

УДК 623.592:623.618:358.4

П.Н. Онипченко, М.А. Павленко, А.И. Тимочко

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков*

## УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

*В статье проанализировано современное состояние системы управления воздушным движением, роль лиц боевого управления в процессе управления воздушными судами. Определены объекты, взаимодействующие в процессе управления воздушным движением и их взаимное влияние. Выделены составляющие оценки эффективности функционирования системы управления воздушным движением. Определены направления совершенствования СУВД.*

**Ключевые слова:** управление воздушным движением, система управления воздушным движением, лица боевого управления, процесс управления воздушным движением, индивидуальные траектории подготовки.

### Введение

**Постановка проблемы.** Современная ситуация в системе управления воздушного движения (СУВД) предьявляет особое внимание к подготовке лиц боевого управления (ЛБУ) [1].

Проблемы исследования и совершенствования профессиональной подготовки ЛБУ приобрели еще большую актуальность в условиях реформирования ВС Украины [8].

Данное реформирование и изменение функций СУВД предполагают наличие ЛБУ нового типа, способных быстро адаптироваться в сложной информационно-технологической среде, умеющих принимать правильные решения на основе анализа своей деятельности в процессе управления воздушным движением (ПУВД), управлять процессами в условиях неопределенности при решении слабо-структурированных управленческих задач [3, 7].

Это требует применения новых подходов организации учебного процесса и формирования новых стандартов подготовки ЛБУ для СУВД. Вместе с тем в настоящее время наступил период, когда тривиальные методы решения тех или иных учебно-методических проблем подготовки оказываются малоэффективными. В условиях многообразия образовательных технологий особо важной является способность образовательных учреждений адекватно реагировать на запросы СУВД и одновременно развивать свою роль в повышении уровня профессиональной квалификации персонала этой системы.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Проблеме совершенствования системы подготовки специалистов УВД уделено внимание в работах многих специалистов [2, 5, 6, 8], где рассматриваются как отдельные модели процессов качества подготовки авиадиспетчеров, так и автоматизация этих процессов. Кроме того, предложена методика оценки уровня знаний специалистов УВД.

В работе [3] рассматривались специализированные модели, алгоритмы и программы поддержки принятия решений в системе УВД. Проведенные исследования позволили определить психологические и психофизиологические характеристики, которые обеспечивают профессиональную надежность лиц боевого управления в системе "руководитель полетов - летчик - летательный аппарат".

В работе [10] предложена структурная схема анализа и оценки эффективности функционирования системы непосредственного УВД, в которой рассмотрены основные составляющие этой системы.

При этом проблема повышения эффективности деятельности ЛБУ в процессе управления воздушным движением на основе совершенствования технологического процесса их подготовки, усовершенствования профессионального отбора, тренажеров, тренажерных комплексов для формирования необходимых умений и навыков остается недостаточно исследована. Недостаточно рассмотрены вопросы совершенствования процесса подготовки ЛБУ путем использования имитационно-тренажерных комплексов, а также использование при этом индивидуальных программ подготовки. Это позволит разработать новый методический аппарат для повышения эффективности процесса подготовки и как следствие деятельности ЛБУ в ПУВД. Отдельного рассмотрения требует вопрос деятельности ЛБУ при использовании средств АСУ в процессе их деятельности.

**Цель статьи.** Проанализировать современное состояние СУВД, роль ЛБУ в ПУВД. Определить объекты взаимодействия в процессе УВД, их взаимосвязь. Выделить направления повышения эффективности и совершенствования СУВД.

### Изложение основного материала

Управление воздушным движением является непрерывным процессом, который включает в себя

определенную последовательность операций как ЛБУ в процессе управления воздушным движением, так и экипажа.

При этом начало (окончание) операций, хотя и определено алгоритмом управления на данном этапе, тем не менее, может иметь временной и пространственно-временной разброс, обусловленный частичным изменением внешних условий и характеристик воздушного судна, частично – деятельностью экипажа и ЛБУ. Все это требует качественной подготовки ЛБУ на всех этапах управления воздушным движением.

Управление воздушным движением – это комплекс мероприятий относительно планирования, координирования, обеспечения полетов, управления движением самолетов на земле и в воздухе и контроле за соблюдением установленного режима полета (рис. 1).

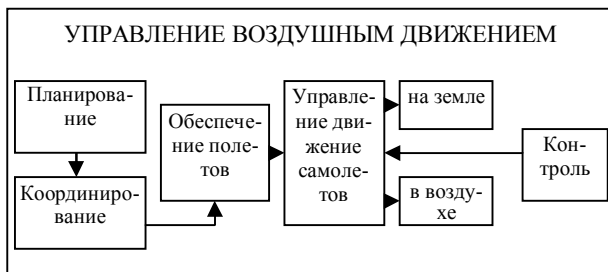


Рис. 1. Составляющие элементы УВД

Задачи управления воздушным движением:

- а) предотвращение столкновений воздушных судов;
- б) предотвращение столкновений воздушных судов с наземными препятствиями;
- в) формирование потока воздушного движения;
- г) подача команд управления и информации, необходимых для обеспечения безопасного и эффективного выполнения полетов;
- д) информирование соответствующих организаций о воздушных судах, которые нуждаются в помощи поисково-спасательных служб и предоставление таким воздушным судам необходимой помощи.

Особое значение имеет постоянная осведомленность расчетов пунктов управления и руководителей полетов о местонахождении, режиме и условиях полета каждого самолета и метеорологических условиях в своих зонах ответственности.

Управление воздушным движением включает в себя [8]:

- планирование воздушного движения с учетом заявок;
- согласование вопросов организации порядка передачи и приема управления на взаимодействующие КП;
- координирование планов полетов в процессе их выполнения;

- обеспечение выпуска самолетов в установленное время для выполнения полетных задач и посадки их на аэродромах;

- управление действиями экипажей в процессе выполнения ими полетных заданий от запуска двигателей до их выключения после полета;

- информацию экипажей о метеорологических условиях и воздушной обстановке в районе полетов;

- контроль за выдерживанием установленного режима полетов (режим полета – параметры полета воздушного судна);

- принятие необходимых мер по обеспечению безопасности полетов и предоставление помощи экипажам при возникновении особых случаев в полете и тем, которые терпят бедствия.

Управление движением самолетов должно быть непрерывным, надежным и оперативным (рис. 2).



Рис. 2. Требования к УВД

*Непрерывность* управления воздушным движением – это постоянное влияние ЛБУ на ход выполнения полетных задач экипажами (группами) [1].

Непрерывность обеспечивается организацией четкого взаимодействия пунктов управления (ПУ), надежной работой средств связи и радиотехнического обеспечения (РТО) полетов, а также умелым использованием средств управления ЛБУ.

Основным количественным критерием непрерывности управления может быть время, в течение которого отсутствует связь с экипажами и ПУ и ЛБУ не могут получать данные об обстановке и доводить информацию до экипажей.

*Надежность* управления воздушным движением – это способность руководителя полетами и ЛБУ выполнять свои функциональные обязанности в условиях обстановки, которая быстро изменяется. Она достигается высоким уровнем подготовки ЛБУ, точным выполнением ими своих обязанностей, их постоянной осведомленностью о воздушной, метеорологической и орнитологической обстановке и непрерывным контролем за полетом каждого экипажа (группы) в трех координатах [8].

В качестве основного критерия оценки надежности управления может быть принят допустимый уровень нарушений в работе личного состава и средств управления на пунктах управления, в системе связи и других элементах, при которых ЛБУ способны выполнять свои функции в достаточном объеме [1].

*Оперативність* управління движением самолетов – это способность руководителя полетами и ЛБУ в ограниченное время быстро реагировать на все изменения воздушной, наземной обстановки и своевременно влиять на ход выполнения полетных задач экипажами (группами). Она достигается своевременными и энергичными действиями ЛБУ по поддержанию на аэродроме и в воздухе установленного порядка, правильным и быстрым реагированием на любую возникшую на земле и в воздухе аварийную обстановку, принятием оптимального решения, доведением его и контролем выполнения [1].

Цикл управления в системе управления воздушным движением включает следующие составляющие:

время в течение которого происходит сбор данных об обстановке  $T_1$ ;

время на анализ данных и выработку решений  $T_2$ ;

время на доведение команд управления до экипажа  $T_3$ ;

время выполнения экипажем поступившей команды  $T_4$ .

Тогда время цикла управления  $T_{\text{ц}}$  составит:

$$T_{\text{ц}} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4. \quad (1)$$

Следовательно, основным критерием оценки оперативности управления является время, затрачиваемое на цикл управления экипажем. Это время должно обеспечивать своевременное и качественное выполнение команд экипажем от ЛБУ. Его конкретная продолжительность в каждом отдельном случае и в каждом звене должна иметь свой предел, превышение которого приведет к срыву или неполному выполнению полученной команды. Такую предельно допустимую продолжительность одного цикла управления принято называть критическим временем управления  $T_{\text{кр}}$ . В любом случае это время не должно сокращаться за счет качества управления, особенно за счет обоснованности принимаемого решения [9].

Количественное значение требований к оперативности управления можно выразить следующим соотношением:

$$(T_{\text{ц}} = T_{\text{упр}} + T_{\text{действ}}) \leq T_{\text{крит}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{упр}} = T_1 + T_2 + T_3$ ;  $T_{\text{действ}} = T_4$ .

Чем больше разность между  $T_{\text{крит}}$  и суммой  $T_{\text{упр}} + T_{\text{действ}}$ , тем выше оперативность, а значит, больше вероятность своевременной реакции на указания ЛБУ, которая может определяться по формуле:

$$P = 1 - \frac{T_{\text{упр}} + T_{\text{действ}}}{T_{\text{крит}}}. \quad (3)$$

Если значение  $P$  отрицательное, требование оперативности управления не выполняется (выпол-

нить команду невозможно или боевая задача не выполняется в сроки, диктуемые обстановкой).

Количественное выражение требования к оперативности управления позволяет не только оценивать степень оперативности при решении конкретной задачи управления, но и объективно определять целесообразность тех или иных мероприятий, направленных на совершенствование управления.

В настоящее время созданы и совершенствуются средства АСУ, предназначенные для автоматизированного решения задач УВД. Автоматизация повысила точность и эффективность воздушной навигации. Существующие и перспективные КСА, которыми оборудуются ЛБУ, существенно расширяют возможности ЛБУ. Основными целями автоматизации управления являются: повышение оперативности, непрерывности и надежности управления, улучшение качественной стороны решений и планирования задач УВД.

При этом неучтенным остается человеческий фактор ЛБУ. Анализ деятельности ЛБУ по управлению ВС в воздухе свидетельствует о наличии случаев снижения эффективности их деятельности, что обусловлено особенностями работы ЛБУ.

В процессе управления ЛБУ приходится декодировать числовые значения высот в их качественное выражение – выше, ниже. Перемещения самолетов по курсу видны на экране ИКО, а информацию о высоте полета для определения характера маневра самолетов ЛБУ получает дискретно по запросу. Поэтому ему приходится запоминать не только текущую, но и предыдущую (за 2–3 цикла) информацию. В условиях дискретно-принудительного обновления информации значительно возрастает нагрузка на оперативную память ЛБУ, что нередко является причиной ошибок [4].

Исследования показывают, что более половины ошибочных действий ЛБУ и инцидентов классифицируются как «неграмотная» эксплуатация. Они совершаются из-за недостаточных знаний сущности процессов, происходящих во время работы системы, или недостаточного понимания последствий, вызываемых неправильными действиями оператора. Ошибки ЛБУ приводят к задержкам команд по управлению ВС. Это негативно сказывается на качестве и оперативности управления [9].

Поэтому, эффективность управления воздушными судами в ходе УВД во многом зависит от уровня подготовки ЛБУ. Они должны не только глубоко освоить теорию управления, но и в совершенстве овладеть технологией автоматизированного управления. С ростом уровня автоматизации управления, внедрением новых информационных технологий (ИТ) в АСУ требования к практической подготовке ЛБУ неуклонно возрастают. Для качественной практической подготовки ЛБУ при решении

задач наведення необхідно систематическое проведение тренировок с использованием тренажеров [2, 6, 10].

## Выводы

Любая система УВД предназначена для обеспечения безопасного, упорядоченного и быстрого потока воздушного движения и представляет собой пример масштабной системы "человек-машина". В таких системах люди взаимодействуют с машинами в целях выполнения этими системами своих функций. Безопасная и эффективная система УВД должна включать в себя соответствующие технические средства. Кроме того, одной из составных частей такой системы должны быть хорошо подготовленные и знающие свое дело ЛБУ воздушным движением, которые знают о всех имеющихся в наличии средствах обеспечения успешного УВД и могут умело их использовать

Другая задача заключается в обеспечении постоянного пополнения кадров ЛБУ, отвечающих предъявляемым требованиям и способных обеспечить реализацию целей и задач УВД с помощью существующих и новых технических средств и оборудования.

Автоматизация способствует повышению эффективности УВД и уровню безопасности полетов, оказывает помощь в предотвращении ошибок людей и повышает надежность. Задача заключается в том, как лучше реализовать возможности автоматизации посредством согласования автоматизированных средств с возможностями оператора, а также посредством взаимной адаптации человека и машины с той целью, чтобы в максимальной степени использовать сильные стороны каждого из этих компонентов.

## Список литературы

1. Голубев С.В. Боевое управление авиацией и управление воздушным движением: учебник для курсан-

тов высших военных авиационных училищ / С.В. Голубев, А.И. Бобровский, Н.М. Хатунцев. – М.: ВИ., 1986. – 416 с.

2. Модели процессов управления качеством подготовки авиадиспетчеров / А.В. Извалов, В.Н. Неделько, С.Н. Неделько, А.С. Паленный, М.Ю. Сорока // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 7. – С. 89-94.

3. Куренко А.Б. Знаниеориентированные модели, алгоритмы и программы поддержки принятия решений в системе «руководитель полетов – летчик – летательный аппарат» / А.Б. Куренко, А.А. Симонов // Материалы межвузов. науч.-практ. конф. „Современные информационные технологии в управлении и профессиональной подготовке операторов сложных систем”. – Кировоград, 17-18 декабря 2003 г. – Кировоград: ГЛАУ, 2003. – С. 72-73.

4. Харченко В.П. Обслуживания повітряного руху на цивільних аеродромах України: навч. посіб. / В.П. Харченко, Г.Ф. Аргунов, О.Є. Луппо. – К.: НАУ, 2013. – 244 с.

5. Прищепин Б.И. Разработка и апробация моделей системы повышения квалификации персонала ЕС ОрВД РФ: Дис. канд. техн. наук: 05.22.13 / Прищепин Б.И. – СПб.: СПбГУГА, 2005. – 164 с.

6. Санников В.А. Методика оценки уровня знаний специалистов УВД и автоматизированных систем контроля / В.А. Санников // Псих. пробл. повышения работоспособности летного и диспетчерского состава ГА: Межвуз. тем. сб. науч. тр. – СПб., 2000.

7. Санников В.А. Автоматизация обучения и контроля уровня подготовленности диспетчеров УВД / В.А. Санников, В.И. Балабай, С.Е. Ковалев // Проблемы рациональной организации воздушного движения. Межвуз. темат. сб. науч. тр. – Л.: ОЛАГА, 1991.

8. Управление воздушным движением: Уч. для спец. учеб. заведений / Ю.П. Дарымов, Г.А. Крыжановский, В.М. Затонский и др.; Под ред. Ю.П. Дарымова. – М.: Транспорт, 1989. – 327 с.

9. Человеческий фактор при управлении воздушным движением // Человеческий фактор: сб. материалов № 8. – Циркуляр ИКАО 241-AN/145. – Монреаль, Канада, 1993. – 51 с.

10. Щуров Д.О. Анализ и оценка эффективности функционирования системы непосредственного УВД службы движения гражданской авиации: Дис. канд. техн. наук: 05.22.13 / Щуров Д.О. – СПб.: СПбГУГА, 2000. – 115 с.

Поступила в редколлегию 6.04.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Г.А. Кучук, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ

П.М. Онипченко, М.А. Павленко, О.І. Тимочко

В статті проаналізовано сучасний стан системи управління повітряним рухом, роль осіб бойового управління в процесі управління повітряним рухом. Визначені об'єкти, які взаємодіють в процесі управління повітряним рухом та їх взаємний вплив. Виокремленні складові оцінки ефективності функціонування системи управління повітряним рухом. Визначені напрямки удосконалення СУПР.

**Ключові слова:** управління повітряним рухом, система управління повітряним рухом, особи бойового управління, процес управління повітряним рухом, індивідуальні траєкторії підготовки.

## AIR TRAFFIC CONTROL AND PERSPECTIVE DIRECTIONS OF ITS IMPROVEMENT

P.M. Onipchenko, M.A. Pavlenko, A.I. Timochko

The article analyzes the current state of air traffic control systems, the role of individual command and control in the management of aircraft. Identify objects interacting in air traffic control and their mutual influence. Obtained components evaluating the performance of air traffic control systems. The directions of improving ATCS.

**Keywords:** air traffic control, air traffic control system, the person command and control, the management of air traffic, individual training path.