

УДК 629.735.083 (045)

А.А. Комаров, В.А. Василенко, Р.М. Салимов

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Рассмотрены методы анализа функционирования сложных систем технической эксплуатации, построение математических моделей которых предполагают формализацию процесса. Предложена математическая схема, отражающая структурные и функциональные закономерности развития в сложной системе.*

Одной из особенностей в реальной эксплуатации воздушных судов является наличие неполной информации, т.е. принятие решений во всех звеньях управления происходит в условиях различной степени неопределенности, которая существенно влияет на качество решений.

Контроль и диагностирование авиационной техники позволяют реализовать на практике более прогрессивные технологические процессы технического обслуживания, которые длительное время сдерживались в реализации вследствие недостаточной мощности аппаратной базы вычислительной техники.

Под управлением процессами технической эксплуатации будем понимать процесс организации наилучшего функционирования авиационных систем, сводящийся к выбору рациональных путей (оптимальных решений) достижения поставленных целей при имеющейся информации.

Построение моделей сложных систем с восстановлением вызывает необходимость промежуточного этапа формализации, рассматривающей процессы с общих формально-теоретических позиций и фиксирующей в знаковой форме все основные свойства и связи в сложных системах.

Процесс функционирования сложной системы можно представить через эволюцию ее состояния во времени:

$$H = \{S, P, W, V\},$$

где  $S$  – сектор структурного строения системы;  $P$  – вектор состояния элементов системы;  $W$  – вектор состояния среды;  $V$  – вектор управления.

Для дискретного описания процесса изменения состояния системы  $H(n)$  необходимо определить последовательность изменения этих параметров на каждом  $n+1$  шаге процесса.

Процесс  $H(n) \rightarrow H(n+1)$  изменения состояния и управления  $\bar{V}(n) \rightarrow \bar{V}(n+1)$  системы на  $n+1$  шаге представляется рядом последовательных отображений:

$$\bar{P} : \{P(n), S(n), W(n), V(n), \Delta t(n)\} \rightarrow P(n+1),$$

$$\bar{W} : \{W(n), P(n+1), \Delta t(n)\} \rightarrow W(n+1),$$

$$\bar{S} : \{P(n+1), S(n), W(n+1), V(n), \Delta t(n)\} \rightarrow S(n+1);$$

$$\bar{V} : \{P(n+1), S(n+1), W(n+1), V(n), \Delta t(n)\} \rightarrow V(n+1);$$

$$\bar{\Delta t} : \{P(n+1), S(n+1), W(n+1), V(n+1), \Delta t(n)\} \rightarrow \Delta t(n+1),$$

где  $\bar{P}$ ,  $\bar{S}$ ,  $\bar{W}$ ,  $\bar{V}$ ,  $\bar{\Delta t}$  – операторы, реализующие изменение соответствующих векторов.

Полученная математическая схема отражает структурные и функциональные закономерности развития в сложной системе и может служить основой ее формально-теоретического описания, предметом анализа и основой для реализации математической модели.

Для того, чтобы приведенная общая формальная схема стала инструментом исследования, необходимо синтезировать в ней механизм целенаправленной работы элементов системы. При выборе управляющих воздействий следует отразить все те свойства реальной системы управления, которые поддаются формализации. Это – функциональная структура подсистем, взаимосвязь элементов и их объективные характеристики, а также те принципы и условия, которые нужно принимать во внимание при принятии решений в реальной системе. При этом наличие неопределенности определяется как отображение  $R$  реального состояния  $H$  в информационном образе системы  $H^R$ :

$$\bar{R}: \{H\} \rightarrow H^R,$$

где

$$H^R: \{S^R, W^R, P^R\}.$$

Оператор отображения  $\bar{E}$  реализует анализ и обобщение имеющейся информации и определяет гипотезу о состоянии системы

$$\bar{E} = \{H^R, J\} \rightarrow H^J,$$

где  $J = \{J, (r_i)\}$  – информированность об элементах системы и их взаимосвязи –  $r_i$

Таким образом, последовательность отображений  $\bar{R}, \bar{E}$ :

$$\bar{R}: \{H\} \rightarrow H^R,$$

$$\bar{E}: \{H^R, J\} \rightarrow H^J.$$

На основе имеющейся информации определяют предполагаемое состояние системы, на основе которого выбирают управляющее решение

$$\bar{C}: \{H^J, V_0\} \rightarrow V_i,$$

где  $V_0$  – координирующее, директивное управляющее воздействие (например, требования норм летной годности самолетов).

Выбор оптимального варианта производится по различным вариантам декомпозиции.

Схема дает общую идею построения формальной теории синтеза управлений и позволяет строить практические методы математического моделирования сложных систем. Выбор критериев и ограничений соответствует выбору факторов и характера действий, с помощью которых достигается выполнение задач.

Принципиальная зависимость управляющих воздействий от достоверности гипотез отражает важнейшее свойство системы управления – адаптацию как средство разрешения неопределенности. Это свойство систем управления делает их гибким, чувствительным инструментом управления любой сложной системой.

Стаття надійшла до редакції 6 травня 1997 року.



**Андрій Олександрович Комаров** (1924) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1952 році. Доктор технічних наук професор завідувачий кафедрою технічної експлуатації літальних апаратів та авіаційних двигунів Київського міжнародного університету цивільної авіації. Заслужений діяч науки України, академік Аерокосмічної академії України, дійсний член Академії транспорту Росії, академік Міжнародної академії людини у аерокосмічних системах. Основні наукові інтереси торкаються льотної і технічної експлуатації повітряних суден, надійності авіаційної техніки і проблем ергономіки в цивільній авіації. Автор 280 публікацій, серед яких понад 30 монографій, підручників та учбових посібників.

**Andrei A. Komarov** (b. 1924) graduated from Kyiv International University of Civil Aviation (1952). Doctor of technical sciences, professor, well-earned figure of science of Ukraine, real member of academy of transport of Russia, academician of aerospace academy of Ukraine and academician of International academy of Person in aerospace systems. Manages a pulpit to technical usages of flying machines in Kyiv International University of Civil Aviation. Has 280 publications, amongst them more than 30 monographs, textbooks and scholastic allowances. Main scientific interests concern year and technical usages plane, aircraft technology (technicians) reliability and problems an ergonomic in civil aviation.



**Володимир Олександрович Василенко** (1955) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1979 році. Асистент кафедри технічної експлуатації літальних апаратів Київського міжнародного університету цивільної авіації. Галузь наукових інтересів – дослідження процесів технічного обслуговування повітряних суден методами математичного моделювання з використанням математичного апарату теорії розмитих множин. Автор 11 публікацій.

**Vladimir A. Vasilenko** (b. 1955) graduated from Kyiv International University of Civil Aviation (1979). Area of Scientific interests – a study of processes of technical maintenance of air courts by methods of mathematical modeling with using a mathematical device of theory opened (vague) ensembles. Author of 11 publications.



**Ринат Мартинович Салімов** (1956) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1979 році. Завідуючий науково-дослідною лабораторією “Забезпечення льотної придатності й ефективності використання повітряних суден” НДЛ-1 Київського міжнародного університету цивільної авіації. Автор 15 наукових публікацій із проблем державного регулювання авіатранспортної діяльності, збереження і підтримання льотної придатності повітряних суден, використання інформаційних технологій на авіаційному транспорті.

**Rinat M. Salimov** (b.1956) graduated from Kiev Institute of Civil Aviation Engineers (1979). Chief of research labs. “Provision year годности and efficiency of using the air courts” in Kyiv International University of Civil Aviation/ Author of 15 scientific publications on problems of government regulation an авиатранспортной activity, conservations and maintenances year годности air courts, using the information technologies on the aircraft transport.