

УДК 681.51./54

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОНФЛИКТОВ ПРИМЕНЕНИЯ ЭРГОТЕХНИЧЕСКИХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ

© А.Н. Потапов, Т.И. Назаров, И.А. Потапов

*Ключевые слова:* эрготехнические радиоэлектронные объекты; информационный конфликт; радиочастотный спектр.

Рассмотрен вопрос научно-методического обеспечения диагностики информационных конфликтов применения эрготехнических радиоэлектронных объектов с учетом того, что на основе анализа потенциальных усилий антагонистически настроенных элементов среды они осуществляют выбор стратегии применения РЭО по совокупности располагаемых ресурсов: энергетических, частотных, временных. Показано, что в явном виде не формируются рекомендации на конкретные действия операторов по управлению РЭО.

### ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭРГОТЕХНИЧЕСКИХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Известно, что каждый *радиоэлектронный объект* (РЭО) имеет свои особенности, определяющиеся как целевым назначением и принципами функционирования, так и операциями и условиями их применения [1]. Наличие этих особенностей стало определяющим фактором по разработке для каждого РЭО своего математического аппарата, описывающего механизмы их функционирования, в частности: радиолокационных систем (объектов), радионавигационных систем, систем радиосвязи, систем радиоэлектронного подавления и радиотехнической разведки, радиоэлектронных комплексов. Отсутствие же универсальности описания механизмов функционирования эрготехнических РЭО не обеспечивает выработки инструментария для формирования стратегий их применения с учетом изменения условий функционирования, инвариантного к РЭО. Отличительной особенностью этих объектов от других, созданных человечеством, является использование ограниченного *радиочастотного* (РЧ) спектра при всеобщей возрастающей в нем потребности [2]. При этом основой функционирования РЭО является наличие РЧ-отношений [2] между РЭС среды, обусловленных их действиями [2] по отношению к радиоволнам, распространяющимся в окружающем пространстве, направленным либо на их излучение, либо на их прием. С учетом этого, используя теоретико-множественный подход, обобщенно функционирование любого РЭО можно описать на основании следующих положений.

Радиоэлектронный объект – это объект  $S$ , который обеспечивает в РЧ-спектре некоторую совокупность РЧ-действий  $\Delta_S = \{\Delta_{S_i}\}$ ,  $i = \overline{1, N_{\Delta_S}}$  относительно РЧ-действий  $\Delta_Q = \{\Delta_{Q_j}\}$ ,  $j = \overline{1, N_{\Delta_Q}}$  окружающей его среды  $Q$  в целях достижения желаемого им результата  $P_S$ . Как правило, желаемый результат  $P_S$  определяется количеством и качеством получаемой информации о

среде  $Q$ , в интересах чего  $S$  производит РЧ-действия  $\Delta_S$ .

Среда  $Q$  – это область окружения объекта  $S$ , которая может состоять из некоторой совокупности других РЭО  $S' = \{S'_l\}$ ,  $l = \overline{1, N_{S'}}$  (однородных и неоднородных) и прочих объектов  $S'' = \{S''_m\}$ ,  $m = \overline{1, N_{S''}}$  (искусственного или естественного происхождения), основой функционирования которых является использование в окружающем пространстве радиоволн

$$Q = \{S', S''\} = \{Q_j\}, \quad j = \overline{1, N_Q},$$

$$N_Q = N_{S'} + N_{S''}. \quad (1)$$

РЧ-спектр – объединенное множество радиочастот  $f_S = \{f_{S_p}\}$  и  $f_Q = \{f_{Q_j}\}$ , используемых объектом  $S$  и средой  $Q$ ,

$$F = \{F_k\} = \{f_{S_p}\} \cup \{f_{Q_j}\}, \quad (2)$$

где  $\cup$  – символ объединения.

Действия  $\Delta_S$  могут заключаться: либо в излучении  $\Delta_{S_e}$  в среду  $Q$  радиоволн  $x_S$  и приеме  $\Delta_{S_r}$  из среды  $Q$  радиоволн  $x_S$ , либо в  $\Delta_{S_r} - x_S$  и  $\Delta_{S_e} - y_S$ , либо только в  $\Delta_{S_r} - x_S$ , либо только в  $\Delta_{S_e} - y_S$ :

$$\Delta_S = (\Delta_{S_e}, \Delta_{S_r}) \vee (\Delta_{S_r}, \Delta_{S_e}) \vee \Delta_{S_r} \vee \Delta_{S_e},$$

$$\Delta_{S_r} \subset x_S, \quad \Delta_{S_e} \subset y_S, \quad (3)$$

или  $\Delta_S \subset x_S \times y_S$ , где  $\vee$  и  $\times$  – символы дизъюнкции и декартова произведения;  $x_S = \{x_S\}$  и  $y_S = \{y_S\}$  – множества реализаций РЧ входов и выходов РЭО  $S$ .

Аналогичным образом формируются РЧ-действия  $\Delta_Q$ :

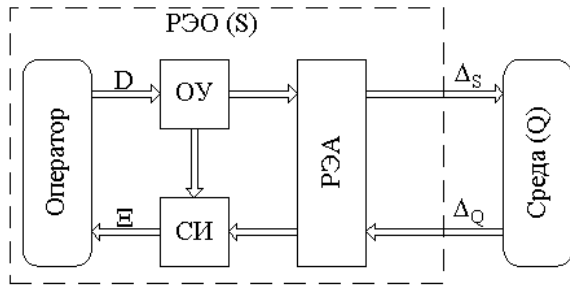


Рис. 1. Обобщенная структура эрготехнического РЭО

$$\Delta_Q = (\Delta_{Q_e}, \Delta_{Q_r}) \vee (\Delta_{Q_r}, \Delta_{Q_e}) \vee \Delta_{Q_r} \vee \Delta_{Q_e},$$

$$\Delta_{Q_r} \subset x_Q, \Delta_{Q_e} \subset y_Q \quad (4)$$

или  $\Delta_Q \subset x_Q \times y_Q$ , где  $x_Q = \{x_Q\}$  и  $y_Q = \{y_Q\}$  – множества реализаций соответственно РЧ входов и выходов РЭС среды  $Q$ .

В зависимости от цели функционирования РЭО  $S$  они могут классифицироваться по отношению к РЧ-действиям  $\Delta_S$  на объекты с обратной связью и объекты без обратной связи. В свою очередь, РЭО  $S$  без обратной связи собственных действий  $\Delta_S$  подразделяются на:

- *активные* – объекты, которые производят только РЧ-действия  $\Delta_{S_e}$  по излучению радиоволн  $y$  в среду  $Q$ :

$$\Delta_{S_e} : y \rightarrow Q. \quad (5)$$

- *пассивные* – объекты, которые производят только РЧ-действия  $\Delta_{S_r}$  по приему радиоволн  $x$  от среды  $Q$ :

$$\Delta_{S_r} : x \leftarrow Q. \quad (6)$$

Объекты  $S$  с обратной связью РЧ-действий подразделяются на:

- объекты с разомкнутой обратной связью;
- объекты с замкнутой (циклической) обратной связью.

К РЭО с разомкнутой обратной связью можно отнести:

- *активно-пассивные* – объекты  $S$ , которые производят РЧ-действие  $\Delta_{S_e}$  по излучению в  $Q$  радиоволн  $y$  с целью осуществления РЧ-действия  $\Delta_{S_r}$  по приему от  $Q$  радиоволн  $x$ , являющихся ее реакцией  $\text{Re}(Q)$  на  $y$ , т. е.

$$\Delta_{S_e} : y \rightarrow x = \text{Re}(Q) : y \rightarrow \Delta_{S_r} : x; \quad (7)$$

- *пассивно-активные* – объекты  $S$ , которые производят РЧ-действие  $\Delta_{S_r}$  по приему от  $Q$  радиоволн  $x$ , с целью осуществления РЧ-действия  $\Delta_{S_e}$  по излуче-

нию в  $Q$  радиоволн  $y$ , являющихся его реакцией  $\text{Re}(S)$  на  $x$ , т. е.

$$\Delta_{S_r} : x \rightarrow y = \text{Re}(S) : x \rightarrow \Delta_{S_e} : y. \quad (8)$$

К объектам с циклической обратной связью можно отнести:

- *активно-адаптивные* – объекты  $S$ , сочетающие в себе РЧ-действия  $\Delta_S$  активно-пассивного и пассивно-активного РЭО, т. е.

$$\Delta_{S_e} : y \downarrow \rightarrow x = \text{Re}(Q) : y \rightarrow \Delta_{S_r} : x \rightarrow y =$$

$$= \text{Re}(S) : x \rightarrow \Delta_{S_e} : y \uparrow; \quad (9)$$

- *пассивно-адаптивные* – объекты  $S$ , сочетающие в себе РЧ-действия  $\Delta_S$  пассивно-активного и активно-пассивного РЭО, т. е.

$$\Delta_{S_r} : x \downarrow \rightarrow y = \text{Re}(S) : x \rightarrow \Delta_{S_e} : y \rightarrow x =$$

$$= \text{Re}(S) : y \rightarrow \Delta_{S_r} : x \uparrow. \quad (10)$$

Аналогичным образом может быть представлена первичная классификация для множества элементов  $S' = \{S'_i\} \subseteq Q$ .

Оператор РЭО на основании анализа информационного потока  $I = \{I_k\}$  средств индикации (СИ), характеризующих функционирование самого РЭО и поведение среды, совершает некоторую совокупность действий  $D = \{D_i\}$  по использованию *органов управления* (ОУ) для достижения поставленной перед объектом цели. В свою очередь, реализация операции  $D$  определяет множество РЧ-действий  $\Delta_S = \{\Delta_{S_i}\}$  РЭО на множество РЧ-действий  $\Delta_Q = \{\Delta_{Q_j}\}$  среды.

В соответствии с этим на рис. 1 представлена обобщенная структура эрготехнического РЭО, где РЧ-действия регулируются оператором [2]. В процессе применения РЭО в соответствии с РЧ-действиями  $\Delta_Q$  среды оператор должен выбирать и осуществлять такие операции  $D = \{D_i\}$ , которые позволили бы формировать реакцию  $\text{Re}(S) : \Delta_Q \rightarrow \Delta_S$  в интересах достижения желаемого результата  $P_S$ . Очевидно, что от корректности выбора, своевременности и точности выполнения операции  $D$  зависит достижимость желаемого результата  $P_S$ .

Сами предписанные операции  $D = \{D_i\}$  являются содержательным компонентом учебных упражнений, которые должны отрабатываться операторами в ходе ТП. Однако в настоящее время из-за экономических и организационно-технических проблем содержательный компонент подвержен конфликту применения РЭО, возникающему из-за изменения РЧ-условий функционирования объектов. Наиболее динамичное изменение условий функционирования РЭО проявляется при ор-

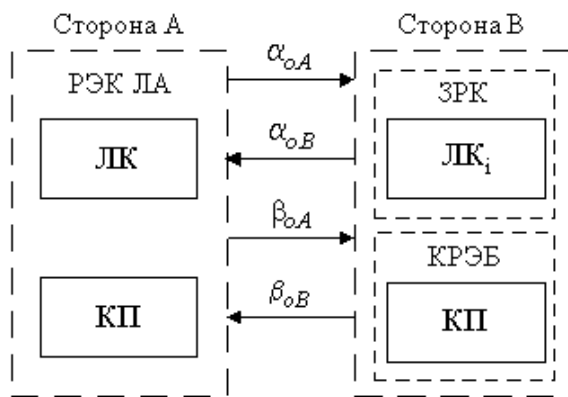


Рис. 2. Противоборствующие коалиции А и В

ганизации и ведении информационной борьбы. В настоящее время имеется достаточно развитое научное направление, посвященное вопросам организации и ведения информационной борьбы. Поэтому для разработки метода защиты содержательного компонента учебных упражнений от конфликта применения РЭО определим возможности существующего научно-методического обеспечения на примере решения задачи их боевого применения в условиях информационной борьбы. В дальнейшем целесообразно выполнение обобщения в соответствии с представленными особенностями функционирования РЭО, а именно:

- подтвердить инвариантность к предметному назначению рассмотрения РЭО относительно признаков РЧ-действий;
- определить сопутствующие условия и факторы функционирования РЭО;
- выполнить структурно-логическое представление РЭО, отражающее операции по их управлению и РЧ-условия функционирования;
- произвести обобщенную постановку задачи по формированию содержательного компонента учебных упражнений;
- построить системную модель формирования операций и сформулировать метод формирования конфликтно-устойчивого содержательного компонента учебных упражнений.

В настоящее время существуют два различных по своей сути современных научных подхода, посвященных вопросам формирования операций боевого применения РЭО. Причем базисом одного из них являются положения теории информационных конфликтов [2], разработанной в 1980-х гг. В.В. Дружининым и Д.С. Конторовым и успешно развитой в современное время В.Г. Радзиевским и А.А. Сиротой [3], другой – положения теории системных конфликтов, основоположником которой является В.В. Сысоев [3]. Первый подход основывается на диагностике информационных, второй – на диагностике системных конфликтов. Рассмотрим первый из этих подходов на основе инструментальных средств в виде методического и математического обеспечения с позиции их состоятельности на предмет защиты учебных упражнений от конфликта применения РЭО.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОНФЛИКТОВ

Опыт боевого применения современных авиационных радиоэлектронных комплексов (РЭК) подтверждает необходимость размещения на борту боевого летательного аппарата (ЛА) совместно с системами сбора информации (РЛС, оптико-электронные системы и др.) средства индивидуальной радиоэлектронной защиты (станции радиотехнической разведки (РТР) и радиоэлектронного подавления). При поражении объектов, прикрываемых различными зенитно-ракетными комплексами (ЗРК) и авиационными комплексами вооружения, задача обнаружения цели приобретает ярко выраженный конфликтный характер. При этом могут сталкиваться и интересы собственных для бортового РЭК систем: РЛС обнаружения целей и наведения оружия и станция РЭБ.

Наиболее адекватной моделью процесса столкновения интересов препятствующих друг другу сторон в условиях противодействия является конфликт [4]. Содержание конфликта и его математическое представление всецело определяются составом и целевой направленностью действий противостоящих сторон. В современных условиях информационной борьбы (ИБ) в конфликтное взаимодействие вовлекаются не отдельные средства, а целостные сложные системы, решающие согласованный ряд задач в интересах достижения общих целей. Отдельные элементы таких систем не являются взаимонезависимыми, а дополняют и «помогают» друг другу. В этом случае конфликтное взаимодействие противостоящих сторон приобретает все черты сложного коалиционного конфликта – столкновение интересов двух коалиций [4]. Для случая преодоления зоны ПВО, прикрывающей цель авиационными РЭК, противоборствующие коалиции, как и ранее, можно представить как противостояние двух сторон: А и В (рис. 2).

Стороной А является РЭК ЛА и содержит две основные составляющие, наиболее важные в ИБ: локационный канал (ЛК) и канал активного подавления (КП). Сторона В содержит ЗРК, представленный различными локационными каналами (ЛК  $i$ ) и комплексом РЭБ. Взаимодействующие коалиции представлены совокупностью средств, стремящихся к упреждающему решению поставленных перед ними задач, в т. ч. и по средствам вмешательства в процесс функционирования противоборствующей стороны. Известные математические модели конфликта ориентированы, как правило, на противостояние отдельных средств и не учитывают особенностей, связанных с дальнейшим совершенствованием средств и методов ИБ.

В рамках решения этой проблемы в работе [4] рассмотрены особенности моделирования сложного коалиционного конфликта, связанные с учетом взаимного влияния совместных действий противостоящих сторон на вероятностно-временные показатели их выигрышей. При этом для случая преодоления зоны ПВО конфликт в ИБ определен как процесс антагонистического соперничества двух сторон А и В, каждая из которых предпринимает согласованные по месту и времени

действия по упреждающему достижению информационного превосходства. Следовательно, в данном случае ИБ представляется как *информационный конфликт* (ИК).

Принцип моделирования основан на аналитических методах исследования сложных систем и ставит в соответствие собственно конфликту вероятностно-временные характеристики процесса функционирования такой конфликтной системы в целом. При этом сам процесс функционирования полностью определяется вероятностно-временными характеристиками перехода системы из одного состояния в другое, обусловленное конкретными действиями составляющих ее элементов (средств).

В качестве показателей эффективности действий противостоящих в условиях ИК сторон приняты вероятности событий, заключающиеся в том, что к некоторому моменту времени  $t$  одна сторона выполнила свою информационную задачу, а другая не выполнила ( $P_{A,B}(t)$ ), и средние продолжительности пребывания противостоящих сторон в состоянии информационного выигрыша ( $\bar{T}_{A,B}$ ). Эти показатели обладают ясным физическим содержанием и допускают «вложения» в показатели эффективности более высокого иерархического уровня.

Плотности распределения  $w_{A,B}(t)$  времени перехода конфликтной системы из одного состояния в другое и из исходного состояния в состояние финального выигрыша (проигрыша) при полумарковской модели процесса переходов (что для случая противодействия оказывается вполне оправданным) полностью определяются с соответствующими нестационарными интенсивностями переходов, являющимися функциями основных характеристик противостоящих друг с другом средств.

В соответствии с условиями решаемой задачи поисковые усилия ЛК и КП противостоящих сторон в ИК представляются в общем виде интенсивностями выигрышей:

$$\alpha(t) = kt/\bar{t}_{LK}^2; \beta(t) = kt/\bar{t}_{KP}^2,$$

где  $\bar{t}_{LK}$ ,  $\bar{t}_{KP}$  – средние продолжительности переходов из исходных состояний в состояния выигрышей ЛК и КП сторон А и Б. Зависимости  $\bar{t}_{LK}$  и  $\bar{t}_{KP}$  имеют одинаковый физический смысл и определяются выражением:

$$\bar{t} = \tau_o N^2 \sum_{i=1}^N P_{oi} (1 - P_{oi}) / (\sum_{i=1}^N P_{oi})^2, \quad (11)$$

где  $k = \pi/2$  – коэффициент пропорциональности;  $\tau_o$  – средняя продолжительность одного интервала наблюдения цели (предполагается, что  $\tau_o$  значительно меньше  $t$ );  $P_{oi}$  – вероятность правильного обнаружения полезного  $i$ -го сигнала на фоне действующей помехи либо на входе приемника ЛК, либо на входе приемника станции радиотехнической разведки КП противостоящих сторон;  $N$  – общее число обнаруживаемых сигналов (целей) в зоне поиска.

При дуэльной ситуации ИК (обнаружение одной цели:  $N = 1$ ) и  $N$  идентичных целей из (11) следует:

$$\bar{t}_1 = \tau_o (1 - P_o) / P_o; \bar{t}_N = \bar{t}_1 N,$$

что полностью согласуется с результатами теории поиска.

Стратегия (операция) стороны А в рассматриваемых случаях направлена на обеспечение максимизации своего выигрыша, т. е.  $\min \bar{t}$  при  $\max(\min \bar{t})$  для стороны В. Сторона В стремится обеспечить  $\min \bar{t}_{LK}$  для ЛК своей стороны (для РЛС ЗРК).

Если ЛК одной стороны уклоняется от воздействия канала КП другой стороны с интенсивностью  $\alpha_v$ , а интенсивность собственно противодействия канала КП  $\beta_{II}$ , то вместо  $\alpha(t)$  и  $\beta(t)$  справедливы следующие выражения:

$$\alpha_o(t) = (k/\bar{t}^2)[(1 - \exp(-\beta_{II}t))/\beta_{II}]; \quad (12)$$

$$\beta_o(t) = (k/\bar{t}^2)[(1 - \exp(-\alpha_v t))/\alpha_v]. \quad (13)$$

В выражениях (12) и (13) принято, что:

$$\beta_{II} = kt/\bar{t}_{реакц.КП}^2; \alpha_v = ktm/\bar{t}_{пер.ЛК}^2,$$

где  $\bar{t}_{реакц.КП}$  – средняя продолжительность реакции КП на изменения функционирования ЛК противостоящей стороны в ИК до постановки эффективной помехи;  $\bar{t}_{пер.ЛК}$  – средняя продолжительность перехода ЛК с одной рабочей частоты на другую при уклонении от воздействия помехи на входе его приемника;  $m$  – число возможных уклонений ЛК в ходе ИК.

Предел вторых сомножителей в (12) и (13) при  $\alpha_v, \beta_{II}$ , стремящихся к нулю (в случае отсутствия уклонения от воздействия противостоящей стороны или значительно большего времени реакции ЛК по отношению ко времени реакции КП), является  $t$ , поэтому при  $\alpha_v = \beta_{II} = 0$  имеем тождество  $\alpha_o \equiv \alpha(t)$ ,  $\beta_o \equiv \beta(t)$ . С учетом этого результирующее число выигрышей ЛК у КП противостоящей стороны выражается как

$$\alpha_{LK}(t) = (\alpha_o/\beta_o)[1 - \exp(-\beta_o t)]. \quad (14)$$

По своему смыслу (14) определяет статистические характеристики и, в частности, среднее значение (по множеству) числа переходов рассматриваемой конфликтной системы в состояние выигрыша ЛК –  $\bar{Z}_{LK}(t)$ .

Аналогично определяется и среднее число переходов конфликтной системы в состояние выигрыша КП:

$$\bar{Z}_{KP}(t) = \beta_{KP}(t) = (\beta_o/\alpha_o)[1 - \exp(-\alpha_o t)]. \quad (15)$$

При задании продолжительности конфликтного взаимодействия вероятности пребывания рассматриваемой конфликтной системы в состоянии хотя бы

одного выигрыша каждой из сторон соответственно равны:

$$P_{ЛК}(t) = P[X(t) = 1] = \overline{Z_{ЛК}(t)} \exp[-\overline{Z_{ЛК}(t)}]; \quad (16)$$

$$P_{КП}(t) = P[Y(t) = 1] = \overline{Z_{КП}(t)} \exp[-\overline{Z_{КП}(t)}]. \quad (17)$$

С учетом (12), (13) и (15) вероятности (16) и (17) представляются как:

$$P_{ЛК}(t) = \frac{\alpha_o}{\beta_o} [1 - \exp(-\beta_o t)] \exp\left\{-\frac{\alpha_o}{\beta_o} [1 - \exp(-\beta_o t)]\right\}; \quad (18)$$

$$P_{КП}(t) = \frac{\beta_o}{\alpha_o} [1 - \exp(-\alpha_o t)] \exp\left\{-\frac{\beta_o}{\alpha_o} [1 - \exp(-\alpha_o t)]\right\}. \quad (19)$$

По физическому смыслу вероятности (18) и (19) соответствуют одномерным законам распределения сечений (при фиксированных  $t$ ) случайных функций  $Z_{ЛК}(t)$ ,  $Z_{КП}(t)$  – результирующих потоков выигрышей противостоящих сторон в ИК. На основе выражений (18) и (19) имеется возможность описания динамики конфликтной системы. Это выражение включает описание всех ее элементов, связанных с ресурсными распределениями противостоящих сторон:  $\alpha_o$  – энергетического ресурса;  $\alpha_i$  и  $\beta_{II}$  – частотного ресурса. Определяемое время  $t$  в ИК является составляющей временного ресурса, отводимого на разрешение конфликтной ситуации.

Из рассмотрения элементарного ИК (ЛК против КП) можно заключить, что с целью создания наиболее благоприятных предпосылок для выигрыша противостоящих сторон в условиях ИК основные характеристики и алгоритм функционирования каждой из них должны выбираться не только на основе тактико-технических соображений, но и с учетом ответных действий противостоящей стороны.

Как следует из анализа вероятностей (18) и (19), к успеху в условиях ИК ближе та сторона, которая сможет лучше организовать возможные действия противника или обладает достаточной гибкостью в распределении имеющихся ресурсов, что напрямую определяется операциями боевого применения соответствующих средств. Рассмотренный метод моделирования динамики взаимодействия ЛК и КП в условиях элементарного ИК основан на представлении поисковых усилий ЛК и противостоящих им усилий средств КП в виде случайных полумарковских процессов типа размножения и гибели с последующим сопряжением этих процессов в эквивалентный поток принятия решений. Аналитическая оценка вероятностно-временных характеристик выигрышей сторон в конфликте распространяется и на случай других типов ИК при преодолении зоны ПВО летательными аппаратами с бортовыми РЭК. При этом в качестве основного показателя эффективности достижения выигрыша в ИК используется отношение вероятностей (18) и (19):

$$\frac{1}{V} = \frac{P_B(t)}{P_A(t)}. \quad (20)$$

В этом выражении вероятности нахождения (достижения) противодействующих сторон в состоянии выигрыша формируются, исходя из логики ИБ, динамично изменяющейся в процессе противоборства. При этом основная стратегия стороны А в ИК направлена на достижение различными средствами и принимаемыми мерами при противоборстве минимизации основного показателя (20), что соответствует  $\min \bar{t}_A$ :

$$\min \left\{ \frac{1}{V} \right\} = \min \bar{t}_A \quad \text{при} \quad \max \bar{t}_B. \quad (21)$$

Введение в качестве основного показателя эффективности достижения выигрыша в ИК при преодолении зоны ПВО выражения (20) позволяет определить оптимальные собственные усилия по поиску цели и (или) уклонению от противодействия средств ПВО с учетом уровня информации, получаемого от ЛК ЗРК противостоящей стороны.

Используя выражения для показателя эффективности (20) для случая сложного составного ИК, условие нахождения бортового РЭК стороны А в состоянии выигрыша имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{V_i} \right) < 1, \quad (22)$$

где  $V_i$  – показатель эффективности для ИК с  $i$ -ным информационным средством противника;  $n$  – число ИК, представленных как элементарные.

Поэтому оптимальные усилия стороны А в ИК соответствуют

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{V_i} \right) \right\}. \quad (23)$$

Сами оптимальные усилия стороны А должны реализовываться на основании решения задач как распределения аппаратных ресурсов средств бортового РЭК ЛА, так и выбора соответствующих траекторных параметров движения ЛА. В таком представлении оптимальные усилия определяют собственно операцию боевого применения ЛА при преодолении зоны ПВО.

## ВЫВОДЫ

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

ствлению разграничения операций боевого применения РЭК, соответственно, на операции для операторов РЭО и операции, самостоятельно реализуемые их аппаратными частями. Кроме того, представленный научно-методический аппарат не отражает в явном виде РЧ-условия, а именно РЧ-действия РЭО и элементов среды, что не позволяет спрогнозировать их поведение при изменении этих условий, а значит, обнаруживать возникающий конфликт применения РЭО. Другими словами, в этом аппарате отсутствует в явном виде сопутствующий признак конфликта применения РЭО. 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 РЭО в соответствии с их назначением, в частности для обеспечения информационного сотрудничества, безразличия и независимости. Что ограничивает его применение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаков В.В., Папаев В.В., Потапов А.Н. Методика формирования содержательного информационного компонента конфликтно-устойчивых учебных планов освоения автоматизированных комплексов практической подготовки операторов эрготехнических систем // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2012. № 10. С. 59-65.

2. Потапов А.Н. Структура математической модели метода формирования конфликтно-устойчивых операций управления эрготехническими радиоэлектронными объектами // Вестник Воронежского государственного технического университета. Воронеж: ВГТУ, 2012. Т. 8. № 7-1. С. 50-53.
3. Сысоев В.В., Дикарев В.А., Милосердов И.В. Мониторинг взаимных системных отношений радиоэлектронных объектов в условиях общности радиочастотного диапазона // Радиотехника (Журнал в журнале). 2001. № 4. С. 105-109.
4. Потапов А.Н. Автоматизация тренажной подготовки операторов радиоэлектронных объектов управления воздушным движением: монография. Воронеж: Изд-во ВАИУ, 2010. 136 с.

Поступила в редакцию 19 ноября 2012 г.

#### Potapov A.N., Nazarov T.I., Potapov I.A. SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL DIAGNOSTICS SUPPLY OF INFORMATION CONFLICTS OF APPLICATION ERGOTECHNICAL OF RADIO-ELECTRONIC OBJECTS

The article considers the question of scientific and methodical diagnostics supply of information conflicts of application of ergotechnical radio-electronic objects (REO) taking into account that on the basis of the analysis of potential efforts antagonistic the adjusted elements of the environment making a choice of strategy of application of REO on set of located resources: power, frequency, temporary. It is shown that recommendations on specific actions of operators on REO management in an explicit form aren't formed.

*Key words:* ergotechnical radio-electronic objects; information conflict; radio-frequency range.