

УДК 358.42

В.С. Стеценко, О.С. Шульга, Б.А. Телятник

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

ФОРМУВАННЯ ЗМІШАНОГО ПОТОКУ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН, ЩО ЗАХОДЯТЬ НА ПОСАДКУ, ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОТЕНЦІЙНО КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЙ

Розглянуто принципи формування змішаного потоку повітряних суден, що заходять на посадку. Подано підхід щодо попередження виникнення потенційно конфліктних ситуацій між повітряними суднами при формуванні змішаного потоку літаків для заходу на посадку за допомогою використання автоматизованого робочого місця автоматизованого командно-диспетчерського пункту. Розроблений алгоритм дій керівника ближньої зони.

Ключові слова: змішаний потік повітряних суден, безпека польотів, управління повітряним рухом, система підтримки прийняття рішень, керівник ближньої зони.

Вступ

Постановка проблеми. Формування потоку повітряних суден (ПС), що заходять на посадку різними способами, є найбільш відповідальним етапом управління екіпажами в ближній зоні. Від його організації залежить безпека заходу літаків на посадку і випуск екіпажів у політ у встановлений час.

Під час ведення бойових дій використовується визначений склад авіації. Враховуючи можливості авіаційних комплексів по досяжності цілей, для скорочення підльотного часу при нанесенні ударів по заданих об'єктах та ведення повітряної розвідки, як правило використовуються передові аеродроми. Їх використання для виконання бойових завдань і одночасного виконання завдань повсякденної діяльності певною мірою збільшує навантаження на осіб групи керівництва польотами (ГКрП). Перед керівником ближньої зони (КрБЗ) постає завдання формування потоку ПС, які виконують завдання за планами бойової підготовки, і пріоритетних ПС, які повертаються з бойового завдання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Успішне виконання задач, вирішуваних у процесі управління повітряним рухом, можливе при правильній організації роботи та чіткій взаємодії осіб які беруть участь в управлінні та забезпеченні польотів (перельотів) авіації з повним використанням можливостей засобів зв'язку та радіотехнічного обладнання.

Ефективність управління польотами майже завжди визначається якістю практичної діяльності осіб групи керівництва польотами (ГКрП) [1].

Робота [2] присвячена розробці методики управління екіпажами у ближній зоні. Але в ній не розглядаються питання побудови змішаного потоку повітряних суден, що заходять на посадку.

В роботі [3] розглядаються питання попередження потенційно конфліктних ситуацій, що вини-

кають у процесі управління повітряними суднами під час польоту за маршрутами.

Таким чином, розробка моделі попередження потенційно конфліктних ситуацій, що можуть виникнути при формуванні змішаного потоку повітряних суден, які заходять на посадку на військовому аеродром є актуальним науковим завданням.

Мета статті: створення моделі формування змішаного потоку ПС, що заходять на посадку, для попередження потенційно конфліктних ситуацій у повітрі.

1. Розробка алгоритму дій керівника ближньої зони

Формуванням потоку літаків, що заходять на посадку, займається не весь склад ГКрП, а конкретно керівник ближньої зони. Контроль за правильністю дій покладається на керівника польотів (КрП). КрБЗ зобов'язаний чітко знати схему руху літаків у ближній зоні і мати тверді навички у формуванні потоку при різних умовах повітряної обстановки.

Після виконання екіпажами завдань, виходячи з умов повітряної обстановки, залишку палива і польотного завдання, керівник ближньої зони визначає екіпажу спосіб заходу на посадку, відповідно до якого передає умови подальшого польоту: висоту, курс, вихід на радіонавігаційну точку (РНТ) чи в точку початку розвороту (ТПР), до другого розвороту чи одворот до першого і т.д. Для формування потоку літаків використовуються три опорні точки в повітряному просторі:

перша – розрахункова точка початку розвороту на посадковий курс для польоту і посадки з прямої;

друга точка – розрахункова точка початку другого (третього) розвороту для заходу по колу двома розворотами на 180 градусів і по великій коробочці;

третья точка – точка початку виконання першого розвороту при польоті по колу.

Сутність формування потоку літаків, що заходять на посадку різними способами одночасно, зводиться до формування попередньо двох потоків літаків на різних висотах з наступним формуванням єдиного потоку літаків на посадочному курсі.

Порівнюючи положення літаків щодо вказаних вище точок, керівник ближньої зони визначає момент розвороту чергового екіпажу на посадочний курс.

Забезпечення встановлених дистанцій досягається шляхом зміни дальності точки початку розвороту на посадочний курс для окремих екіпажів.

Забезпечення введення в потік літака, що виконує політ за заданою програмою, можна проводити ешелонуванням інших екіпажів на посадковому курсі. Для цього їм (при достатньому залишку палива) дається команда на зниження до певної висоти, відхід на другий круг і захід двома розворотами на 180° (в режимі «Повторний захід»). Необхідно мати на увазі, що екіпажу, що пішов на другий круг, розворот на посадковий курс повинен бути забезпечений у встановленому місці.

У разі формування потоку з літаків різних типів керівник ближньої зони зобов'язаний знати режими зниження кожного типу літака і забезпечувати дистанції виходу на посадочний курс з урахуванням різниці поступальних швидкостей на глисаді зниження з таким розрахунком, щоб до моменту посадки забезпечувалися безпечні інтервали. При цьому необхідно урахувувати час звільнення ЗПС залежно від типу літака і інтенсивність смутної струменя від літака, що летить попереду.

Алгоритм дії керівника ближньої зони в загальному плані наведено на рис. 1.

Попередження потенційно конфліктних ситуацій між повітряними суднами за допомогою використання автоматизованого командно-диспетчерського пункту

Попередження виникнення конфліктів між ПС чи їхнє запобігання є однією з основних задач осіб ГКрП при керуванні польотами.

Застосування алгоритмів автоматизації АКДП дозволяє керівнику ближньої зони шляхом прогнозу положення (даний алгоритм будує упереджуючі вектори ПС, які показують положення ПС через деякий проміжок часу) і відстаней між ПС, створювати майже безконфліктну обстановку в зонах відповідальності та на визначених ділянках траєкторій польоту ПС.

Однак при керуванні з екстремальним навантаженням, при пізньому виявленні ПС, що виконують польоти по незапланованих траєкторіях (тобто у всіх випадках коли за будь-яких причин особи ГКрП

вчасно не побачили небезпечне зближення ПС), включається алгоритм «ПКС», що призначений для попередження і надання допомоги КрБЗ у ситуації, яка не терпить зволікання, коли інтервал ешелонування стає менше припустимого, а час його запобігання мінімальним.

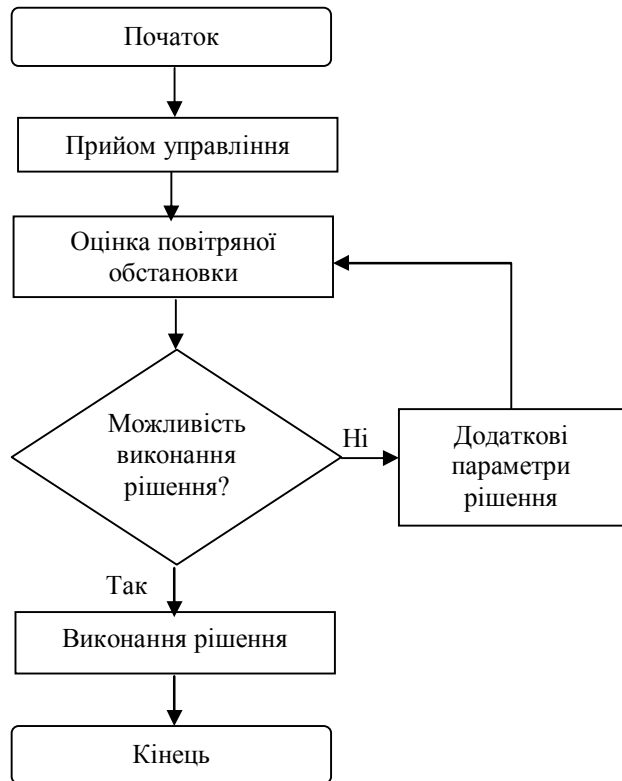


Рис. 1. Алгоритм дій керівника ближньої зони

Алгоритм «ПКС» РЛІ призначений для включення функції виявлення конфліктних ситуацій при порушенні ПС норм подовжнього і бічного ешелонування з урахуванням маневру по висоті.

Аналізуючи взаємне положення синтетичних міток ПС у РЛІ (рис. 2), екстраполюючий алгоритм розраховує встановлену відстань $D_{факт}$ між ПС:

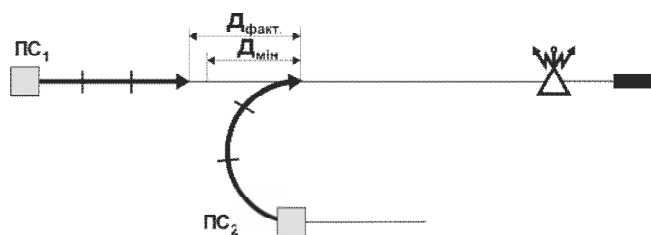


Рис. 2. Попередження потенційно конфліктних ситуацій

- якщо $D_{факт} \geq D_{мін}$, то літаку ПС₂ КрБЗ дозволяє виконання другого розвороту і на посадковому курсі буде забезпечена задана дистанція;

- якщо $D_{факт} < D_{мін}$, то видається попередження про ПКС. Літак ПС₁ буде заходити першим, а літаку ПС₂ КрБЗ збільшує дальність виконання другого розвороту (рис. 3) на $\Delta D_{2-го}$.

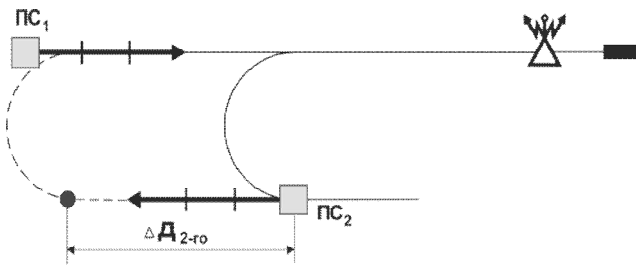


Рис. 3. Розв'язання конфліктної ситуації шляхом збільшення дальності другого розвороту

Для розрахунку величини ΔD_{2-go} розвороту для літака PC_2 (рис. 4) припустимо, що за час польоту PC_2 на величину ΔD_{2-go} і розвороту його на 180° , літак PC_1 пройшов точку зустрічі літаків на посадковому курсі і опинився попереду PC_2 на відстані, рівній $D_{ПК}$.

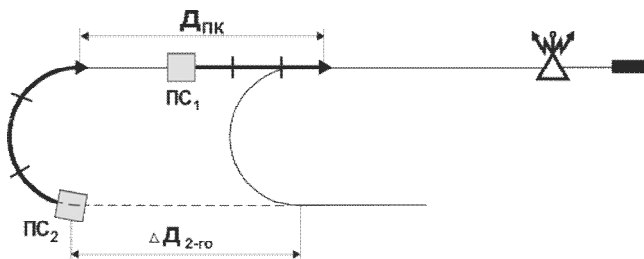


Рис. 4. Порядок розрахунку ΔD_{2-go}

Складемо рівняння для $V_1 = V_2$:

$$\Delta D_{2-go} + V_2 \times t_{180} = D_{\phi} - \Delta D_{2-go} + D_{ПК} \quad (1)$$

Далі слідує, що:

$$\Delta D_{2-go} = \frac{D_{\phi} + D_{ПК} - V_2 \times t_{180}}{2} \quad (2)$$

Міркуючи аналогічно, складемо рівняння для $V_1 \neq V_2$, для чого виразимо ΔD_{2-go} через час польоту:

$$\Delta t_{2-go} = \frac{V_1 \times (t_{\text{факт}PC1} - t_{\text{факт}PC2} + t_{\text{ПК}PC1})}{V_1 + V_2} \quad (3)$$

а для літака PC_2 :

$$\Delta D_{2-go} = \Delta t_{2-go} \times V_2 \quad (4)$$

Виходячи з цього, отримуємо:

$$\Delta D_{2-go} = \frac{V_1 \times V_2 \times (t_{\text{факт}PC1} - t_{\text{факт}PC2} + t_{\text{ПК}PC1})}{V_1 + V_2} \quad (5)$$

Висновки

Основною вимогою, яка висувається до групи керівництва польотами авіації Збройних Сил України, є виконання польотів без авіаційних подій та інцидентів з вини групи керівництва польотами. Це досягається твердим знанням керівних документів з організації та проведення польотів та єдиним поняттям авіаційних правил, затверджених відповідними актами і нормативними документами.

Застосування алгоритмів автоматизації АРМ АҚДП дозволяє особам ГКрП шляхом прогнозу положення і відстаней між ПС у принципі створювати безконфліктну обстановку в зонах керування і визначених ділянок траєкторій польоту ПС.

Список літератури

1. Управление полетами в частях авиации Вооруженных Сил СССР. – М.: Воен. издат., 1985. – 211 с.
2. Чернов В.Г. Управление полетами в частях авиации Повітряних Сил Збройних Сил України. Част. 3. Методика управління екіпажами у ближній зоні : курс лекцій / В.Г. Чернов, І.П. Мажара, В.М. Сургай – Харків : ХУПС, 2013. – С. 18-34.
3. Семенов С.Б. Прогноз і попередження конфліктних ситуацій між ПС із застосуванням алгоритмів автоматизації АҚДП «СВІТЯЗЬ-АМ» / С.Б. Семенов. – Харків : ХІ ВПС, 2003. – С. 5-21.

Надійшла до редколегії 3.03.2016

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

ФОРМИРОВАНИЕ СМЕШАНОГО ПОТОКА ПРИ ЗАХОДЕ САМОЛЕТОВ НА ПОСАДКУ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ

В.С. Стеценко, А.С. Шульга, Б.А. Телятник

Рассмотрены принципы формирования смешанного потока при заходе воздушных судов (ВС) на посадку. Приведены примеры предотвращения возникновения потенциально конфликтных ситуаций между воздушными судами при формировании смешанного потока при заходе самолетов на посадку с помощью использования автоматизированного рабочего места автоматизированного командно-диспетчерского пункта. Разработан алгоритм действий руководителя ближней зоны.

Ключевые слова: смешанный поток самолетов, безопасность полетов, управление воздушным движением, система поддержки принятия решений, руководитель ближней зоны.

FORMATION OF THE MIXED STREAM WHEN CALLING PLANES ON LANDING AND PREVENTION OF POTENTIALLY CONFLICT

V.S. Stetsenko, O.S. Shulha, B.A. Telyatnik

The principles of formation of the mixed stream when calling planes on landing are considered. Examples are given prevention of emergence of the potentially conflict situations (PCS) between planes when forming of the mixed stream when calling planes on landing by means of use of the automated workplace (AW) automated tower.

Keywords: mixed stream of planes, safety of flights, air traffic control, decision support system, air traffic controller.