

ОБОСНОВАНИЕ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА КОНФЛИКТНО-УСТОЙЧИВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ

Головченко Е.В., Мицтров Л.Е.

(ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж)

evvigo@mail.ru, mistrov_le@mail.ru

В статье представлена функциональная модель объединения гражданской авиации (авиационного объединения), учитывающая возможные направления информационного обмена. Показана зависимость конфликтной устойчивости функциональной системы от устойчивости информационной системы и качества инфокоммуникационной сети. Сформулирована задача синтеза конфликтно-устойчивой информационной системы авиационного объединения.

Ключевые слова: авиационное объединение, информационная система, инфокоммуникационная сеть, взаимодействие элементов системы, конфликтная устойчивость.

1. Введение

Рост количества воздушных перевозок, расширение их географии, количества услуг, предоставляемых авиационными предприятиями, усложнение их внутренней структуры, а также увеличение разнородных связей между ними требует соответствующих темпов развития способов обеспечения целевых показателей эффективности. К таким показателям можно отнести группу финансовых показателей (выручка, чистая прибыль и др.), а также операционных показателей (пассажиропоток, пассажирооборот, занятость кресел и др.). Достижение целевых показателей эффективности авиационных предприятий ограничивается довольно

жесткими требованиями к условиям функционирования и формам применения авиационных комплексов. Наиболее жесткие ограничения лежат в области обеспечения транспортной безопасности, безопасности полетов и охраны окружающей среды.

Все это обуславливает серьезные конкурентные отношения не только между авиационными предприятиями и их элементами, но между другими видами транспорта. Это, в первую очередь, существенно повышает значимость принимаемых органами управления предприятий решений, а во-вторых, значительно сокращает сроки принятия таких решений.

В связи с этим, создание и функционирование авиационных предприятий как сложных организационно-технических систем предполагает использование адекватных аналитических и имитационных моделей, способных учитывать сложное многообразие форм и способов конфликтных взаимодействий между элементами авиационного предприятия и внешними организационно-техническими системами. Учитывая, что любое конфликтное взаимодействие содержит в первую очередь информационное взаимодействие, как конструктивного, так и деструктивного характера, то оценка степени влияния информационного взаимодействия на результат функционирования является важной задачей.

Поэтому целью статьи является выявление связи между конфликтной устойчивостью информационной системы (инфокоммуникационной сети) и эффективностью функционирования авиационной организационно-технической системы, а также формулирование задачи синтеза конфликтно-устойчивой информационной системы.

2. Функциональная модель авиационного объединения как сложной организационно-технической системы

В аспекте целевого применения авиационного объединения основной целью его функционирования является извлечение прибыли за счет осуществления различного рода авиационных перевозок. На уровне обоснования его облика (состава, свойств и их

характеристик, структуры и т.п.) цель определяется внешними условиями складывающейся обстановки и может состоять, например, в желании войти десятку крупнейших авиаперевозчиков по объему пассажиропотока.

Структурно авиационное объединение (см. рис. 1) включает центральный орган управления объединения в составе собрания акционеров, совета директоров и аппарата генерального директора, основные авиакомпании и обеспечивающие компании.

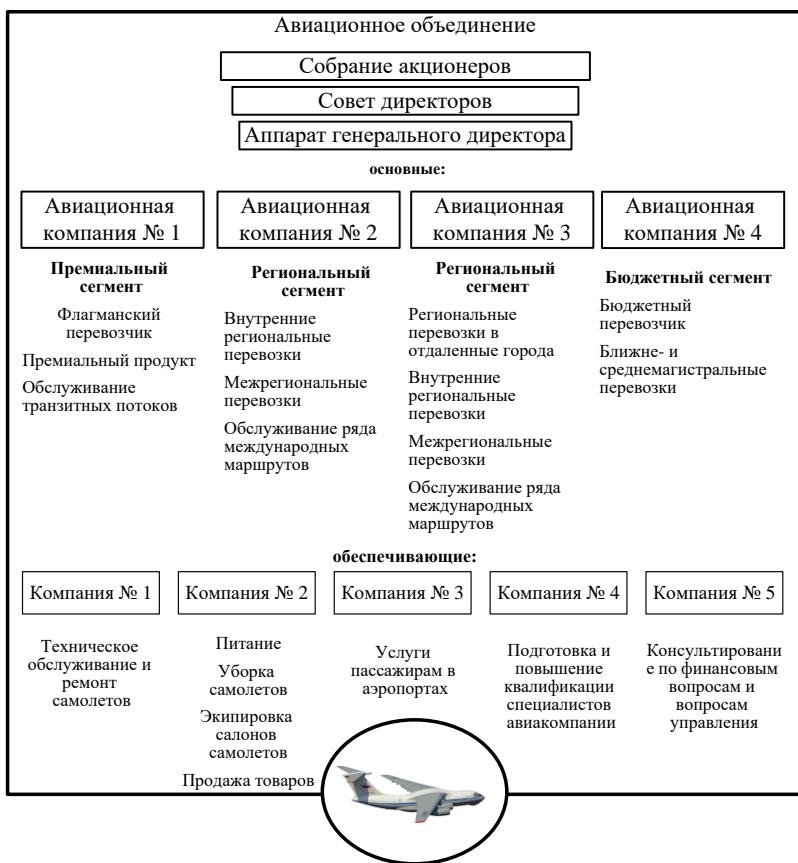


Рис. 1. Структура авиационного объединения

Исходя из функционального предназначения, структуру авиационного объединения можно условно представить в виде взаимосвязанных основных и обеспечивающих предприятий. Функционирование основных предприятий, к которым относятся авиакомпании, непосредственно направлено на достижение целей за счет потребления имеющихся ресурсов. Обеспекивающие предприятия предназначены для создания условий максимальной реализации потенциальных возможностей основными предприятиями – авиакомпаниями.

Как следует из рис. 1, целью одной из авиакомпаний является предоставление высококачественных услуг по перевозке пассажиров и грузов, как по международным, так и внутренним маршрутам, охватывая территорию всей страны. Две другие авиакомпании осуществляют предоставление услуг по перевозке пассажиров и грузов, в основном, по внутренним маршрутам, разделяя свои сферы влияния по географическому признаку. Еще одна авиакомпания является лоукостером и осуществляет целевое предоставление бюджетных услуг за счет существенного снижения эксплуатационных расходов.

Каждая из авиакомпаний функционирует в рамках централизованного управления в интересах реализации частных целей, вытекающих из целей функционирования авиационного объединения. Такими целями являются, например, достижение заданного объема пассажиропотока на внутренних авиалиниях, либо на внешних авиалиниях, развитие маршрутной сети или другими.

Таким образом, авиационное объединение имеет собственную цель функционирования, на достижение которой направлено функционирование основных ее структурных подразделений (предприятий), находящихся под единым административным управлением. В связи с этим, авиационное объединение является функциональной организационно-технической системой (ФС), а ее элементами (организационно-техническими системами, ОТС) являются основные и обеспечивающие предприятия.

Целью применения обеспечивающих элементов (подсистемы управления, информационного, материально-технического, метеорологического, авиационно-технического и других

видов обеспечения) является обеспечение нормального функционирования основных элементов (авиакомпаний). Основное предназначение обеспечивающих систем заключается в формировании (преобразовании) и распределении соответствующих видов ресурсов, к основным из которых относят информационные, материальные, энергетические и другие ресурсы. Наиболее важные обеспечивающие элементы, вклад которых в достижение целей авиационного объединения существенен, выделены в компании – обеспечивающие ОТС.

Достижение целей функционирования авиационного объединения осуществляется путем применения авиационных комплексов, под которыми понимаются воздушные суда с обеспечивающими системами, бортового оборудования и наземными средствами обеспечения функционирования [1].

В ходе функционирования элементы авиационного объединения взаимодействуют между собой, с внешней средой (органами государственной власти, финансовыми, правовыми регуляторами, поставщиками аэронавигационного обслуживания и др.), а также с конкурирующими авиационными объединениями. При этом взаимодействие может носить различный характер от сотрудничества до антагонистического конфликта.

Наиболее сложным и ответственным этапом функционирования авиационного объединения и авиакомпаний является непосредственное выполнение задач в воздухе экипажами воздушных судов. Именно на этом этапе в полном объеме проявляется целенаправленность функционирования ОТС и их элементов, и именно на обеспечение этого этапа направлена деятельность всех остальных систем. В связи с чем конфликтность взаимодействия между подразделениями авиационного объединения, с другими авиационными предприятиями является наиболее важным фактором, влияющим на достижение целей функционирования. Наиболее важной формой взаимодействия между вышеуказанными элементами является информационное взаимодействие, осуществляемое путем обмена информацией в рамках обслуживания воздушного движения, к которому относят [1]:

диспетчерское (районное, подхода, аэродромное) обслуживание, предназначенное для предотвращения столкновений между воздушными судами; предотвращения столкновений воздушных судов, находящихся на площади маневрирования, с препятствиями на этой площади; ускорения и поддержания упорядоченного потока воздушного движения;

полетно-информационное обслуживание, предназначенное для предоставления консультаций и информации, необходимых для обеспечения безопасного и эффективного производства полетов;

аварийное оповещение, предназначенное для своевременного уведомления соответствующих организаций о воздушных судах, нуждающихся в помощи поисково-спасательных служб, и оказание таким организациям необходимого содействия.

Обслуживание воздушного движения осуществляется с использованием каналов связи различного рода и вида – речевого обмена и передачи данных в диапазонах ОВЧ и ДКМВ, а также с использованием линий спутниковой связи (см. рис. 2).

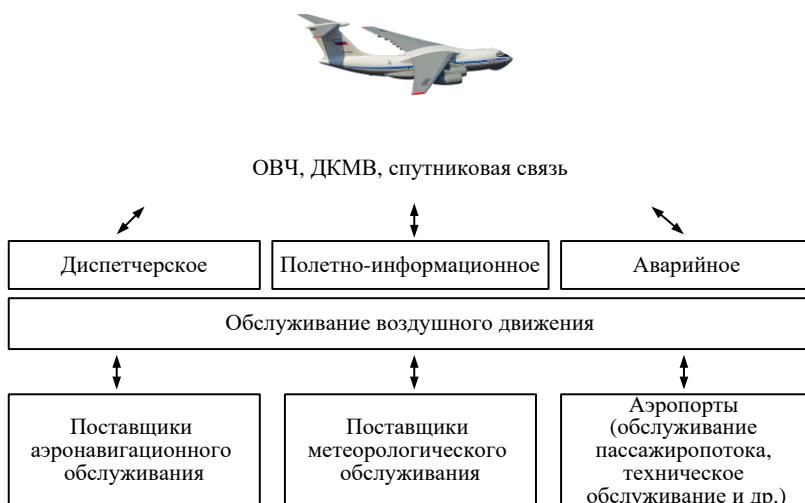


Рис. 2 – Структура обслуживания воздушного движения

При этом для экипажей воздушных судов и бортовых систем основными источниками информации могут быть поставщики аэронавигационного обслуживания, поставщики метеорологической информации, авиакомпании, а также аэропортовые службы. Напротив, бортовые системы и экипаж воздушных судов являются источником информации для органов управления авиационных и обеспечивающих компаний, а также их подразделений.

В целом, следует отметить, что авиакомпаниям одного и того же объединения не мешает конкурировать на отдельных авиалиниях. Такую конкуренцию в целях авиакомпаний одного объединения можно отнести к внутренней конкуренции, обуславливающей внутрисистемный конфликт. К внешней конкуренции следует отнести конкуренцию авиакомпаний объединения с другими авиационными объединениями.

Таким образом, тенденции развития авиационного транспорта, а также специфика структуры и особенностей функционирования авиационного объединения требует постоянного совершенствования их аналитических и имитационных моделей, позволяющих повысить эффективность их функционирования. Одним из требований таких моделей является наличие возможности учитывать информационные процессы конфликтного взаимодействия составляющих элементов авиационного объединения, включая процессы обмена информацией.

3. Модель конфликтного взаимодействия информационных систем авиационного объединения

Исходя из вышеизложенного, авиационное объединение, представим в виде сложной функциональной организационно-технической систем (функциональной системы) [3, 4], содержащей следующие взаимодействующие элементы (см. рис. 3):

- центрального органа управления;
- совокупности организационно-технических систем;
- потоков энергии, вещества и информации, обеспечивающих взаимодействие вышенназванных элементов.

Состояние такой системы будет характеризоваться упорядоченным множеством:

$$(1) \quad \mathbf{H} = \langle \mathbf{S}, \mathbf{Q}, \mathbf{V}, \mathbf{P}, \mathbf{U} \rangle;$$

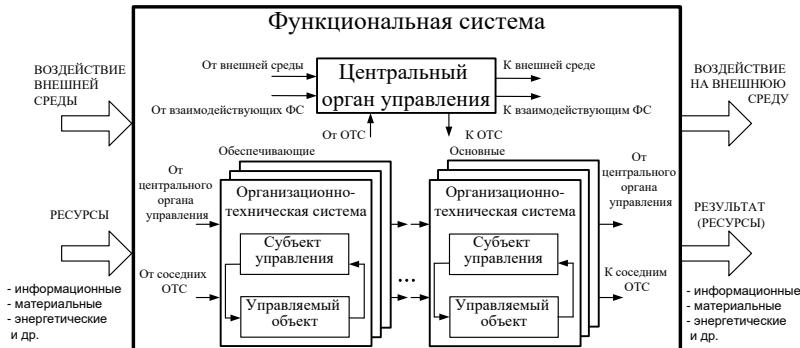


Рис. 3. Обобщенная структура функциональной системы

где $S_{ij} \in \mathbf{S}$ – матрица связей между элементами системы по информации, управлению и видам обеспечения; $i, j = 1 \dots N$, где N – количество элементов системы; $Q_{ij} \in \mathbf{Q}$ – матрица пространственного расположения (расстояний) элементов системы, характеризующая ее топологическую структуру; $V_i \in \mathbf{V}$ – вектор целевого состояния внешней среды в которой действует i -ый элемент системы; $P_i \in \mathbf{P}$ – вектор внутреннего состояния i -го элемента; $U_{ij} \in \mathbf{U}$ – матрица значений управляющих параметров от i -го элемента к j -му элементу системы.

Возможное множество значений, принимаемых элементами $H \in \mathbf{H}$, образует пространство состояний, каждая точка которого соответствует определенному состоянию системы. Возможное множество значений, принимаемых элементами, образует пространство состояний, каждая точка которого соответствует определенному состоянию системы.

Для представления процесса функционирования системы, необходимо определить последовательность динамического изменения ее состояния $H \in \mathbf{H}$ характеризуемого временем. Поэтому дополним пространство состояний \mathbf{H} еще одной переменной, характеризующей время и обеспечивающей формирование фазового пространства $\langle \mathbf{H}, \mathbf{T} \rangle$. Тогда функция:

$$(2) \quad \Phi : \langle \mathbf{H}, \mathbf{T} \rangle \rightarrow \langle \mathbf{H}, \mathbf{T} \rangle \text{ или } H(t+1) = \Phi(H(t))$$

будет характеризовать поведение системы во времени при управлении $U(t)$, что в фазовом пространстве состояний будет соответствовать кривой $\Phi(t) \in \Phi$.

Предположим, что рассматриваемая ФС во время своего функционирования достигает поставленной цели и при этом ее состояние изменяется от начального $H(0)$ до конечного $H(T)$ за время $\Delta t = T$:

$$(3) \quad \Delta H = H(T) - H(0).$$

Предположим, что на множестве значений \mathbf{H} существует функция $W \in \mathbf{W}$, характеризующая степень достижения целей функционирования системы (эффективность функционирования):

$$(4) \quad W = f(\Delta H, \Phi, \Delta t).$$

В общем случае она зависит не только от начального и конечных состояний системы, но и от траектории движения в фазовом пространстве и затрачиваемого времени.

Рассмотрим ситуацию, когда две ФС **A** и **B** стремятся достичь своих целей. Тогда $\Delta H_A(t), \Delta H_B(t) \in \mathbf{H}$ – характеризуют изменения состояния рассматриваемых ФС, $\Delta \Phi_A(t), \Delta \Phi_B(t) \in \mathbf{H}$ – характеризуют траектории движения систем в фазовом пространстве. Тогда условие влияния ФС **B** на систему **A** в процессе их функционирования представим следующим образом:

$$(5) \quad W_A(\Delta H_A, \Phi_A, \Delta t) > W_A(\Delta H_A, \Delta H_B, \Phi_A, \Phi_B, \Delta t).$$

Следует отметить, что инфокоммуникационная сеть (ИКС) лежащая в основе информационной системы (ИС), как и сама информационная система, предназначены для уменьшения неопределенностей, возникающих на различных стадиях жизненного

цикла ФС. В тоже время информация, а также ее качественные свойства проявляются, как правило, только в процессе управления и направлено на максимальную реализацию потенциальных возможностей ФС, определяемыми ее материальными, энергетическими и другими характеристиками. Поэтому в общем случае низкая эффективность функционирования ИС однозначно определяет низкую эффективность и ФС, но высокая эффективность ИС не всегда говорит о высокой эффективности ФС. Аналогично можно сформулировать то же самое относительно ИКС и ИС. Но решение задачи синтеза ИС предполагает решение оптимизационной задачи, для которой множество свойств и характеристик ФС, условий их функционирования и применения фиксированы, что дает право сформулировать следующие аксиомы.

Аксиома 1. Отображение множества значений эффективности функционирования ИС \mathbf{W}_{IC} в множество значений эффективности функционирования соответствующей ей ФС $\mathbf{W}_{\Phi C}$ биективно:

$$(6) \quad G: \mathbf{W}_{IC} \leftrightarrow \mathbf{W}_{\Phi C} .$$

Поэтому, оценка эффективности функционирования ИС однозначно характеризует эффективность функционирования соответствующей ФС, в том числе и для условий конфликтного взаимодействия.

Аксиома 2. Множества значений эффективности функционирования ИС \mathbf{W}_{IC} и значений эффективности функционирования соответствующей ей ФС $\mathbf{W}_{\Phi C}$ являются частично упорядоченными и, соответственно, изоморфными.

Таким образом, с использованием вышеприведенных аксиом можно показать, что если условие конфликтного взаимодействия информационных систем **А** и **Б** верно:

$$(7) \quad \text{ИС: } W_A(\Delta H_A, \Phi_A, \Delta t) > W_A(\Delta H_A, \Delta H_B, \Phi_A, \Phi_B, \Delta t),$$

то будет верно и аналогичное условие для функциональных систем **А** и **Б**:

$$(8) \quad \text{ФС: } W_A(\Delta H_A, \Phi_A, \Delta t) > W_A(\Delta H_A, \Delta H_B, \Phi_A, \Phi_B, \Delta t) .$$

Далее, можно показать, что как для ФС информационная система является основой, так и для ИС инфокоммуникационная сеть является функциональной основой. Поэтому аналогично предыдущему с использованием аксиом 7 и 8 можно сформулировать следующее: если условие конфликтного взаимодействия для ИКС **А** и **Б** верно:

$$(9) \text{ ИКС: } W_A(\Delta H_A, \Phi_A, \Delta t) > W_A(\Delta H_A, \Delta H_B, \Phi_A, \Phi_B, \Delta t),$$

то будет верно и условие конфликтного взаимодействия для информационных систем:

$$(10) \text{ ИС: } W_A(\Delta H_A, \Phi_A, \Delta t) > W_A(\Delta H_A, \Delta H_B, \Phi_A, \Phi_B, \Delta t).$$

Неравенства (7) - (10) могут использоваться для построения критериев оценки степени конфликтной устойчивости функционирования ФС и их элементов.

4. Формулировка задачи синтеза информационной системы авиационного объединения

С учетом всего вышеизложенного задачу синтеза ИС, обеспечивающей функционирование ФС в условиях конфликтного взаимодействия, можно сформулировать следующим образом:

$$(11) V_A^* = \arg \min_{V_A \in \{V_{A_{don}}\}} C(V_A), \text{ при}$$

$$\begin{aligned} V_{A_{don}} = \langle V_A : & (f(W_A(V_A), W'_A(V_A)) < \delta) \cup \\ & \cup (W_A(V_A) \geq W_{mp}) \cup (R(V_A) \subset \mathbf{R}) \rangle, \end{aligned}$$

где $C(V_A)$ – функция затрат на создание V_A варианта ИС, минимальное значение которой соответствует представлениям о наилучшем варианте V_A^* построения ИС; $\{V_{A_{don}}\}$ – множество допустимых вариантов построения ИС; $W_A(V_A)$ – показатель эффективности функционирования V_A варианта ИС в отсутствии внешнесистемного взаимодействия; $W'_A(V_A)$ – показатель эффективности функционирования V_A варианта ИС в условиях функционирования конкурирующей ИС **Б**; $f(W_A(V_A), W'_A(V_A))$ –

функция, определяющая степень конфликтной устойчивости V_A варианта ИС в зависимости от соотношения показателей эффективности $W_A(V_A)$ и $W'_A(V_A)$; δ – заданное значение конфликтной устойчивости функционирования ИС; W_{mp} – требуемое значение показателя эффективности функционирования V_A варианта ИС; $R(V_A)$ – ресурс, используемый для создания варианта V_A ИС при заданном ограничении R . Значения показателей эффективности функционирования ИС определяются в соответствии с выражением (5).

Степень конфликтной устойчивости соответствующей выражению (11), в общем случае можно определить следующим образом:

$$(12) \quad f(W_A(V_A), W'_A(V_A)) = W_A(V_A) - W'_A(V_A);$$

$$(13) \quad f(W_A(V_A), W'_A(V_A)) = \frac{W_A(V_A) - W'_A(V_A)}{W_A(V_A)}.$$

Физический смысл данной характеристики указывает, на какую величину может уменьшиться значение показателя эффективности функционирования синтезируемой ИС при условии, если будет оказано воздействие со стороны конкурирующей ИС. В определенной мере данный показатель характеризует степень защищенности ИС в условиях явным образом не предусмотренных на стадиях ее создания.

5. Заключение

Таким образом, сформулированная формализованная задача синтеза информационной системы в интересах обеспечения конфликтной устойчивости функциональной системы, позволяет учесть не только ее состояние в рамках заданных временных интервалов, но и особенности процесса ее функционирования в условиях конфликтного взаимодействия. Важность информационной системы заключается в том, что именно с помощью нее осуществляется согласование процессов элементов функциональной системы по времени, месту, целям; любой вид другого

взаимодействия предвосхищает именно информационное взаимодействие; отсутствие информационного взаимодействия сводят на нет все другие виды взаимодействия.

Литература

1. ГОЛОВЧЕНКО Е.В. *Авиационные инфокоммуникационные сети: монография* / Е.В. Головченко, П.А. Федюнин, В.А. Дьяченко, М.А. Стafeев. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж), 2018. – 157 с.
2. ЯРЛЫКОВ М.С. *Радиоэлектронные комплексы навигации, прицеливания и управления вооружением летательных аппаратов. Т. 1. Теоретические основы* / М.С.Ярлыков, А.С.Богачев, В.И.Меркулов, В.В.Дрогалин // Под ред. М.С.Ярлыкова. – М.: Радиотехника, 2012. – 504 с.
3. МИСТРОВ Л.Е. *Метод организационно-функционального синтеза обеспечивающих функциональных организационно-технических систем* / Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. Вып. 7-8. 2013. С. 105 – 112.
4. МИСТРОВ Л.Е. *Основы методологии синтеза функциональных организационно-технических систем*. Проблемы регионального и муниципального управления: сб. докладов XIV международ. науч. конф. Москва: Рос. гос. гуманит. ун-т, ИПУ, 2012. С. 263-266.