

УДК 623.20

Базовая модель координации подсистем наблюдения и воздействия информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в информационном конфликте

Михайлов Р. Л.

Постановка задачи: информационные конфликты между информационно-телекоммуникационными системами специального назначения обусловлены стремлением каждой из сторон обеспечить благоприятные с позиции предупреждения действий противостоящей стороны условия для использования основных элементов. Вместе с тем, данные системы включают в себя информационную и телекоммуникационную составляющие, а также подсистемы наблюдения и воздействия, являясь, таким образом, сложными и обладающими иерархической структурой. В этих условиях актуальным является исследование механизмов координации подсистем в их составе в интересах их эффективного функционирования, а также достижения цели функционирования системы в целом. **Целью работы** является разработка математической модели координации подсистем наблюдения и воздействия в составе информационно-телекоммуникационных систем специального назначения с учетом необходимости оптимального распределения между ними телекоммуникационными устройствами противостоящей стороны для информационных контактов. **Используемые методы:** элементы теории динамической координации, теории множеств и теории оптимального управления. **Новизна:** элементами новизны представленной модели являются оригинальная декомпозиция процесса информационного конфликта на подпроцессы наблюдения и воздействия, а также формализация подсистем в составе информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в виде отображений между множествами координирующих сигналов. **Результат:** представленная модель позволяет формализовать полученные ранее результаты расчета оптимального распределения телекоммуникационных устройств между подсистемами наблюдения и воздействия как координирующие сигналы в информационно-телекоммуникационной системе специального назначения посредством которых осуществляется межуровневое взаимодействие. Противостоящая сторона формализована множеством внешних дестабилизирующих воздействий на процесс информационного конфликта **Практическая значимость:** разработанная модель позволяет определить «точки входа» в процесс информационного конфликта для методов динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в составе информационно-телекоммуникационной системы специального назначения.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная система, информационный конфликт, подсистема наблюдения, подсистема воздействия, распределение ресурсов, координация.

Актуальность

Конфликты между организационно-техническими системами (ОТС), связанные с разрешением различных противоречий, в том числе и силовым путем, являются неотъемлемой чертой существования мирового сообщества и, более того, одним из основных мотивационных факторов его эволюции. При этом до-

Библиографическая ссылка на статью:

Михайлов Р. Л. Базовая модель координации подсистем наблюдения и воздействия информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в информационном конфликте // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 4. С. 437-450. DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10418.

Reference for citation:

Mikhailov R. L. Base Model of Coordination of Surveillance and Impact Subsystems as the Parts of Special Information and Telecommunication System during the Information Conflict. *Systems of Control, Communication and Security*, 2019, no. 4, pp. 437-450. DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10418. (in Russian).

стижение главной (глобальной) цели конфликта – овладение какими-либо материальными (нематериальными) благами противостоящей стороны, либо не имеющими принадлежности или защита этих благ от посягательств противостоящей стороны возлагается на основные (базовые) элементы в составе конфликтующих ОТС [1]. Примерами данных элементов могут являться в зависимости от сферы конфликта, его масштаба и структуры самой ОТС силовые подразделения, дипломатические ведомства, производственные мощности и т. п. Применительно к ОТС, функционирующим в интересах обеспечения управления государством, его обороны, безопасности и охраны правопорядка, основными (базовыми) элементами является вся совокупность сил специального назначения (СН). Кроме того, эффективное применение указанных основных элементов в конфликте зависит от способности ОТС СН организовать их информационное обеспечение, то есть осуществлять сбор, формирование, передачу, хранение, обработку, представление и интерпретацию информации о состоянии, намерениях и действиях противостоящей стороны. Непосредственное выполнение данных задач, а также математическое обеспечение принятия решения и доведение его до основных элементов возлагается, соответственно, на информационную и телекоммуникационную системы информационно-телекоммуникационной системы СН (ИТКС СН) в составе ОТС. В условиях антагонистического конфликта между ОТС в специальной сфере естественно предположить, что каждая из сторон стремится к упреждающему характеру вышеуказанных действий по отношению к противостоящей стороне и предпринимает определенные действия по снижению возможностей противостоящей стороны и обеспечению независимости и эффективности своей ИТКС СН от вмешательства действий другой стороны, что, в свою очередь, и образует суть информационного конфликта между данными ОТС. Таким образом, обосновано говорить об информационном конфликте между ИТКС СН, как о важной части конфликта между ОТС в целом, в результате которого каждая из сторон стремится обеспечить благоприятные условия для применения основных средств.

Предшествующие работы автора [2-8] в области информационного конфликта, являющиеся развитием исследований других ученых [9-22], и позволяют выявить следующие его особенности:

- показателем информационного превосходства (превосходства в информационном конфликте) является преимущество во времени принятия решения о применении основных средств [1, 2, 9-11];
- задачи непосредственного достижения превосходства в специальной сфере возлагаются на подсистемы наблюдения и воздействия, примерами первых могут служить подсистемы радиомониторинга (РМ), компьютерного мониторинга и аппаратно-программных средств обеспечения информационной безопасности, а вторых – подсистемы радиоэлектронного подавления (РЭП), функционального поражения и информационно-технического воздействия, а задача обеспечения информационного обмена между этими подсистемами в составе ОТС решается посредством взаимосвязанных устройств телекоммуникации

- (УТ) в составе телекоммуникационной системы СН (ТКС СН), примерами которых служат узлы связи, отдельные радиостанции и автоматизированные рабочие места [3, 12-14];
- информационное превосходство достигается посредством информационных контактов технических средств из состава подсистем наблюдения и воздействия с УТ противостоящей стороны, в ходе которых решаются как задачи сбора информации о действиях противостоящей стороны (подсистемой наблюдения), так и срыв (затруднение) процесса информационного обмена противостоящей стороны (подсистемой воздействия). При этом локальной целью подсистемы наблюдения в информационном конфликте является снижение времени принятия решения о применении «своих» основных средств, а подсистемы воздействия – увеличение данного показателя для противостоящей стороны [4, 15-16];
 - ограниченное число УТ противостоящей стороны и невозможность в большинстве случаев одновременно использовать одно УТ в качестве объекта информационного контакта для технических средств наблюдения и воздействия актуализируют задачу их оптимального распределения между указанными подсистемами [5-6, 17-19];
 - помимо определения оптимального распределения УТ противостоящей стороны между подсистемами наблюдения и воздействия необходимо осуществлять динамическую координацию данных подсистем, при этом целью ИС в составе ИТКС СН как координирующего органа является согласование условий достижения подсистемами своих локальных целей с обеспечением превосходства в информационном конфликте [7-8, 20-22].

Обобщенная схема информационного конфликта между ИТКС СН как составной части конфликта между ОТС приведена на рис. 1.

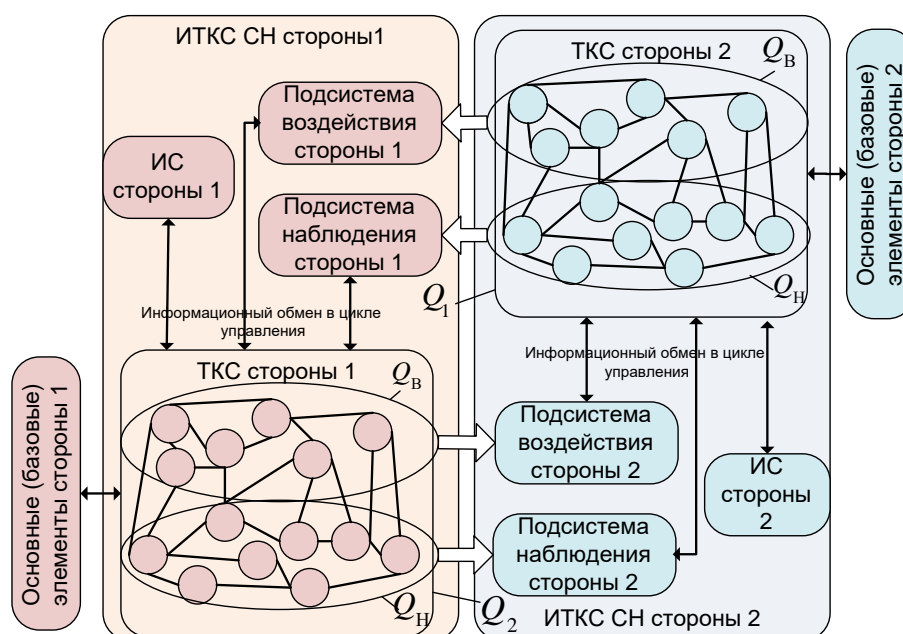


Рис. 1. Обобщенная схема информационного конфликта ИТКС СН

В работе [6] автором были получены математические выражения для оптимальных долей УТ из состава ТКС СН противостоящей стороны, распределенных подсистемам наблюдения (Q_H) и воздействия (Q_B), а также исследован порядок их изменения во времени при обнаружении новых УТ и с учетом аналогичных действий противостоящей стороны. Однако сами результаты подобных вычислений, проводимых ИС ИТКС СН, в ходе изменения условий протекания конфликта должны быть доведены до подсистем наблюдения и воздействия с целью осуществления перераспределения соответствующих средств для информационных контактов с УТ из состава ТКС СН противостоящей стороны. Таким образом, настоящая статья развивает полученные автором ранее результаты расчета оптимального распределения УТ в направлении их формализации в качестве координирующих сигналов в условиях имеющей место двухуровневой структуры ИТКС СН, а также наличия вышеописанного конфликта между подсистемами наблюдения и воздействия за выделяемый ресурс (число УТ из состава ТКС СН противостоящей стороны) в интересах достижения ими своих локальных целей. Подобные вопросы ранее рассматривались автором в работах [7-8], в рамках которых предложена концептуальная двухуровневая модель координации подсистем наблюдения и воздействия и, как ее дальнейшее развитие, динамическая модель координации с использованием элементов научно-методического аппарата теории дифференциальных игр. Вместе с тем, актуальным является уточнение характера и формы управляющих воздействий, а также декомпозиция самого процесса информационного конфликта на взаимосвязанные подпроцессы наблюдения и воздействия, что позволит, в дальнейшем, перейти к разработке методов координации подсистем наблюдения и воздействия в составе ИТКС СН.

Принятые обозначения

Рассмотрим процесс координации подсистем наблюдения и воздействия в информационном конфликте между ИТКС СН с позиции стороны 1. Противостоящая сторона при этом формализуется в виде внешних дестабилизирующих воздействий на процесс информационного конфликта. Введем следующие обозначения:

Q' – множество УТ из состава ТКС СН стороны 2;

Q – множество обнаруженных УТ из состава ТКС СН стороны 2;

Q_H – множество обнаруженных УТ из состава ТКС СН стороны 2, распределенных средствам наблюдения стороны 1: $Q_H = \{q_{H_a} / a = 1 \dots A\}$;

Q_B – множество обнаруженных УТ из состава ТКС СН стороны 2, распределенных средствам воздействия стороны 1: $Q_B = \{q_{B_b} / b = 1 \dots B\}$;

C_0 – ИС ИТКС СН как координирующий орган стороны 1;

C_1 – подсистема наблюдения стороны 1;

C_2 – подсистема воздействия стороны 1;

N – множество средств наблюдения стороны 1: $N = \{n_i / i = 1 \dots I\}$;

I – общее количество средств наблюдения стороны 1;

V – множество средств воздействия стороны 1: $V = \{v_j / j = 1 \dots J\}$;

J – общее количество средств воздействия стороны 1;

T – множество моментов времени в цикле управления основными (базовыми) элементами, в которые осуществляется распределение или перераспределение УТ из состава ТКС СН стороны 2 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1: $T = \{t_k / k = 0 \dots K\}$;

K – общее количество моментов времени в цикле управления основными (базовыми) элементами стороны 1;

A – множество координирующих сигналов ИС ИТКС СН стороны 1, передаваемых подсистемам наблюдения и воздействия в моменты времени $t_k \in T$:

$A = \{\lambda_k / k = 0, 1 \dots K\}$, при этом координирующие сигналы принимают вид

$$\lambda_k = \begin{cases} \{(q_{H_a}, q_{B_b}) / q_{H_a} \in Q_H, q_{B_b} \in Q_B\}, & \text{если } k = 0; \\ \lambda_k, & \text{если } k > 0. \end{cases}$$

W_1 – множество управляющих воздействий на процесс информационного конфликта со стороны подсистемы наблюдения стороны 1:

$$W_1 = \{(q_{H_a}, n_i, t_k) / q_{H_a} \in Q_H, n_i \in N, t_k \in T\};$$

W_2 – множество управляющих воздействий на процесс информационного конфликта со стороны подсистемы воздействия стороны 1:

$$W_2 = \{(q_{B_b}, v_j, t_k) / q_{B_b} \in Q_B, v_j \in V, t_k \in T\}.$$

X – процесс информационного конфликта ИТКС СН;

Ω – множество внешних дестабилизирующих воздействий на процесс информационного конфликта, при этом в работе под ними понимаются изменения в порядке функционирования УТ из состава ТКС СН стороны 2, вносимых ею в момент времени $t_k \in T$ в интересах обеспечения их скрытности и помехоустойчивости: $\Omega = \{\omega_k / k = 0, 1 \dots K\}$;

Y – «выход» информационного конфликта, то есть значение показателя преимущества во времени принятия решения о применении основных (базовых) элементов в цикле управления стороны 1 в момент времени $t_k \in T$: $Y = \{y_k / k = 0, 1, \dots, K\}$.

Модель координации подсистем наблюдения и воздействия

Формализуем взаимосвязь между введенными ранее переменными. Множество УТ из состава ТКС СН стороны 2 Q является пространством для множества обнаруженных УТ Q и имеет физический смысл максимального числа УТ, используемых стороной 2 при принятии решения о применении основных элементов, и, соответственно, максимально возможного числа обнаруженных УТ. Множества УТ из состава ТКС СН стороны 2, распределенных подсистемам наблюдения и воздействия стороны 1, связаны между собой выражением:

$$Q = Q_H \cup Q_B.$$

В момент времени $t_0 \in T$ ИС ИТКС СН стороны 1 как координирующий орган передает подсистемам наблюдения и воздействия координирующий сигнал λ_0 , содержащий множества распределенных им ОИП УТ из состава ТКС СН стороны 2 Q_H и Q_B , определяемых на основе априорных расчетов оптимальных долей УТ подсистемам для достижения превосходства в информационном конфликте [6]. Подсистемы C_1 и C_2 осуществляют динамическое распределение по данным УТ q_{H_a} и q_{B_b} средств наблюдения $n_i \in N$ и воздействия $v_j \in V$ исходя из необходимости достижения своих вышеуказанных локальных целей в информационном конфликте. Взаимосвязь между подсистемами управления, наблюдения и воздействия с позиции процесса координации приведена на рис. 2. По сути, в рамках разработанной модели подсистемы наблюдения и воздействия предстают в виде отображений:

$$C_1 : Q_H \times N \times T \rightarrow W_1,$$

$$C_2 : Q_B \times V \times T \rightarrow W_2.$$

Множества W_1 и W_2 представляют собой выбранные подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1 в каждый момент времени $t_k \in T$ оптимальные варианты распределения соответствующих средств по УТ из состава ТКС СН стороны 2, выделенных им для информационных контактов подсистемой управления. В дальнейшем, посредством указанных информационных контактов подсистемы наблюдения и воздействия оказывают влияние на процесс информационного конфликта в интересах достижения своих локальных целей, при этом результатом их влияния являются выходы процесса информационного конфликта $y_k \in Y$ в каждый момент времени $t_k \in T$.

В моменты времени $t_k \in T, k > 0$ ИС ИТКС СН стороны 1 передает координирующие сигналы λ_k , которые будут содержать не множества УТ из состава ТКС СН стороны 2, распределенных подсистемам наблюдения и воздействия, а значения связующих подпроцессы наблюдения и воздействия сигналов, описание которых приведено ниже.

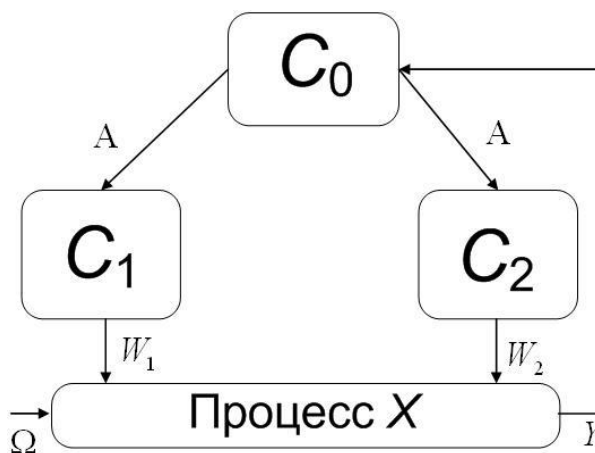


Рис. 2. Двухуровневая модель координации подсистем наблюдения и воздействия

Таким образом, предлагается рассматривать влияние подсистем наблюдения и воздействия на процесс информационного конфликта в форме их связи с соответствующими подпроцессами.

Проведем декомпозицию процесса информационного конфликта X на подпроцессы наблюдения X_1 и воздействия X_2 в соответствии с подходом, изложенным в работе [20]. Для этого необходимо учесть, что влияние на подпроцессы оказывают не только соответствующие подсистемы, но и противостоящая сторона посредством выбора в моменты времени $t_k \in T$ воздействий $\omega_k \in \Omega$. В результате в каждый момент времени $t_k \in T$ $k > 0$ множество УТ из состава ТКС СН стороны 2, распределенных подсистемам наблюдения и воздействия для информационных контактов, не являются по составу оптимальными. В целях пояснения, представим каждый из подпроцессов наблюдения и воздействия X_1 и X_2 в виде отображений (рисунок 3):

$$X_1 : W_1 \times U_1 \times \Omega \rightarrow Y_1,$$

$$X_2 : W_2 \times U_2 \times \Omega \rightarrow Y_2,$$

где U_1 и U_2 – множество входных сигналов подпроцессов наблюдения и воздействия, посредством которых осуществляется их взаимосвязь, а Y_1 и Y_2 – выходные параметры подпроцессов наблюдения и воздействия, то есть показатели достижения подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1 своих локальных целей в информационном конфликте:

$$Y_1 = \{y_{1_k} / k = 0, 1 \dots K\},$$

$$Y_2 = \{y_{2_k} / k = 0, 1 \dots K\}.$$

Данные параметры связаны с выходом информационного конфликта в целом выражением $Y = Y_1 \times Y_2$.

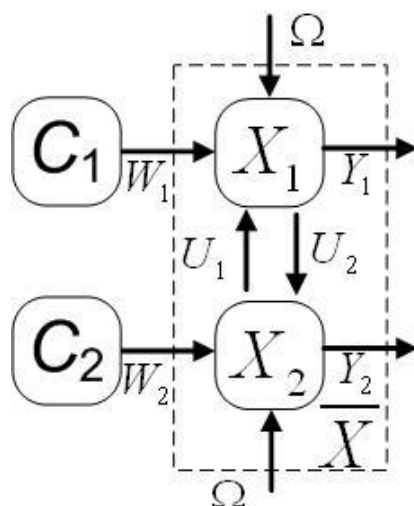


Рис. 3. Декомпозиция информационного конфликта на подпроцессы наблюдения и воздействия

Сигналы U_1 и U_2 представляют собой множества УТ из состава ТКС СН стороны 2, которые в интересах их оптимального распределения должны пере-

даваться в момент времени $t_k \in T$, $k > 0$ между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1:

$$U_1 = Q_B \times T = \left\{ (q_{B_b}, t_k) / q_{B_b} \in Q_B, t_k \in T \right\},$$

$$U_2 = Q_H \times T = \left\{ (q_{H_a}, t_k) / q_{H_a} \in Q_H, t_k \in T \right\}.$$

Зададим отображения:

$$H_1 : W_1 \times Y \rightarrow U_1,$$

$$H_2 : W_2 \times Y \rightarrow U_2,$$

которые связывают подпроцессы X_1 и X_2 и покажем соотношение между ними и процессом информационного конфликта X .

Положим $U = U_1 \times U_2$, $W = W_1 \cup W_2$ и определим функции H_1 и H_2 на множестве $W \times Y$ и \bar{X} на множестве $W \times U \times \Omega$ в виде

$$H(w, y_k) = (H_1(w_1, y_k), H_2(w_2, y_k)),$$

$$\bar{X}(w, u, \omega_k) = (X_1(w_1, u_1, \omega_k), X_2(w_2, u_2, \omega_k)),$$

где $w_1 \in W_1$, $w_2 \in W_2$, $y_k \in Y$, $u_1 \in U_1$, $u_2 \in U_2$, $\omega_k \in \Omega$.

В этом случае компонентами \bar{X} являются не связанные между собой подпроцессы наблюдения и воздействия, в то время как с помощью функции H осуществляется их соединение. Физическим смыслом данной функции является формализация зависимости между элементами множеств W_1 и W_2 и выходом процесса информационного конфликта $y_k \in Y$ в каждый момент времени $t_k \in T$. Процесс информационного конфликта X декомпозируется на связанные подпроцессы наблюдения (X_1) и воздействия (X_2), если условие:

$$Y = \bar{X}(w, H(w, y_k), \omega_k) \Leftrightarrow Y = X(w, \omega_k) \quad (1)$$

выполняется для всех (w, u, ω_k) в пространстве $W \times Y \times \Omega$.

Из условия (1) следует, что связующие сигналы $u_1 \in U_1$, и $u_2 \in U_2$, поступающие на входы подпроцессов наблюдения и воздействия, могут быть функционально связаны с управляющими воздействиями $w \in W$ и внешними возмущениями $\omega_k \in \Omega$. Точнее, $u \in U$ является результатом отображения

$$Z : W \times \Omega \rightarrow U,$$

которое, в свою очередь, определяется выражением

$$Z(w, \omega_k) = H(w, X(w, \omega_k)).$$

Функция Z является функцией взаимодействия подпроцессов наблюдения и воздействия и отражает весь процесс информационного конфликта X , так как для любого управляющего сигнала $w \in W$ и внешнего возмущающего воздействия $\omega_k \in \Omega$ с ее помощью определяются связующие сигналы $u_1 \in U_1$, и $u_2 \in U_2$, которые поступят на входы, соответственно, подпроцессов X_1 и X_2 . Применительно к информационному конфликту функция Z формализует взаимосвязь между управляющими сигналами подсистем наблюдения $w_1 \in W_1$, и воздействия $w_2 \in W_2$ в информационном конфликте, изменениями в порядке функционирования УТ из состава ТКС СН стороны 2, вносимых последней в интересах обес-

печения их скрытности и помехоустойчивости $\omega_k \in \Omega$ и значениями связующих подпроцессы наблюдения $u_1 \in U_1$, и воздействия $u_2 \in U_2$, сигналов, содержащих множества УТ из состава ТКС СН стороны 2, которые в интересах их оптимального распределения должны передаваться в момент времени $t_k \in T$, $k > 0$ между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1.

Полученное в рамках модели формализованное описание взаимосвязей подпроцессов наблюдения и воздействия позволяет предложить подходы к синтезу методов координации соответствующих подсистем в рамках информационного конфликта.

Существуют три подхода к рассмотрению такого рода взаимодействий [20].

1. *Прогнозирование взаимодействий.* Координирующие сигналы представляют собой прогноз связующих сигналов, в этом случае каждый координирующий сигнал $\lambda_k \in A$ $k > 0$ несет с собой прогнозные значения связующих сигналов $u_1 \in U_1$, и $u_2 \in U_2$, которые будут иметь место в связи с информационными контактами подсистем наблюдения и воздействия с УТ из состава ТКС СН стороны 2, а также в результате вмешательства противостоящей стороны на порядок функционирования ОИП.

2. *Развязывание взаимодействий.* При реализации данного подхода подсистемы наблюдения и воздействия стороны 1 получают право при достижении своих локальных целей Y_1 и Y_2 рассматривать связующие сигналы $u_1 \in U_1$, и $u_2 \in U_2$ как дополнительные свободные переменные, которые они могут выбирать по своему усмотрению

3. *Оценка взаимодействий.* Координирующие сигналы в этом случае не содержат точных значений связующих сигналов $u_1 \in U_1$, и $u_2 \in U_2$, а лишь ограничивают области их изменения: каждый координирующий сигнал $\lambda_k \in A$ $k > 0$ выделяет множество $U^v = U_1^v \times U_2^v$, тогда подсистема наблюдения считает диапазон U_1^v , а подсистема воздействия – диапазон U_2^v установленным диапазоном возмущений.

Выводы

Представленная в работе модель координации позволяет формализовать управляющие воздействия в ИТКС СН при координации подсистем наблюдения и воздействия в виде распределения в каждый момент времени УТ ТКС СН противостоящей стороны для осуществления информационных контактов. Новизной модели является оригинальная декомпозиция процесса информационного конфликта на подпроцессы наблюдения и воздействия, при этом динамический характер координации подсистем в составе единой ИТКС СН формализуется декартовым произведением всех множеств сигналов на входе и выходе процесса и элементами множества моментов времени T . В отличие от известных работ в области информационного конфликта [1, 9-16] взаимоувязаны процессы распределения ресурса между подсистемами наблюдения и воздействия в составе ИКС СН и их динамической координации посредством данного распре-

деления. Практическая значимость предложенной модели состоит в определении «точек входа» в процесс информационного конфликта для методов динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в информационном конфликте, синтез которых является актуальным дальнейшим направлением исследований.

Литература

1. Козирацкий Ю. Л., Будников С. А., Гревцев А. И., Иванцов А. В., Кильдюшевский В. М., Козирацкий А. Ю., Куцев С. С., Лысиков В. Ф., Паринов М. Л., Прохоров Д. В. Модели информационного конфликта средств поиска и обнаружения. Монография. – М.: Радиотехника, 2013. – 232 с.

2. Михайлов Р. Л. Анализ подходов к формализации показателя информационного превосходства на основе теории оценки и управления рисками // Системы управления, связи и безопасности. 2017. № 3. С. 98-118. – URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-03/05-Mikhailov.pdf>. (дата обращения 13.12.2019).

3. Макаренко С. И., Михайлов Р. Л. Информационные конфликты – анализ работ и методологии исследований // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 3. С. 95-178. – URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-03/04-Makarenko.pdf> (дата обращения 13.12.2019).

4. Михайлов Р. Л. Анализ научно-методического аппарата теории координации и его использования в различных областях исследований // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 4. С. 1-29. – URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-04/01-Mikhailov.pdf> (дата обращения 13.12.2019).

5. Михайлов Р. Л., Ларичев А. В., Смылова А. Л., Леонов П. Г. Модель распределения ресурсов в информационном конфликте организационно-технических систем // Вестник Череповецкого государственного университета. 2016. № 6. С. 24-29.

6. Михайлов Р. Л., Поляков С. Л. Модель оптимального распределения ресурсов и исследование стратегий действий сторон в ходе информационного конфликта // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 323-344. – URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/17-Mikhailov.pdf>. (дата обращения 13.12.2019).

7. Михайлов Р. Л. Двухуровневая модель координации подсистем радиомониторинга и радиоэлектронной борьбы // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. Т. 10. № 2. С. 43-50.

8. Михайлов Р. Л. Модель динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в информационном конфликте в виде иерархической дифференциальной игры трех лиц // Научные технологии. 2018. Т. 19. № 10. С. 44-51.

9. Антонович П. И., Шаравов И. В., Лойко В. В. Сущность операций в кибернетическом пространстве и их роль в достижении информационного превосходства // Вестник Академии военных наук. 2012. № 1 (38). С. 41-45.

10. Троценко К. А. Информационное противоборство в оперативно-тактическом звене управления // Военная мысль. 2016. № 8. С. 20-25.
11. Владимиров В. И., Лихачев В. П., Шляхин В. М. Антагонистический конфликт радиоэлектронных систем. Методы и математические модели. – М.: Радиотехника, 2004. – 384 с.
12. Радзиевский В. Г., Сирота А. А. Информационное обеспечение радиоэлектронных систем в условиях конфликта. – М.: ИПРЖР, 2001. – 456 с.
13. Владимиров В. И., Владимиров И. В. Основы оценки конфликтно-устойчивых состояний организационно-технических систем (в информационных конфликтах). – Воронеж: ВАИУ, 2008. – 231 с.
14. Стародубцев Ю. И., Бухарин В. В., Семенов С. С. Техносферная война // Военная мысль. 2012. № 7. С. 22-31.
15. Макаренко С. И. Динамическая модель двунаправленного информационного конфликта с учетом возможностей сторон по наблюдению, захвату и блокировке ресурса // Системы управления, связи и безопасности. 2017. № 1. С. 60-97. – URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-01/06-Makarenko.pdf> (дата обращения 13.12.2019).
16. Макаренко С. И. Динамическая модель системы связи в условиях функционально-разноуровневого информационного конфликта наблюдения и подавления // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 3. С. 122-185. – URL: <http://journals.intelgr.com/sccs/archive/2015-03/07-Makarenko.pdf> (дата обращения 13.12.2019).
17. Берзин Е. А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. – М.: Советское радио, 1974. – 304 с.
18. Берзин Е. А. Оптимальное распределение ресурсов и теория игр. – М.: Радио и связь, 1983. – 216 с.
19. Гурин Л. С., Дымарский Я. С., Меркулов А. Д., Задачи и методы оптимального распределения ресурсов. М.: Советское радио, 1968. 463 с.
20. Месарович М, Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 343 с.
21. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами. – М.: Физматлит, 2007. – 584 с.
22. Мистров Л. Е., Сербулов Ю. С. Методологические основы синтеза информационно-обеспечивающих функциональных организационно-технических систем. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 232 с.

References

1. Budnikov S. A., Grevtsev A. I., Ivantsov A. V., Kil'diushevskii V. M., Koziratskii A. Iu., Koziratskii Iu. L., Kushchev S. S., Lysikov V. F., Parinov M. L., Prokhorov D. V. *Modeli informatsionnogo konflikta sredstv poiska i obnaruzheniia. Monografiia* [Model information conflict of search and discovery. Monograph]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2013. 232 p. (in Russian).
2. Mikhailov R. L. Analysis of Approaches to the Formalization of the Indicator of Information Superiority Based on the Theory of Assessment and Risk

Management. *Systems of Control, Communication and Security*, 2017, no. 3, pp. 98-118. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-03/05-Mikhailov.pdf> (in Russian).

3. Makarenko S. I., Mikhailov R. L. Information Conflicts – Analysis of Papers and Research Methodology. *Systems of Control, Communication and Security*, 2016, no. 3, pp. 95-178. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-03/04-Makarenko.pdf> (accessed 13 December 2019) (in Russian).

4. Mikhailov R. L. An Analysis of the Scientific and Methodological Apparatus of Coordination Theory and its Use in Various Fields of Study. *Systems of Control, Communication and Security*, 2016, no. 4, pp. 1-29. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-04/01-Mikhailov.pdf> (accessed 13 December 2019) (in Russian).

5. Mikhailov R. L., Larichev A. V., Smyslova A. L., Leonov P. G. Model of Resource Allocation in a Information Conflict of Complicated Organizational and Technical Systems. *Cherepovets State University Bulletin*, 2016, no. 6, pp. 24-29 (in Russian).

6. Mikhailov R. L., Polyakov S. L. Model of Optimal Division of Sides Resources During Information Conflict. *Systems of Control, Communication and Security*, 2018, no. 4, pp. 323-344. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/17-Mikhailov.pdf> (accessed 13 December 2019) (in Russian).

7. Mikhailov R. L. Two-level model of coordination of subsystems of radiomonitoring and electronic warfare. *H&ES Research*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 43-50 (in Russian).

8. Mikhailov R. L. Model of Dynamic Coordination of Subsystems of Surveillance and Impact in the Information Conflict as a Hierarchical Differential Game of Three Sides. *Journal Science Intensive Technologies*, 2018, vol. 19, no. 10, pp. 44-51. doi: 10.18127/j19998465-201810-08 (in Russian).

9. Antonovich P. I., Sharovov I. V., Loiko V. V. Essence of Operations in the Cybernetic Space and Their Role in the Achievement of Information Superiority. *Vestnik Akademii voennykh nauk*, 2012, no. 1, pp. 41-45 (in Russian).

10. Trotsenko K. A. Information Warfare at the Operational-Tactical Level of Control. *Military Thought*, 2016, no. 8, pp. 20-25 (in Russian).

11. Vladimirov V. I., Likhachev V. P., Shliakhin V. M. *Antagonisticheskii konflikt radioelektronnykh sistem* [Antagonistic conflict radio-electronic systems]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2004. 384 p. (in Russian).

12. Radzievskii V. G., Sirota A. A. *Informatsionnoe obespechenie radioelektronnykh sistem v usloviakh konflikta* [Information support of electronic systems in conflict]. Moscow, IPRZR Publ., 2001. 456 p. (in Russian).

13. Vladimirov V. I., Vladimirov I. V. *Osnovy otsenki konfliktno-ustoichivyykh sostoianii organizatsionno-tekhnicheskikh sistem (v informatsionnykh konfliktakh)* [Basis of assessment of the conflict-stable States of organizational and technical systems (in information conflicts)]. Voronezh, Military aviation engineering University, 2008. 231 p. (in Russian).

14. Starodubtsev Ju. I., Bukharin V. V., Semenov S. S. Tekhnosfernaia voina [Techno War]. *Military Thought*, 2012, no. 7, pp. 22-31 (in Russian).

15. Makarenko S. I. Dynamic Model of the Bi-directional Information Conflict to Take into Account Capabilities of Monitoring, Capturing and Locking of Information Resources. *Systems of Control, Communication and Security*, 2017, no. 1, pp. 60-97. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-01/06-Makarenko.pdf> (accessed 13 December 2019) (in Russian).

16. Makarenko S. I. Dynamic Model of Communication System in Conditions the Functional Multilevel Information Conflict of Monitoring and Suppression. *Systems of Control, Communication and Security*, 2015, no. 3, pp. 122-185. Available at: <http://journals.intelgr.com/sccs/archive/2015-03/07-Makarenko.pdf> (accessed 13 December 2019) (in Russian).

17. Berzin E. L. *Optimal'noe raspredelenie resursov i elementy sinteza sistem* [Optimal Resource Allocation and Elements of Synthesis Systems]. Moscow, Sovetskoe Radio Publ., 1974. 304 p. (in Russian)

18. Berzin E. L. *Optimal'noe raspredelenie resursov i teoriia igr* [Optimal Resource Allocation and Game Theory]. Moscow, Radio i Sviaz Publ., 1983. 216 p. (in Russian).

19. Gurin L. S., Dymarskii Ia. S., Merkulov A. D. *Zadachi i metody optimal'nogo raspredeleniia resursov* [Tasks and Methods of Optimal Allocation of Resources]. Moscow, Sov. Radio Publ., 1968. 463 p. (in Russian).

20. Mesarovic M. D., Macko D., Takahara Y. *Theory of multilevel hierarchical systems*. New York, Academic. 1970.

21. Novikov D. A. *Teoriia upravleniia organizatsionnymi sistemami* [Theory of control of organizational systems]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2007. 584 p. (in Russian).

22. Mistrov L. E., Serbulov Ju. S. *Metodologicheskie osnovy sinteza informatsionno-obespechivaiushchikh funktsional'nykh organizatsionno-tekhnicheskikh sistem* [Methodological bases of synthesis of information-providing functional organizational-engineering systems]. Voronezh, Nauchnaia Kniga Publ., 2007. 232 p. (in Russian).

Статья поступила: 21 декабря 2019 г.

Информация об авторе

Михайлов Роман Леонидович – кандидат технических наук. Научно-педагогический работник. Череповецкое высшее военное инженерное училища радиоэлектроники. Область научных интересов: информационный конфликт, распределение ресурсов, координация подсистем. E-mail: mikhailov-rom2012@yandex.ru

Адрес: 162622, Вологодская обл., г. Череповец, Советский пр., д. 126.

Base Model of Coordination of Surveillance and Impact Subsystems as the Parts of Special Information and Telecommunication System during the Information Conflict

R. L. Mikhailov

Relevance. Information conflicts between special information and telecommunication systems are specified the tendency of each party to ensure favorable conditions for the use of basic elements from the alert of opposing side actions. At the same time, these systems include information and telecommunication components, as well as surveillance and impact subsystems. So, special information and telecommunication systems are complex and hierarchical. Under the circumstances it is relevant to study the mechanisms of subsystems coordination as the parts of special information and telecommunication systems in the interest of their effective functioning and the achieve the goal of functioning of the whole system. **The goal of this paper** is a development of coordination mathematical model of surveillance and impact subsystems in the special information and telecommunication systems considering the need for optimal allocation of telecommunication devices of the opposing side for information contacts. **Methods.** Elements of dynamic coordination theory, set theory, and optimal control theory. **Novelty.** The novelty elements of the presented model are the original decomposition of the process of information conflict into subprocesses of surveillance and impact, as well as the formalization of subsystems in the composition of special information and telecommunication systems in the form of representation between sets of coordinating signals. **Result.** The presented model allows to formalize the previously obtained results of calculating the optimal allocation of telecommunication devices between the surveillance and impact subsystems as coordinating signals in the special information and telecommunication systems through which inter-level interaction is carried out. **Practical significance.** The developed model allows to define "entry points" in the information conflict process for dynamic coordination methods of surveillance and impact subsystems as the parts of special information and telecommunication system.

Key words: information and telecommunication system, information conflict, surveillance subsystem, impact subsystem, resource allocation, coordination.

Information about Author

Roman Leonidovich Mikhailov – Ph.D. of Engineering Sciences. Scientific and pedagogical worker. Cherepovets Higher Military Engineering School of Radio Electronics. Field of research: information conflict, resource allocation, coordination of subsystems. E-mail: mikhailov-rom2012@yandex.ru

Address: Russia, 162622, Vologda region, Cherepovets, Sovetskiy prospect, 126.