

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

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

² Льотна академія національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна

НАПРЯМИ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

В роботі запропоновано шляхи переходу від машиноцентричного до антропометричного підходу при проектуванні автоматизованих систем управління повітряним рухом, з урахуванням сучасних досягнень розробки та впровадження систем підтримки прийняття рішень в складних організаційно-технічних системах. Удосконалення ситуаційного аналізу обстановки для управління процесом інформаційної підтримки прийняття рішень оператором автоматизованих систем управління повітряним рухом передбачає підвищення рівня автоматизації і інтелектуалізацію низки задач до яких відносяться оцінка обстановки, яка складається в зоні відповідальності органу управління; розробка методів представлення знань про завдання виявлення нештатних ситуацій в повітряному просторі; вибір і розробка методів і процедур формалізації знань про обстановку, яка складається; розробка процедур інтерпретації модальних знань; розробка методів вирішення завдань оцінки обстановки, яка складається; розробка методів розв'язання задач розпізнавання та оцінки позаштатних ситуацій в повітряному просторі; оцінка ступеня небезпеки ситуацій, що складаються в межах зони відповідальності органу управління. В результаті даного дослідження визначені напрями розробки та удосконалення інтелектуальних моделей та методів обробки інформації для управління процесом інформаційної підтримки при прийнятті рішень в автоматизованих системах управління повітряним рухом. Запропонований підхід, який передбачає необхідність розробки методів автоматизованого рішення задач оцінки обстановки, а також зміни структури інформаційних моделей і методів управління ними. При цьому ситуації обстановки, що складаються мають бути класифіковані а задача підготовки прийняття рішення має розглядатися як задача розпізнавання.

Ключові слова: автоматизація, інтелектуалізація управлінських рішень, оцінка обстановки, людина-оператор, інформаційна підтримка прийняття рішень.

Вступ

Постановка задачі. Традиційно при проектуванні автоматизованих систем управління повітряним рухом АС УПР і інформаційно-управляючого комплексу (ІУК) застосовувався машиноцентричний підхід [6, 14], при якому основні пріоритети віддавалися складовим інформаційно керуючого комплексу, а людина-оператор розглядалася лише як одна з ланок системи і враховувалися в кращому випадку лише її антропометричні і психофізіологічні параметри [1]. Як свідчить практика, на сучасному етапі функціонування системи УПР здійснюється в умовах постійно зростаючої інтенсивності потоку вхідної інформації і при значному збільшенні числа чинників, які суттєво впливають на процес управління. В таких умовах подання людини-оператора в якості ординарної ланки складної системи є в корені недоцільним.

При прийнятті рішень особами, що приймають рішення (ОПР) в проблемних ситуаціях, що характеризуються високою складністю, невизначеністю і слабкою структурованістю необхідна висока ступінь інтелектуалізації управлінських рішень, що неможливо без впровадження та розвитку СППР у складі АС УПР [2, 3, 5, 9-16].

З огляду на дані фактори, в якості концептуальної основи при проектуванні і розробці сучасних АС УПР найбільш доцільно обрати антропоцентричний підхід [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати аналізу ряду сучасних досліджень в проблемній області, що розглядається свідчать про наступні незаперечні переваги антропометричного підходу [2-4, 6, 9-14].

1. Рішення задач оцінки обстановки в системі управління, вимагає вивчення інтелектуальної діяльності ОПР і використання результатів досліджень з когнітивної психології для методів формалізації знань про процеси вирішення завдань оцінки обстановки.

2. Центральним елементом систем управління з використанням СППР, є база знань, яка формується на основі знань фахівців-експертів при вирішенні множини завдань в конкретній предметній області. При цьому впровадження СППР передбачає паралельне використання разом зі знаннями також і інформаційних методів розв'язання часткових завдань щодо оцінки обстановки.

3. СППР володіє властивістю навченості, що належить до найбільш важливих властивостей, які характерні ОПР в процесі функціональної діяльності. Вона визначає високу адаптивність системи управління, що розробляється до мінливих умов її функціонування і процесу оцінки обстановки ОПР.

Основою при проектуванні традиційних АСУ реального часу обиралися математичні методи і моделі, що базуються на теорії ймовірностей, математичній статистиці, теорії ігор, методи оптимізації і т.д [1, 3, 4, 7, 8, 13]. Стрімке зростання інтелектуалі-

зації процесу управління і розвиток методології обробки експертної інформації зажадали застосування формальної логіки і методів теорії нечітких множин. Це, в свою чергу, визначає необхідність вибору моделей подання знань, що дозволяють спільне використання когнітивних і обчислювальних підходів до вирішення завдань оцінки обстановки.

До одного з визначальних чинників також відноситься постійний розвиток і вдосконалення технологічної бази СППР, що дозволяє розробляти і практично використовувати в системах управління реального часу когнітивні методи вирішення завдань підтримки прийняття рішень [7-11, 13, 16].

Мета і завдання даного дослідження. З метою удосконалення ситуаційного аналізу обстановки для управління процесом інформаційної підтримки прийняття рішень оператором АС УПР слід підвищити рівень автоматизації і інтелектуалізувати наступні завдання:

- оцінка обстановки, яка складається в зоні відповідальності органу управління АС УПР;
- розробка методів представлення знань про завдання виявлення нештатних ситуацій в повітряному просторі;
- вибір і розробка методів і процедур формалізації знань про обстановку, яка складається;
- розробка процедур інтерпретації модальних знань;
- розробка методів вирішення завдань оцінки обстановки, яка складається;
- розробка методів розв'язання задач розпізнавання та оцінки позаштатних ситуацій в повітряному просторі;
- оцінка ступеня небезпеки ситуацій, що складаються в межах зони відповідальності органу управління АС УПР.

Таким чином в результаті даного дослідження мають бути визначені напрями розробки та удосконалення інтелектуальних моделей та методів обробки інформації для управління процесом інформаційної підтримки ОПР при прийнятті рішень в автоматизованих системах управління повітряним рухом.

Основна частина

Результати аналізу процесу оцінки обстановки, яка складається в зоні відповідальності органу управління АС УПР свідчать, що рішення часткових завдань оцінки обстановки традиційно розподілено між ІУК і операторами таким чином як на рис. 1.

На обчислювальний комплекс покладаються завдання щодо збору та обробки планової та поточної інформації про просторово-часові параметри і отримання додаткової інформації про повітряні суда та решту складових обстановки, що надходять за даними від різномісних джерел. Вихідною інформацією від ІУК є сформована інформаційна модель (ІМ) обстановки, що складається.

ОПР, ґрунтуючись на особистому досвіді і сформованій ІМ обстановки послідовно вирішує низку наступних завдань: аналіз повітряної, наземної, метеорологічної, орнітологічної та ін. складових елементів обстановки, яка складається в зоні відпо-

відальності органу управління АС УПР; визначення типу ситуації обстановки яка складається; оцінка ступеня можливості виникнення небезпечних потенційно конфліктних ситуацій (ПКС) в зоні відповідальності органу управління АС УПР.

Впровадження технології локальних обчислювальних мереж при проектуванні та побудові АС УПР сприяло підвищенню рівня автоматизації вирішення окремих завдань, наприклад таких як розрахунок маршруту і повітряних вантажоперевезень [12, 13]. Однак підходи і методи вирішення завдань оцінки обстановки, незважаючи на зміну принципів побудови ІУК і використання нових інформаційних технологій не змінилися. Тобто по суті не змінилися ні принципова структура системи інформаційного забезпечення оцінки обстановки, ні розподілу завдань, пов'язаних з оцінкою обстановки між ІУК і людиною-оператором.

Підвищення рівня автоматизації вирішення зазначених завдань можливо досягнути в разі передачі частини завдань від ОПР до ІУК. У підсумку після перерозподілу часткових завдань, процес оцінки обстановки в АС УПР може здійснюватися відповідно до структури представленої на рис. 2.

Пропонується обрати підхід, який передбачає необхідність розробки методів автоматизованого рішення задач оцінки обстановки, а також зміни структури ІМ і методів управління ними.

Процес оцінки обстановки, що складається в зоні відповідальності органу управління АС УПР можна представити як обробку даних, що характеризують предметну область, яка розглядається.

Пропонується обрати підхід, який передбачає необхідність розробки методів автоматизованого рішення задач оцінки обстановки, а також зміни структури ІМ і методів управління ними.

Процес оцінки обстановки, що складається в зоні відповідальності органу управління АС УПР можна представити як обробку даних, що характеризують предметну область, яка розглядається. Це дозволяє ОПР класифікувати обстановку, яка складається в зоні відповідальності органу управління АС УПР (рис. 3) Даний клас задач має властивості задач розпізнавання і для них є характерним встановлення відповідності поточного стану розглянутого об'єкта (процесу, явища, ситуації) до одного з заздалегідь визначених станів за відомою інформацією про значення ознак, що характеризують даний об'єкт (процес, явище, ситуацію). [4, 7, 16]. Першочерговим завданням для реалізації такого підходу є розробка апарату і методів формалізації знань про процеси вирішення завдань розпізнавання при оцінці обстановки в зоні відповідальності органу управління АС УПР.

До вхідної інформації належить таке: інформація про повітряну обстановку; інформація про інші елементи обстановки, що складається (метео, орнітологічні дані, тощо); знання про характер зміни ситуації і дії повітряних суден, процеси вирішення цих завдань; знання про правила використання повітряного простору; знання про наземну, метеорологічну, орнітологічну, задову та ін. видів обстановки.

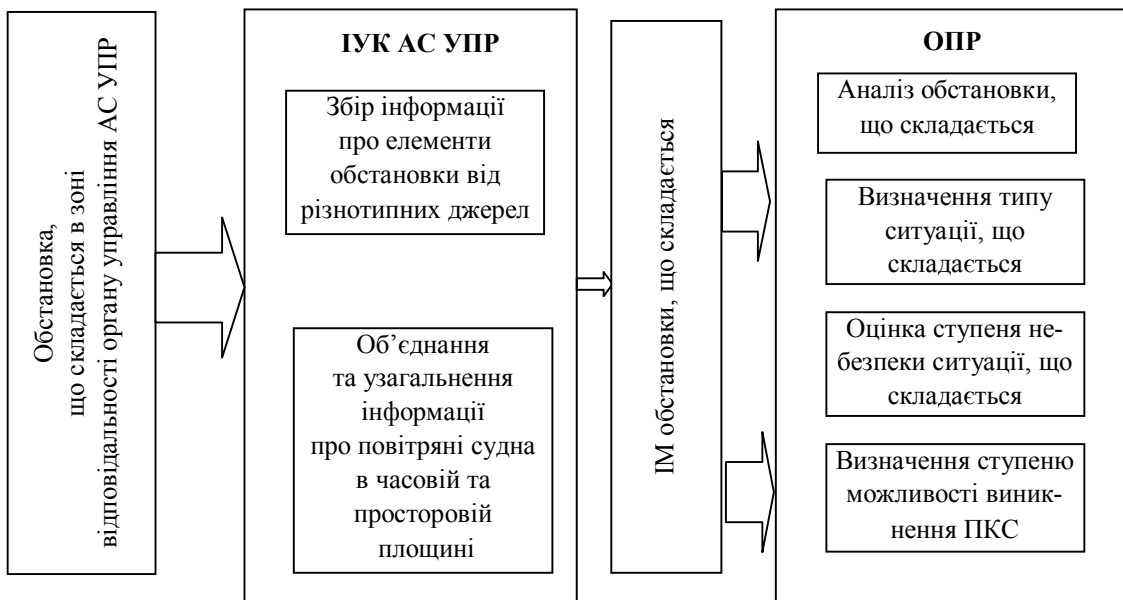


Рис. 1. Існуючий розподіл задач при оцінці обстановки в АС УПР

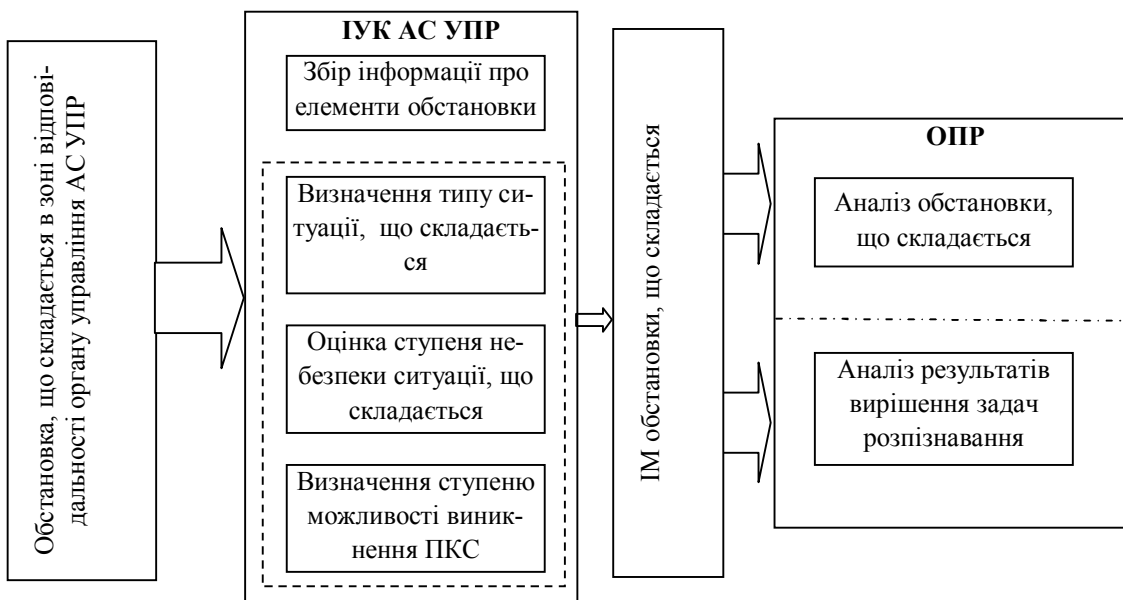


Рис. 2. Пропонуємий розподіл задач при оцінці обстановки в АС УПР

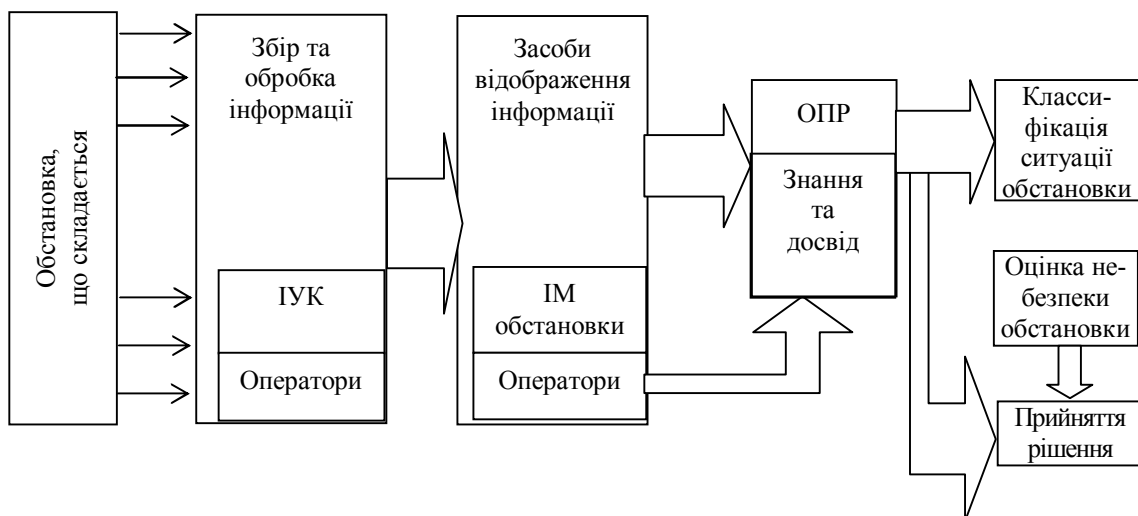


Рис. 3. Структура процесу прийняття рішень по оцінці обстановки операторами АС УПР

При розробці апарату формалізації знань про процеси оцінки обстановки для інформаційної підтримки процесів підготовки прийняття рішень доцільно прийняти наступні обмеження та припущення: використовується планова і поточна інформація про обстановку, що надійшла від джерел, які забезпечують її згладжування, ототожнення і об'єднання з точнісними характеристиками відповідних джерел; питання, пов'язані з методами формалізації даних вважаються вирішеними і в дослідженні не розглядаються [2-13, 15, 16]; питання перевірки повноти і несуперечності розробленого методу формалізації знань вважаються вирішеними; стан складових оточуючого зовнішнього середовища приймається в межах норм, при яких дозволено використання повітряного простору повітряними судами.

Метод формалізації знань, що підлягає подальшій розробці призначений для отримання додаткової інформації про обстановку з урахуванням динаміки зміни стану складових навколишнього середовища. Отримання додаткової інформації дозволить розширити ряд інформаційних ознак, що, в свою чергу, служить інформаційною основою для розробки методу синтезу інформаційних моделей для інформаційної підтримки процесів прийняття рішень ОПР АС УПР.

На рис. 4 наведено логічний взаємозв'язок методу що підлягає розробці в загальній структурі методів для вирішення наукової проблеми дослідження. Таким чином визначено перелік задач, які необхідно вирішити при розробці методів обробки та підготовки вихідних даних для управління процесом інформаційної підтримки прийняття рішень оператором АС УПР.

Висновки

Підвищення рівня автоматизації вирішення завдань оцінки обстановки ОПР АС УПР можливо досягнути в разі передачі частини завдань від ОПР до ІУК.

В результаті аналізу напрямків вдосконалення інформаційного забезпечення процесу прийняття рішень при оцінці обстановки операторами АС УПР визначено що до першочергових завдань належать

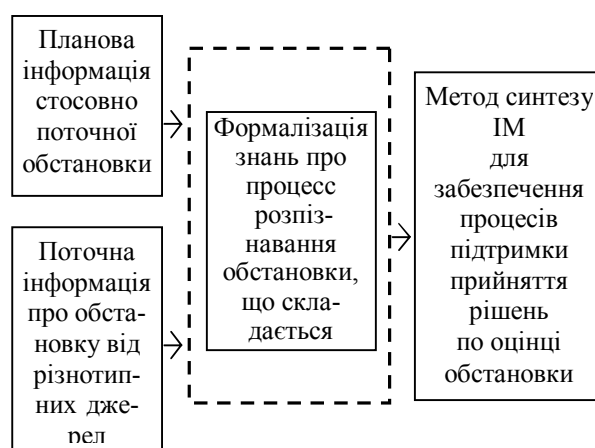


Рис. 4. Задачі, які необхідно вирішити при розробці методів обробки та підготовки вихідних даних для управління процесом інформаційної підтримки прийняття рішень оператором АС УПР

наступні: розробка методів представлення знань про завдання виявлення нештатних ситуацій в повітряному просторі; вибір і розробка методів і процедур формалізації знань про обстановку, яка складається; розробка процедур інтерпретації модальних знань; розробка методів вирішення завдань оцінки обстановки, яка складається; розробка методів розв'язання задач розпізнавання та оцінки позаштатних ситуацій в повітряному просторі; оцінка ступеня небезпеки ситуацій, що складаються в межах зони відповідальності органу управління АС УПР.

Пропонується обрати підхід, який передбачає необхідність розробки методів автоматизованого рішення задач оцінки обстановки, а також зміни структури ІМ і методів управління ними. При цьому ситуації обстановки, що складаються мають бути класифіковані а задача підготовки прийняття рішення має розглядатися як задача розпізнавання на основі аналізу елементів поданих в ІМ обстановки та наявних знань і досвіду ОПР.

Подальшим етапом дослідження є розробка методів формалізації знань про процеси вирішення задач розпізнавання ситуації, що складається в зоні відповідальності органу управління АСУ УПР.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Павленко М.А. Организация проектирования средств информационного обеспечения оператора. / М.А. Павленко, В.М. Руденко, П.Г. Бердник // Вектор науки. – Вып. 1(11). – Тольятти: ТГУ, 2010. – С. 65–70.
2. Павленко М. А. Розподіл часу оцінки повітряної обстановки особою, що приймає рішення, в диспетчерській службі єдиної системи управління повітряним рухом / М. А. Павленко, С. Г. Шило, І. О. Борозенець, Ю. І. Полонський // Системи обробки інформації. – 2016. – № 8. – С. 37-39.
3. Шмелева Т. Ф. Формализация деятельности человека-оператора авиационной эргатической системы во внештатных ситуациях / Т.Ф. Шмелева, Ю.В. Сикирда // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010. – №. 5. – С. 296–300.
4. Кондратенко С. В. Методы анализа и моделирования деятельности операторов в процессе эргономического обеспечения разработки и эксплуатации человеко-машинных комплексов / С.В. Кондратенко, В.В. Спасенников // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2015. – №. 1. – С. 87.
5. Шило С. Г. Модель оцінки оперативної обстановки надзвичайної ситуації оперативно-диспетчерською службою МНС / С.Г. Шило, А.Б. Фещенко та інш. // Збірник наукових праць УЦЗ України. – 2009. – Вип. 9. – С. 170-176.
6. Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.А. – К.: Наукова думка, 1993. – 184 с.
7. Литвак Б. Г. Экспертные технологии в управлении. / Литвак Б.Г // Учебное пособие – М.: Дело, 2004. – 318 с.
8. Искусственный интеллект. Книга 2. Модели и методы / Под ред. Д.А. Поспелова.-М.: Радио и связь.-1990. - 304с.
9. Алдокин И.П. Теория принятия решений / И.П. Алдокин, И.В. Бубенко. – Киев: Наукова думка, 1990. – 156 с.

10. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели / Э. Мулен. – М.: Мир, 1991. – 463 с.
11. Лернер И.И. Интеллектуальные системы и обеспечение безопасности полета // Проблемы безопасности полетов / И.И. Лернер, А.Б. Петров. – М.: ВИНТИ, 1998. – №11. – С. 61-65
12. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра: Монография / В.К. Бабич, Л.Е. Баханов, Г.П. Герасимов и др. Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Дрофа, 2005. – 815 с.
13. Борисюк А.О. Теоретичні основи автоматизації процесів вироблення рішень в системах управління Повітряних Сил: навч. посіб. для слухачів, курс. та студ. вищ. навч. закл. 2-ге вид. переробл. та доп. / А.О. Борисюк, М.А.Павленко, О.І.Тимочко; Мін-во освіти та науки України, Харк. Ун-т Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2011. – 184 с.
14. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: справочник. Под общ. ред. А. И. Губинского и В. Г. Евграфова. – Москва: Машиностроение, 1993. – 527с.
15. Сетлак Г.В. Интеллектуальная система поддержки решений в нечеткой среде / Г. В.Светлак // Искусственный интеллект. – ІІІШ: «Наука і освіта», 2002. – № 3, С. 428 – 438.
16. Ярушек В.Е., Прохоров В.П., Судаков Б.Н., Мишин А.В. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления. – Харьков: ХВУ, 1993. – 446 с.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О. І. Тимочко,
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків
Received 27.06.2018
Accepted for publication 05.09.2018

**Направления разработки интеллектуальных моделей и методов обработки информации
для управления процессом информационной поддержки принятия решений
в автоматизированных системах управления воздушным движением**

М. А. Павленко, С. Г. Шило, И. А. Борозенец, О. Н. Дмитриев

В работе предложены пути перехода от машиноцентричного к антропометрическому подходу при проектировании автоматизированных систем управления воздушным движением, с учетом современных достижений разработки и внедрения систем поддержки принятия решений в сложных организационно-технических системах. Совершенствование ситуационного анализа обстановки для управления процессом информационной поддержки принятия решений операторами автоматизированных систем управления воздушным движением предусматривает повышение уровня автоматизации и интеллектуализации ряда задач к которым относятся оценка обстановки, которая складывается в зоне ответственности органа управления; разработка методов представления знаний о задачах обнаружения нештатных ситуаций в воздушном пространстве; выбор и разработка методов и процедур формализации знаний об обстановке, которая складывается; разработка процедур интерпретации модальных знаний; разработка методов решения задач оценки обстановки, которая складывается; разработка методов решения задач распознавания и оценки нештатных ситуаций в воздушном пространстве; оценка степени опасности ситуаций, складывающихся в пределах зоны ответственности органа управления. В результате данного исследования определены направления разработки и совершенствования интеллектуальных моделей и методов обработки информации для управления процессом информационной поддержки при принятии решений в автоматизированных системах управления воздушным движением. Предложен подход, который предполагает необходимость разработки методов автоматизированного решения задач оценки обстановки, а также изменения структуры информационных моделей и методов управления ими. При этом ситуации обстановки, состоящие должны быть классифицированы а задача подготовки принятия решения должна рассматриваться как задача распознавания.

Ключевые слова: автоматизация, интеллектуализация управленческих решений, оценка обстановки, человек-оператор, информационная поддержка принятия решений.

**Directions of development of intellectual models and methods of information processing for management
of the information support process for decision-making in automated air traffic control**

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

The paper suggests ways of transition from a machine-centric to an anthropometric approach in the design of automated air traffic control systems, taking into account modern achievements in the development and implementation of decision support systems in complex organizational and technical systems. Improvement of situational analysis of the situation for managing the process of information support for decision-making by operators of automated air traffic control systems provides for increasing the level of automation and intellectualization of a number of tasks. These include the assessment of the situation that forms in the area of responsibility of the management body; development of methods for presenting knowledge about problems of detecting abnormal situations in airspace; choice and development of methods and procedures for formalizing knowledge about the situation that develops; the development of procedures for the interpretation of modal knowledge; the development of methods for solving the problems of assessing the situation, which develops; development of methods for solving problems of recognition and assessment of extraordinary situations in airspace; Assessment of the degree of danger of situations occurring within the area of responsibility of the management body. As a result of this research, directions for the development and improvement of intellectual models and information processing methods for managing the process of information support in decision-making in automated air traffic control systems have been determined. The proposed approach, which involves the need to develop methods for automated decision of problems assessment of the situation, as well as changes in the structure of information models and methods of managing them. In this case, the circumstances of the situation should be classified and the task of preparing for the decision should be considered as a task of recognition.

Keywords: automation, intellectualization of administrative decisions, assessment of the situation, human operator, information support for decision-making.