

СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

The article highlights the strategic of functional stability for air traffic control systems.

Key words: air traffic control system, functional stability of complex system

Вступление. На основании результатов анализа опыта эксплуатации и развития гражданской авиации установлено, что в современных условиях возросли требования к безопасности полётов. Одной из важных частных проблем общей проблемы безопасности полётов является повышение эффективности автоматизированной системы управления воздушным движением (АСУВД) в процессе её эксплуатации и модернизации. В техническом плане система оснащена современными радиолокационными, навигационными, вычислительными и другими средствами, которые требуют своевременной модернизации. Это связано с постоянным ростом интенсивности полётов, а так же с процессом выработки ресурса и моральным старением подсистем, обусловленным бурным развитием информационных технологий. В Украине постоянно идут работы по усовершенствованию автоматизированной системы управления воздушным движением. Анализ программы развития и модернизации АСУВД в нашей стране на 2010-2014 года позволил выявить позитивную тенденцию, направленную на использование современных устройств и технологий.

Исследование существующих научно-обоснованных подходов повышения эффективности сложных технических систем, к которым в полной мере относится и АСУВД позволили сделать вывод о формировании за последние годы нового приоритетного подхода, связанного с обеспечением системе свойства функциональной устойчивости [1]. Функциональная устойчивость автоматизированной системы управления воздушным движением – это её свойство находиться в состоянии работоспособности, т.е. выполнять требуемые функции в течение заданного интервала времени или наработки в условиях отказов составных частей из-за внешних и внутренних факторов.

Постановка проблемы. Функциональная устойчивость сложной технической системы объединяет свойства надежности (безотказности), отказоустойчивости и живучести. Функциональная устойчивость рассматривается, как свойство системы благополучно завершить задание при регламентированном числе изменений в состоянии самой системы, т. е. сохранить ей работоспособность после проявления допустимого числа

отказов и внешних возмущений. Реализация функциональной устойчивости достигается применением в сложной технической системе различных уже существующих видов избыточности (структурной, временной, информационной, функциональной, нагрузочной и др.) путем перераспределения ресурсов с целью парирования последствий нештатных ситуаций. Принципиально то, что на этапе проектирования не должна вводиться дополнительная избыточность, а парирование последствий нештатных ситуаций осуществляется перераспределением уже существующих ресурсов. Анализ показал, что не всякая система обладает свойством функциональной устойчивости, а именно, если нет избыточности, то нечем и управлять при парировании последствий нештатных ситуаций, значит, даже потенциально невозможно обеспечить это свойство. Исследования, выполненные автором, позволяют сделать вывод о наличии ресурсов в АСУВД и оценить их порядок – от 10% до 50% с зависимости от вида избыточности.

Анализ публикаций. Анализ научных работ показал, что теория синтеза функционально устойчивых сложных технических систем разработана для динамических [1], распределенных информационных [2] и псевдоспутниковых радионавигационных систем [3], но не применима по ряду причин для обеспечения функциональной устойчивости автоматизированной системе управления воздушным движением. А именно, математическая модель функционирования АСУВД принципиально отличается от исследуемых ранее моделей сложных технических систем.

По стратегии обеспечения функциональной устойчивости профессора Машкова О.А. [1] парирование последствий внешних воздействий, предусмотренных условиями, осуществляется в 3 этапа: обнаружение; опознание; парирование [2].

Целью статьи является развитие этого подхода, применительно к АСУВД.

Дадим формализованное определение функциональной устойчивости АСУВД на основе теоретического подхода, разработанного в работе [4]. Итак, пусть внутреннее состояние z рассматриваемой системы является элементом множества Z (фазового пространства). Процесс функционирования определяется законом изменения внутреннего состояния во времени. Будем считать, что функционирование системы определяется некоторым набором параметров α . Понятию «параметр» будет придаваться широкий смысл. В соответствии с этим α – элемент множества A , называемого в дальнейшем множеством или пространством параметров. Таким образом, изменение внутреннего состояния во времени $z(t, \alpha)$ зависит от α . При этом $t \in I$, где I – совокупность рассматриваемых моментов времени т.е. интервал функционирования системы.

В общем случае функция времени $z(t, \alpha)$ является реализацией некоторого случайного процесса. Качество работы любой системы

оценивается с помощью функционалов. Поэтому будем считать, что на реализациях $z(t, \alpha)$ при любом $\alpha \in A$ задано однопараметрическое семейство действительных функционалов $F_\tau = F_\tau \{z(t, \alpha), t \leq \tau, t, \tau \in I, \alpha \in A\}$. Значение функционала F_τ при фиксированном τ оценивает работу системы до этого момента. При фиксированном α и фиксированной реализации $z(t, \alpha)$ функционал F_τ является действительной функцией времени $\tau \in I$.

Рассмотрим множество D всевозможных действительных функций с областью определения I . Пусть β – совокупность некоторых подмножеств этого множества. Аналогично, для каждого множества $\beta \in B$ определим совокупность $\beta_\gamma(B)$ некоторых подмножеств B , определяемую параметром γ . Физический смысл введенных понятий следующий. Если действительная функция принадлежит одному из множеств совокупности β , то это характеризует, основное свойство выбранного определения устойчивости. Принадлежность же одному из подмножеств совокупности $\beta_\gamma(B)$ говорит о некоторых дополнительных свойствах, определяющих особенность понятия устойчивости.

Пусть B – некоторое множество функций. Будем обозначать через B' множество значений всех функций из B , рассматриваемых в точке t . Для дальнейшего удобно считать, что в интервал I входит фиктивная точка ∞ . Тогда, если некоторая реализация $\{F_\tau, \tau \in I\}$ является элементом заранее выбранного множества B , т. е. $\{F_\tau, \tau \in I\} \in B$, то положим по определению $F_\infty \in B^\infty$. Если же $\{F_\tau, \tau \in I\} \notin B$, то $F_\infty \notin B^\infty$. Следовательно, можно сказать, что $\{F_\tau, \tau \in I\} \in B$ тогда и только тогда, когда $F_\infty \in B^\infty$.

Аналогично тому, как это делалось для множества D , пусть Λ – совокупность некоторых подмножеств множества параметров A . Для каждого множества $A \in \Lambda$ найдем совокупность $\Lambda_\gamma(A)$ некоторых его подмножеств, также определяемую параметром γ . Условимся различать два числа: a и $a-0$.

Определение. Автоматизированная система управления воздушным движением является функционально устойчивой относительно $(\beta, \{\beta_\gamma\}, \Lambda, \{\Lambda_\gamma\}, \varepsilon_0, F_\tau, T)$, где $0 \leq \varepsilon \leq 1$ – некоторое число, F_τ – выбранное однопараметрическое семейство функционалов, T – некоторое подмножество интервала функционирования I , если для любого $\varepsilon > \varepsilon_0$ и любого множества $B \in \beta$ можно найти множество $A \in \Lambda$ такое, что для каждого $A_1 \in \Lambda_\gamma(A)$ существует $B_1 \in \beta_{A_1}(B)$, удовлетворяющее при всех $\tau \in T$ и $\alpha \in A_1$ неравенству

$$P\{F_\tau[z(t, \alpha), t \leq \tau] \in B_{A_4}^\tau\} > 1 - \varepsilon. \quad (1)$$

Здесь в качестве параметра для набора совокупностей $\{\Lambda_\gamma\}$ выступают множества B из β , а параметрами для $\{\beta_\gamma\}$ являются множества из Λ_B . Это определение требует, чтобы некоторое свойство системы сохранялось в том или ином вероятностном смысле на заранее выбранном интервале времени. Множества из совокупности Λ указывают на характер допустимых возмущений. Если же параметры изменяются в одном из множеств совокупности $\Lambda_B(A)$, то с точки зрения поставленной задачи поведение системы должно изменяться незначительно. Подмножество T , характеризующее интервал времени, на котором исследуется устойчивость, и семейство функционалов F_τ являются неперенными элементами любого частного определения.

Представим пространство параметров A как тройку $\langle V, D, F \rangle$, где V – множество абстрактных элементов АСУВД, D – множество абстрактных связей между элементами, F – множество функций абстрактных элементов и связей. Тогда параметр $\alpha = \langle v, d, f \rangle$, где подмножество $v \subseteq V$, $|v| \leq |V|$, подмножество $d \subseteq D$, $|d| \leq |D|$, а подмножество $f \subseteq F$, $|f| \leq |F|$.

Введем обозначения:

$$\begin{aligned} v &= v^+ \cup v^-, \Delta v = v^+ \cap v^-, \\ d &= d^+ \cup d^-, \Delta d = d^+ \cap d^-, \\ f &= f^+ \cup f^-, \Delta f = f^+ \cap f^-, \end{aligned}$$

где: v^+, d^+, f^+ – максимальные по мощности подмножества соответственно абстрактных элементов, связей между элементами и функций элементов АСУВД. Причем, справедливы условия: $|v^+| = |V|, |d^+| = |D|, |f^+| = |F|$;

v^-, d^-, f^- – минимальные по мощности подмножества соответственно абстрактных элементов, связей между элементами и функций элементов АСУВД. Справедливы условия: $|v^-| < |V|, |d^-| < |D|, |f^-| < |F|$;

$\Delta v, \Delta d, \Delta f$ – формально описывают все виды избыточности, например, соответственно элементов, связей и функций.

Функциональная устойчивость, как свойство присуща только сложным системам, поэтому справедливо записать:

$$\begin{aligned} \forall v \subseteq V \exists v^+, v^-, \Delta v \neq \emptyset, \\ \forall d \subseteq D \exists d^+, d^-, \Delta d \neq \emptyset, \\ \forall f \subseteq F \exists f^+, f^-, \Delta f \neq \emptyset. \end{aligned}$$

Итак, предлагаемая стратегия обеспечения АСУВД свойства функциональной устойчивости состоит из следующих этапов.

1. Обнаружение. Этот этап зависит в основном от степени выраженности так называемого привлекающего эффекта. При хорошо выраженном привлекающем эффекте ситуация сразу обращает на себя внимание. Отказы со средним привлекающим эффектом обнаруживаются, как правило, путём сравнения заданных параметров, характеризующих движение и текущих. Например, отказ радиолокационных станций автоматизированной системы управления воздушным движением, в результате чего отсутствует информация о положении воздушных судов у диспетчера. Отказы с низким привлекающим эффектом обнаруживаются только путём сравнения состояния нескольких измерительных, вычислительных, исполнительных систем. Математическая формализация этапа обнаружения имеет вид

$$\forall z(\alpha, t) \in Z, \alpha \in A, t \in [0, \tau[, \alpha = \langle v, d, f \rangle, v \subseteq V, d \subseteq D, f \subseteq F \exists |v| < |V| \wedge |d| < |D| \wedge |f| < |F|. \quad (2)$$

Это значит, что любая нештатная ситуация будет своевременно выявлена.

2. Опознавание. Процесс опознания отказов определяется наличием или отсутствием конкретной информации об их возникновении. И по сути дела детализирует ситуацию. По аналогии с теорией надежности этап обнаружения идентичен оценке технического состояния, а опознавание – диагностированию, то есть выявлению места отказа или отказавшего элемента. Математическая формализация этапа опознавания имеет вид:

$$\forall z(\alpha, t) \in Z, |v| < |V| \wedge |d| < |D| \wedge |f| < |F|, v \subseteq V, d \subseteq D, f \subseteq F \exists \alpha = \langle v, d, f \rangle. \quad (3)$$

Для динамических систем существующая теория функциональной устойчивости следующим этапом выделяет этап парирования. Этап парирования последствий нештатных ситуаций заключается в формировании и воздействии на систему так называемого восстанавливающего управления. Под восстанавливающим управлением понимается управление, парирующее последствия отказов, сбоев, разрушений, а также влияний других внешних дестабилизирующих воздействий, предусмотренных условиями, с целью сохранения, хоть и с некоторым ухудшением, основных функций системы [1]. Не меняя общей идеологии функциональной устойчивости, заменим этап парирования на следующие два этапа.

3. Выявление существующих ресурсов (области избыточности). В стратегии обеспечения сложной технической системе свойства функциональной устойчивости заложена идея использования существующей избыточности для парирования последствий нештатных ситуаций. Поэтому этап выявления существующих ресурсов (области избыточности) является особо важным и значимым. Его математическая формализация имеет следующий вид:

$$(\Delta f \Leftarrow \Delta v, \Delta d); \Delta v = v^+ \cap v^-; \Delta d = d^+ \cap d^-; \Delta f = f^+ \cap f^- : \\ \forall z(\alpha, t) \in Z, |v| < |V| \wedge |d| < |D| \wedge |f| < |F|, v \subseteq V, d \subseteq D, f \subseteq F . \quad (4)$$

4 Формирование процедуры оптимального (субоптимального) использования избыточности. По сути, любая избыточность состоит из структурных элементов всей системы и поэтому фактически является подсистемой сложной системы. К тому же и сама вполне может оказаться сложной системой. Поэтому актуально реализовать процедуру оптимального (или хотя бы рационального) использования выявленной избыточности. Запишем это в виде

$$\alpha = \langle v, d, f \rangle : \begin{cases} \forall z(\alpha, t) \in Z, |v| < |V| \wedge |d| < |D| \wedge |f| < |F|, v \subseteq V, d \subseteq D, f \subseteq F, \\ \Delta v, \Delta d, \Delta f \neq \emptyset, \\ |f^+| - |f| \rightarrow \min, \\ |f^-| - |f| \rightarrow \max. \end{cases} \quad (5)$$

5. Оценка состояния АСУВД. В связи с тем, что стратегия обеспечения функциональной устойчивости реализуется на математической модели системы и её избыточности с помощью оптимизационных подходов, то существует как некоторая степень адекватности модели, так и определенная точность методов. Поэтому необходимо после перераспределения избыточности оценить реальное состояние системы.

$$f = f(v, d) : \\ \forall z(\alpha, t) \in Z, \alpha \in A, t \in [0, \tau], \alpha = \langle v, d, f \rangle, v \subseteq V, d \subseteq D, f \subseteq F . \quad (6)$$

Предполагается в случае не достаточно эффективного парирования последствий нештатной ситуации повторное применение всех этапов стратегии обеспечения автоматизированной системе управления воздушным движением свойства функциональной устойчивости.

Выводы.

Таким образом, получила дальнейшее развитие существующая стратегия обеспечения функциональной устойчивости сложным техническим системам в контексте детализации этапа парирования через этапы: выявления существующих ресурсов (области избыточности), формирования процедуры оптимального (субоптимального) использования избыточности и оценки состояния АСУВД.

1. *Артюшин Л. М.* Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам / *Л. М. Артюшин, О. А. Машков.* – К. : КВВАИУ, 1991. – 89 с.
2. *Барабаш О. В.* Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / *Барабаш О. В.* – К. : НАОУ, 2004. – 226 с.

3. Кравченко Ю. В. Применение метода последовательного увеличения ранга k-однородного матроида в задаче синтеза структуры псевдоспутниковой радионавигационной системы /Ю. В. Кравченко// Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2008. – №2(2). – С. 19–22.
4. Бусленко Н. П. Лекции по теории сложных систем / Бусленко Н. П., Калашиников В. В., Коваленко И. Н. – М. : Сов. радио, 1973. – 440 с.

Поступила 24.02.2011р.

УДК 005.040.20(015.1)

Д.П. Галата, НАУ, м. Київ

Б.Я. Корнієнко, к.т.н., НАУ, м. Київ

Л.П. Галата, НАУ, м. Київ

Н.М. Марутовська, к.т.н., НАУ, м. Київ

ПОЛІТИКА БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ

An information security policy addresses many issues such as the following: disclosure, integrity, and availability concerns; who may access what information in what manner; basis on which the access decision is mademaximized sharing versus least privilege; separation of duties; who controls and who owns the information; and authority issues.

Політика безпеки інформації (далі – політика безпеки) - набір вимог, правил, обмежень, рекомендацій і т.п., що регламентують порядок обробки інформації і спрямовані на захист інформації від визначених загроз. Термін “політика безпеки” може бути застосований у відношенні локально обчислювальної мережі (ЛОМ), окремого її компонента, послуги захисту, реалізованою системою і т.п. При цьому врахувати те, що політика безпеки інформації в ЛОМ є частиною загальної політики безпеки організації і повинна успадковувати основні її принципи [1].

Постановка задачі

Метою даної статті є дослідження проблеми політики безпеки інформації в автоматизованій системі (АС).

Під час розробки політики безпеки повинні бути враховані технологія обробки інформації, моделі порушників і загроз, особливості операційної системи, фізичного середовища та інші фактори.

Як складові частини загальної політики безпеки в ЛОМ можуть існувати політики забезпечення конфіденційності, цілісності, доступності оброблюваної інформації.