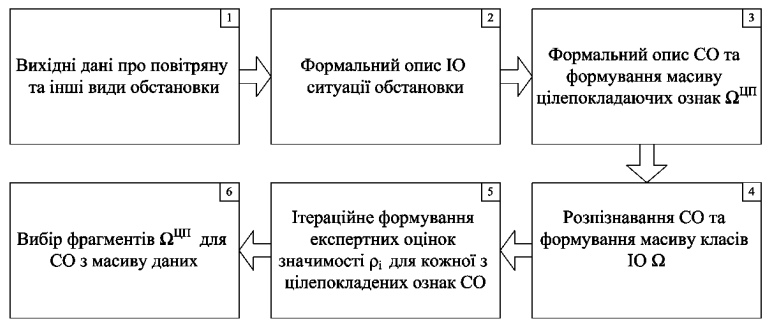


Рис. 2. - Схема формування $\Omega_i^{ЦП}$

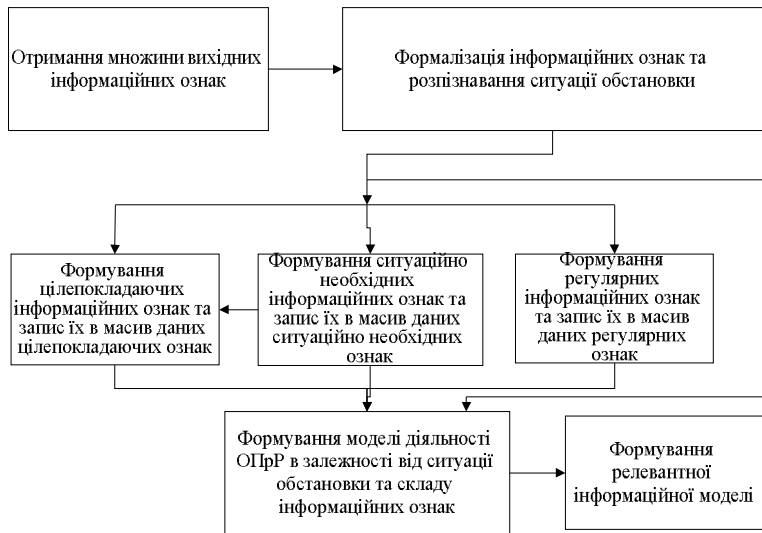


Рис. 3. Метод формування інформаційних ознак ІМ СО

Множина ІО, що забезпечує вирішення даних завдань може бути визначена таким чином:

$$f_1 : U \rightarrow \Psi_g^{Z_n}, \quad u_i \in Z_n. \quad (15)$$

Нехай визначено СО k_n - "потенційно конфліктна ситуація". На основі настановчих та керівних документів, визначено перелік завдань оцінки обстановки. Ці завдання можуть бути вирішені з використанням представленого в табл. 5 переліку інформаційних ознак. Слід відібрати цілепокладаючі $u_j^{ЦП}$, ситуаційно необхідні u_j^{CH} та відбіркові u_j^B ІО, які необхідні для вирішення завдань Z_n :

$$f_2 : u_j^{ЦП} \rightarrow \Omega_{Z_n}^{ЦП}; \quad u_j^{ЦП} \in \Psi_g^{Z_n}. \quad (16)$$

$$f_3 : u_j^{CH} \rightarrow \Omega_{Z_n}^{CH}; \quad u_j^{CH} \in \Psi_g^{Z_n}. \quad (17)$$

$$f_4 : u_j^B \xrightarrow{u_j^B \in \Psi_{Z_n}^{Z_n}} \Omega_{Z_n}^B \quad (18)$$

Наступним кроком слід виділити множину загальних ІО, що забезпечують представлення картографічної інформації, державних кордонів, зон відповідальності органів управління АС УПР, тощо. Це будуть статичні інформаційні ознаки з великим часом старіння інформації, що забезпечують простору оцінку обстановки, відносно до яких відображаються інші ІО. З урахуванням необхідності відбору статистичних ознак ω^P для вирішення завдань Z_n правило буде мати наступний вигляд:

$$f_5 : \omega^P \xrightarrow{\omega^P \in C} \Omega_{Z_n}^P \quad (19)$$

Таким чином, ІМ, які забезпечують інформаційну підтримку вирішення завдань Z_n в умовах k_n , можна представити за допомогою множини IM_n :

$$\Omega_{Z_n}^{ПП} \cup \Omega_{Z_n}^{CH} \cup \Omega_{Z_n}^B \cup \Omega_{Z_n}^P = IM_n \quad (20)$$

Сукупність ІО IM_n можна представити як в табл. 6.

Розглянемо склад і зміст основних операцій, що виконуються при формуванні масиву ІО IM_n .

Таблиця 6 – Розподіл ІО в ІМп

Завдання Z_n	$\Omega_{Z_n}^{ПП}$	$\Omega_{Z_n}^{CH}$	$\Omega_{Z_n}^B$	$\Omega_{Z_n}^P$
Виявлення невідповідності параметрів руху ПС відносно до заявки; виявлення відхилення ПС відносно до встановленого плану польотів; виявлення відхилення від встановленого ешелону; виявлення відхилення від встановленого коридору; визначення часу можливого перетину траєкторії руху у просторовій площині...	ПС знаходиться за межами встановленого коридору; політ за траєкторіями змінного профілю; відхилення ПС від маршруту польоту; зближення повітряних суден	Перетин зайнятого попутного/зустрічного ешелону із застосуванням поздовжнього і/або бокового ешелонування; повітряне судно знаходиться в ешелоні переходу	Виникнення особливих випадків в польоті; політ на запасний аеродром; відсутність ознак лиха на борту повітряного судна	Картографічний фон; межі зон відповідальності; межі рубежів передачі управління; об'єкти інфраструктури

Висновки

Розроблений апарат формалізації процесу відбору інформаційних ознак для формування моделі ситуації обстановки на ЗВІ АС УПР, на відміну від відомих, передбачає: використання комбінованої структури розподіленої інформаційної моделі ситуації обстановки, яка відображається на робочому місці операторів АС УПР; введенням класифікації

Вони характеризують СО і необхідні для вирішення часткових завдань оцінки СО. Їх використання необхідно при проектуванні ІМ і їх фрагментів.

Важливість ІО та відповідних їм ІЕ $\phi(\omega_{ij})$ характеризує семантичний зміст інформації в даному елементі, його внесок в опис властивостей сформованої обстановки. Облік частоти використання ІО людиною-оператором $\phi(\omega_{ij})$ також сприяє більш ефективному відбору даних для ЗВІ. В першу чергу вибираються для відображення ІО, що часто використовуються. Остаточне рішення про склад множини IM_n визначається операторами, які вирішують специфічні завдання управління.

Представлений апарат формалізації процесу відбору інформаційних ознак для формування моделі ситуації обстановки на ЗВІ АС УПР дозволяє враховувати особливості можливих ситуацій обстановки і враховує аспекти функціональної діяльності операторів АС УПР. По суті запропонований апарат формалізації дозволяє визначити послідовність і зміст вирішення часткових задач формування ІМ в інтересах забезпечення ефективного вирішення завдань операторами АС УПР.

інформаційних ознак ситуацій, як основи для формалізації знань опису кожної типової ситуації.

Запропоновано підхід до вибору інформаційних ознак для відображення на засобах колективного користування, з урахуванням визначення черговості вибору інформаційних ознак на відображення, а також спосіб вибору ІО для відображення на робочому місці операторів АС УПР з урахуванням специфіки вирішуваних завдань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тренажерные комплексы и тренажеры: технологии разраб. и опыт эксплуатации / [В. Е. Шукшунов, В. В. Циблиев, С. И. Потоцкий и др.]; под ред. В. Е. Шукшунова. – М. : Машиностроение, 2005. – 383 с.
2. Szalma J. L. On the application of motivation theory to human factors/ergonomics: Motivational design principles for human-technology interaction // Human Factors. – 2014. – Т. 56. – №. 8. – С. 1453-1471.
3. Isaac A. R., Ruitenberg B. Air traffic control: human performance factors. – Routledge, 2017. – 365 p.
4. Insaurralde C. C., Blasch E. Ontological knowledge representation for avionics decision-making support // 2016 IEEE/AIAA 35th Digital Avionics Systems Conference (DASC). – IEEE, 2016. – С. 1-8.
5. Инженерная психология и синтез систем отображения информации [Текст] / В. Ф. Венда. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1982. – 400 с.
6. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control // IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics. – 1985. – Vol. 15, № 1. – P. 116–132.
7. Борозенец И.А. Метод формирования информационной модели воздушной обстановки // Вісник МСУ. „Технічні науки”. – Харків, 2002. – Том 5. - №7. - С. 9 – 12.
8. Павленко М.А. Підходи до розробки інформаційних моделей в системах підтримки прийняття рішень / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, М.М. Калмиков М.М., В.О. Капранов // Системи обробки інформації. – Вип. 1(68). – Харків: ХУ ПС, 2008. – С. 60–64.

9. Pavlenko M. Процедура оцінки ступеня небезпеки ситуації обстановки для системи підтримки прийняття рішень в АСУ повітряним рухом / М. Pavlenko, S. Shilo, I. Borosenets, O. Dmitriev // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Т. 6 (52). – С. 25-29. – DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.6.025>
10. Перспективи розвитку інтерфейсов взаємодія в автоматизованих системах управління судном. Збірник наукових праць Приватного вищого навчального закладу «Університет новітніх технологій»./ М.А. Павленко, В.Н., Іваненко, А.А. Дмитрієв, Д.Ю. Батуєв – К.: ПВНЗ «Університет новітніх технологій», 2018. – Випуск 2(6). – С. 88-93. – DOI: <https://doi.org/10.31180/2524-0102/2018.2.06>
11. Полонський Ю. І. Формалізований опис процесу відбору інформаційних ознак для формування моделі повітряної обстановки / Ю. І. Полонський, І. О. Борозенець, С. Г. Шило, М. І. Литвиненко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2016. – № 2. – С. 115-117.
12. Кучук Г. А. Модель процесу еволюції топологічної структури комп'ютерної мережі системи управління об'єктом критичного застосування / Г.А. Кучук, А.А. Коваленко, А.А. Янковський // Системи обробки інформації. – 2014. – № 7(123). – С. 93-96.
13. Математические основы эргономических исследований : монография / П. Г. Бердник, Г. А. Кучук, Н. Г. Кучук, Д. Н. Обидин, М.А. Павленко, А.В. Петров, В.Н. Руденко, О.И. Тимочко. – Кропивницький : КЛА НАУ, 2016. – 248 с.
14. Коваленко А.А. Сучасний стан та тенденції розвитку комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування / А.А. Коваленко, Г.А. Кучук // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава. ПНТУ, 2018. – Вип. 1(47). – С. 110-113.
15. Mattsson S. Towards increasing operator wellbeing and performance in complex assembly. – Department of Industrial and Materials Science, Chalmers University of Technology, 2018. – 64 p.
16. Полонський Ю.І. Підхід к автоматизації процесів формування и управління отображенням інформаційних моделей повітряної обстановки / Ю.І. Полонський, М.А. Павленко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава, ПНТУ, 2015. – Вип. 2(34). – С. 105-108.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О. І. Тимочко

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Received (Надійшла) 12.02.2019

Accepted for publication (Прийнята до друку) 13.03.2018

Метод формалізації процесу формування інформаційних ознак ситуацій обстановки в автоматизованій системі управління повітряним рухом

М. А. Павленко, І. А. Борозенець, С. Г. Шило, О. Н. Дмитрієв

В роботі розглядається підхід к формуванню множини інформаційних ознак ситуацій обстановки з метою синтезу інформаційних моделей в автоматизованих системах управління повітряним рухом. Доступне час і обмеження по об'єму наявних інформаційних ресурсів в складних умовах обстановки можуть стати недостаточними для формування об'єктивної концептуальної моделі ситуації складової обстановки. Використання обмежених по вмісту і по формі представлення інформаційних ознак призводить к синтезу таких інформаційних моделей ситуацій обстановки, які не можуть в повній мірі забезпечити необхідну якість підготовки рішень. Пропонуються напрямки удосконалення відомих методів формування інформаційних ознак, шляхом класифікації і розподілу ознак по ступеню їх важливості в залежності від складової ситуації, а також враховуючи конкретну частину задачі, яку вирішує оператор. Пропонуються правила формалізації по встановленню ступеню значимості наявних інформаційних ознак. Приведено вміст і послідовність процедур відбору інформаційних ознак з різних груп для синтезу інформаційних моделей, які найбільш повно задовольняють специфіку діяльності операторів. Приведено загальний приклад по побудові оптимального набору різних ознак для визначення напрямку розвитку потенційно конфліктної ситуації, який підтверджує придатність запропонованого методу. В результаті отриманий метод дозволяє підвищити рівень автоматизації процесів формування початкових даних для підготовки прийняття управлінських рішень в автоматизованих системах управління повітряним рухом.

Ключевые слова: інформаційні ознаки, ситуація обстановки, інформаційна модель, формалізація, діяльність операторів.

Method of formalizing the process of forming information features of situation situations in automated air traffic control system

M. A. Pavlenko, I. O. Borosenets, S. G. Shilo, O. M. Dmitriev

The paper considers the approach to the formation of a variety of information signs of the situation with the aim of synthesizing information models in automated air traffic control systems. The available time and the restriction on the amount of available information resources in difficult situations may not be sufficient to form an objective conceptual model of the situation of the situation. The use of content-limited presentation of informational signs leads to the synthesis of such information models of situations of the situation that cannot fully ensure the necessary quality of preparation of solutions. The directions of improving the well-known methods of formation of informational signs are proposed, by classifying and distributing signs by the degree of their importance in accordance with the current situation, as well as taking into account the specific particular task that is solved by the operator. The formalization rules for determining the degree of significance of existing informational signs are proposed. The content and sequence of procedures for the selection of information signs from different groups for the synthesis of information models that most fully satisfy the specifics of the activities of operators are given. A cross-cutting example is given of constructing an optimal tuple of various types of signs to determine the direction of development of a potential conflict situation, which confirms the robustness of the proposed method. As a result, the obtained method allows to increase the level of automation of the processes of forming initial data for the preparation of management decision-making in automated air traffic control systems.

Keywords: information signs, environment situation, information model, formalization, the activities of operators.