

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМНЫХ КОНФЛИКТОВ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В. В. Алексеев, Т. И. Назаров, А. Н. Потапов

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени
профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)*

Поступила в редакцию 14.02.2013 г.

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос научно-методического обеспечения диагностики системных конфликтов применения информационных систем, на примере эргатических радиоэлектронных комплексов.

Ключевые слова: радиоэлектронный комплекс, системные конфликты, эргатический, диагностика.

Annotation. In the article the question of scientific and methodical support of diagnostics system conflicts of information systems by the example of ergonomics of radio-electronic complexes.

Keywords: avionics, system conflicts, ergaticheskij, diagnostics.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует два различных по своей сути современных научных подхода, посвященных вопросам формирования операций применения радиоэлектронных комплексов (РЭК). Причем, базисом одного из них являются положения теории информационных конфликтов [1], разработанной в 80-х годах прошлого столетия В.В. Дружининым и Д.С. Конторовым, и успешно развитой в современное время В. Г. Радзиевским и А. А. Сиротой, другой – положения теории системных конфликтов, основоположником которой является В. В. Сысоев [2]. Первый подход основывается на диагностике информационных, второй – на диагностике системных конфликтов.

Достоинством научно-методического обеспечения диагностики информационных взаимодействий является то, что они с учетом анализа потенциальных усилий антагонистически настроенных элементов среды осуществляют выбор стратегии применения РЭК по совокупности располагаемых ресурсов: энергетических, частотных, временных. Однако при этом в явном виде не формируются рекомендации на конкретные действия операторов по управлению РЭК. Следовательно, необходимы дополнительные исследования по осуществлению разграничения операций для операторов РЭК и опера-

ции, самостоятельно реализуемые их аппаратными частями. Кроме того представленный научно-методический аппарат не отражает в явном виде радиочастотные (РЧ) РЧ-условия, а именно РЧ-действия РЭК и элементов среды, что не позволяет спрогнозировать их поведение при изменении этих условий, а значит обнаруживать возникающий конфликт применения РЭК. Другими словами, в этом аппарате отсутствует в явном виде сопутствующий признак конфликта применения РЭК. Следовательно, защита содержательного компонента учебных упражнений от этого конфликта является несостоятельной. Помимо прочего специфика этого аппарата не позволяет его использовать для других характерных ситуаций применения РЭК в соответствии с их назначением, в частности для обеспечения информационного сотрудничества, безразличия и независимости. Что ограничивает его применение [3].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В современных условиях с целью повышения оперативности управления РЭК остро возникает необходимость в формировании в системах информационного обеспечения S_{DS} систем управления воздушным движением (УВД) S_{CRES} опорных операций применения средств УВД S_{RES} , являющихся составной частью РЭК, адекватных сложившимся условиям воздушного движения в районе аэродрома [3]. Формирование этих операций производится на

основании совместной обработки параметров, поступающих от бортовых станций S_{RER} , навигационно-пилотажных систем S_{nav} и самих средств УВД S_{RES} (рис. 1).

В настоящее время, имеется ряд работ, посвященных вопросам выбора операций применения S_{CRES} на основании диагностики информационных конфликтов (ИК), свойственных условиям взаимодействия РЭК средств отображения информации УВД S_{AD} и системы УВД S_{CRES} . При этом ИК определяет меру взаимодействия S_{CRES} и S_{AD} [3].

На самом деле топология взаимодействия между системами S_{AD} и S_{CRES} несколько шире, а именно элементы этих систем дополнительно могут быть в отношениях сотрудничества, безразличия и независимости. Однако в настоящее время нет четкого системного описания условий взаимодействия S_{CRES} и S_{AD} , а тем более ее топологии, что не позволяет оценивать конфликт – индикатор неадекватности, сотрудничество, безразличие и независимость между ними, а значит корректно операции применения средств УВД по параметрам, поступающим в систему информационного обеспечения УВД.

Взаимодействие S_{CRES} и S_{AD} происходит в некотором пространственно-временном окружении и образует множество

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_N\} = \{S_i\}_N, \quad (1)$$

$$i = 1, N,$$

где N – количество элементов (подсистем), входящих в систему S .

Каждая подсистема $S_i \subset S$ характеризуется множеством входов X_i и множеством выходов Y_i :

$$S_i \subset X_i \times Y_i,$$

$$X_i = X_{i1} \times X_{i2} \times \dots \times X_{im_i};$$

$$Y_i = Y_{i1} \times Y_{i2} \times \dots \times Y_{in_i},$$

где \times – символ декартова произведения; $X_{ip} = \{x_{ip}\}$ ($p = 1, m_i$) и $Y_{ir} = \{y_{ir}\}$ ($r = 1, n_i$) – множество реализаций, соответственно, входов и выходов S_i .

Соответственно систему S можно представить в виде

$$S \subset X \times Y,$$

где $X = \{X_i\}$ и $Y = \{Y_i\}$ – множество входов и выходов.

Между подсистемами S_i , входящими в S , образуются определенные связи. Эти связи можно описать с помощью ориентированного графа $G(S, E)$ с множеством вершин S ($|S| = N$) и множеством дуг $E = \{e_{ij}\}$ ($|E| = M$), характеризующих для любых $i, j = 1, N$ наличие связей между подсистемами S_i, S_j , входящими во множество S . Если между S_i и S_j есть связь, то существует дуга $e_{ij} \subset E$, в противном случае такая дуга отсутствует. Не теряя общности, граф G задается в виде нуль – единичной квадратной матрицы $H = [H_{ij}]$ порядка $N \times N$. В свою очередь, $H_{ij} = [h_{\mu\nu}^{ij}]$ являются нуль – единичными квадратными матрицами порядка $\eta \times \eta$, причем $\eta = \max\{|Y_i|, |X_j|\}$, где $S_{DS} | Y_j |$ – мощности множеств, соответственно, X_i, Y_j . Элемент $h_{\mu\nu}^{ij}$ принимает значение, равное 1, если μ -ая составляющая Y_i становится ν -ой составляющей X_j . При таком подходе связь отсутствует, если $H_{ij} = 0$.

С учетом этого систему S можно описать в следующем виде:

$$S = \{S, G\}.$$

Однако такое описание системы определяет лишь действие механизма “вход – выход”. При этом не учитывается реакция R системы с учетом состояния C_i i -ой подсистемы при соответствующем множестве входов X_i и совокупности логических операций F над подсистемами.

Эти факторы можно учесть с помощью алгебры отображений

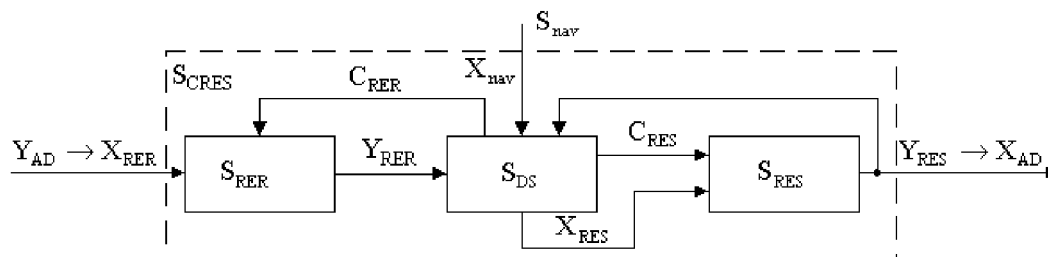


Рис. 1. Структурная схема формирования опорных операций применения средств УВД

$$R = \langle \mathbf{R}, \mathbf{F} \rangle,$$

где $\mathbf{R} = \{R_i(C_i, X_i)\}$, при $i = 1, N$ – множество отображений ($C_i = \{c_i\}$ – множество состояний); $\mathbf{F} = \{f_s\}$, при $s = 1, \xi$ – сигнатура алгебры.

В общем случае $R_i: (C_i \times X_i) \rightarrow Y_i$ – отображение при любом $i = 1, N$. Если R_i функционал i -той подсистемы, для которой входные и выходные сигналы $(x_i, y_i) \subset S_i$, и существует такое состояние подсистемы c_i , при котором $R_i(c_i, x_i) = y_i$, то R_i есть ничто иное, как реакция для $C_i = \{c_i\}$.

Сигнатура алгебры $\mathbf{F} = \{f_p\}$ представляет множество логических операций на множестве \mathbf{R} и в соответствии с ранее представленным графом G определяет действие механизма “вход – состояние – выход” и реакцию системы \mathbf{S} в целом.

С учетом всего изложенного окончательно имеем, что формально описать систему S возможно следующей тройкой:

$$\mathbf{S} = \{S, G, R\}. \quad (2)$$

В таком представлении с каждой подсистемой $S_i \subset S$ однозначно связаны цель ее функционирования W_i и полезность достижения цели

$$q_i(x_i) = q_i(x_i, R_i(c_i, x_i)).$$

Тогда в соответствии с [4] можно задать производную по системе

$$q'_j(S_i) = \lim_{\Delta x_i(S_i) \rightarrow 0} \frac{q_j(x_j + \Delta x_j(S_i)) - q_j(x_j)}{\Delta x_i(S_i)}, \quad (3)$$

где $\Delta x_j(S_i)$ – сложный вектор приращение, полученное входом S_j в результате действия S_i (действие S_i задается возмущением $\Delta x_i(S_i)$).

Рассмотрим попарно взаимодействие подсистем множества S . Для этого выберем произвольный элемент $(S_i, S_j) \in S^2 = S \times S$. Действие подсистемы S_i на S_j (схематично $S_i \rightarrow S_j$) возможно лишь при наличии пути в графе G из вершины S_i в вершину S_j . Другими словами вершина $S_j \in G$ должна быть достижима из вершины $S_i \in G$. Аналогично и для действия $S_j \rightarrow S_i$, $(S_j, S_i) \in S^2$ (в этом случае можно говорить о контрадостижимости).

Исходя из этого, обозначим через d^+ отношение достижимости вершины S_j из вершины S_i , через d^- – отношение достижимости вершины S_i (отношение контрадостижимости для вершины S_i) из вершины S_j и через d^\pm (отношение взаимной достижимости (взаимного

действия $S_i \leftrightarrow S_j$). Тогда можно говорить и об обратных отношениях: \bar{d}^+ (черта сверху означает «не») – вершина S_j не достижима из вершины S_i ; \bar{d}^- – вершина S_i не достижима из вершины S_j ; \bar{d}^\pm – вершина S_j не достижима из вершины S_i и вершина S_i не достижима из вершины S_j . Назовем их ноль действием и схематично будем обозначать $\rightarrow, \leftarrow, \leftrightarrow$ соответственно.

Введем несколько определений.

Определение 1. Подсистема $S_i \in G$ вступает в отношение независимости к подсистеме $S_j \in G$ ($(S_i, S_j) \in \mathfrak{N}^+ \Rightarrow S_i \mathfrak{N}^+ S_j$), если $S_i \rightarrow S_j$ и подсистема $S_j \in G$ вступает в отношение независимости к подсистеме $S_i \in G$ ($(S_i, S_j) \in \mathfrak{N}^- \Rightarrow S_i \mathfrak{N}^- S_j$), если $S_i \leftarrow S_j$.

Определение 2. Подсистема $S_i \in G$ вступает в отношение конфликта к подсистеме $S_j \in G$ ($(S_i, S_j) \in \mathfrak{K}^+ \Rightarrow S_i \mathfrak{K}^+ S_j$), если $(S_i, S_j) \in d^+ \wedge q_j(s_i) < 0$ и подсистема $S_j \in G$ вступает в отношение конфликта к подсистеме $S_i \in G$ ($(S_i, S_j) \in \mathfrak{K}^- \Rightarrow S_i \mathfrak{K}^- S_j$), если $(S_i, S_j) \in d^- \wedge q_i(s_j) < 0$.

Определение 3. Подсистема $S_i \in G$ вступает в отношение сотрудничества к подсистеме $S_j \in G$ ($(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_c^+ \Rightarrow S_i \bar{\mathfrak{R}}_c^+ S_j$), если $(S_i, S_j) \in d^+ \wedge q_j(s_i) > 0$ и подсистема $S_j \in G$ вступает в отношение сотрудничества к подсистеме $S_i \in G$ ($(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_c^- \Rightarrow S_i \bar{\mathfrak{R}}_c^- S_j$), если $(S_i, S_j) \in d^- \wedge q_i(s_j) > 0$.

Определение 4. Подсистема $S_i \in G$ вступает в отношение безразличия к подсистеме $S_j \in G$ ($(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_b^+ \Rightarrow S_i \bar{\mathfrak{R}}_b^+ S_j$), если $(S_i, S_j) \in d^+ \wedge q_j(s_i) = 0$ и подсистема $S_j \in G$ вступает в отношение безразличия к подсистеме $S_i \in G$ ($(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_b^- \Rightarrow S_i \bar{\mathfrak{R}}_b^- S_j$), если $(S_i, S_j) \in d^- \wedge q_i(s_j) = 0$.

Определение 5. Подсистемы $S_i \in G$ и $S_j \in G$ вступают в отношения:

- взаимонезависимости ($(S_i, S_j) \in \mathfrak{N}^\pm$), если $(S_i, S_j) \in \mathfrak{N}^\pm \wedge (S_i, S_j) \in \mathfrak{N}^\mp$;
- взаимоконфликта ($(S_i, S_j) \in \mathfrak{K}^\pm$), если $(S_i, S_j) \in \mathfrak{K}^+ \wedge (S_j, S_i) \in \mathfrak{K}^+$ или $(S_i, S_j) \in \mathfrak{K}^+ \wedge (S_i, S_j) \in \mathfrak{K}^-$;
- взаимсотрудничества ($(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_c^\pm$), если $(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_c^+ \wedge (S_j, S_i) \in \bar{\mathfrak{R}}_c^+$ или $(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_c^+ \wedge (S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_c^-$;

– взаимобезразличия $((S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_b^\pm)$, если $(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_b^+ \wedge (S_j, S_i) \in \bar{\mathfrak{R}}_b^+$ или $(S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_b^+ \wedge (S_i, S_j) \in \bar{\mathfrak{R}}_b^-$.

Для определения топологического пространства S^2 рассмотрим множество отношений $Q = \{d^+, d^-, d^\pm, \bar{d}^+, \bar{d}^-, \bar{d}^\pm\}$ на всем множестве S^2 . Здесь с учетом ранее введенных понятий $d^+ \in \{\mathfrak{R}^+, \bar{\mathfrak{R}}_c^+, \bar{\mathfrak{R}}_b^+\}$; $d^- \in \{\mathfrak{R}^-, \bar{\mathfrak{R}}_c^-, \bar{\mathfrak{R}}_b^-\}$; $d^\pm \in \{\mathfrak{R}^\pm, \bar{\mathfrak{R}}_c^\pm, \bar{\mathfrak{R}}_b^\pm\}$. Построение Q связано с формированием матриц достижимости $D^+(G) = [d_{ij}^+]_{N \times N}$ и контрдостижимости $D^-(G) = [d_{ij}^-]_{N \times N}$:

$$d_{ij}^+ = \begin{cases} 1, & \text{если } (S_i, S_j) \in d^+, S_i \rightarrow S_j; \\ 0, & \text{если } (S_i, S_j) \in \bar{d}^+, S_i \rightarrow S_j; \end{cases}$$

$$d_{ij}^- = \begin{cases} 1, & \text{если } (S_i, S_j) \in d^-, S_i \leftarrow S_j; \\ 0, & \text{если } (S_i, S_j) \in \bar{d}^-, S_i \leftarrow S_j. \end{cases}$$

В соответствии с матрицами $D^+(G)$ и $D^-(G)$ рассмотрим сечения отношений d^+, d^- по S_i , которые представим в виде

$$d^+(S_i) = \{S_j \subset S : d_{ij}^+ = 1\}$$

и

$$d^-(S_i) = \{S_j \subset S : d_{ij}^- = 1\}.$$

Здесь $d^+(S_i)$ – множество подсистем $S_j \subset S$, на которые может оказать действие подсистема S_i ($S_i \rightarrow S_j$), а $d^-(S_i)$ – множество подсистем $S_j \subset S$, которые могут оказать действие на подсистему S_i ($S_i \leftarrow S_j$). Эти множества позволяют построить и сечение $d^\pm(S_i) = d^+(S_i) \cap d^-(S_i) = \{S_j \subset S : (d_{ij}^+ = 1 \wedge d_{ij}^- = 1)\}$, характеризующее взаимодействие $S_i \leftrightarrow S_j$.

Аналогично: $\bar{d}^+(S_i) = \{S_j \subset S : d_{ij}^+ = 0, j \neq i\}$ – множество подсистем $S_j \subset S$, на которые не может оказать действие подсистема S_i ($S_i \rightarrow S_j$); $\bar{d}^-(S_i) = \{S_j \subset S : d_{ij}^- = 0, j \neq i\}$ – множество подсистем $S_j \subset S$, которые не могут оказать действие на подсистему S_i ($S_i \leftarrow S_j$); $\bar{d}^\pm(S_i) = \bar{d}^+(S_i) \cap \bar{d}^-(S_i) = \{S_j \subset S : (d_{ij}^+ = 0 \wedge d_{ij}^- = 0, i \neq j)\}$ – множество подсистем $S_j \subset S$, на которые, с одной стороны, не может оказать действие подсистема S_i , а с другой стороны – каждая из которых не может оказывать действия на подсистему S_i ($S_i \leftrightarrow S_j$).

Построенные сечения позволяют определить на множестве S^2 бинарные отношения $d^+ = \cup_i \{S_i \times d^+(S_i)\}$; $d^- = \cup_i \{S_i \times d^-(S_i)\}$; $d^\pm = \cup_i \{S_i \times d^\pm(S_i)\}$; $\bar{d}^+ = \cup_i \{S_i \times \bar{d}^+(S_i)\}$;

$\bar{d}^- = \cup_i \{S_i \times \bar{d}^-(S_i)\}$; $\bar{d}^\pm = \cup_i \{S_i \times \bar{d}^\pm(S_i)\}$. Эти отношения в совокупности с самим множеством S^2 и пустым множеством \emptyset образуют так называемую топологию $\Sigma = \{\sigma\} = \{d^+, d^-, d^\pm, \bar{d}^+, \bar{d}^-, \bar{d}^\pm, S^2, \emptyset\}$ на множестве S^2 . И, следовательно, задают топологическое пространство $T(S^2) = (S^2, \Sigma)$.

Рассмотрим процедуру формирования пространства отношений противоречия на примере контрдостижимого множества подсистем ($d^-(S_i) = \{S_j \subset S : d_{ij}^- = 1\}$).

Допустим, что на этом множестве задана функция $\varphi_i(S_j, S_i) : d^-(S_i) \rightarrow \text{Re}$ (порядок следования переменных в аргументе функции определяет порядок действия подсистем, т.е.

$S_j \rightarrow S_i$), знак которой для любого $j = 1, \dots, N$, $\delta_j^i = |d^-(S_i)| \leq N$ определяет выбираемую в соответствии с определениями 2...4 альтернативу, а именно: $\varphi_i(S_j, S_i) > 0 \Rightarrow S_j \bar{\mathfrak{R}}_c^- S_i$; $\varphi_i(S_j, S_i) = 0 \Rightarrow S_j \bar{\mathfrak{R}}_b^- S_i$; $\varphi_i(S_j, S_i) < 0 \Rightarrow S_j \mathfrak{R}^- S_i$. Естественно положить, что $\varphi_i(S_j, S_i) = q_i'(S_j)$. Назовем $\varphi_i(S_j, S_i)$ функцией (индикатором) конфликта подсистемы S_j с подсистемой S_i .

Тогда для любого $i = 1, \dots, N$ (по всем сечениям) задается семейство таких функций в виде вектор-функции конфликта $\Phi(S_j, S_i) = (\varphi_1(S_j, S_1), \varphi_2(S_j, S_2), \dots, \varphi_N(S_j, S_N))$.

Аналогичным образом определяется вектор-функция конфликта $\Phi(S_i, S_j) = (\varphi_1(S_1, S_j), \varphi_2(S_2, S_j), \dots, \varphi_N(S_i, S_N))$ для достижимости множества подсистем $d^+(S_i) = \{S_j \subset S : d_{ij}^+ = 1\}$.

Если принять, что $S_j \in S_{AD}$, $j = 1, \dots, N_{AD}$, а $S_i \in S_{RES}$, $i = 1, \dots, N_{RES}$, то $\Phi(S_j, S_i)$ и $\Phi(S_i, S_j)$ являются индикатором ядер внешних конфликтов. Если $\Phi(S_j, S_i) < 0$ и $\Phi(S_i, S_j) > 0$, то это свидетельствует либо о некорректности применения, либо о недостаточной эффективности средств УВД. Последнее должно уточняться, чтобы не нарушать однозначности в оценке первых.

С учетом вышеизложенного, процедуру по формированию опорной операции применения средств УВД можно представить в виде взаимосвязанных технологических задач, изображенных на рис. 2.

“Диагностика” – обеспечивает по параметрам Π_{DS} , поступающим в S_{DS} систему УВД (см. рис.1), идентификацию $S_j \in S_{AD}$, выявление возможных связей между $S_i \in S_{RES}$ и S_j , $S_i, S_j \in S$ и представление окружения S тройкой $\mathbf{S} = \{S, G, R\}$;



Рис. 2. Структура взаимосвязанных технологических задач

“Конфликт” – обеспечивает определение производных по системе $q'_j(s_i)$ и $q'_i(s_j)$, и с учетом $G(S, E)$ построение $T(S^2) = (S^2, \Sigma)$;

“Анализ конфликта” – обеспечивает на основании $T(S^2) = (S^2, \Sigma)$ формирование $\Phi(S_j, S_i)$ и $\Phi(S_i, S_j)$;

“Принятие решения” – обеспечивает выбор опорной операции применения средств УВД $Y_{RES}^* = R_{RES}(C_{RES}^*, X_{RES}^*)$, $Y_{RES}^* \subset Y_{RES} = R_{RES}(C_{RES}, X_{RES})$, для которой $\max|\Phi(S_i, S_j)|$ из $\Phi(S_i, S_j) < 0$, либо при $\max|\Phi(S_j, S_i)|$ из $\Phi(S_j, S_i) > 0$, либо при $\Phi(S_j, S_i) = 0$, либо при $\min|\Phi(S_j, S_i)|$ из $\Phi(S_j, S_i) < 0$.

Эта процедура также может быть использована для оценки структурного взаимодействия внутри самих систем S_{AD} и S_{CRES} . В этом случае $\Phi_{AD}(S_j, S_k)$ и $\Phi_{AD}(S_k, S_j)$, $S_j, S_k \in S_{AD}$, а $\Phi_{CRES}(S_i, S_g)$ и $\Phi_{CRES}(S_g, S_i)$, $S_i, S_g \in S_{CRES}$ являются индикаторами внутренних конфликтов, соответственно, системы S_{AD} и S_{CRES} . Причинами возникновения этих конфликтов являются издержки структурной конфигурации оцениваемых систем.

Анализ внутреннего структурно-параметрического взаимодействия элементов систем S_{AD} и S_{CRES} позволит, во-первых, определять: ядра конфликтов в S_{AD} для максимизации конфлик-

та между S_{CRES} и S_{AD} ; ядра сотрудничества в S_{AD} для минимизации конфликта между S_{AD} и S_{CRES} ; ядра безразличия в S_{AD} для трансформации их в конфликт между S_{CRES} и S_{AD} .

Во-вторых, определять: ядра конфликтов в S_{CRES} для минимизации сотрудничества между S_{CRES} и S_{AD} ; ядра сотрудничества в S_{AD} для минимизации сотрудничества между S_{AD} и S_{CRES} ; ядра безразличия в S_{CRES} для недопущения трансформации их в сотрудничество между S_{AD} и S_{CRES} .

В третьих, актуальным является разрешение существующих конфликтов в самих S_{CRES} , направленное на определение их структурной конфигурации. Это возможно, когда существующий конфликт в системе S_{CRES} трансформируется либо в безразличие, либо в сотрудничество, либо в независимость. Первые два случая могут наблюдаться при решении частных задач, например, связанных с параметрическим согласованием элементов S_{CRES} , с надежностью их функционирования и т.п. Последний – при решении такой частной задачи, как электромагнитная совместимость S_{CRES} с радиоэлектронным оборудованием воздушного судна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достоинством инструментальных средств анализа системных взаимодействий параметров по сравнению с научно-методическим аппаратом диагностики информационных взаимодействий является то, что в них изначально учитываются (через входные и выходные РЧ-параметры) РЧ-условия функционирования РЭЖ. Причем в качестве индикатора сопутствующего признака неадекватности применения РЭЖ выступает производная (3) от вещественной функции полезности достижения цели его функционирования, отражающая РЧ-действия элементов среды. Однако при этом в явном виде не отражаются ресурсно-управляемые возможности РЭЖ, что не позволяет выполнить операционные разграничения между операторским составом и аппаратной частью средства, а значит формировать содержательный компонент учебных упражнений. Кроме того, научно-методический аппарат анализа системных взаимодействий, так же как и аппарат диагностики информационных взаимодействий, ограничен только рассмотрением антагонистической направленности целей функционирования РЭЖ. На самом деле, помимо антагонистической направленнос-

ти целей функционирования РЭЖ, так же существует дружественная и независимая их ориентация.

Здесь так же необходимо отметить, что существующие различия как в целевом и функциональном назначении, так и в физико-математическом и структурно-параметрическом представлении РЭЖ, не позволяют разработать универсальный метод устранения неадекватности их применения из-за отсутствия научно-методического аппарата, описывающего функционирование всех РЭЖ с единых позиций. Поэтому в дальнейшем целесообразным является определение возможности описания РЭЖ, обладающего инвариантностью к предметному назначению и РЧ-условиям функционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сысоев В. В., Дикарев В. А., Алексеев В. В.* Количественная оценка структурного взаимодействия

элементов технологических систем // Математическое моделирование технологических систем. – Воронеж: ВГТА, 1999. – Вып. 3. – С. 145–148.

2. *Потапов А. Н., Дикарев В. А., Сысоев В. В.* Исследование методов вторичной обработки радиолокационных измерений с целью повышения эффективности применения компьютерных технических систем практического обучения лиц ГРП // Материалы III международной научно-технической конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации», 1–5 июля 1999. – Владимир: ВлГУ, 1999. – С. 37–41.

3. *Потапов А. Н.* К вопросу разрешения конфликтов в практической подготовке лиц группы руководства полетами // Материалы I Всероссийской научно-технической конференции «Теория конфликта и ее приложение», 26–29 июня 2000. – Воронеж: ВГТА, 2000. – С. 24–27.

4. *Потапов А. Н.* Автоматизация тренажной подготовки операторов радиоэлектронных объектов управления воздушным движением. Монография. – Воронеж: Изд-во ВАИУ, 2010. – 136 с.

Алексеев Владимир Витальевич – начальник 112 кафедры эксплуатации радиотехнических средств (обеспечения полетов), доктор технических наук, профессор. Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина». E-mail: vvalex1961@mail.ru

Alekseev Vladimir Vitalevich – the chief of 112 chairs. Military educational and scientific center of the AIR FORCE's «Air Force Academy im. professor N. E. Zhukovsky and Yuri Gagarin». E-mail: vvalex1961@mail.ru

Назаров Тимур Иванович – адъюнкт кафедры эксплуатации радиотехнических средств (обеспечения полетов). Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

Nazarov Timur Ivanovich – Adjunct Professor of operation of radio equipment (flight). Military educational and scientific center of the AIR FORCE's «Air Force Academy im. professor N. E. Zhukovsky and Yuri Gagarin»

Потапов Андрей Николаевич – заместитель начальника кафедры эксплуатации радиотехнических средств (обеспечения полетов). Кандидат технических наук, доцент. Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

Potapov Andrei Nikolaevich – Deputy of the chair operating radio equipment support (aviation). Candidate of the technical sciences, assistant professor. Military educational and scientific center of the AIR FORCE's «Air Force Academy im. professor N. E. Zhukovsky and Yuri Gagarin»