

СТРУКТУРА СПЕЦІАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІМІТАЦІЇ ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ В ПІДСИСТЕМІ ТРЕНАЖУ АСУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті розглянуті питання, пов'язані з розробкою спеціального математичного та програмного забезпечення автоматизованих систем управління спеціального призначення. Основна увага приділена розробці математичного забезпечення імітації повітряної обстановки для підсистеми тренажу операторів автоматизованих систем управління спеціального призначення. Запропоновано використання моделей виявлення, вимірювання координат та супроводження повітряних об'єктів та видачі даної інформації в АСУ, поведінки множини різнорідних, але діючих цілеспрямовано повітряних об'єктів та інтелектуальна модель процесу моделювання поведінки повітряних об'єктів з використанням моделей наведених вище. Результатом отриманим в ході досліджень є структура математичної моделі імітації повітряної обстановки для підсистеми тренажу операторів автоматизованих систем управління спеціального призначення.

Ключові слова: вимірювання координат, повітряні об'єкти, модель, інтелектуальні системи, оператор.

Вступ

Однією з сучасних тенденцій підвищення ефективності управління в різних галузях є впровадження інтелектуальних систем (ІС) управління [1]. Застосування ІС спрямоване на задоволення сучасних вимог до якості управління. Інтелектуальні технології в наш час стають базовими для автоматизації управління складними динамічними організаційними системами, до яких відносяться також військові організаційні системи. Реалізація відмічених технологій можлива:

– у разі залучення методів штучного інтелекту, що орієнтуються на представлення знань експертів при обробці інформації і управлінні складними системами в умовах неповноти та невизначеності даних про обстановку:

– при використанні сучасних математичних моделей управління при реалізації спеціального математичного забезпечення.

У теперішній час основною задачею, яка ставиться перед розробниками АСУ з боку керівництва МО США [1, 2], є створення інтелектуальних засобів підтримки процесу прийняття рішення і планування бойових дій в оперативно-тактичних ланках збройних сил в реальному масштабі часу. Згідно вимог, що пред'являються до таких систем, вони повинні забезпечувати користувачів набором обґрунтованих альтернативних планів і бути чутливими до будь-яких змін обстановки та різного роду обмежень [2].

Таким чином, при створенні подібних систем актуальності набуває питання підготовки фахівців, здатних ефективно використовувати ІС управління у різних сферах діяльності та у військовій галузі зокрема. Для цього пропонується розглянути новий підхід до цільової задачі підготовки операторів АСУ (ІС управління). Замість домінуючих в наш час цільових настанов побудови АСУ – замінити або полегшити працю спеціалістів управління, пріоритетною задачею слід вважати забезпечення максимальної інтенсивності використання інту-

їтивного, креативного і асоціативного мислення керівників і операторів ІС у процесі тренажу.

Виходячи з зазначеного, одним з першочергових завдань є впровадження інтелектуальних систем тренажу, здатних проводити моделювання поведінки об'єктів реального світу з відображенням основних характеристик даних об'єктів. До таких задач відноситься, зокрема, моделювання поведінки повітряних об'єктів в підсистемах тренажу операторів АСУ повітряним рухом, моделювання джерел інформації про повітряну обстановку та якості їхньої роботи в різних умовах. Одним з найскладніших етапів створення таких систем є формалізація знань про поведінку повітряних об'єктів та моделювання роботи засобів виявлення, вимірювання координат та супроводження повітряних об'єктів та видачі даної інформації в АСУ, а також моделювання поведінки множини різнорідних, але діючих цілеспрямовано, повітряних об'єктів.

Аналіз літератури. У відомій літературі [3 – 8] запропонована значна кількість моделей знань, які використовуються для їх формалізації. До таких моделей відносяться: логічні, фреймові, продукційні моделі, штучні нейронні та семантичні мережі. Процедури вибору моделі знань та побудови формалізованого опису знань про предметну область частково представлено в роботах [5 – 8]. У цих роботах розуміється, що когнітолог при формалізації знань використовує одну модель знань, «підводячи» під неї знання, отримані від експерта. Використання комбінованих моделей знань при їх формалізації запропоновано в роботах [5, 6], але сумісне використання моделей розуміється «де факто», і питання, пов'язані з побудовою єдиного метода формалізації, не розглядаються.

Мета. Робота містить результати розробки структури спеціального математичного апарату підсистеми імітації повітряної обстановки в перспективних АСУ спеціального призначення.

Основна частина

1. Оцінка можливості виявлення, вимірювання координат та супроводження повітряних об'єктів системою радіолокаційних станцій системи видачі інформації на АСУ.

Під радіолокаційними станціями системи видачі інформації на АСУ (РЛС СВІ на АСУ) будемо розуміти усю сукупність радіолокаційних засобів, інформацію про повітряні об'єкти (ПО) яких може використовуватися в АСУ.

Для проведення оцінки можливості виявлення, вимірювання координат та супроводження ПО РЛС СВІ на АСУ необхідно створити адекватну математичну модель, яка повинна враховувати:

- типи ПО, що ними супроводжуються, параметри їхнього руху та траєкторії польоту відносно РЛС СВІ на АСУ;
- склад та геометрію системи, розташування її елементів на місцевості;
- діаграми спрямованості РЛС СВІ на АСУ та зворотного вторинного випромінювання ПО;
- показники якості виявлення та вимірювання координат РЛС СВІ на АСУ.

1.1. Принцип розрахунку траєкторії та параметрів руху повітряних об'єктів.

Для простоти припустимо, що зв'язана й напішвидкісна системи координат та центр мас й центр тиску усіх ПО завжди попарно збігаються. Усі типи ПО мають робочі та граничні діапазони висот H , дальностей D та швидкостей V польоту:

$$\begin{aligned} H_{\min} \leq H_p \leq H_{\max}; \quad D_{\min} \leq D_p \leq D_{\max}; \\ V_{\min} \leq V_p \leq V_{\max}, \end{aligned} \quad (1)$$

які в загальному випадку залежать від цілого ряду факторів та пов'язані між собою. Для існуючих типів сучасних ПО виходячи з їх конструктивних особливостей характерно, що при здійсненні маневру істотне зміння параметрів руху можливе лише в поперечному (перпендикулярному вектору швидкості) напрямку, тобто приращення модуля вектора швидкості $|\Delta \vec{V}|$ ПО за інтервал часу $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} |\Delta \vec{V}| / \Delta t \rightarrow 0. \quad (2)$$

При здійсненні ПО маневру по дузі з радіусом кривизни R накладаються обмеження на $\omega = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ – кутову швидкість обертання вектору швидкості \vec{V} в площині розвороту prk (p та k – точки початку та кінця маневру в даній площині; r – точка, від якої відраховується радіус кривизни), які обумовлені можливостями по перевантаженню (гранично припустимим нормальним прискоренням n):

$$\omega_{\max} \leq \omega_{\text{aіі}} = n / (2\pi \cdot |\vec{V}|), \quad (3)$$

де $\Delta \phi$ – це кут між векторами $\vec{V}(t)$ та $\vec{V}(t + \Delta t)$. В зв'язку з цим R_{\min} – мінімальний радіус розвороту та

$\Delta \phi_{\max}$ – максимальний кут повороту вектора швидкості ПО за час Δt обмежується величинами [1]:

$$R_{\min} \geq R_{\text{aіі}} = |\vec{V}|^2 / n, \quad \Delta \phi_{\max} \leq \Delta \phi_{\text{aіі}} = \frac{n \cdot \Delta t}{2\pi \cdot |\vec{V}|}. \quad (4)$$

У більшості випадків основними критеріями, які впливають на вибір профілю польоту ПО з задалегідь встановленими контрольними точками, є наступні: мінімуму розходу палива; мінімуму польотного часу; мінімуму імовірності виявлення.

Приклади розрахунків оптимальних траєкторій ПО наведено в [2]. Прямокутні координати ПО $K(t) = \{X(t) \ Y(t) \ Z(t)\}^T$ в моменти часу t розраховуються за допомогою виразів:

$$\sum_{i=1}^3 [V_i(t)]^2 = |\vec{V}(t)|^2, \quad K_i(t) = \int_0^t V_i(t) \cdot dt, \quad (5)$$

при цьому враховуються обмеження (1) – (4).

1.2. Оцінка можливостей радіолокаційних станцій щодо виявлення повітряних об'єктів та вимірювання їх координат.

Визначення можливостей РЛС СВІ на АСУ щодо виявлення та вимірювання координат ПО при відомих профілю його польоту та розташуванні відносно РЛС СВІ на АСУ у різні моменти часу полягає в наступному. Виявлення ПО та дисперсії похибок вимірювання його координат однозначно залежать від відношення “сигнал-шум” q^2 у каналах вимірювання $q^2 = \frac{2\dot{\Lambda}}{N_0} = \frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{ш}}}$, де E – енергія корисного сигналу, N_0 – спектральна щільність потужності шуму, $P_{\text{п,ш}}$ – потужність сигналу й шуму відповідно. Щільність потоку енергії, що випромінюється РЛС СВІ на АСУ (розсіюється ПО), біля ПО (РЛС СВІ на АСУ) визначається співвідношенням:

$$S_{\text{r aіі}}(\delta \text{іі}) (\theta, \phi) = \frac{P_{\text{r aіі}}(\delta \text{іі}) \cdot G_{\text{дєн}}(\text{іі}) \cdot F_{\text{дєн}}(\text{іі})^2 (\theta, \phi)}{4\pi \cdot d_{\text{rіі}}^2}, \quad (6)$$

де $P_{\text{r aіі}}(\delta \text{іі})$ – потужність, що випромінюється РЛС СВІ на АСУ (розсіюється ПО); $G_{\text{дєн}}(\text{іі})$ – коефіцієнт, що враховує спрямованість випромінювання РЛС СВІ на АСУ (розсіювання ПО); $F_{\text{дєн}}(\text{іі})$ – діаграма спрямованості РЛС СВІ на АСУ (зворотного вторинного випромінювання ПО); $d_{\text{rіі}}$ – похила дальність між РЛС СВІ на АСУ та ПО.

Діаграми спрямованості РЛС та зворотного вторинного випромінювання ПО розраховуються асимптотичними методами короткохвильової дифракції, а саме методом фізичної оптики [3, 4]. Потужність, що розсіюється ПО (приймається РЛС СВІ на АСУ) визначається виразом:

$$P_{\text{дїі}}(\delta \text{іі}) = \left(\frac{\lambda^2}{4\pi} \right) \cdot S_{\text{r aіі}}(\delta \text{іі}) \cdot G_{\text{іі}}(\delta \text{іі}) \cdot F_{\text{іі}}(\delta \text{іі})^2 (\theta, \phi), \quad (7)$$

де λ – довжина хвилі несучої частоти.

Відношення “сигнал-шум” у прийомному тракті конкретної РЛС СВІ на АСУ можна визначити, використовуючи співвідношення:

$$q^2 = k_{i\dot{\alpha}\delta} \cdot P_{i\delta} / P_{\dot{\alpha}\delta}, \quad (8)$$

де $k_{i\dot{\alpha}\delta}$ – коефіцієнт, що враховує особливості обробки сигналу, $P_{\dot{\alpha}\delta}$ – гранична чутливість прийомного пристрою станції.

Таким чином, при відомих та розрахованих характеристиках РЛС СВІ на АСУ та ПО після оцінки відношення “сигнал-шум” (7) – (9) приймається рішення о можливості виявлення, вимірювання координат та супроводження ПО в даний момент часу конкретною РЛС СВІ на АСУ. Приклади розрахунків наведено в [6 – 7]. У випадку, коли для i -ої РЛС СВІ на АСУ приймається рішення про можливість виявлення ПО, розраховуються статистичні характеристики похибок вимірювання його прямокутних координат [8], які в подальшому використовуються для “зашумлення” інформації, що надається в АСУ. Систематичні похибки прямокутних координат ПО $\Delta \widehat{K}_j^s = K_j^* - M[K_j]$ визначаються виразом:

$$\begin{cases} \Delta \widehat{x}_i^s = r_i^* \cdot \cos(\varepsilon_i^*) \cdot \cos(\beta_i^*) \cdot \left[1 - \exp\left\{ -(\sigma_{\varepsilon_i}^2 + \sigma_{\beta_i}^2) / 2 \right\} \right]; \\ \Delta \widehat{y}_i^s = r_i^* \cdot \sin(\varepsilon_i^*) \cdot \left[1 - \exp\left\{ -\sigma_{\varepsilon_i}^2 / 2 \right\} \right]; \\ \Delta \widehat{z}_i^s = r_i^* \cdot \cos(\varepsilon_i^*) \cdot \sin(\beta_i^*) \cdot \left[1 - \exp\left\{ -(\sigma_{\varepsilon_i}^2 + \sigma_{\beta_i}^2) / 2 \right\} \right], \end{cases} \quad (9)$$

де K_j^* – дійсне значення відповідної координати; $r_i, \varepsilon_i, \beta_i$ – сферичні координати ПО відносно i -ої РЛС СВІ на АСУ; $\sigma_{r, \varepsilon, \beta i}^2$ – дисперсії похибок вимірювання сферичних координат i -ою РЛС СВІ на АСУ. Дисперсії оцінок прямокутних координат ПО визначаються виразом:

$$\begin{cases} \sigma_{\widehat{x}_i}^2 = \frac{(r_i^*)^2 + \sigma_r^2}{4} \left[1 + \cos(2\varepsilon_i^*) \exp\left\{ -2\sigma_{\varepsilon_i}^2 \right\} \right] \times \\ \times \left[1 + \cos(2\beta_i^*) \exp\left\{ -2\sigma_{\beta_i}^2 \right\} \right] - \\ - \left[r_i^* \cos(\varepsilon_i^*) \cos(\beta_i^*) \right]^2 \exp\left\{ -(\sigma_{\varepsilon_i}^2 + \sigma_{\beta_i}^2) \right\}; \\ \sigma_{\widehat{y}_i}^2 = \frac{(r_i^*)^2 + \sigma_r^2}{2} \left[1 - \cos(2\varepsilon_i^*) \exp\left\{ -2\sigma_{\varepsilon_i}^2 \right\} \right] - \\ - \left[r_i^* \sin(\varepsilon_i^*) \right]^2 \exp\left\{ -\sigma_{\varepsilon_i}^2 \right\}; \\ \sigma_{\widehat{z}_i}^2 = \frac{(r_i^*)^2 + \sigma_r^2}{4} \left[1 + \cos(2\varepsilon_i^*) \exp\left\{ -2\sigma_{\varepsilon_i}^2 \right\} \right] \times \\ \times \left[1 - \cos(2\beta_i^*) \exp\left\{ -2\sigma_{\beta_i}^2 \right\} \right] - \\ - \left[r_i^* \cos(\varepsilon_i^*) \sin(\beta_i^*) \right]^2 \exp\left\{ -(\sigma_{\varepsilon_i}^2 + \sigma_{\beta_i}^2) \right\}. \end{cases} \quad (10)$$

Наведена модель може використовуватися при моделюванні повітряної обстановки при навчанні персоналу пунктів обробки радіолокаційної інформації й управління [9].

2. Розробка інтелектуальної моделі поведінки повітряних об’єктів.

В ряді робіт [6 – 9] обґрунтовано вибір для представлення апарату формалізації, який дозволяє побудувати формалізований опис поведінки повітряного об’єкту на основі мережної моделі.

Для моделювання поведінки повітряного об’єкта розробимо мережу, яка відображує основні принципи моделювання трас повітряних об’єктів.

В загальному випадку повітряним об’єктом може виступати будь-який тип літака, але для всіх типів існують загальні правила визначення параметрів руху. Тому розроблено мережу у загальному вигляді для її спрощення.

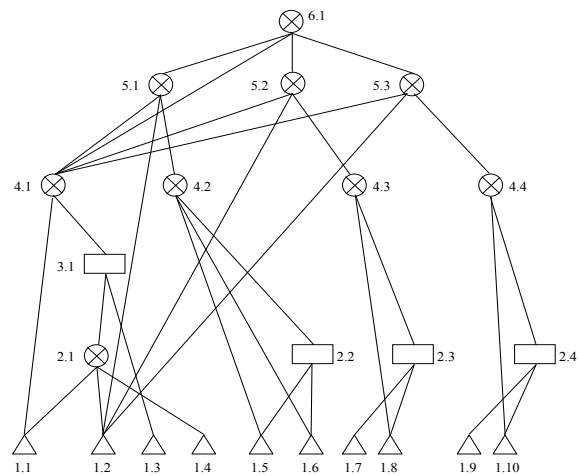


Рис. 2. Варіант побудови мережної моделі, що імітує трасу та профіль польоту повітряного об’єкту

Таблиця 1

Семантична інтерпретація вершин сіткової моделі

Номер вершини	Семантична інтерпретація
1.1	Польотне завдання (включає інформацію про номер профілю польоту)
1.2	Тип повітряного об’єкта (включає інформацію про ТТХ повітряного об’єкта)
1.3	Запас палива, що є в наявності
1.4	Відстань до цілі
1.5	Еталонна швидкість, що відповідає поточному відрізу профілю польоту та змінюється з подоланням літаком цього відрізка
...	...
6.1	Прийняття рішення на виконання польотного завдання (містить показник можливості виконання, та коефіцієнти зміни швидкості, висоти та курсу на даному відрізу профілю польоту)

Запропонована мережна модель має лише алгоритмічні вершини та вершини порівняння. Це зумовлено тим, що задача моделювання трас та профілів

повітряних об'єктів є розрахунковою задачею. В кожній вершині представленій сільової моделі виконується певний алгоритм. Нижче наведена семантична інтерпретація кожної вершини, а також формалізований опис процедур, що підлягають виконанню в цій вершині. Формалізація даних проведена за допомогою мови предикатів першого порядку.

Вершині 2.1 відповідає предикат $P(f(Q_i), W_k, r_j)$, де $f(Q_i)$ – характеристики польотного завдання; W_k – тип повітряного об'єкта, який призначений для виконання польотного завдання; r_j – відстань до об'єкту. Цей предикат формалізує дві операції:

1. Процедура запиту до бази даних $F \equiv \{W_k, V_i, h_i, q_i, f(Q_i)\}$, де V_i – швидкість яку повинен мати літак (еталонна) на поточному етапі профілю польоту; h_i – висота яку повинен мати літак (еталонна) на поточному етапі профілю польоту; q_i – курс який повинен мати літак (еталонний) на поточному етапі профілю польоту.

2. Процедура розрахунку запасу палива, що вимагається для виконання завдання: $m_p = r_j * a$, де m_p – запас палива; a – середня витрата палива даного типа літака. Вершині 2.2 відповідає предикат $P(V_i, V_r)$, де V_r – поточна швидкість повітряного об'єкта. Цей предикат формалізує процедуру порівняння еталонної швидкості (тобто швидкості яка задається профілем польоту) та поточної швидкості літака. Результатом виконання процедури є показник перерахунку, який дорівнює одиниці у разі, якщо перерахунок потрібен та нулю в протилежному випадку. Вершині 2.3 відповідає предикат $P(h_i, h_r)$, де h_r – поточна висота повітряного об'єкта. Цей предикат формалізує процедуру порівняння еталонної висоти та поточної висоти літака. Результатом виконання процедури є показник перерахунку. Логіка визначення показника перерахунку аналогічна, як і для вершини 2.2. Вершині 4.3 відповідає предикат $P(h_i, h_r, m)$, де m – показник перерахунку висоти, який формується в вершині 2.3. Цей предикат формалізує наступну процедуру: якщо $m=1$, то розраховується різниця еталонної та поточної висот z

$$\Delta h = h_i - h_0,$$

інакше значення різниці висот – нуль.

Вершині 4.4 відповідає предикат $P(q_i, q_r, c)$, де c – показник перерахунку курсу, що виробляється в вершині 2.4. Цей предикат формалізує наступну процедуру: якщо $c=1$, то розраховується різниця еталонного та поточного курсів за формулою:

$$\Delta q = q_i - q_0,$$

інакше значення різниці курсів – нуль.

Вершині 5.1 відповідає предикат $P(f(Q_i), W_k, n, \Delta V, d)$, де n – показник збільшення чи зменшення швидкості, який формується в вершині 4.2; d – показник можливості виконання польотного завдання, який формується в вершині 4.1. Цей предикат формалізує процедуру перевірки показника можливості виконання польотного завдання та порівняння зміни швидкості, яка вимагається, з ТТХ повітряного об'єкта. Результатом виконання процедури є значення та напрям зміни швидкості.

Вершині 5.2 відповідає предикат $P(f(Q_i), W_k, b, \Delta h, d)$, де b – показник збільшення чи зменшення висоти, який формується в вершині 4.3. Цей предикат формалізує процедуру перевірки показника можливості виконання польотного завдання та порівняння зміни висоти, яка вимагається, з ТТХ повітряного об'єкта. Результатом виконання процедури є значення та напрям зміни висоти.

За результатами обробки даних запропонованою моделлю на виході ММ отримуємо вектор характеристик $\{\Delta q, \Delta h, \Delta V\}$, на основі якого визначаються просторові характеристики повітряного об'єкту на наступний цикл імітації повітряної обстановки. Отримані просторові характеристики повітряного об'єкту використовуються як вхідні дані для ММ на наступному етапі моделювання. Для використання даних про просторове положення повітряних об'єктів у підсистемі тренажу необхідно на ці «ідеальні» дані про профіль польоту накласти помилки їх вимірювання засобами радіолокаційної розвідки. Для цього використовується модель радіолокаційного поля [2].

Розроблена модель імітації поведінки повітряного об'єкту дозволяє розробити структуру програмних засобів для імітації повітряної обстановки з використанням ІС (рис. 3).

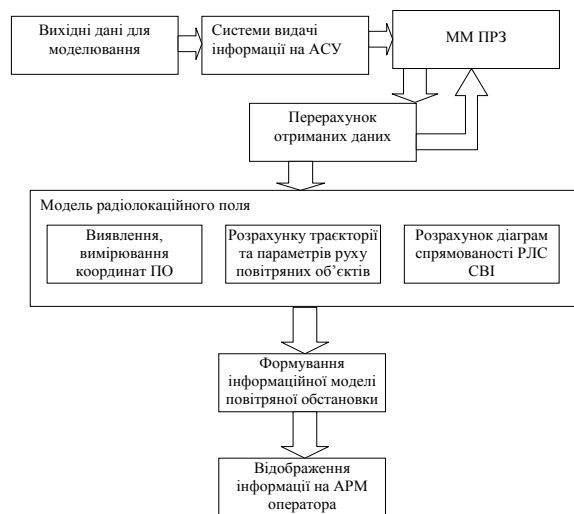


Рис. 3. Структура математичного забезпечення імітації повітряної обстановки

Висновки

Одним з варіантів підвищення ефективності діяльності операторів є вдосконалення підсистеми тренажу АСУ складними об'єктами. Використання традиційних технологій побудови таких систем не приводить до бажаного результату, тому що при зміні правил вирішення виникає необхідність розробки нових програм для цієї підсистеми. Більш ефективним є застосування інтелектуальних технологій для реалізації підсистеми тренажу операторів АСУ, та реалізації математичних моделей процесів та об'єктів.

Основою інтелектуальної системи є база знань, потужність якої визначає ефективність інтелектуальної системи в цілому. При цьому важливим ета-

пом розробки інтелектуальної системи є проектування засобів наповнення бази знань і контролю знань, що вводяться до неї.

Використання запропонованої мережної моделі дозволяє представити процес рішення задачі моделювання, яка має логіко-розрахунковий характер. До переваг використаного представлення процесу моделювання відносяться:

наочність представлення процесу рішення задачі; скорочення часу модифікації знань про порядок рішення задачі і внесення корегувань в процедури реалізації окремих етапів рішення;

підвищення якості підготовки операторів АСУ динамічними системами;

зменшення трудових затрат когнітолога при наповненні і модифікації бази знань.

Важливою відзнакою є те, що даний метод можна використовувати як у цивільній сфері, так і при підготовці військових фахівців з метою підвищення якості навчання операторів в умовах складної обстановки, яка динамічно змінюється.

Введення до розробленої структури програмного забезпечення моделей виявлення та супроводження повітряних об'єктів з урахуванням можливостей по передачі даних та обробки отриманої інформації дозволить врахувати при моделюванні поведінки повітряних об'єктів наступні обмеження:

- фізичні обмеження;
- обмеження засобів повітряного нападу;
- використання різномірних засобів повітряної розвідки;
- отримувати моделі поведінки повітряних об'єктів різного призначення.

Список літератури

1. Рошупкин Е.С. Моделирование движения воздушных объектов в пространстве // Проблемы информатики и моделирования. – Х.: НАНУ, НТУ "ХПИ", 2005. – С. 50-51.
2. Леценко С.П., Батурицкий М.П., Свистунов Д.Ю. Методика расчета оптимальной траектории полета

воздушных объектов по критерию минимума вероятности обнаружения // Системы обработки информации. – Х.: ХУ РС, 2005. – Вып. 2(42). – С 103-110.

3. Бахрах А.Д., Галимов Г.К. Зеркальные сканирующие антенны. – М.: Наука, 1981 – 302 с.

4. Фундаментальные и прикладные задачи теории рассеяния электромагнитных волн / Ю.К. Сиренко, И.В. Сухаревский и др. – Х.: Крок, 2000. – 344 с.

5. Леценко С.П., Батурицкий М.П. Расчет показателей качества обнаружения воздушных целей с учетом особенностей их конструкции и параметров полета // Збірник наукових праць ХВУ. – Х.: ХВУ, 2004. – Вып. 2(49). – С 94-96.

6. Рошупкин Е.С., Бурлюк В.А., Мальований А.А. Моделирование воздушной обстановки при обучении персонала пунктов обработки радиолокационной информации и управления (ПОРИУ) // Проблемы информатики и моделирования. – Х.: НАНУ, НТУ "ХПИ", 2006. – С. 29.

7. Лактионов В.И., Лакаев А.С. Интеллектуальные технологии в информационно-аналитической деятельности органов военного управления: проблемы внедрения // Военная мысль. – 2002. – № 6. – С. 60-64.

8. Моделирование боевых дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.

9. Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.В. Человеческие системы поддержки принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наук. думка, 1993.

10. Грачев И.А. Принципы построения специального математического и программного обеспечения АСУ войсками (силами) // Военная мысль. – №6.-2002. – С.64-68.

11. Затхей В.А., Павленко М.А., Перишин А.В., Александров А.В. Выбор метода решения задачи распознавания воздушных объектов в экспертной системе реального времени // Моделирование та інформаційні технології. – К.: НАНУ, ППМЕ. – 2004. – Вып. 26. – С. 67-74.

12. Павленко М.А., Руденко В.М., Двухглазов Д.Е., Берднік П.Г., Ткаченко М.Д. Метод побудови інтелектуальних моделей імітації поведінки повітряних об'єктів / Искусственный интеллект. – 2007. – Вып. 2. – С. 32-39.

Надійшла до редколегії 17.06.2008

Рецензент: д-р техн. наук, доцент К.О. Метешкін Міжнародний Слов'янський університет, Харків.

СТРУКТУРА СПЕЦІАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИМИТАЦИИ ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКИ ПОДСИСТЕМЫ ТРЕНАЖА АСУ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.В. Кукобко, М.А. Павленко, Е.С. Рошупкин

В статье рассмотрены вопросы связанные с разработкой специального математического и программного обеспечения автоматизированных систем управления специального назначения. Основное внимание уделено разработке математического обеспечения имитации воздушной обстановки для подсистемы тренажа операторов автоматизированных систем управления специального назначения. Предложено использование моделей выявления, измерение координат и сопровождение воздушных объектов и выдачи данной информации в АСУ, поведения множества разнородных, но действующих целеустремленно воздушных объектов и интеллектуальная модель процесса моделирования поведения воздушных объектов с использованием моделей приведенных выше. Результатом полученным в ходе исследований является структура математической модели имитации воздушной обстановки для подсистемы тренажа операторов автоматизированных систем управления специального назначения.

Ключевые слова: измерение координат, воздушные объекты, модель, интеллектуальные системы, оператор.

STRUCTURE OF THE SPECIAL MATHEMATICAL PROVIDING OF IMITATION OF AIR SITUATION OF SUBSYSTEM OF TO ACE OF THE SPECIAL PURPOSE

S.V. Kukobko, M.A. Pavlenko, E.S. Roschupkin

In the article the considered questions are related to development of the special mathematical and programmatic providing of automated control the system the special purpose. Basic attention is spared development of the mathematical providing of imitation of air situation for the subsystem of drill of statements of automated control the system the special purpose. The use of models of exposure, measuring of co-ordinates and accompaniment of air objects and delivery this information, is offered in to ACE, the conducts of great number of heterogeneous, but operating purposefully air objects and intellectual model of process of design of conduct of air objects with the use of models of resulted are higher. By a result got during researches is a structure of mathematical model of imitation of air situation for the subsystem of drill of statements of automated control the system the special purpose.

Keywords: measuring of co-ordinates, air objects, model, intellectual systems, statement.