

УДК 004.91

**А. Г. Додонов, Д. В. Ландэ, В. Г. Путятин, С. А. Куценко**

Институт проблем регистрации информации НАН Украины

ул. Н. Шпака, 2, 03113 Киев, Украина

## **Построение системы организационного управления авиационным комплексом**

*Рассмотрены вопросы организации структуры системы организационного управления авиационным комплексом. Приведено описание системы и информационного взаимодействия ее элементов в процессе функционирования.*

**Ключевые слова:** анализ, задача, система, структура, описание, функциональный комплекс.

Высокая интенсивность использования авиации различного назначения, трудности планирования ее применения и использования больших групп летательных аппаратов (ЛА) при решении поставленных перед ними задач определяют необходимость создания системы организационного управления авиационным комплексом (СОУ АК), предназначенной для управления действиями авиации, полетами ЛА, ближней навигацией и посадкой ЛА, инженерно-авиационным обеспечением (ИАО) и аэродромно-техническим обеспечением (АТО) полетов.

СОУ АК — это сложный функциональный комплекс (ФК), составные части которого можно рассматривать также как сложные ФК, закономерно объединённые в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанные между собой заданными отношениями. СОУ АК создается как система специального назначения и характеризуется как сложностью, так и повышенной ответственностью информационного обеспечения принятия решений, а также дополнительными требованиями к живучести — свойству системы адаптироваться к новой ситуации и противостоять любым воздействиям, выполняя свою целевую функцию за счет соответствующего изменения структуры и поведения системы, даже при серьезных повреждениях ее частей [1].

Основной метод исследования СОУ АК — математическое моделирование, в том числе имитация процессов ее функционирования на ЭВМ (компьютерный эксперимент). Для моделирования СОУ АК необходимо формализовать процессы ее функционирования, т.е. представить эти процессы в виде последовательности четко определяемых событий, явлений или процедур, и затем построить математическое описание сложной системы [2].

© А. Г. Додонов, Д. В. Ландэ, В. Г. Путятин, С. А. Куценко

В работе выполнен анализ структуры, функций и задач, выполняемых СОУ АК и входящих в ее состав частей (подсистем как функциональных комплексов), дано описание информационного взаимодействия ее элементов при функционировании.

### **Функциональная структура СОУ АК**

СОУ АК относятся к классу современных автоматизированных информационных систем, выполняющих свои функции посредством сбора, хранения и обработки информации на основе интеграции возможностей человека-пользователя, компьютеров, программных средств и средств связи. Они являются важнейшей неотъемлемой частью систем более высокого уровня, взаимодействуют с другими системами и управляют подчиненными.

Для СОУ АК характерен ряд особенностей:

— большое количество многофункциональных управляемых объектов (подсистем) различной природы и сложности и широкого назначения, что порождает интенсивные потоки информации, разнообразной и неоднородной по составу, назначению, способу кодирования и т.д.;

— широкий диапазон изменения состояний системы при сохранении структуры, высокие динамичность и темп изменения этих состояний;

— функционирование системы в реальном масштабе времени;

— функционирование системы в режиме живучести (как системы с переменной структурой);

— одновременное решение функционального комплекса задач;

— высокий уровень автоматизации задач, решаемых в процессе функционирования;

— принятие решений руководителями всех уровней в ограниченные сроки и при недостаточной информации об обстановке с высокой степенью риска.

Проведенный анализ функций управления СОУ АК показывает, что ряд функций, а соответственно и элементы управления, могут быть сгруппированы по определенным признакам. Для СОУ АК к таким, наиболее существенным признакам, можно отнести следующие:

— организация системы, т.е. наличие определенной структуры системы;

— наличие в системе разнообразных связей, различных по уровню, масштабам и назначению, обеспечивающих взаимодействие между элементами (подсистемами);

— целевое предназначение системы (для решения одной определенной задачи или комплекса различных задач);

— наличие процесса управления и соответствующей ему информации;

— сложность системы, определяемую числом элементов, подсистем и большим количеством связей как между элементами, так и между управляющей подсистемой и управляемыми подсистемами;

— динамичность протекающих в системе процессов.

При описании структуры и функционирования СОУ АК будем использовать следующую терминологию.

**Авиационная техника** — совокупность технических средств (ТС), состоящих на вооружении авиационных формирований и предназначенных для выполнения боевых, транспортных, учебных и других задач. АТ включает: ЛА; средства, обеспечивающие применение, техническое обслуживание (ТО) и ремонт техники, управление ею; учебно-тренировочные средства. Иногда настоящий термин употребляется в узком смысле: АТ — это совокупность авиационных ЛА с их оборудованием и вооружением.

**Авиационный комплекс** — совокупность совместно используемых ЛА (с их системами и оборудованием) и средств наземного управления, обслуживания и контроля индивидуального назначения. В отдельных случаях в состав АК могут входить также наземные и расположенные на других ЛА средства управления, наведения и целеуказания.

**Задача управления** — конечная цель, которую необходимо достигнуть. На любом уровне управления задача, в свою очередь, может состоять из ряда частных взаимосвязанных задач.

**ИАО и АТО полетов** — комплекс мероприятий, направленных на поддержание АТ, средств ее эксплуатации и ремонта в постоянной исправности и готовности к выполнению поставленных задач, достижение безотказности и высокой эффективности их применения, обеспечение требуемого уровня надежности [2].

**Иерархическая структура** — многоуровневая форма организации объектов со строгой соотнесенностью объектов нижнего уровня определенному объекту верхнего уровня.

**Подвижный (мобильный) аэродром** — технический комплекс, предназначенный для обеспечения взлета и посадки ЛА, а также для выполнения технологических операций по их предполетному и послеполетному обслуживанию [2].

**Процесс управления** — совокупность отдельных видов деятельности, направленных на обеспечение функционирования и развития системы в интересах достижения стоящих перед ней целей. В процессе управления решаются две задачи: тактическая, связанная с поддержанием устойчивости и взаимодействия всех элементов системы; стратегическая, обеспечивающая развитие и совершенствование системы, перевод ее в качественно иное состояние.

**Управленческое решение** — директивный акт целенаправленного воздействия на объект управления, основанный на анализе достоверных данных, характеризующих конкретную управленческую ситуацию, определение цели действий и содержащий программу достижения цели.

**Функциональный комплекс** — совокупность объектов (изделий), предназначенных для достижения единой цели, которые по функциям дополняют друг друга.

**Функциональная задача ФК** — задача, связанная с основным назначением функционирования соответствующего ФК или его части. Функциональные задачи каждого ФК могут быть условно подразделены на служебные задачи, т.е. ориентированные на внутрисистемные функции или операции, и пользовательские задачи, ориентированные на обслуживание пользователей ФК.

**Функция:** 1) действие, осуществляемое в рамках технологического процесса; 2) содержание действий, выполнение которых возлагается на элемент системы при заданных требованиях, условиях и ограничениях [3].

**Функция управления:** 1) обособленное направление управленческой деятельности; 2) некоторая группа, совокупность однородных и взаимосвязанных актов деятельности, приводящих к разрешению определенной задачи. К числу основных функций управления относятся: анализ, оценка, выработка и принятие управленческого решения, планирование, организация, стимулирование, контроль.

В составе функций СОУ АК условно выделены две группы функций управления:

- управление полетами;
- управление обеспечением полетов.

СОУ АК состоит из конечного числа ФК, каждый из которых, в свою очередь расчленен на конечное число более мелких ФК<sub>*i*</sub> и т.д., вплоть до получения ФК первого уровня, т.н. элементов сложной системы, которые либо объективно не подлежат расчленению на части, либо относительно их дальнейшей неделимости имеется соответствующая договоренность. Рассматриваемые ниже ФК, с одной стороны, сами являются сложной системой из нескольких элементов (подсистем низшего уровня), а с другой стороны — элементами системы высшего уровня.

Будем рассматривать процесс управления АК как совокупность процессов сбора данных о состоянии управляемых объектов, формирования потоков информации, ее накопления, передачи и обработки, синтеза управляющих воздействий.

В СОУ АК процесс управления включает ряд последовательных этапов, на каждом из которых решается определенная задача (выполняется функция) управления.

Общая функциональная схема управления авиационным комплексом представлена на рис. 1.

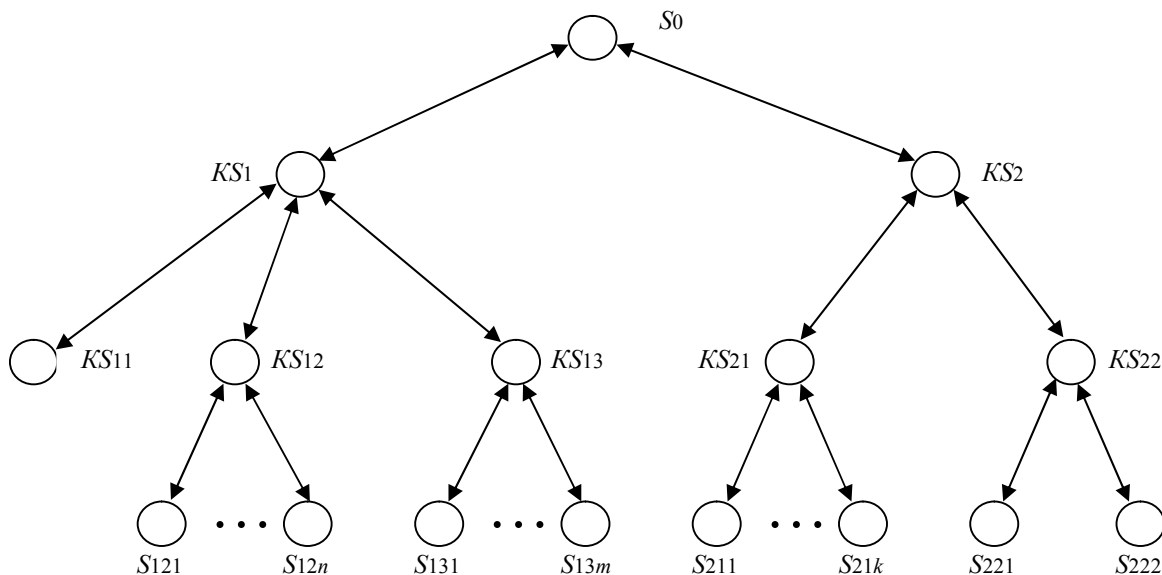


Рис. 1. Общая функциональная схема управления авиационным комплексом

Задача управления авиационным комплексом  $S_0$ :  $S_0 = \{KS_{11}, KS_{12}\}$ , включает в себя комплекс задач (группу функций) управления полетами  $KS_{11}$  и комплекс задач (группу функций) управления обеспечением полетов  $KS_{12}$ .

В группу функций «Управление полетами»  $KS_1$  входят управление: планированием действий авиации  $KS_{11}$ ; полетами в зоне подвижного аэродрома  $KS_{12}$ ; полетами в дальней зоне  $KS_{13}$ .

$$KS_1 = \{KS_{11}, KS_{12}, KS_{13}\},$$

$$KS_{12} = \{S_{121}, S_{122}, S_{123}, S_{124}, S_{125}, S_{126}, S_{127}\},$$

$$KS_{13} = \{S_{131}, S_{132}, S_{133}\}.$$

В функцию «Управление полетами в зоне подвижного аэродрома» входят: общее управление полетами  $S_{121}$ ; управление: штурманским обеспечением полетов ЛА в зоне подвижного аэродрома  $S_{122}$ ; взлетом  $S_{123}$ ; воздушным движением в зоне подвижного аэродрома  $S_{124}$ ; заводом на посадку  $S_{125}$ ; посадкой  $S_{126}$ ; управление движением по подвижному (мобильному) аэродрому  $S_{127}$ .

В функцию «Управление полетами в дальней зоне» входят управление: взаимодействующей авиацией  $S_{131}$ ; авиацией обеспечения  $S_{132}$ ; полетами и перелетами  $S_{133}$ .

В группу функций «Управление обеспечением полетов» входят управление:

$$KS_2 = \{KS_{21}, KS_{22}\},$$

$$KS_{21} = \{S_{211}, S_{212}, S_{213}, S_{214}, S_{215}, S_{216}\},$$

$$KS_{22} = \{S_{221}, S_{222}\},$$

$S_{211}$  — управление радиоэлектронной борьбой;  $S_{212}$  — управление связью;  $S_{213}$  — управление разведкой;  $S_{214}$  — управление гидрометеообеспечением;  $S_{215}$  — управление штурманским обеспечением;  $S_{216}$  — управление поисково-спасательными операциями.

В функцию «Управление техническим обеспечением полетов» входит комплекс задач управления техническим обеспечением полетов  $KS_{22}$ :  $S_{221}$  — управление ИАО;  $S_{222}$  — управление АТО.

Структура организационного управления АК в процессе выполнения задачи представлена на рис. 2. В состав функциональной структуры СОУ АК входят: ФК АК — пункт управления АК; ФК КДП — командно-диспетчерский пункт; ФК ИАО — пункт управления инженерно-авиационным обеспечением; ФК АТО — пункт управления аэродромно-техническим обеспечением.

Элементы СОУ АК функционируют не изолированно друг от друга, а во взаимодействии: свойства одного ФК в общем случае зависят от условий, определяемых поведением других ФК; свойства СОУ АК в целом определяются не только свойствами отдельных ФК, но и характером взаимодействия между ними.

ФК АК предназначен для управления авиационным комплексом в целом, а также для планирования и непрерывного централизованного управления подготовкой и ведением запланированных действий авиации. ФК АК выполняет следующие основные функции и задачи:

- поддержание постоянной высокой готовности подразделений и экипажей ЛА;
- сбор, обработку и анализ данных об обстановке, своих силах, условиях действий и прогнозирование возможных их изменений;
- своевременное принятие решения и постановку задач авиации;

- организацию и контроль подготовки АК к выполнению поставленных задач;
- организацию всех видов обеспечения;
- руководство полетами, перелетами и действиями авиации;
- постоянный контроль выполнения поставленных задач;
- анализ и обобщение результатов действий, а также проведение других мероприятий, потребность в которых может возникнуть в конкретно сложившейся обстановке;
- обеспечение полноценной работы персонала ФК АК, создание условий для эффективной организации их труда;
- осуществление взаимодействия: с информационным центром, с ФК КДП, другими пунктами и постами.

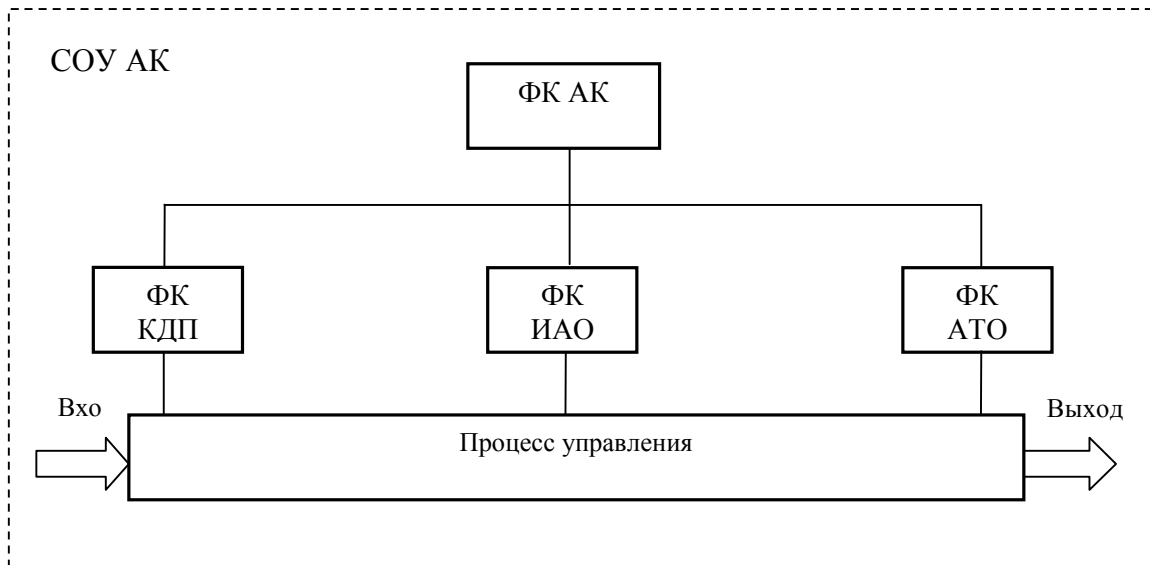


Рис. 2. Структура СОУ АК в процессе выполнения задачи

Функции и задачи ФК АК выполняются входящими в его состав и обеспечивающими процесс управления пунктами управления и постами по принадлежности (назначению).

ФК КДП осуществляет руководство полетами, ближней навигацией, взлетом и посадкой ЛА и выполняет следующие основные функции и задачи:

- руководство полетами авиации в зоне подвижного аэродрома;
- руководство взлетом и посадкой ЛА;
- обеспечение безопасности полетов в зоне подвижного аэродрома;
- организацию взаимодействия с ФК АК, ФК ИАО, ФК АТО и постами авиационного назначения;
- руководство работой постов ФК КДП;
- оповещение ЛА, находящихся в воздухе, о резких изменениях обстановки и погоды.

Функции и задачи ФК КДП выполняются входящими в его состав и обеспечивающими процесс управления пунктами управления и постами авиационного назначения.

ФК ИАО осуществляет руководство инженерно-авиационным обеспечением полетов. ИАО — это комплекс мероприятий, осуществляемый силами инженерно-технического состава и направленный на содержание авиационной техники, средств их эксплуатации и ремонта в постоянной исправности и готовности к выполнению поставленной задачи, достижение безотказности и высокой надежности их применения.

ФК ИАО выполняет следующие основные функции и задачи:

- организацию и руководство подготовкой ЛА к полетам;
- организацию и руководство регламентными, планово-профилактическими работами по периодическому техническому обслуживанию АТ, а также ремонтом АТ;
- учет, анализ и контроль состояния и готовности сил и средств ИАО.

Функции и задачи ФК ИАО выполняются входящими в его состав и обеспечивающими процесс управления пунктами управления и постами.

ФК АТО осуществляет руководство аэродромно-техническим обеспечением полетов. АТО — это комплекс мероприятий, предназначенный для обеспечения исправности и готовности всех видов авиационно-технических средств (АТС) к применению, снабжения ЛА необходимыми материальными средствами авиационного назначения в количестве, потребном для выполнения полетного задания.

ФК АТО выполняет следующие основные функции и задачи:

- организацию и руководство эксплуатацией и ремонтом авиационно-технических средств;
- организацию и руководство обеспечением горюче-смазочными материалами, энергией, специальными жидкостями и газами и другими материальными средствами авиационного назначения;
- организацию транспортировки ЛА по подвижному аэродрому;
- организацию и руководство АТО всех видов технического обслуживания АТ;
- учет, анализ и контроль состояния и готовности сил и средств АТО.

Функции и задачи ФК АТО выполняются входящими в его состав и обеспечивающими процесс управления пунктами управления и постами.

### **Функциональная структура управления техническим обеспечением полетов**

В соответствии с общей функциональной схемой управления авиационным комплексом в комплекс задач управления техническим обеспечением полетов входит комплекс задач управления ИАО полетов и комплекс задач АТО полетов. Решение этих задач обеспечивается двумя структурами: ФК ИАО и ФК АТО.

Особенности использования авиации на подвижном аэродроме, такие, как большое количество одновременно готовящихся к полетам ЛА, ограниченные возможности подвижного аэродрома по размещению пунктов управления авиацией и АТ, предъявляют повышенные требования к надежности, качеству и оперативности функционирования органов управления ИАО и АТО.

Наиболее сложным в управлении этими процессами является необходимость в кратчайшие сроки сбора, передачи и обработки больших объемов постоянно об-

новляющейся информации о наличии и состоянии АТ, средств и систем АТС, материальных средств авиационного назначения, сроках подготовки АТ к полетам, укомплектованности ИТС, ресурсе АТ, а также оперативный анализ и оценка обстановки, разработка оперативных и долгосрочных планов, принятие качественных и своевременных решений по корректировке планов.

Процесс управления ИАО и АТО состоит из ряда органически связанных между собой и циклически повторяющихся этапов:

- получения задачи;
- принятия решения на выполнение полученной задачи, предварительного распоряжения;
- планирования, составления плана выполнения задачи, плана реализации принятого решения на основе анализа данных о наличии и состоянии имеющихся ресурсов;
- организации функционирования системы управления, организации взаимодействия между ее структурными элементами;
- руководства в ходе выполнения задач;
- анализа сложившейся обстановки и контроля выполнения планов;
- принятия управленческих решений по корректировке планов и постановка задач исполнителям [2, 4].

Особенности процесса управления, характеризующегося наличием большого количества источников и потребителей информации, значительным объемом циркулирующих данных, критичностью времени для принятия решений обуславливает необходимость автоматизации процесса управления ИАО и АТО, которая позволит:

- получить необходимую и своевременную информацию и данные для принятия решений по организации и регулированию процессов ИАО и АТО;
- осуществить многовариантные расчеты и выбрать оптимальные решения;
- освободить ИТС от трудоемких работ и функций по составлению различных расчетов и документов [4].

Общая функциональная схема управления ИАО и АТО, как единым процессом технического обеспечения полетов, представлена на рис. 3.

Реализация функций управления обеспечивается решением следующих функциональных комплексов задач (ФКЗ):

$$\begin{aligned} \text{ФКЗ} &= \{\text{ФКЗ-1, ФКЗ-2, ФКЗ-3, ФКЗ-4, ФКЗ-5, ФКЗ-6, ФКЗ-7}\}, \\ \text{ФКЗ-1} &= \{S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{15}, S_{16}, S_{17}, S_{18}\}, \\ \text{ФКЗ-2} &= \{KS\ 21: S_{211}, S_{212}, S_{213}; KS\ 22: S_{221}, S_{222}, S_{223}; KS\ 23: S_{231}, S_{232}, S_{233}, S_{234}; \\ &\quad KS\ 24: S_{241}, S_{242}, S_{243}, S_{244}; KS\ 25: S_{251}, S_{252}, S_{253}, S_{254}\}, \\ \text{ФКЗ-3} &= \{S_{31}, S_{32}, S_{33}, S_{34}, S_{35}\}, \\ \text{ФКЗ-4} &= \{S_{41}, S_{42}, S_{43}, S_{44}\}, \\ \text{ФКЗ-5} &= \{S_{51}, S_{52}, S_{53}, S_{54}, S_{55}\}, \\ \text{ФКЗ-6} &= \{S_{61}, S_{62}\}, \\ \text{ФКЗ-7} &= \{S_{71}, S_{72}\}. \end{aligned}$$



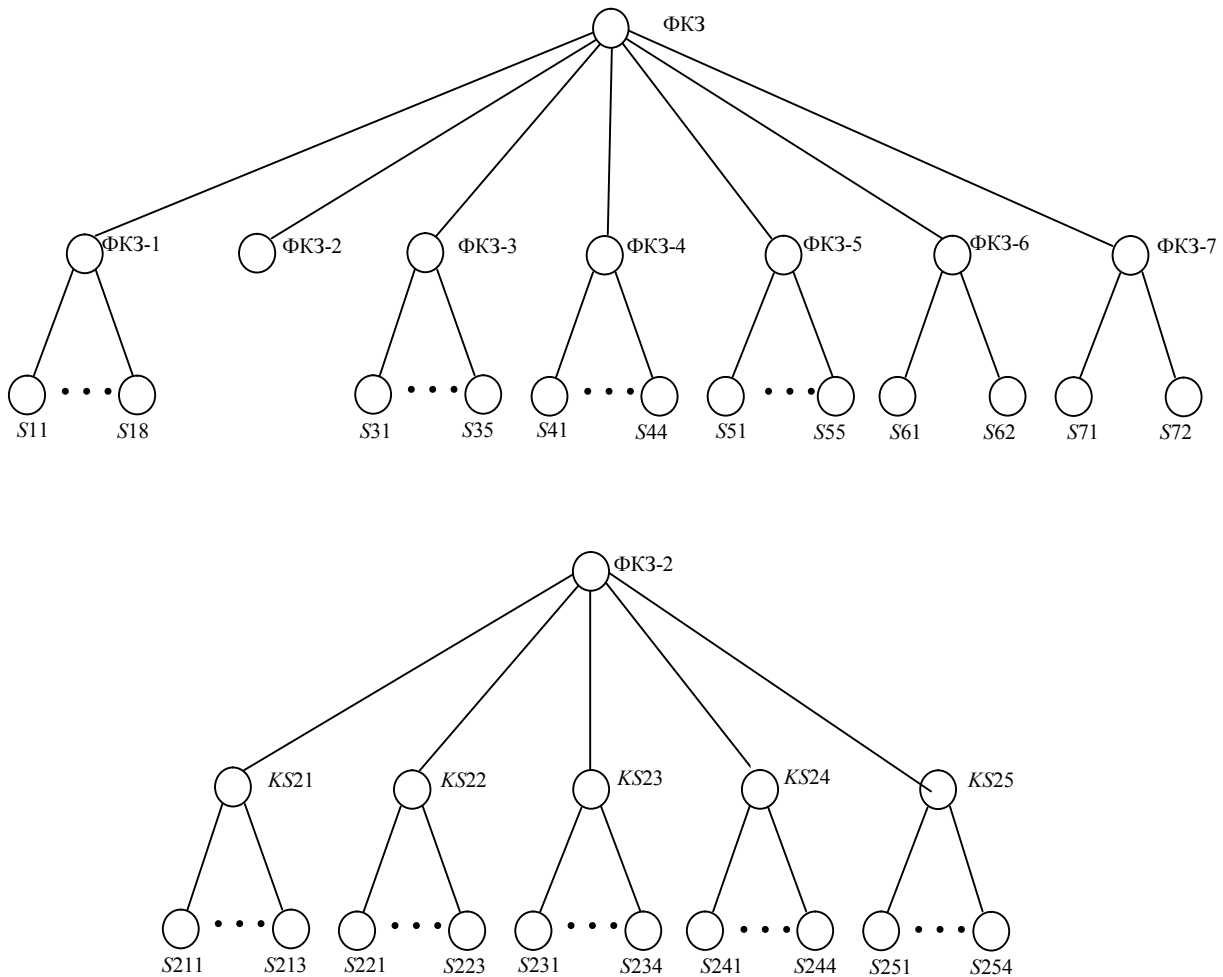


Рис. 3. Общая функциональная схема управления техническим обеспечением полетов

**ФКЗ-1 «Информационное обеспечение управления».** В состав ФКЗ-1 входят следующие задачи.

*Задача S<sub>11</sub>.* Ввод, редактирование, хранение, поиск и отображение информации о наличии и состоянии: АТ (ЛА, АД, авиационного оборудования, радиоэлектронного оборудования); личного состава ФК ИАО.

*Задача S<sub>12</sub>.* Ввод, редактирование, хранение, поиск и отображение: типовых технологий ТО ЛА; планов и планов-графиков ТО ЛА.

*Задача S<sub>13</sub>.* Ввод, редактирование, хранение, поиск и отображение информации о наличии и состоянии: АТС; личного состава ФК АТО.

*Задача S<sub>14</sub>.* Ввод, редактирование, хранение, поиск и отображение информации о наличии и состоянии материальных средств авиационного назначения.

*Задача S<sub>15</sub>.* Ввод, редактирование, хранение, поиск и отображение информации о состоянии: технических позиций; постов авиационного назначения.

*Задача S<sub>16</sub>.* Ввод, редактирование, хранение, поиск и отображение информации о документах по вопросам ИАО и АТО.

*Задача  $S_{17}$ .* Прием, отображение, хранение и поиск данных о местоположении ЛА на подвижном аэродроме.

*Задача  $S_{18}$ .* Ввод, редактирование, хранение, поиск и отображение информации о летных происшествиях и предпосылках к ним.

**ФКЗ-2 «Планирование».** В состав ФКЗ-2 входят  $KS_{2i}$ :  $i = 1, \dots, 5$ .

*Комплекс задач KS 21 «Подготовка предложений по формированию Плановой Таблицы полетов»* в составе задач:  $S_{211}$  — Формирование справки-доклада руководителю АК;  $S_{212}$  — Проверка возможности выполнения и корректировка Плановой таблицы полетов АГ;  $S_{213}$  — Подготовка предложений по АТ, выделяемой на полеты (планирование АТ, участвующей в полетах).

*Комплекс задач KS 22 «Планирование ИАО на летную смену»* в составе задач:  $S_{221}$  — планирование по личному составу ФК ИАО на летную смену;  $S_{222}$  — планирование ТО АТ по всем видам подготовок в летную смену;  $S_{223}$  — планирование расстановки и движения ЛА в летную смену на подвижном аэродроме.

*Комплекс задач KS 23 «Планирование АТО на летную смену»* в составе задач планирования:  $S_{231}$  — планирование по АТС;  $S_{232}$  — планирование по личному составу ФК АТО в летную смену;  $S_{233}$  — планирование по расходуемым материальным средствам авиационного назначения;  $S_{234}$  — планирование работ ФК АТО по обеспечению полетов в летную смену.

*Комплекс задач KS 24 «Планирование повседневной деятельности по ИАО»* в составе задач планирования:

$S_{241}$  — планирование по АТ;  $S_{242}$  — планирование по личному составу ФК ИАО;  $S_{243}$  — планирование по ТО АТ.

*Комплекс задач KS 25 «Планирование повседневной деятельности по АТО»* в составе задач планирования:

$S_{251}$  — планирование по АТС;  $S_{252}$  — планирование по личному составу ФК АТО;  $S_{253}$  — планирование по расходуемым материальным средствам авиационного назначения;  $S_{254}$  — планирование работ по периодическому обслуживанию АТС.

**ФКЗ-3 «Инженерно-оперативные расчеты в интересах планирования ИАО».** В состав ФКЗ-3 входят задачи:

*Задача  $S_{31}$ .* Расчет времени подготовки группы ЛА к полетам.

*Задача  $S_{32}$ .* Расчет остатка ресурса АТ авиагруппы.

*Задача  $S_{33}$ .* Расчет массы взлетающих и совершающих посадку ЛА.

*Задача  $S_{34}$ .* Прогнозируемые потери ЛА. Возможности по восстановлению и пополнению авиапарка.

*Задача  $S_{35}$ .* Прогнозируемые потребности и расход материальных средств авиационного назначения.

**ФКЗ-4 «Контроль».** В состав ФКЗ-4 входят задачи:

*Задача  $S_{41}$ .* Контроль выполнения планов ИАО полетов.

*Задача  $S_{42}$ .* Контроль выполнения планов АТО полетов.

*Задача  $S_{43}$ .* Контроль выполнения планов ИАО при повседневной деятельности.

*Задача  $S_{44}$ .* Контроль выполнения планов АТО при повседневной деятельности.

**ФКЗ-5 «Оперативное управление».** В состав ФКЗ-5 входят задачи:

*Задача S<sub>51</sub>*. Доклады о готовности личного состава ФК ИАО к решению поставленных задач.

*Задача S<sub>52</sub>*. Доклады о готовности личного состава ФК АТО к решению поставленных задач.

*Задача S<sub>53</sub>*. Доклады о готовности АТС к обеспечению полетов.

*Задача S<sub>54</sub>*. Приказы, распоряжения, формализованные команды и оповещения от вышестоящих к нижестоящим уровням управления ФК ИАО и ФК АТО.

*Задача S<sub>55</sub>*. Оперативная корректировка планов ИАО и АТО полетов в зависимости от сложившейся обстановки в воздухе и на подвижном аэродроме.

**ФКЗ-6 «Документирование»**. В состав ФКЗ-6 входят задачи:

*Задача S<sub>61</sub>*. Формуляр ЛА.

*Задача S<sub>62</sub>*. Карточка учета неисправностей ЛА.

**ФКЗ-7 «Графическая визуализация»**. В состав ФКЗ-7 входят задачи:

*Задача S<sub>71</sub>*. Отображение перемещений и состояния ЛА на подвижном аэродроме.

*Задача S<sub>72</sub>*. Отображение расположения и состояния основных систем АТС на подвижном аэродроме.

1. *Структура управления ФК ИАО*.

В структуре управления ФК ИАО выделено четыре уровня управления.

*I уровень*: управление ФК ИАО в целом. На этом уровне решаются стратегические задачи управления ИАО:

— анализ и оценка обобщенных данных по состоянию ИАО;

— планирование и контроль выполнения планов ФК ИАО;

— прогнозирование состояния и потребности в АТ, силах и средствах ФК ИАО;

— взаимодействие с руководством АК и руководством ФК АТО;

— разработка документов по организации и проведению ИАО;

— организация и контроль ведения установленных учета и отчетности ФК ИАО.

*II уровень*: управление ИАО авиаэскадрильи (АЭ), группами средств объективного контроля (СОК) и средствами аварийного покидания самолета (САПС).

Звенья второго уровня управляют ИАО в своих эскадрильях (учет и анализ данных по наличию и состоянию АТ в АЭ, личному составу ИАО АЭ; разработка и контроль выполнения планов ИАО АЭ; ведение отчетности; контроль правильности и своевременности ведения документации по ИАО АЭ).

*III уровень*: управление ИАО отряда (звена), управление группами технического обслуживания. На этом уровне осуществляется управление ИАО отряда (звена). Ведется учет АТ, сил и средств ИАО отряда (звена), анализируются данные о состоянии сил, средств ИАО и АТ отряда (звена), организуется и контролируется выполнение технического обслуживания АТ отряда (звена), ведется установленная документация. Сюда же можно отнести управление группами технического обслуживания АТ (по специальности) и управление группами регламентных работ и ремонта АТ.

*IV уровень*: управление расчетами технического обслуживания. На этом, нижнем, уровне, осуществляется непосредственное руководство личным составом, выполняющим работы по ТО АТ.

## 2. Структура управления ФК АТО.

В структуре управления ФК АТО выделены следующие уровни управления.

*I уровень:* управление всем ФК АТО АК. На этом уровне решаются стратегические задачи управления АТО:

- анализ и оценки обобщенных данных по состоянию АТО полетов;
- планирование и контроль выполнения планов ФК АТО;
- прогнозирование состояния и потребности в силах и средствах АТО;
- взаимодействие с руководством АК и руководством ФК ИАО;
- разработка документов по организации и проведению АТО полетов;
- организация и контроль ведения установленных учета и отчетности ФК АТО.

*II уровень:* управление дивизионами АТО. Осуществляется управление дивизионами АТО — структурными подразделениями ФК АТО, предназначенными для технического обслуживания определенных групп АТС, подготовки и подачи материальных средств авиационного назначения к ЛА, обеспечения взлета и посадки ЛА.

На этом уровне выполняются функции по учету и анализу состояния сил и средств каждого дивизиона АТО, количества и качества выполненных дивизионом работ, разработки планов, контроля их выполнения, организации и руководства деятельностью личного состава дивизиона, ведения установленной документации и передачи информации по каждому дивизиону на верхний уровень.

*III уровень:* управление расчетами ФК АТО. Непосредственными исполнителями работ по МТО полетов являются расчеты ФК АТО, входящие в состав дивизионов. На этом уровне выполняются функции организации и руководства выполнением разработанных планов, контроля, ведения документации — по каждому расчету ФК АТО.

## **Формализация описания информационного взаимодействия элементов АК в процессе его функционирования**

Рассмотрение данного вопроса проведем, исходя из системного анализа структурно-функциональной организации ФК АК в целом и структурно-функциональных единиц (элементов, компонент) ФК ИАО и ФК АТО, обеспечивающих реализацию соответствующих групп функций предметной области.

1. *Общие сведения об информационном взаимодействии при повседневной деятельности и при проведении полетов.*

Информационное взаимодействие при повседневной деятельности и при проведении полетов представляет собой потоки информации и включает данные, полученные в результате:

- сбора, обработки, анализа и обобщения сведений, содержащихся в докладах и донесениях подчиненных;
- анализа и оценки сведений, поступающих от вышестоящих и взаимодействующих органов управления;
- разработки и представления донесений, докладов и отчетов в вышестоящие органы управления;
- обмена информацией между органами и пунктами управления и внутри их.

Информационное взаимодействие при проведении полетов организовано в соответствии с требованиями документов, определяющих организацию полетов и деятельность АК.

Информационное взаимодействие характеризуется управляющими  $U_p$  и информационными  $I_p$  потоками информации. К управляющим потокам  $U_p = \{U_{p1}, U_{p2}, \dots, U_{pn}\}$ ,  $n = 1:N$ , относится информация, содержащая команды, распоряжения, указания, поступающая сверху вниз  $U_{p\downarrow}$ , от высших уровней управления к низшим. К информационным потокам  $I_p = \{I_{p1}, I_{p2}, \dots, I_{pt}\}$ ,  $t = 1:M$ , относится информация  $I_{p\uparrow}$ , поступающая наверх, от исполнителей к органам управления в виде докладов и донесений, а также информация  $I_{pc\uparrow}$ , поступающая от других составных частей СОУ АК.

Управляющие и информационные потоки, возникающие при проведении полетов, разделяются на управляющие и информационные потоки до начала полетов, во время полетов и после полетов.

## 2. Формализованное описание информационного взаимодействия элементов ФК ИАО в процессе его функционирования.

Связи между структурными элементами ФК ИАО, возникающие в процессе ИАО, определяются организационной структурой ФК ИАО и выполняемыми функциями.

Информация в виде докладов  $I_{di\uparrow}$ ,  $i = 1:N$ , от должностных лиц нижних уровней ФК ИАО поступает на верхние, где обобщается, анализируется и используется для разработки планов и принятия решений. С верхних уровней ФК ИАО поступает управляющая информация  $U_{p\downarrow} = \{U_{p1}, \dots, U_{pn}\}$ ,  $n = 1:M$  — команды, приказы, распоряжения, указания.

При повседневной деятельности ФК ИАО, в дни, когда не выполняются полеты, при проведении периодического и непланового технического обслуживания АТ, а также при проведении занятий и тренажей по технической подготовке, взаимодействие между структурными элементами ФК ИАО осуществляется по вопросам организации и проведения всех видов профилактического ТО АТ, повышения классной квалификации личного состава ФК ИАО и т.д.

При выполнении оперативного технического обслуживания АТ в летную смену характер взаимодействия между структурными элементами ФК ИАО определяется технологией процесса подготовки АТ к полетам. Анализ связей между структурными элементами ФК ИАО показывает, что максимальные информационные нагрузки на должностных лиц ФК ИАО приходятся именно на период проведения оперативного технического обслуживания ЛА. Наибольшее влияние на интенсивность потоков информации оказывают количество подготавливаемых ЛА, вариант загрузки и необходимость его изменения, появление сбоев при выполнении планов подготовки, обнаружение неисправностей ЛА и др. нештатные ситуации.

На рис. 4 представлена информационная модель взаимодействия ФК ИАО в летную смену, где: 1 — дежурный инженер полетов; 2 — руководитель ФК АК; 3 — старшие инженеры (инженеры) по специальности; 4 — руководитель ФК ИАО; 5 — группа объективного контроля; 6 — дежурный инженер ИАО на стартовой позиции; 7 — руководитель полетов / помощник руководителя полетов; 8 — начальник группы технического обслуживания; 9 — старший инженер полетов; 10

— старший расчета; 11 — руководитель ИАО АЭ; 12 — дежурный инженер ИАО по парковой зоне; 13 — руководитель ИАО звена (отряда); 14 — техник ЛА; 15 — летчик.

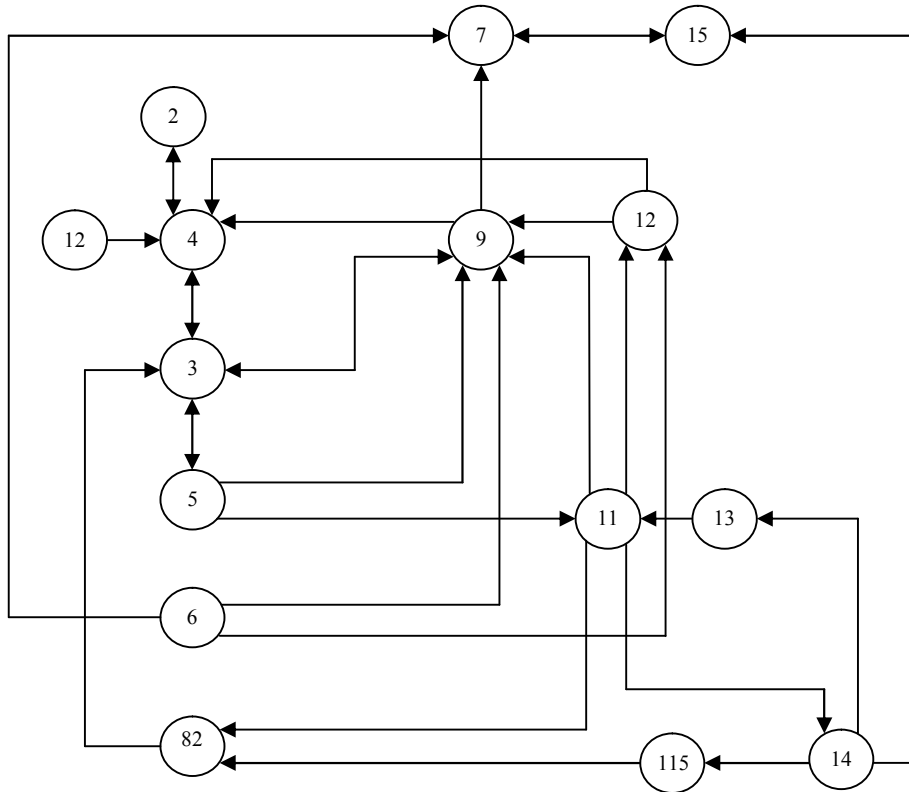


Рис. 4. Информационная модель взаимодействия ФК ИАО в летную смену

Информационные и управляющие связи компонент ФК ИАО, представленные на рис. 4, опишем с помощью множеств:  $X_j, j \in I = \{1:15\}$ ,  $\{X_1 : X_2\} = \{4\}$ ,  $X_3 = \{4,5,8,9\}$ ,  $X_4 = \{1:3,9,12\}$ ,  $X_5 = \{3,9,11\}$ ,  $X_6 = \{7,9,12\}$ ,  $X_7 = \{6,9,15\}$ ,  $X_8 = \{3,10,11\}$ ,  $X_9 = \{3:7,11,12\}$ ;  $X_{10} = \{8,14\}$ ,  $X_{11} = \{5,8,9,13,14\}$ ,  $X_{12} = \{4,6,9,12\}$ ,  $X_{13} = \{11,14\}$ ,  $X_{14} = \{10,11,13,15\}$ ,  $X_{15} = \{7,14\}$ .

Компоненты (элементы) ФК ИАО функционально и информационно связаны между собой, а также с компонентами взаимодействующих ФК; обмениваются информацией, определяемой конкретным технологическим процессом и типовыми инструкциями каждого должностного лица.

3. *Формализованное описание информационного взаимодействия элементов ФК АТО в процессе его функционирования.* Связи между структурными элементами ФК АТО, возникающие в процессе МТО, определяются организационной структурой ФК АТО и выполняемыми функциями.

Информация в виде докладов от должностных лиц нижних уровней ФК АТО поступает на верхние, где обобщается, анализируется и используется для разра-

ботки планов и принятия решений. С верхних уровней ФК АТО поступает управляющая информация — команды, приказы, распоряжения, указания.

При повседневной деятельности ФК АТО, в дни, когда не выполняются полеты, при проведении периодического и непланового технического обслуживания АТС, а также при проведении занятий и тренажей по технической подготовке личного состава ФК АТО, взаимодействие между структурными элементами ФК АТО осуществляется по вопросам организации и проведения профилактического технического обслуживания АТС, обеспечения проведения профилактического технического обслуживания АТ, повышения классной квалификации личного состава ФК АТО и т.д.

При выполнении работ по АТО полетов в летную смену характер взаимодействия между структурными элементами ФК АТО определяется технологией процесса подготовки АТС к обеспечению полетов, а также технологией процесса подготовки АТ к полетам.

Анализ связей между структурными элементами ФК АТО показывает, что максимальные информационные нагрузки на должностных лиц ФК АТО приходятся на период АТО процесса оперативного технического обслуживания ЛА в летную смену.

Наибольшее влияние на интенсивность потоков информации оказывают количество подготавливаемых ЛА, вариант полезной нагрузки и необходимость его изменения, а также количество и состояние АТС, задействованных при обеспечении полетов, взлета и посадки ЛА.

Информационная модель взаимодействия ФК АТО в летную смену представлена на рис. 5, где: 1 — руководитель ФК АК; 2 — руководитель ФК АТО; 3 — старший инженер ФК АТО; 4 — командиры дивизионов; 5 — инженеры дивизионов; 8 — оператор обслуживания посадочных устройств; 15 — руководитель полетов/помощник руководителя полетов; 16 — дежурный ИАО по стартовым позициям; 17 — летчик; 18 — оператор управления взлетом; 19 — оператор управления оптической системой посадки; 22 — дежурный инженер полетов; 23 — дежурный ИАО по парковой зоне; 24 — дежурный АТО по аэродрому; 25 — дежурный АТО по ангару; 6, 7, 9–14, 20, 21, 26–30 — начальники расчетов, обслуживающих различные группы АТС.

Информационные и управляющие связи компонент ФК АТО, представленные на рис. 5, опишем с помощью множеств:  $X_j, j \in I = \{B, X_1 : X_{30}\}$ ,  $X_1 = \{B, 2\}$ ,  $X_2 = \{1, 3, 4, 10, 32\}$ ,  $X_3 = \{4, 5\}$ ,  $X_4 = \{5 - 7, 9 - 11, 19\}$ ,  $\{X_5 : X_7\} = \{4, 5, 22, 24\}$ ,  $X_8 = \{4, 15\}$ ,  $\{X_9 : X_{11}\} = \{4, 5\}$ ,  $\{X_{12} : X_{13}\} = \{5, 25\}$ ,  $X_{14} = \{4, 24\}$ ,  $X_{15} = \{8, 16, 18, 19, 22\}$ ,  $X_{16} = \{15, 16\}$ ,  $X_{17} = \{15, 18\}$ ,  $X_{18} = \{4, 15 : 17, 22\}$ ,  $X_{19} = \{4, 15\}$ ,  $\{X_{20} : X_{21}\} = \{5, 22\}$ ,  $X_{22} = \{2, 5 : 7, 15, 20, 21, 23 : 25\}$ ,  $X_{23} = \{22, 24\}$ ,  $X_{25} = \{12, 13, 22, 26 : 30\}$ ,  $\{X_{26} : X_{30}\} = \{5, 24, 25\}$ .

Компоненты (элементы) ФК АТО функционально и информационно связаны между собой, а также с компонентами взаимодействующих ФК; обмениваются информацией, определяемой конкретным технологическим процессом и типовыми инструкциями каждого должностного лица.

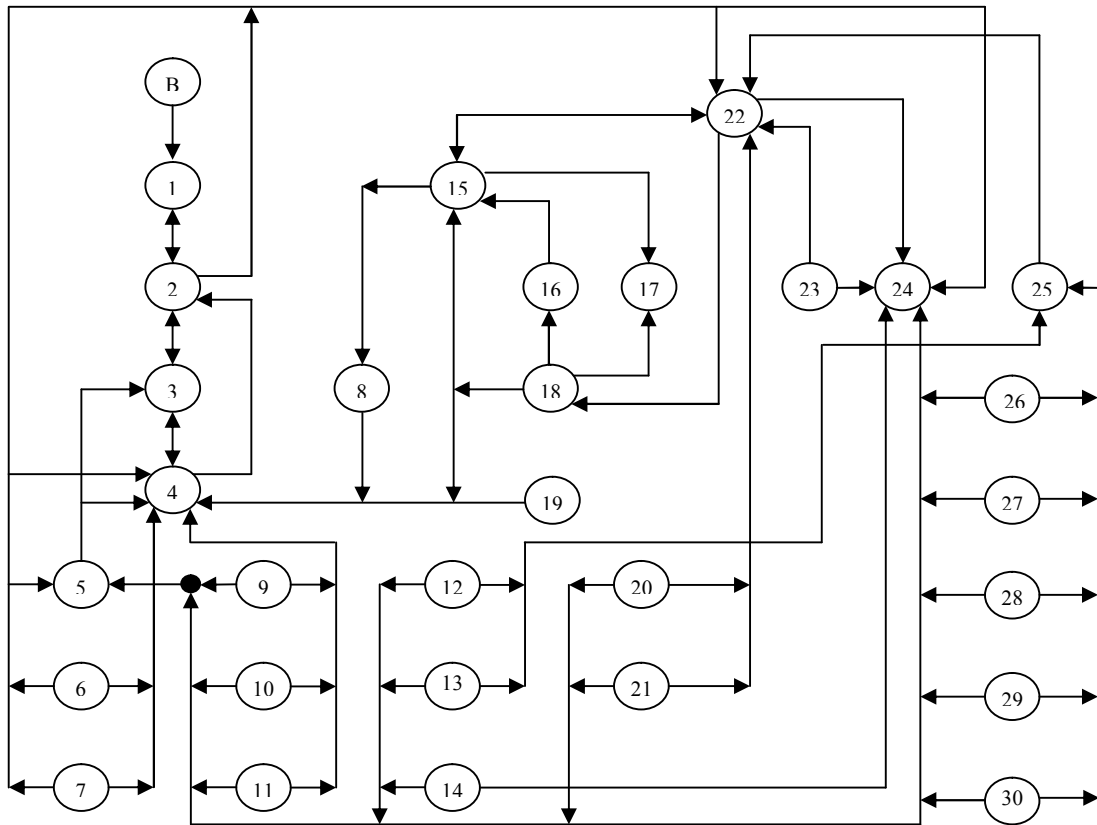


Рис. 5. Информационная модель взаимодействия ФК АТО в летную смену

В результате анализа структуры СОУ АК получена общая функциональная схема управления АК, раскрыто содержание задачи управления АК. Показано, что ее решение требует реализации комплекса задач (группы функций) управления полетами и комплекса задач (группы функций) управления обеспечением полетов. Приведена и описана структура управления АК во время выполнения задачи. Дано формализованное описание информационного взаимодействия элементов ФК АК в процессе его функционирования.

1. Додонов А.Г. Живучесть информационных систем / А.Г. Додонов, Д.В. Ландэ. — К.: Наук. думка, 2011. — 256 с.
2. Додонов А.Г. Методы принятия решений в автоматизированной системе управления предполетной подготовкой летательных аппаратов / А.Г. Додонов, А.Е. Литвиненко, М.Г. Луцкий. — К.: НАУ, 2011. — 340 с.
3. Компьютерные информационно-аналитические системы. Толковый словарь / А.Г. Додонов, С.Р. Коженевский, Д.В. Ландэ, В.Г. Путятин. — К.: Феникс; ИПРИ НАН Украины, 2013. — 554 с.
4. Голубков Е.П. Технология принятия управленческих решений / Е.П. Голубков. — М.: ИГ «ДИС», 2005. — 544 с.

Поступила в редакцию 11.02.2014