

СИНТЕЗ КОНФЛИКТНО-УСТОЙЧИВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОГО ФОРМИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ РИСКА ПОТЕРИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Мистров Л.Е.

*Центральный филиал Российского государственного университета правосудия,
Россия, г. Воронеж ул. 20-летия Октября, 95,
mistrov_le@mail.ru,*

Головченко Е.В.

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»,
Россия, г. Воронеж ул. Старых Большевиков д.65,
evvigo@mail.ru*

Аннотация: Раскрыты основные факторы, обуславливающие конфликтные взаимодействия в процессе функционирования крупномасштабных авиационных формирований. Сформулированы условия конфликтной устойчивости авиационных формирований. Представлены основы оценки риска потери эффективности функционирования крупномасштабных авиационных формирований и с их использованием основы синтеза облика конфликтно-устойчивых информационных систем авиационных формирований.

Ключевые слова: конфликтная устойчивость, крупномасштабные авиационные формирования, эффективность, риск потери эффективности, синтез облика.

Введение

Эффективность функционирования авиационных функциональных систем, к которым следует отнести авиационные предприятия гражданской авиации и их объединения, а также авиационные формирования государственной авиации, в настоящее время во многом определяется качеством принимаемых решений органами управления на всех уровнях иерархии, наличием и качеством необходимых ресурсов, условиями функционирования. В общем случае под авиационной функциональной системой будем понимать объединенную единством цели иерархическую совокупность основных (или исполнительных), обеспечивающих и управляющих элементов, которыми могут являться организационные и организационно-технические системы среднего и малого уровня функциональной деятельности, технические системы, комплексы и средства [1, 2].

Развитие информационных технологий, рост возможностей бортового радиоэлектронного оборудования обуславливают существенный рост информационных потребностей органов управления авиационными функциональными системами, способствуют существенному расширению спектра приложений авиационных информационных систем и, как следствие, вызывает необходимость регулярного и автоматического обмена данными между их наземными и бортовыми оконечными системами. В общем случае авиационные информационные системы представляют собой совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств, применение которых направлено на повышение эффективности управления авиационной функциональной системой и ее элементами. Поэтому, обеспечение максимальной эффективности функционирования крупномасштабного авиационного формирования является в первую очередь задачей именно авиационной информационной системы. Однако, ожидаемые условия имеют вероятностный характер и любое решение на применение или синтез облика авиационного формирования основанное только на ожидаемых результатах будет также иметь определенную вероятность. При этом чем ближе значение этой вероятности к 0,5, тем меньшую ценность будут иметь полученные результаты, особенно если речь идет об однократных или уникальных событиях. В связи с чем очевидно, чтобы крупномасштабное авиационное формирование было конфликтно-устойчивым, необходимо учитывать возможные потери, которые могут возникнуть при неблагоприятном стечении обстоятельств. Учитывая, что наиболее сложными и важными решениями, принимаемыми органами управления являются решения связанные с синтезом информационных систем, а не с их применением, то целью статьи является формулирование задачи синтеза конфликтно-устойчивой информационной системы крупномасштабного авиационного формирования.

1 Факторы, определяющие конфликтные ситуации в крупномасштабных авиационных формированиях

Под конфликтной устойчивостью функционирования авиационного формирования в течение определенного времени понимается его способность осуществлять свою деятельность с заданной эффективностью в условиях воздействия внешних и внутренних дестабилизирующих факторов.

Эффективность функционирования авиационного формирования характеризуется результативностью осуществления перевозок и выполнения авиационных работ, как правило, с помощью финансовых показателей и операционных. Наиболее распространенными финансовыми показателями являются общая выручка, EBITDA, чистая прибыль (убыток). Финансовые показатели наиболее полно отражают результаты, достигаемые организацией, но не раскрывают содержание выполняемых функций и поэтому не могут быть использованы для управления. Операционные показатели, к которым следует отнести пассажиро- и грузопотоки, пассажиро- и грузооборот, занятость пассажирских кресел, рассчитываемые в целом и по направлениям, авиакомпаниям и т.д. Данные показатели уже раскрывают эффективность использования основных возможностей и ресурсов авиакомпаний, входящих в состав авиационного формирования и поэтому могут быть использованы для принятия управленческих решений.

Связь между финансовыми показателями и операционными не однозначная – всегда можно объяснить почему достигнуты или не достигнуты заданные финансовые показатели при достигнутых значениях операционных показателей, но очень сложно спрогнозировать какие значения целевых показателей позволят достичь необходимые значения финансовых показателей. Очевидно, что первая задача относится к прямой задаче квалитетрии, когда необходимо проанализировать качество функционирования авиационного формирования за определенный период. Вторая задача относится к обратной задаче, когда необходимо осуществить синтез (принять управленческое решение относительно любых аспектов функционирования) с заданным качеством, то есть решить задачу управления авиационным формированием с целью придания ему необходимых свойств. Именно при решении второй задачи необходимость учета условий функционирования не всегда известных, в какой-то степени неопределенных, неточных, зачастую противоречивых, существенно усложняет саму процедуру оценки эффективности авиационного формирования. К таким факторам следует отнести факторы, определяющие конфликтные ситуации, которые возникают при функционировании авиационного формирования, а также факторы, которые создают неопределенности при принятии решений и тем самым усугубляют воздействие конфликтных ситуаций. Основными факторами, определяющими конфликтные ситуации, могут быть:

- противоречие целей между крупномасштабными авиационными формированиями, являющимися прямыми конкурентами при перевозке пассажиров и грузов, при выполнении авиационных работ на территории одного или нескольких государств; между основными (исполнительными), обеспечивающими и управляющими элементами авиационных формирований – авиационных и обеспечивающих формирований среднего уровня функциональной деятельности, образующих формирования региональных авиаперевозчиков, системы технического обслуживания и ремонта авиационной техники, аэронавигации, авиационной радионавигации и посадки, метеорологической информации и другие; между отдельными воздушными судами, а также между отдельными обслуживающими средствами и комплексами;
- противоречие целевых функций между авиационными формированиями, между обеспечивающими системами различного уровня функциональной деятельности. Несмотря на кажущееся несовпадение целей их формулировка в виде целевых функций также может приводить к противоречиям;
- противоречие показателей качества функционирования авиационных формирований, обеспечивающих систем различного уровня функциональной деятельности и их элементов, как между рассматриваемыми системами, так и между этими системами и пользователями предоставляемых ими услуг;
- противоречие по отношению авиационных формирований, обеспечивающих систем различного уровня функциональной деятельности и их элементов к ресурсам. К прямым затратам ресурсов следует отнести материальные (например, авиационное топливо, ресурс воздушных судов и другие), денежные (например, заработная плата экипажа), косвенные (также материальные и денежные, включая затраты на непосредственно функционирование обеспечивающих систем, средств и комплексов);

- противоречия в оценке ситуации между авиационными формированиями, обеспечивающими системами различного уровня функциональной деятельности и их элементами. Как правило такие ситуации возникают при принятии управленческих решений, когда необходимо учесть различного рода неопределенности;
- противоречия между авиационными формированиями, обеспечивающими системами различного уровня функциональной деятельности и их элементами обусловленные устойчивостью принимаемых решений, а также стабильностью условий, ограничивающих количество рассматриваемых вариантов действий;
- противоречия между авиационными формированиями, обеспечивающими системами различного уровня функциональной деятельности и их элементами, связанное с особенностями группового восприятия сложившейся обстановки – каждая из составляющих подсистем видит ситуацию по своему, с учетом своей специфики решаемых задач. Но ни одна из подсистем крупномасштабного авиационного формирования не способна в полном объеме осознать групповое отображение. В общем случае, чем крупнее масштаб системы по количеству элементов и по количеству и объему обмениваемой информацией, тем сложнее отдельной подсистеме и ее субъектам постичь общий контекст и тенденции [3].

В свою очередь конфликтные ситуации усложняются за счет возникновения ситуаций с высокой неопределенностью, обусловленных влиянием метеорологических условий выполнения полетов, условий использования воздушного пространства, интенсивности воздушного движения, постоянно изменяющихся потребностей пользователей.

2 Основы оценки конфликтной устойчивости крупномасштабного авиационного формирования

В связи с конфликтным характером функционирования авиационного формирования, эффективность его функционирования при принятии управляющих решений оценивается на двух уровнях. На первом уровне определяется показатель качества результатов функционирования авиационного формирования. Это может быть, например, вектор W , содержащий вектор целевых эффектов W_c , то есть результатов, ради которых и осуществляется функционирование авиационного формирования; вектор затрат ресурсов W_p , необходимых для достижения необходимых целевых эффектов (материально-технических, финансовых, информационных, людских и т.д.). Кроме того, отдельно следует выделить вектор временных затрат W_t , необходимых для достижения конечного результата:

$$W = \langle W_c, W_p, W_t \rangle \dots\dots\dots (1)$$

Также на этом уровне определяются требуемые значения вектора качества результатов W_{tr} и критерий оценивания G :

$$G : W \in W_{mp} \dots\dots\dots (2)$$

На втором уровне определяется показатель достоверности достижения заданного критерия (1), который, собственно говоря, и является показателем эффективности функционирования авиационного формирования. В связи с тем, что на практике наибольшее распространение для оценки степени достоверности заданных критериев получили методы теории вероятности, то в качестве показателя достоверности используется вероятность достижения заданных критериев качества (2):

$$P = P(W \in W_{mp}) \dots\dots\dots (3)$$

На этом же уровне задаются требования к эффективности функционирования авиационного формирования P_{mp} , а также задается один из критериев оценивания эффективности: критерий пригодности:

$$G_s : P \geq P_{mp} ; \dots\dots\dots (4)$$

или критерий оптимальности:

$$G_o : P = P_{opt} = \max P \in P = \langle P_1, P_2, \dots \rangle, \dots\dots\dots (5)$$

где P – множество определения значений вероятности.

Представим качество результата функционирования авиационного формирования следующим выражением:

$$W = f(X, D, E), \dots\dots\dots (6)$$

где X – вектор параметров, характеризующих состояние авиационного формирования; D – вектор параметров, характеризующих условия применения авиационного формирования, включающие

ситуационные и организационно-технические условия; \mathbf{E} – вектор параметров, характеризующих условия функционирования авиационного формирования. В соответствии с выражением (3) вероятность достижения заданной цели P также определяется в зависимости от вышеуказанных параметров:

$$P_u = f(\mathbf{X}, \mathbf{D}, \mathbf{E}) \dots\dots\dots (6)$$

Следует отметить, что векторы $\mathbf{X}, \mathbf{D}, \mathbf{E}$ имеют управляемые составляющие $\mathbf{X}_y, \mathbf{D}_y, \mathbf{E}_y$ и неуправляемые составляющие $\mathbf{X}_n, \mathbf{D}_n, \mathbf{E}_n$, т.е.:

$$\mathbf{X} = \langle \mathbf{X}_y, \mathbf{X}_n \rangle, \mathbf{D} = \langle \mathbf{D}_y, \mathbf{D}_n \rangle, \mathbf{E} = \langle \mathbf{E}_y, \mathbf{E}_n \rangle \dots\dots\dots (7)$$

Выделим управляемые составляющие в вектор управления, формируемый органами управления авиационным формированием:

$$\mathbf{U} = \langle \mathbf{X}_y, \mathbf{D}_y, \mathbf{E}_y \rangle \dots\dots\dots (8)$$

Тогда выражение (6) перепишем в следующем виде:

$$P_u = f(\mathbf{X}_n, \mathbf{D}_n, \mathbf{E}_n, \mathbf{U}) \dots\dots\dots (9)$$

С учетом вышеизложенного конфликтно-устойчивым авиационным формированием будем называть авиационное формирование для которого при некоторых изменениях значений вектора $\mathbf{B} = \langle \mathbf{X}_n, \mathbf{D}_n, \mathbf{E}_n \rangle$ из множества допустимых значений $\mathbf{B}_{доп} = \langle \mathbf{X}_{n доп}, \mathbf{D}_{n доп}, \mathbf{E}_{n доп} \rangle$, существует вектор управления \mathbf{U} при котором показатель эффективности функционирования соответствует заданному критерию пригодности:

$$\forall \mathbf{B} \in \mathbf{B}_{доп} \Rightarrow \exists \mathbf{U} \in \mathbf{U}_{доп} : P = f(\mathbf{B}, \mathbf{U}) \geq P_{нр} \dots\dots\dots (10)$$

Следует отметить, что в выражениях (9) и (10) вероятность достижения цели функционирования авиационного формирования, то есть удовлетворения критерия (2), все же является вероятностью, то есть числовой характеристикой степени возможности появления какого-либо события, в данном случае проявляющегося посредством выполнения критерия (2). Очевидно, что если принимаемые решения направлены на реализацию многократно повторяющихся событий, то в среднем мы получим заданное значение эффективности. Также при получаемых значениях вероятностей близких к единице или нулю можно судить о достоверности или невозможности случайных событий. В случае же если рассматриваемые события реализуются однократно, уникальны, то в этом случае полученные значения вероятности (9) близкие к значению 0,5 не могут иметь большой ценности при принятии решений [4].

3 Основы оценки риска потери эффективности функционирования крупномасштабного авиационного формирования

В связи с вышеизложенным и учитывая, что вероятностный характер оценки эффективности функционирования авиационного формирования определяется стохастическими условиями его функционирования и применения, то важной становится оценка конфликтной устойчивости принятых решений. Такая оценка позволяет определить насколько изменится качество результата функционирования, если все же события благоприятствующие положительному исходу не произойдут. В этом случае под конфликтной устойчивостью принятых решений будем понимать способность организационно-технической системы сохранять заданную эффективность функционирования при изменениях условий ее функционирования и применения, но при постоянных принятых решениях.

Оценить конфликтную устойчивость принятого решения возможно с помощью риска потери эффективности функционирования авиационного формирования, который в общем случае определяется как произведение вероятности неблагоприятного исхода, то есть не достижения целевых эффектов, и соответствующих этому исходу потерь качества получаемого результата G :

$$R_s = (1 - P) \cdot G \dots\dots\dots (11)$$

где потери G являются функцией от вектора показателей качества результатов функционирования авиационного формирования \mathbf{W} :

$$G = f(\mathbf{W}), \dots\dots\dots (12)$$

В случае если обобщение (12) невозможно или нецелесообразно, то оценку потери и соответствующих им рисков можно осуществить с помощью векторов риска потерь качества результатов функционирования:

$$\mathbf{R}_3 = (1 - \mathbf{P}) \cdot \mathbf{G}, \dots\dots\dots (13)$$

или в матричной форме:

$$\mathbf{R}_3 = \left(\mathbf{I} - \begin{pmatrix} \mathbf{P}_u \\ \mathbf{P}_p \\ \mathbf{P}_\tau \end{pmatrix} \right) \cdot \left(\begin{pmatrix} \mathbf{W}_u \max \\ \mathbf{W}_p \max \\ \mathbf{W}_\tau \max \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \mathbf{W}_u \\ \mathbf{W}_p \\ \mathbf{W}_\tau \end{pmatrix} \right) \dots\dots\dots (12)$$

где \mathbf{P}_u – вектор вероятностей достижения соответствующих целевых эффектов \mathbf{W}_u ; \mathbf{P}_p – вектор вероятностей расходования соответствующих затрат ресурсов \mathbf{W}_p ; \mathbf{P}_τ – вектор достижения соответствующих временных затрат, необходимых авиационному формированию, для достижения целевых эффектов; $\mathbf{W}_u \max, \mathbf{W}_p \max, \mathbf{W}_\tau \max$ – векторы максимальных значений показателей качества целевых эффектов, затрат ресурсов и времени, соответственно; $\mathbf{W}_u, \mathbf{W}_p, \mathbf{W}_\tau$ – векторы достигаемых значений показателей качества целевых эффектов, затрат ресурсов и времени, соответственно.

Таким образом, в данном случае физический смысл риска потери качества результатов функционирования заключается в том, что он показывает на сколько ухудшится показатель (или показатели) качества функционирования авиационного формирования в среднем при многократной реализации мероприятий принятого решения и процессов функционирования для заданных условий применения и функционирования.

4 Основы синтеза информационной системы крупномасштабного авиационного формирования

Известно, что синтез информационной системы крупномасштабного авиационного формирования осуществляется в два этапа [5, 6]:

на первом этапе решается задача синтеза облика крупномасштабного авиационного формирования, включая синтез функционального, структурного и параметрического облика основных (исполнительных), обеспечивающих и управляющих подсистем;

на втором этапе решается задача синтеза информационной системы, обеспечивающей взаимодействие всех подсистем, входящих в состав крупномасштабного авиационного формирования.

С учетом предлагаемого подхода к оценке конфликтной устойчивости крупномасштабного авиационного формирования задачу синтеза облика крупномасштабного авиационного формирования следует сформулировать следующим образом:

$$\mathbf{V}^* = \text{Arg} \min_{\mathbf{V} \in \mathbf{V}_{don}} C(\mathbf{V}), \dots\dots\dots (13)$$

при ограничении:

$$\mathbf{V}_{don} = \left\langle \mathbf{V} : \max_{\mathbf{V} \in \mathbf{V}_{don}} \min_{\mathbf{B} \in \mathbf{B}_0} R(\mathbf{V}, \mathbf{B}) \geq R_{mp} \right\rangle, \dots\dots\dots (14a)$$

$$\mathbf{V}_{don0} = \left\langle \mathbf{V} : \max_{\mathbf{V} \in \mathbf{V}_0} \min_{\mathbf{B} \in \mathbf{B}_0} P(\mathbf{V}, \mathbf{B}) \geq P_{mp} \right\rangle, \dots\dots\dots (14б)$$

где $C(\mathbf{V})$ – функция затрат на создание варианта облика крупномасштабной авиационного формирования, минимальное значение которой соответствует представлениям о наилучшем варианте \mathbf{V}^* ее построения. Множество допустимых вариантов облика \mathbf{V}_{don} , определяемое требованиями регулирующих и взаимодействующих ОТС, а также условиями обстановки \mathbf{B} формируется последовательно: сначала в соответствии с выражением (14a) формируется множество \mathbf{V}_{don0} допустимых вариантов обликов, имеющих эффективность не менее требуемой; далее в соответствии с выражением (14б) формируется множество \mathbf{V}_{don} , имеющих риск потери эффективности в рассматриваемых условиях не менее требуемого, сужая множество \mathbf{V}_{don0} .

Учитывая, что облик крупномасштабного авиационного формирования \mathbf{V}^* включает функциональный \mathbf{V}_F^* , структурный \mathbf{V}_S^* , параметрический \mathbf{V}_P^* и информационный \mathbf{V}_I^* облик:

$$\mathbf{V}^* = \langle \mathbf{V}_F^*, \mathbf{V}_S^*, \mathbf{V}_P^*, \mathbf{V}_I^* \rangle, \dots\dots\dots (15)$$

а также то, что основной функцией информационной системы является координации работы составных ОТС, то задачу синтеза информационной системы можно сформулировать следующим образом:

$$\mathbf{V}_I^* = \text{Arg} \min_{\mathbf{V}_I \in \mathbf{V}_{don}} C(\mathbf{V}_I, \mathbf{V}_F^*, \mathbf{V}_S^*, \mathbf{V}_P^*, \mathbf{B}), \dots\dots\dots (16)$$

при ограничении:

$$\mathbf{V}_{\text{доп}} = \left\langle \mathbf{V} : \max_{\mathbf{V}_i \in \mathbf{V}_{\text{доп}}} \min_{\mathbf{B} \in \mathbf{B}_0} R(\mathbf{V}_I, \mathbf{V}_F^*, \mathbf{V}_S^*, \mathbf{V}_P^*, \mathbf{B}) \geq R_{\text{нр}} \right\rangle, \dots\dots\dots (17a)$$

$$\mathbf{V}_{\text{доп}0} = \left\langle \mathbf{V} : \max_{\mathbf{V}_i \in \mathbf{V}_0} \min_{\mathbf{B} \in \mathbf{B}_0} P(\mathbf{V}_I, \mathbf{V}_F^*, \mathbf{V}_S^*, \mathbf{V}_P^*, \mathbf{B}) \geq P_{\text{нр}} \right\rangle, \dots\dots\dots (17б)$$

где функциональный, структурный и параметрический облик крупномасштабного авиационного формирования формируется в соответствии с выражениями (13-14).

Заключение

Таким образом, сформулированные основы синтеза конфликтно-устойчивой информационной системы крупномасштабного авиационного формирования, позволяют получить синтезируемый облик не только исходя из возможности максимальной эффективности функционирования, но и учесть влияние негативного воздействия условий функционирования и его применения в случае, если в силу ряда причин ожидаемые условия не будут реализованы. В основе такого подхода лежит оценка риска потери эффективности функционирования рассматриваемого формирования в конкретных условиях.

Литература

1. Мистров Л.Е. Основы методологии синтеза функциональных систем информационной безопасности
2. Головченко Е.В. Авиационные инфокоммуникационные сети: монография / Е.В. Головченко, П.А. Федюнин, В.А. Дьяченко, М.А. Стафеев. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж), 2018. – 157 с.
3. Дружинин В.В. Введение в теорию конфликта / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, М.Д. Конторов. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.
4. Математическая Энциклопедия. Ред. коллегия: И. М. Виноградов (глав, ред.) [и др.] Т. 1 – М.: «Советская Энциклопедия», 1977. – 578 с.
5. Мистров Л.Е. Метод синтеза функционального облика социально-экономических организаций. Образовательные ресурсы и технологии, 2015. № 1(9). С. 145-155.
6. Мистров Л.Е. Задача синтеза конфликтно-устойчивой информационной системы авиапредприятия / Л.Е. Мистров, Е.В. Головченко // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2020): труды Тринадцатой Международной конференции, 28–30 сентября 2020 г., Москва /// под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна; Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Минобрнауки России. –С. 1241 – 1244.