

УДК 623.20

Динамическая координация подсистем информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в условиях информационного конфликта: метод оценки взаимодействий

Михайлов Р. Л., Николаев А. Е., Кузнецов Н. П.

Постановка задачи: работа является продолжением и развитием проводимого исследования, гипотеза которого состоит в том, что повышение эффективности использования информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в информационном конфликте обеспечивается посредством реализации механизмов динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в ее составе за счет получения синергетического эффекта, что обеспечит достижение информационного превосходства в информационном конфликте. **Целью работы** является разработка метода оценки взаимодействий при динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в составе информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в ходе информационного конфликта. **Используемые методы:** элементы теории множеств, теории координации и теории управления. **Новизна:** элементом новизны метода определение в каждый момент времени диапазонов изменения множеств обнаруженных устройств телекоммуникаций, распределенных подсистемам наблюдения и воздействия, при этом конкретные устройства, которые передаются между подсистемами наблюдения и воздействия, выбираются данными подсистемами в том числе с учетом собственных расчетов. **Результат:** использование разработанного метода позволяет реализовать механизм динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в составе информационно-телекоммуникационной системы специального назначения. **Практическая значимость:** реализация разработанного метода в качестве общетеоретического подхода при синтезе программных продуктов в составе математического обеспечения информационной подсистемы позволит перейти от эмпирического порядка распределения и перераспределения устройств телекоммуникаций между подсистемами наблюдения и воздействия к строго формализованному описанию процесса динамической координации данных подсистем.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная система специального назначения, информационный конфликт, подсистема наблюдения, подсистема воздействия, координация.

Актуальность

Данная статья является дальнейшим развитием исследования механизмов динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в составе информационно-телекоммуникационных систем специального назначения (ИТКС СН), ранее изложенных в работах авторов [1, 2]. В рамках исследования под ИТКС СН понимаются территориально распределенные комплексы, состоящие из информационных устройств (ИУ) и устройств телекоммуникаций (УТ), а

Библиографическая ссылка на статью:

Михайлов Р. Л., Николаев А. Е., Кузнецов Н. П. Динамическая координация подсистем информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в условиях информационного конфликта: метод оценки взаимодействий // Системы управления, связи и безопасности. 2023. № 2. С. 228-257. DOI: 10.24412/2410-9916-2023-2-228-257

Reference for citation:

Mikhailov R. L., Nikolaev A. Ye., Kuznetsov N. P. Dynamic coordination of infocommunication system of special purpose subsystems in information conflict: evaluation method. *Systems of Control, Communication and Security*, 2023, no. 2, pp. 228-257 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2023-2-228-257

также соединяющие их каналы радиосвязи, обеспечивающие формирование, передачу, прием, хранение, поиск, отображение и обработку информации по заданным человеком алгоритмам и программам и предназначенные для предоставления пользователям в специальной сфере (сфера обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка) различных информационных и телекоммуникационных продуктов и услуг. Пользователями ИТКС СН выступают элементы в составе системы управления и основных (базовых) сил и средств, а также средства в составе подсистем наблюдения и воздействия, при этом задачи оказания необходимых информационных услуг возлагаются на информационную систему (ИС) ИТКС СН, а информационный обмен между указанными пользователями – на ТКС СН (рис. 1).

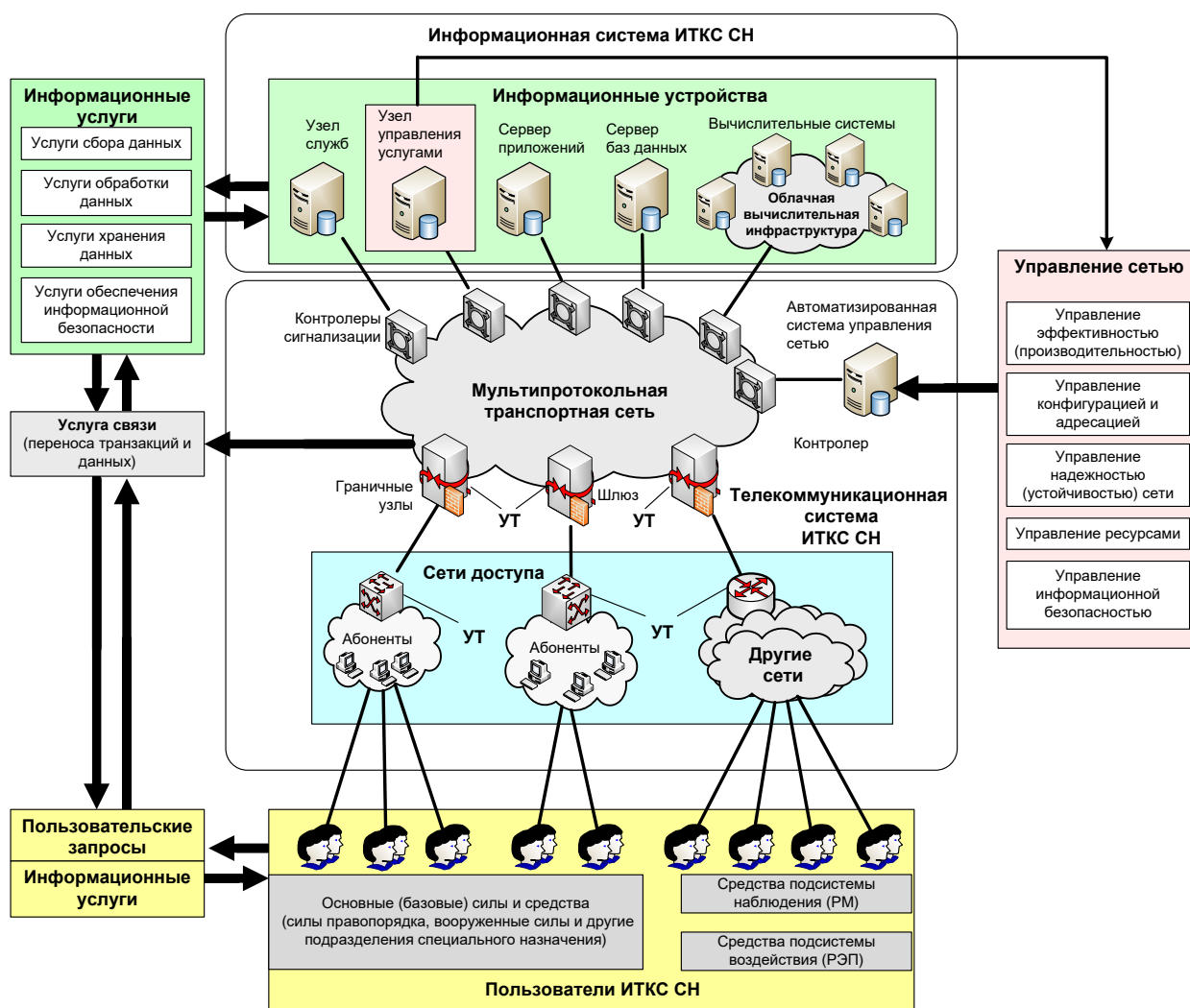


Рис. 1. Обобщенная архитектура перспективной ИТКС СН

В качестве прототипа ИТКС СН рассматривалась Единая система управления тактического звена в типовом составе программно-аппаратных комплексов связи и передачи данных (соответствуют ТКС), поддержки принятия решений (ППР, соответствуют ИС), а также средств радиомониторинга (соответствуют средствам подсистемы наблюдения) и средств радиоэлектронного подавления (соответствуют средствам подсистемы воздействия).

В соответствии с подходом авторов [1-13], на этапе сбора и обработки данных о состоянии, намерениях и действиях сторон в ходе конфликта в специальной сфере имеет место информационный конфликт между ИТКС СН в их составе, достижение преимущества в котором способствует получению превосходства субъекта в конфликте в целом. Под информационным конфликтом ИТКС СН понимается процесс столкновения субъектов конфликта в различных сферах деятельности на этапе сбора и обработки данных о состоянии, намерениях и действиях конфликтующей стороны, каждый из которых стремится к обеспечению упреждающего принятия решений в цикле управления основными (базовыми) силами и средствами и предпринимает действия по снижению аналогичных возможностей оппонента [4]. Целью ИТКС СН в информационном конфликте является достижение информационного превосходства, т. е. способности осуществлять непрерывный сбор сведений о конфликтующей стороне, их обработку, распределение потока достоверной информации в интересах применения основных (базовых) сил и средств, а также способность обеспечить упреждение выполнения аналогичных действий противостоящей стороны [6, 7, 91]. Под основными (базовыми) силами и средствами понимаются силы правопорядка, вооруженные силы и другие подразделения специального назначения. Достижение указанной цели обеспечивается посредством информационных контактов средств наблюдения и воздействия с УТ из состава ТКС СН противостоящей стороны [1, 5].

В результате контактов средств наблюдения стороны 1 с УТ стороны 2 осуществляется сбор информации о деятельности последней, что приводит к сокращению времени принятия решения о применении основных (базовых) сил и средств стороны 1. В рамках исследования подобными контактами служит радиоперехват сообщений, циркулирующих между узлами связи противостоящей стороны (УТ ТКС СН стороны 2) с помощью средств радиомониторинга (средств наблюдения стороны 1).

Контакты средств воздействия стороны 1 с УТ стороны 2 приводят к увеличению времени принятия решения о применении основных (базовых) сил и средств стороны 2. Применительно к данной работе – это постановка помех узлам связи (УТ ТКС СН стороны 2) противостоящей стороны с помощью средств радиоэлектронного подавления (средств воздействия стороны 1), что приводит к уничтожению передаваемой информации.

Общая схема информационного конфликта представлена на рис. 2, где $\Delta T_{\text{реш } 1}$ – снижение времени сбора и обработки информации о действиях основных (базовых) сил и средств стороны 2 стороной 1; $\Delta T_{\text{реш } 2}$ – снижение времени сбора и обработки информации о действиях основных (базовых) сил и средств стороны 1 стороной 2; $\Delta T_{\text{реш}}$ – разница во времени принятия решений в цикле управления основными (базовыми) силами и средствами сторон конфликта.

Таким образом, совокупность данных УТ выступает как общий ресурс подсистем наблюдения и воздействия для реализации информационных контактов, при этом одно и то же УТ не может одновременно служить объектом информационного контакта для средств из каждой из подсистем. В связи с этим ИС в составе ИТКС СН выступает как орган, координирующий подсистемы

наблюдения и воздействия, задачами которого является определение рационального распределения между этими подсистемами УТ с целью обеспечения их эффективного применения в интересах достижения информационного превосходства в информационном конфликте [8-10].

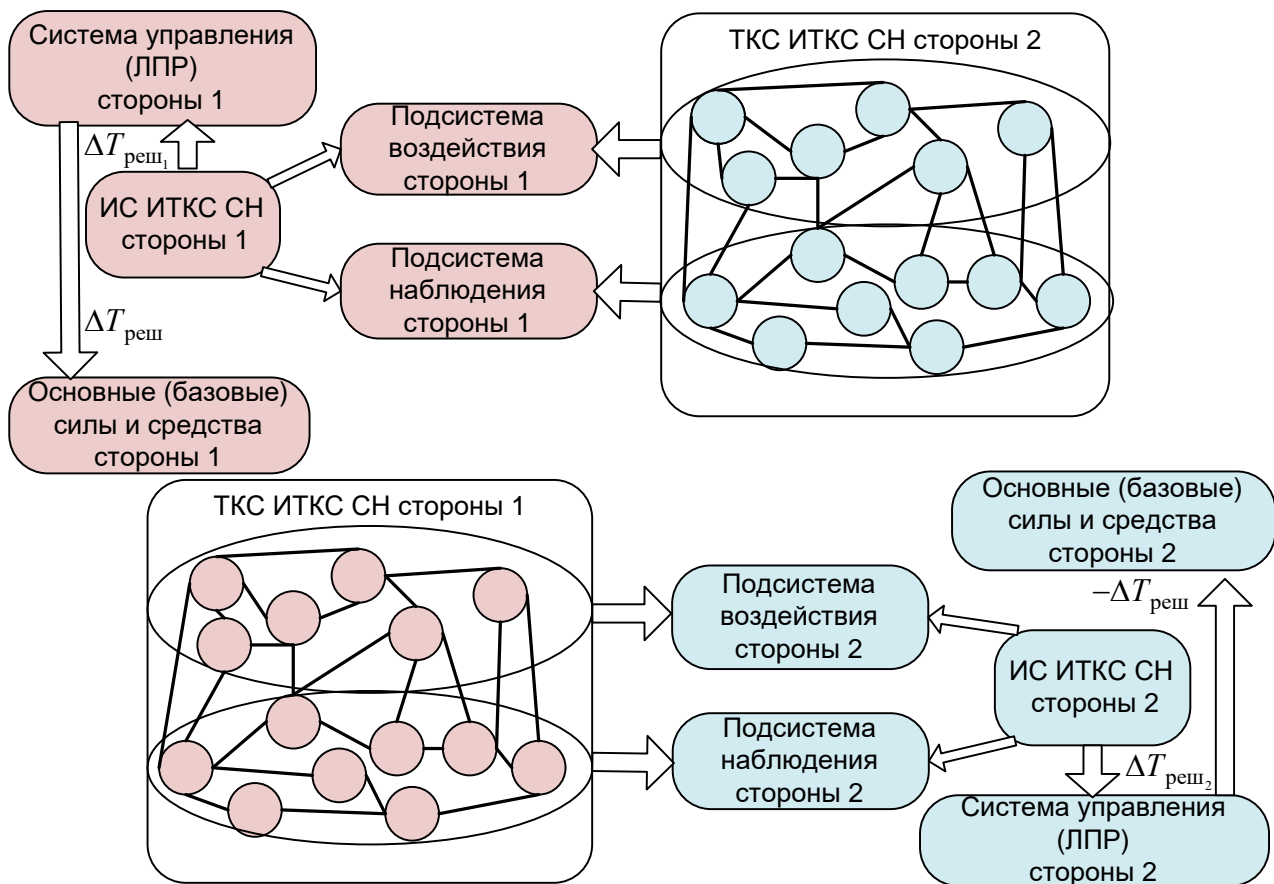


Рис. 2. Общая схема информационного конфликта

В рамках проводимого исследования была выдвинута гипотеза о том, что методы динамической координации подсистем наблюдения и воздействия ИТКС СН позволят повысить эффективность использования ИТКС СН в условиях информационного конфликта за счет получения синергетического эффекта, что обеспечит достижение информационного превосходства в информационном конфликте. Подтверждение данной гипотезы является актуальным для практики использования ИТКС СН в условиях информационного конфликта. В работе [1] описан метод развязывания взаимодействий, в рамках продолжения исследования в данной статье предложен метод оценки взаимодействий.

Анализ исследований в предметной области

Проведенный в работах [1, 2] анализ исследований показал, что вопросы достижения превосходства в информационном конфликте рассматривали следующие ученые: Е.Г. Анисимов и В.Г. Анисимов [14-16]; А.А. Бойко и С.А. Будников [17-23]; В.В. Бухарин, С.С. Семенов и Ю.И. Стародубцев [24-27]; В.И. Владимирова [28-31]; С.М. Климов [32-33]; Ю.Л. Козирацкий

[34-36]; А.И. Куприянов [37-44]; О.С. Лаута [45-48]; В.А. Липатников [49-52]; С.И. Макаренко [53-58]; Л.Е. Мистров [59-65], А.А. Привалов [66-71], В.Г. Радзиевский и А.А. Сирота [72-76], Д.А. Тавалинский и К.В. Сазонов [77-81], Н.Н. Толстых [82-84] и И.И. Чукляев [85-90]. Однако в отличие от указанных работ, в которых рассматриваются дуэльные ситуации либо «ТКС – подсистема наблюдения», либо «ТКС – подсистема воздействия», в рамках проводимого авторами исследования планируется оценить эффективность комплексного применения средств в составе данных подсистем и, соответственно, вклад в соответствующий показатель разработанных методов их динамической координации со стороны ИС. Кроме того, в подавляющем большинстве работ рассматриваются однонаправленные информационные конфликты и, таким образом, не исследуется зависимость между стратегиями конфликтующих ИТКС СН [3].

Таким образом, целью разработки метода оценки взаимодействий при динамической координации подсистем ИТКС СН в условиях информационного конфликта является обеспечение нахождения ИТКС СН в скоординированном состоянии в условиях информационного конфликта, т. е. выполнение постулата координируемости при передаче подсистем наблюдения и воздействия координирующих сигналов, отображающих диапазоны изменения распределенных им для информационных контактов УТ ИТКС СН.

В концептуальном виде принцип оценки взаимодействий предложен и формализован в работе [91], а дальнейшем активно использовался для формализации процессов координации в различных областях исследования. Однако в отличие от принципа развязывания взаимодействий [1] его теоретическая основа не в полной мере разработана не только для динамических, но и для статических систем.

Постановка научной задачи и введение обозначений

Для формализации метода оценки взаимодействий с позиции стороны 1, а также обоснования условий выполнения постулата координируемости при его использовании введем следующие обозначения:

$\{t_k\}$ – множество моментов времени, $t_k \in T$;

$\Delta T_{\text{реш } 1}$ – снижение времени сбора и обработки информации о действиях основных (базовых) сил и средств стороны 2 стороной 1;

Q_k – множество обнаруженных УТ стороны 2 в момент времени t_k ,

$Q_k = \{q_k\} = Q_{H_k} \cup Q_{B_k}$;

A – множество координирующих сигналов ИС 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

$$\lambda_k = \begin{cases} \left(\left(\left\{ q_{H_{a0}} \right\}, \left\{ q_{B_{b0}} \right\} \right) \middle| q_{H_{a0}} \in Q_{H_0}, q_{B_{b0}} \in Q_{B_0} \right), & \text{если } k = 0; \\ \left(\left(\left\{ q_{H_{ak}}' \right\}, \left\{ q_{B_{bk}}' \right\} \right) \right), & \text{если } k > 0. \end{cases};$$

$\left\{ q_{H_{ak}}' \right\}$ – множество УТ, которые подсистема наблюдения может передать подсистеме воздействия для информационных контактов (оценочно с позиции ИС) в момент времени t_k ;

$\left\{ q_{B_{bk}}' \right\}$ – множество УТ, которые подсистема воздействия может передать подсистеме наблюдения для информационных контактов (оценочно с позиции ИС ИТКС СН) в момент времени t_k ;

$\left\{ \dot{q}_{H_{ak}} \right\}$ – множество УТ, которое с позиции подсистемы наблюдения необходимо передать подсистеме воздействия для информационных контактов в момент времени t_k ;

$\left\{ \dot{q}_{B_{bk}} \right\}$ – множество УТ, которое с позиции подсистемы воздействия необходимо передать подсистеме наблюдения для информационных контактов в момент времени t_k ;

$\Delta T_{\text{реш}_n} \left(q_{H_{ak}} \right)$ – выигрыш во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационных контактов множества $\left\{ q_{H_{ak}} \right\}$ УТ стороны 2 с N_k средствами наблюдения стороны 1 в момент времени t_k ;

Q_{H_k} – множество обнаруженных УТ стороны 2, распределенных подсистеме наблюдения в момент времени t_k , $Q_{H_k} = \left\{ q_{H_{ak}} \right\}$;

$\Delta T_{\text{реш}_b} \left(q_{B_{bk}} \right)$ – выигрыш во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационных контактов множества $\left\{ q_{B_{bk}} \right\}$ УТ стороны 2 с V_k средствами воздействия стороны 1 в момент времени t_k ;

Q_{B_k} – множество обнаруженных УТ стороны 2, распределенных подсистеме наблюдения в момент времени t_k , $Q_{B_k} = \left\{ q_{B_{bk}} \right\}$;

N_k – множество средств наблюдения и стороны 1 в момент времени t_k , $N_k = \{n_{ik}\}$;

V_k – множество средств наблюдения и стороны 1 в момент времени t_k ,
 $V_k = \{v_{jk}\}$;

u_{1k} – связующий подпроцессы наблюдения и воздействия сигнал, отображающий множество переданных для информационных контактов подсистемой воздействия подсистеме наблюдения УТ стороны 2 в момент времени t_k ,

$$u_{1k} = \left\{ q_{V_{b_k}}'' \right\};$$

u_{2k} – связующий подпроцессы наблюдения и воздействия сигнал, отображающий множество переданных для информационных контактов подсистемой наблюдения подсистеме воздействия УТ стороны 2 в момент времени t_k ,

$$u_{2k} = \left\{ q_{H_{a_k}}'' \right\};$$

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

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

τ – наименьший для сторон момент времени окончания этапа сбора данных о состоянии, намерениях и действиях противостоящей стороны цикла управления основными (базовыми) силами и средствами сторон конфликта;

a – переменная, счетчик УТ стороны 2, распределенных подсистеме наблюдения, $a=1, \dots, A$;

b – переменная, счетчик УТ стороны 2, распределенных подсистеме воздействия, $b=1, \dots, B$;

i – переменная, счетчик средств наблюдения ИТКС СН стороны 1, $i=1, \dots, I$;

j – переменная, счетчик средств воздействия ИТКС СН стороны 1, $j=1, \dots, J$;

k – переменная, счетчик времени, $k=1, \dots, K$.

Для доказательства выполнения постулата координируемости при реализации разработанного метода дополнительно введем следующие обозначения:

$V(t, p)$ – стратегия ИС стороны 1 в информационном конфликте;

$u_1(t, p)$ – стратегия подсистемы наблюдения в информационном конфликте;

$u_2(t, p)$ – стратегия подсистемы воздействия в информационном конфликте;

$R_{ИП}$ – показатель информационного превосходства в информационном конфликте ИТКС СН;

$R_{ИП}^{треб}$ – требуемый уровень показателя информационного превосходства в информационном конфликте ИТКС СН;

X_k – вектор (матрица) распределения УТ стороны 2 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1 в момент времени t_k ;

Y_k – вектор (матрица) распределения УТ стороны 1 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 2 в момент времени t_k ;

$X_{опт k}$ – вектор (матрица) рационального распределения УТ стороны 2 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1 в момент времени t_k .

Метод оценки взаимодействий

Разработанный метод базируется на одноименном принципе координации, сформулированном на основе исследования характера и формы управляющих воздействий со стороны ИС на подсистемы наблюдения и воздействия, проведенного ранее в работах [5-7, 10-12]. Согласно данному принципу подсистемы наблюдения и воздействия получают от ИС координирующие сигналы λ_k , которые не содержат точных значений связующих сигналов $u_1 \in U_1$, и $u_2 \in U_2$, а лишь ограничивают области их изменения. Таким образом каждый координирующий сигнал $\lambda_k \in A$, $k > 0$ выделяет множество УТ, в том числе обнаруженных в момент времени t_k , доступных каждой из подсистем наблюдения и воздействия для передачи друг-другу в момент времени t_k . Данный подход ограничивает автономность функционирования подсистем наблюдения и воздействия по сравнению с методом развязывания взаимодействий [1], однако способствует большей централизации управления в условиях расхождения информации о характеристиках УТ, имеющейся в распоряжении каждой из указанных подсистем ИТКС СН.

Как и ранее [1], решение задачи обеспечения координируемости ИТКС СН при реализации метода оценки взаимодействий в соответствии с [91] определяется точностью оценки с позиции ИС как координирующего элемента необходимых значений связующих сигналов между подсистемами наблюдения и воздействия. Иными словами, ИС сообщает подсистемам наблюдения и воздействия диапазон изменения распределенных им для информационных контактов УТ в расчете на то, что те УТ, которые с позиции каждой из подсистем наблюдения и воздействия необходимо передать друг-другу, принадлежат именно этому диапазону изменений. Эффективность же использования ИТКС СН будет определяться степенью соответствия установленного в момент времени t_k распределения УТ между подсистемами наблюдения и воздействия распределению рациональному.

Общая схема метода представлена на рис. 3.

Особенностью метода является то, что координирующие сигналы λ_k ИС при $k=0$, рассчитанные в блоке 2, содержат распределенные подсистемам наблюдения и воздействия УТ для осуществления информационных контактов на интервале времени (t_0, t_k) , а при $k > 0$ координирующие сигналы $\lambda_k = \left(\left\{ q_{H_{a_k}}' \right\}, \left\{ q_{B_{b_k}}' \right\} \right)$

ИС содержат множество УТ $\left\{ q_{H_{a_k}}' \right\}$, которые подсистема наблюдения может передать подсистеме воздействия для информационных контактов в момент времени t_k и множество $\left\{ q_{B_{b_k}}' \right\}$ УТ, которые подсистема воздействия может передать подсистеме наблюдения для информационных контактов в момент времени t_k .

Множества $\{q_{H_{a,k}}'\}$ и $\{q_{B_{b,k}}'\}$ могут содержать как УТ, которые были распределены подсистемам наблюдения и воздействия в момент времени t_{k-1} , так и обнаруженные на интервале времени (t_{k-1}, t_k) УТ.

Связующие подпроцессы наблюдения и воздействия сигналы u_{1k} u_{2k} в момент времени t_k представляют собой УТ передаваемые между подсистемами наблюдения и воздействия (блок 5). При этом каждая из подсистем наблюдения и воздействия выбирает значения связующих сигналов исходя из значений координирующего сигнала $\lambda_k = \left(\{q_{H_{a,k}}'\}, \{q_{B_{b,k}}'\}\right)$, а также собственных расчетов распределения УТ между средствами в своем составе для информационных контактов в момент времени t_k . Вместе с тем, при реализации метода оценки взаимодействий подсистемы наблюдения и воздействия при выборе УТ для передачи друг-другу не могут «выходить за рамки» значения координирующего сигнала.

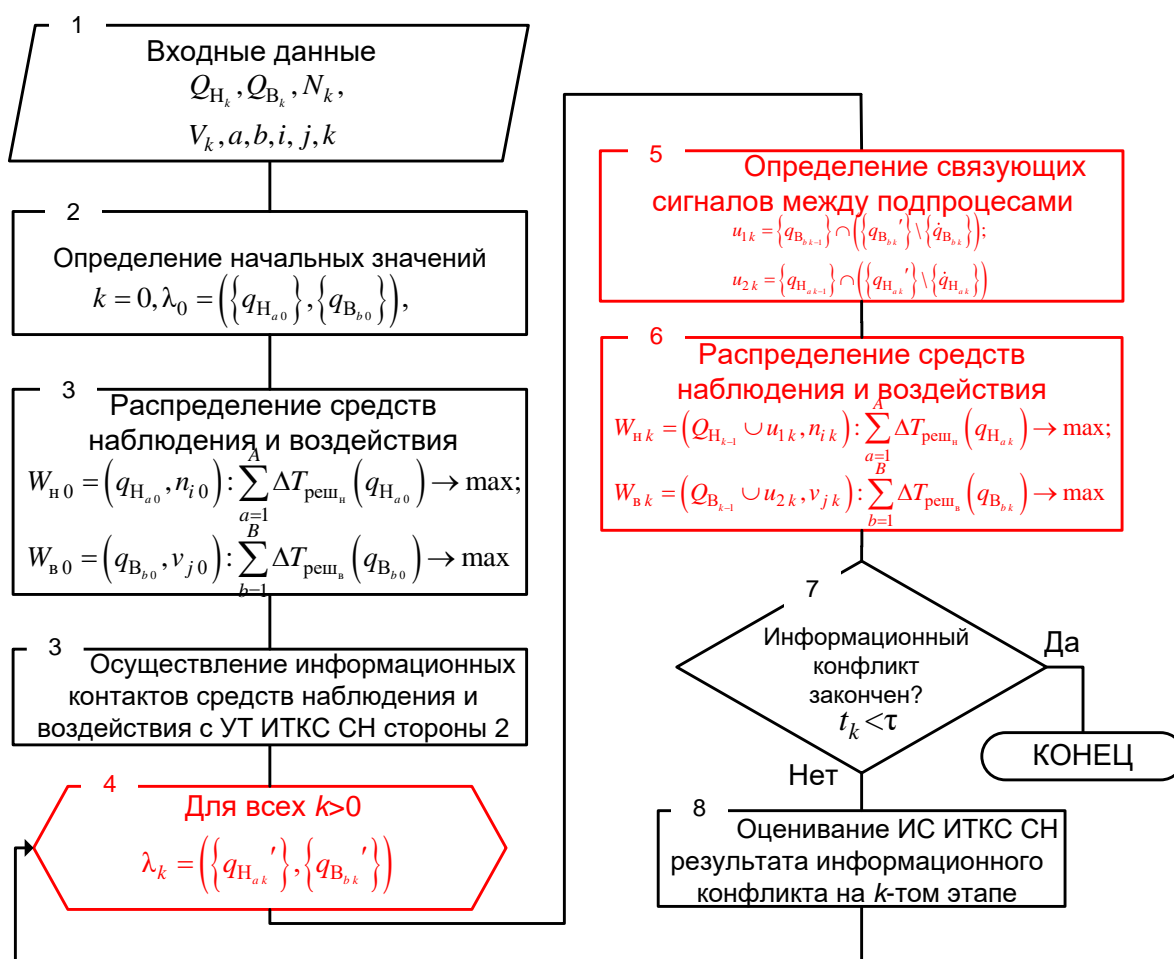


Рис. 3. Схема метода оценки взаимодействий при динамической координации подсистем ИТКС СН в условиях информационного конфликта

Таким образом значения связующих сигналов u_{1k} u_{2k} в момент времени t_k определяются выражением:

$$u_{1k} = \{q_{B_{bk-1}}\} \cap \left(\left\{ q_{B_{bk}}' \right\} \setminus \left\{ \dot{q}_{B_{bk}} \right\} \right);$$

$$u_{2k} = \{q_{H_{ak-1}}\} \cap \left(\left\{ q_{H_{ak}}' \right\} \setminus \left\{ \dot{q}_{H_{ak}} \right\} \right),$$

где $\{q_{H_{ak-1}}\}$ – множество обнаруженных УТ стороны 2, распределенных подсистеме наблюдения в момент времени t_{k-1} ; $\{q_{B_{bk-1}}\}$ – множество обнаруженных УТ ИТКС СН стороны 2, распределенных подсистеме наблюдения в момент времени t_{k-1} ; $\{q_{H_{ak}}'\}$ – множество УТ, которые подсистема наблюдения может передать подсистеме воздействия для информационных контактов (оценочно с позиции ИС ИТКС СН) в момент времени t_k ; $\{q_{B_{bk}}'\}$ – множество УТ, которые подсистема воздействия может передать подсистеме наблюдения для информационных контактов (оценочно с позиции ИС ИТКС СН) в момент времени t_k ; $\{\dot{q}_{H_{ak}}\}$ – множество УТ, которое с позиции подсистемы наблюдения необходимо передать подсистеме воздействия для информационных контактов в момент времени t_k ; $\{\dot{q}_{B_{bk}}\}$ – множество УТ, которое с позиции подсистемы воздействия необходимо передать подсистеме наблюдения для информационных контактов в момент времени t_k .

Значения управляющих воздействий на процесс информационного конфликта со стороны подсистемы наблюдения стороны 1 W_{1k} представляет собой объединение множеств УТ, распределенных подсистеме наблюдения и на этапе времени (t_{k-1}, t_k) $Q_{H_{k-1}} = \{q_{H_{ak-1}}\}$, и множества переданных для информационных контактов подсистемой воздействия подсистеме наблюдения УТ стороны 2 в момент времени t_k в соответствии со значением связующего сигнала u_{k1} .

В свою очередь, значения управляющих воздействий на процесс информационного конфликта со стороны подсистемы наблюдения стороны 1 W_{2k} представляет собой объединение множеств УТ распределенные подсистеме наблюдения и на этапе времени (t_{k-1}, t_k) $Q_{B_{k-1}} = \{q_{B_{bk-1}}\}$ и множества переданных для информационных контактов подсистемой воздействия подсистеме наблюдения УТ стороны 2 в момент времени t_k $\{q_{H_{ak}}''\}$.

Расчет управляющих воздействий на процесс информационного конфликта со стороны подсистем наблюдения и воздействия производится в блоке 7. При этом, подсистемы наблюдения и воздействия осуществляют распределение соответствующих средств по УТ исходя из необходимости максимизации показателя выигрыша во времени принятия решения.

В целом данный метод основан на концептуальных подходах к координации подсистем двухуровневой системы, рассмотренных в работе [91], и применении этих подходов к конфликтной ситуации «система противовоздушной обороны – системы воздушного нападения», рассмотренной в работе [92].

Вместе тем, реализация метода оценки взаимодействий при динамической координации подсистем ИТКС СН в условиях информационного конфликта, существенно отличается от указанных работ в следующих элементах, которые составляет его научную новизну:

- метод учитывает динамику изменения условий протекания информационного конфликта ИТКС СН во времени посредством введения множества моментов времени в цикле управления основными (базовыми) силам и средствами, в которые осуществляется распределение или перераспределение УТ из состава ТКС СН стороны 2 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1;
- при реализации разработанного метода координация подсистем наблюдения и воздействия со стороны ИС осуществляется посредством определения в каждый момент времени $t_k, k > 0$ диапазонов изменения множеств обнаруженных УТ, распределенных подсистемам наблюдения и воздействия, при этом конкретные УТ, которые передаются между подсистемами наблюдения и воздействия, выбираются данными подсистемами в том числе с учетом собственных расчетов.

Теоретическая общность и универсальность метода подтверждается тем, что его использование в качестве общего теоретического подхода при решении задач динамической координации подсистем наблюдения и воздействия ИТКС СН в условиях наличия или отсутствия информации о характеристиках УТ противостоящей стороны [11-13] позволило сформировать:

- методику оценки взаимодействий подсистем ИТКС СН при отсутствии информации о характеристиках УТ;
- методику оценки взаимодействий подсистем ИТКС СН при наличии информации о характеристиках УТ.

Доказательство выполнения постулата координируемости при реализации метода оценки взаимодействий

Как показано ранее [1, 2], координация подсистем наблюдения и воздействия со стороны ИС означает передачу им таких координирующих сигналов, которые заставляют их действовать согласованно.

Доказательство выполнения постулата координируемости для разработанного метода оценки взаимодействий производится в два этапа. На первом этапе необходимо доказать **применимость** метода, т. е. существование при каждом координирующем сигнале связующих подпроцессы наблюдения и воздействия сигналов, выбираемых подсистемами наблюдения и воздействия. Связующие сигналы при этом должны выбираться подсистемами самостоятельно таким образом, чтобы не допустить одновременное распределение УТ и подсистеме наблюдения и подсистеме воздействия. На втором этапе доказываемся

координируемость с помощью данного метода ИТКС СН как двухуровневой системы, т. е. обеспечение в каждый момент рационального распределения УТ между подсистемами наблюдения и воздействия в соответствии с координирующими сигналами ИС и между средствами в составе данных подсистем в соответствии с осуществляемыми подсистемами управляющими воздействиями на процесс информационного конфликта.

Этап 1. Доказательство **применимости** метода оценки взаимодействий прямо следует из того факта, что $\{q_{H_{ak}}'\} \cap \{q_{B_{bk}}'\} = \emptyset$ в момент времени t_k . В противном случае сама ИС будет вносить несогласованность в процесс функционирования ИТКС СН, что противоречит ее задаче в информационном конфликте.

Этап 2. Докажем **координируемость** ИТКС СН как двухуровневой системы с помощью метода оценки взаимодействий. Для этого введем следующие множества собственных подмножеств:

- множество собственных подмножеств $\mathfrak{R}_1(Q_{1_k})$, содержащее подмножества Q_{1_k} множества Q_k ;
- множество собственных подмножеств $\mathfrak{R}_2(Q_{2_k})$, содержащее подмножества Q_{2_k} множества Q_k ,

такие, что для каждого вектора (матрицы, в зависимости от факта наличия информации о характеристиках УТ) распределения УТ стороны 1 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 2 в момент времени t_k Y_k существуют подмножества Q_{1_k} и Q_{2_k} такие, что:

$$X_k = (Q_{1_k}, Q_{2_k}) \Big| \Delta T_{\text{реш}}(X_k, Y_k) = \max \Delta T_{\text{реш}}(X_k, Y_k).$$

Определим также собственное подмножество Q_{1_k}'' множества Q_k , такое, что $Q_{1_k}'' = Q_{1_k} \in \mathfrak{R}_1(Q_{1_k}) \Big| |Q_{1_k}''| = \max |Q_{1_k}|$, а также собственное подмножество Q_{2_k}'' множества Q_k , такое что $Q_{2_k}'' = Q_{2_k} \in \mathfrak{R}_2(Q_{2_k}) \Big| |Q_{2_k}''| = \max |Q_{2_k}|$.

Теорема. ИТКС СН как двухуровневая система координируема с помощью метода оценки взаимодействий, если множество $\{q_{H_{ak}}'\}$ является дополнением множества $Q_{H_{k-1}}$ относительно Q_{1_k}'' : $\{q_{H_{ak}}'\} = Q_{1_k}'' \setminus Q_{H_{k-1}}$, а множество $\{q_{B_{bk}}'\}$ является дополнением множества $Q_{B_{k-1}}$ относительно Q_{2_k}'' : $\{q_{B_{bk}}'\} = Q_{2_k}'' \setminus Q_{B_{k-1}}$.

Доказательство. Рассмотрим процесс динамической координации подсистем наблюдения и воздействия методом оценки взаимодействий в момент времени t_1 . Распределение УТ ИТКС СН между подсистемами наблюдения и воздействия определяются координирующим на интервале времени (t_0, t_1) соот-

ветствует координирующему сигналу λ_0 и составляет $Q_{H_0} = \{q_{H_{a_0}}\}$ и $Q_{B_0} = \{q_{B_{b_0}}\}$. При получении координирующего сигнала λ_1 подсистема наблюдения сравнивает элементы полученного множества УТ ИТКС СН $\{q_{H_{a_1}}'\}$, которые она может передать подсистеме воздействия для информационных контактов, и элементы множества УТ ИТКС СН $\{q_{H_{a_k}}'\}$, которое необходимо передать подсистеме воздействия в интересах максимизации значения выигрыша $\Delta T_{\text{реш}_H}(q_{H_{a_1}})$. Соответственно, подсистема воздействия сравнивает элементы множества УТ ИТКС СН $\{q_{B_{b_1}}'\}$, которые она может передать подсистеме наблюдения для информационных контактов и элементы множества УТ ИТКС СН противостоящей стороны $\{q_{B_{b_k}}'\}$, которое необходимо передать подсистеме наблюдения в интересах максимизации значения выигрыша $\Delta T_{\text{реш}_B}(q_{B_{b_1}})$.

В случае если требования теоремы выполняются, то имеют место отношения $\{q_{H_{a_1}}'\} \subseteq \{q_{H_{a_1}}'\}$ и $\{q_{B_{b_1}}'\} \subseteq \{q_{B_{b_1}}'\}$, т. е. при любых значениях $X_0 = (Q_{H_0}, Q_{B_0})$ и Y_1 подсистемы наблюдения и воздействия имеют возможность выбрать значения связующих соответствующие подпроцессы сигналы u_{1k} и u_{2k} таким образом, что $X_1 = (Q_{H_1}, Q_{B_1}) = X_{\text{опт}}$ и $\Delta T_{\text{реш}}(X_k, Y_k) = \max \Delta T_{\text{реш}}(X_k, Y_k)$. Аналогичным образом можно показать применимость метода оценки взаимодействий для всех $k=2, \dots, K$. Таким образом, теорема доказана.

Выводы

Предложенный метод оценки взаимодействий основан на концептуальных подходах к координации подсистем двухуровневой системы, рассмотренных в работе [9], однако его реализация при динамической координации подсистем ИТКС СН в условиях информационного конфликта, существенно отличается от изложенного в известных работах в следующих элементах, которые составляет его научную новизну:

1) метод учитывает динамику изменения условий протекания информационного конфликта ИТКС СН во времени посредством введения множества моментов времени в цикле управления основными (базовыми) силам и средствами, в которые осуществляется распределение или перераспределение УТ стороны 2 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1;

2) при реализации разработанного метода координация подсистем наблюдения и воздействия со стороны ИС осуществляется посредством определения в каждый момент времени $t_k, k>0$ диапазонов изменения множеств обнаруженных УТ, распределенных подсистемам наблюдения и воздействия,

при этом конкретные УТ, которые передаются между подсистемами наблюдения и воздействия, выбираются данными подсистемами в том числе с учетом собственных расчетов.

Теоретическая общность и универсальность вышеуказанных методов доказывается тем, что каждый из них, в частных условиях, будучи приложенным к различным моделям распределения УТ, сводится к конкретным методикам, которые в рамках данной диссертации объединены в комплекс методик динамической координации подсистем ИТКС СН.

Методики на основе метода оценки взаимодействий реализуют оригинальный подход к определению оценочных диапазонов передачи УТ подсистемами наблюдения и воздействия, который позволяет ИС при динамической координации данных подсистем учитывать их собственные расчеты рациональных долей УТ, необходимых им для информационных контактов, в интересах максимизации собственного вклада в достижение преимущества в снижении времени сбора и обработки информации о действиях противостоящей стороны.

Литература

1. Михайлов Р. Л., Вещагин А. В., Ганиев А. Н., Кузнецов Н. П. Динамическая координация подсистем информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в условиях информационного конфликта: метод развязывания взаимодействий // Системы управления, связи и безопасности. 2023. № 1. С. 64-95. DOI: 10.24412/2410-9916-2023-1-64-95.

2. Михайлов Р. Л., Ганиев А. Н., Ефремов А. В. Модели и методы динамической координации подсистем информационно-телекоммуникационной системы специального назначения в условиях информационного конфликта // Системы управления, связи и безопасности. 2021. № 5. С. 136-179. DOI: 10.24412/2410-9916-2021-5-136-179.

3. 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 04.03.2023).

4. Михайлов Р. Л. Динамическая модель информационного конфликта информационно-телекоммуникационных систем специального назначения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 3. С. 238-251. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10309.

5. Михайлов Р. Л. Модель информационных контактов устройств телекоммуникаций информационно-телекоммуникационной системы специального назначения со средствами наблюдения и воздействия противостоящей стороны // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 3. С. 17-27.

6. Михайлов Р. Л. Новый базовый подход и методика оценивания информационного превосходства в информационном конфликте // Инфокоммуникационные технологии. 2021. Том 19. № 1. С. 7-20.

7. 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.

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

9. 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.

10. Михайлов Р. Л., Привалов А. А., Поляков С. Л. Модель телекоммуникационной сети при координации подсистем в составе инфокоммуникационной системы специального назначения // Информация и космос. 2021. № 1. С. 18-26.

11. Михайлов Р. Л. Задача распределения ресурса в информационном конфликте: формализация и пути решения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2020. Т. 12. № 3. С. 77-83.

12. 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.

13. 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 14.03.2023).

14. Алексеев О. Г., Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г. Модели распределения средства поражения в динамике боя. – М.: МО СССР, 1989. – 109 с.

15. Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г., Пеннер Я. А. Метод распределения неоднородных ресурсов при управлении организационно-техническими системами // Вопросы оборонной техники Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2016. № 3-4 (93-94). С. 20-26.

16. Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г. Алгоритм оптимального распределения дискретных неоднородных ресурсов на сети // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1997. Т. 37. № 2. С. 54-60.

17. Бойко А. А., Будников С. А. Модель информационного конфликта специального программного средства и подсистемы защиты информации информационно технического средства // Радиотехника. 2015. № 4. С. 136-141.

18. Будников С. А. Модель обобщенного конфликта радиоэлектронных средств // Радиотехника. 2008. № 11. С. 8-10.

19. Будников С. А. Оценка вероятностных показателей в конфликте информационно-управляющих систем // Системы управления и информационные технологии. 2009. № 3 (37). С. 27-31.

20. Бойко А. А. Способ разработки тестовых удаленных информационно-технических воздействий на пространственно распределенные системы информационно-технических средств // Информационно-управляющие системы. 2014. № 3. С. 84-92.

21. Бойко А. А. Способ аналитического моделирования процесса распространения вирусов в компьютерных сетях различной структуры // Труды СПИИРАН. 2015. № 5 (42). С. 196-211.

22. Бойко А. А., Храмов В. Ю. Модель информационного конфликта информационно-технических и специальных программных средств в вооруженном противоборстве группировок со статическими характеристиками // Радиотехника. 2013. № 7. С. 5-10.

23. Бойко А. А. Киберзащита автоматизированных систем воинских формирований: монография. – СПб: Научное издание, 2021. – 300 с.

24. Стародубцев Ю. И., Бухарин В. В., Семенов С. С. Техносферная война // Военная мысль. 2012. № 7. С. 22-31.

25. Стародубцев Ю. И., Бухарин В. В., Семенов С. С. Техносферная война // Информационные системы и технологии. 2011. № 1. С. 80-85.

26. Стародубцев Ю. И., Бухарин В. В., Семенов С. С. Техносферная война // Армия и общество. 2010. № 4. С. 6-11.

27. Семенов С. С., Гусев А. П., Барботько Н. В. Оценка информационно-боевого потенциала сторон в техносферных конфликтах // Научное издание в космических исследованиях Земли. 2013. Т. 5. № 6. С. 10-21.

28. Владимиров В. И., Владимиров И. В. Основы оценки конфликтно-устойчивых состояний организационно-технических систем (в информационных конфликтах): монография. – Воронеж: ВАИУ, 2008. – 231 с.

29. Владимиров В. И., Лихачев В. П., Шляхин В. М. Антагонистический конфликт радиоэлектронных систем. – М.: Радиотехника, 2004. – 384 с.

30. Владимиров В. И. Принципы и аппарат системных исследований радиоэлектронного конфликта. – Воронеж: ВВВИУРЭ, 1992.

31. Владимиров В. И. Информационные основы радиоподавления линий радиосвязи в динамике радиоэлектронного конфликта. – Воронеж: ВИРЭ, 2003. – 276 с.

32. Климов С. М., Сычев М. П., Астрахов А. В. Противодействие компьютерным атакам. Методические основы. – М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2013. – 108 с.

33. Климов С. М. Методы и модели противодействия компьютерным атакам. – Люберцы: КАТАЛИТ, 2008. – 316 с.

34. 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.

35. Козирацкий Ю. Л., Подлужный В. И., Паринов М. Л. Методический подход к построению вероятностной модели конфликта сложных систем // Вестник ВИРЭ. 2005. № 3. С. 4-16.

36. Козирацкий Ю. Л., Ухин А. Л. Вероятностная модель конфликта радиоэлектронных систем управления и телекоммуникации в условиях деструктивных воздействий // Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 57. № 3.2. С. 281-286.

37. Куприянов А. И., Шустов Л. Н. Радиоэлектронная борьба. Основы теории. – М.: Вузовская книга, 2011. – 800 с.

38. Цветнов В. В., Куприянов А. И., Демин В. П. Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиопротиводействие. – М.: МАИ, 1998. – 248 с.

39. Цветнов В. В., Куприянов А. И., Демин В. П. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита. – М.: МАИ, 1999. – 240 с.

40. Куприянов А. И., Сахаров А. В. Радиоэлектронные системы в информационном конфликте. – М.: Вузовская книга, 2003. – 528 с.

41. Добыкин В. Д., Куприянов А. И., Пономарев В. Г., Шустов Л. Н. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем. – М.: Вузовская книга, 2007. – 468 с.

42. Куприянов А. И. Радиоэлектронная борьба. – М.: Вузовская книга, 2013. – 360 с.

43. Демин В. П., Куприянов А. И., Сахаров А. В. Радиоэлектронная разведка и радиомаскировка. – М.: МАИ, 1997. – 155 с.

44. Куприянов А. И., Сахаров А. В., Шевцов В. А. Основы защиты информации. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 256 с.

45. Коцыняк М. А., Кулешов И. А., Лаута О. С. Устойчивость информационно-телекоммуникационных сетей. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2013. – 93 с.

46. Коцыняк М. А., Кулешов И. А., Кудрявцев А. М., Лаута О. С., Киберустойчивость информационно-телекоммуникационной сети. – СПб.: Бостон-спектр, 2015. – 150 с.

47. Саенко И. Б., Лаута О. С., Карпов М. А., Крибель А. М. Модель угроз ресурсам информационно-телекоммуникационной сети как ключевому активу критически важного объекта инфраструктуры // Электросвязь. 2021. № 1. С. 36-44.

48. Kotenko I., Saenko I., Lauta O., Kribel A. Ensuring the survivability of embedded computer networks based on early detection of cyber attacks by integrating fractal analysis and statistical methods. *Microprocessors and Microsystems*, 2022. vol. 90. pp. 104459.

49. Костарев С. В., Карганов В. В., Липатников В. А. Технологии защиты информации в условиях кибернетического конфликта: монография. – СПб.: ВАС, 2020. – 716 с.

50. Липатников В. А., Шевченко А. А., Косолапов В. С., Сокол Д. С. Метод обеспечения информационной безопасности сети VOIP-телефонии с прогнозом стратегии вторжений нарушителя // Информационно-управляющие системы. 2022. № 1 (116). С. 54-67.

51. Липатников В. А., Парфиров В. А. Модель процесса наблюдения за множеством источников информации в стохастических условиях // Информационная и космическая безопасность. 2022. № 1. С. 35-44.

52. Липатников В. А., Шевченко А. А. Математическая модель процесса управления информационной безопасностью распределенной информационной системы в условиях несанкционированного воздействия злоумышленника // Информационные системы и технологии. 2022. № 3 (131). С. 121-130.

53. Макаренко С. И. Информационное противоборство и радиоэлектронная борьба в сетевых войнах начала XXI века: монография. – СПб.: Научно-технические технологии, 2017. – 546 с.

54. Макаренко С. И. Модели системы связи в условиях преднамеренных дестабилизирующих воздействия и ведения разведки: монография. – СПб.: Научно-технические технологии, 2020. – 337 с.

55. Макаренко С. И. Перспективы и проблемные вопросы развития сетей связи специального назначения // Системы управления, связи и безопасности. 2017. № 2. С. 18-68. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-02/02-Makarenko.pdf> (дата обращения 14.03.2023).

56. Макаренко С. И., Иванов М. С. Сетевая война – принципы, технологии, примеры и перспективы. Монография. – СПб.: Научно-технические технологии, 2018. – 898 с.

57. 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 14.03.2023).

58. Макаренко С. И. Динамическая модель системы связи в условиях функционально-разноразрядного 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 14.03.2023).

59. Мистров Л. Е., Сербулов Ю. С. Методологические основы синтеза информационно-обеспечивающих функциональных организационно-технических систем. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 232 с.

60. Мистров Л. Е., Головченко Е. В. Метод оценки управляемости конфликтно-устойчивой информационной системы авиационного формирования // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 1 (59). С. 28-35.

61. Мистров Л. Е., Плотников С. Н. Метод теоретико-игрового распределения ресурса для обоснования подвижных точек конфликтной устойчивости взаимодействия социально-экономических систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 2 (54). С. 38-46.

62. Мистров Л. Е., Головченко Е. В. Основы синтеза конфликтно-устойчивой информационной системы авиационного объединения //

Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 3 (55). С. 66-76

63. Мистров Л. Е., Павлов В. А. Метод совокупного оценивания параметров информационных потоков в радиоканалах информационно-телекоммуникационных систем // Измерительная техника. 2018. № 1. С. 46-49.

64. Мистров Л. Е., Плотников С. Н. Метод обоснования точек конфликтной устойчивости взаимодействия организационно-технических систем // Научные технологии. 2019. Т. 20. № 7. С. 5-24.

65. Мистров Л. Е., Демчук Д. В. Метод координации решений при разработке ядер конфликта в интересах синтеза информационных систем // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16. № 10. С. 36-42.

66. Привалов А. А., Евглевская Н. В., Зубков К. Н. Модель процесса вскрытия параметров сети передачи данных оператора IP-телефонной сети компьютерной разведкой организованного нарушителя // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. № 2 (39). С. 106-111.

67. Евглевская Н. В., Привалов А. А., Привалов А. А. Модель процесса вскрытия каналов утечки информации на объектах телекоммуникаций // Вопросы радиоэлектроники. 2014. Т. 3. № 1. С. 156-161.

68. Привалов А. А., Привалов А. А., Скуднева Е. В., Чалов И. В. Подход к оценке вероятности вскрытия пространственно-временной и информационной структуры СПД-ОТН // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 3 (44). С. 165-172.

69. Агеев С. А., Привалов А. А., Каретников В. В., Буцанец А. А. Адаптивный метод оценки характеристик трафика в высокоскоростных мультисервисных сетях связи на основе процедуры нечеткого регулирования // Автоматика и телемеханика. 2021. № 7. С. 133-146.

70. Евглевская Н. В., Привалов А. А., Привалов А. А. Обобщенная модель информационного воздействия на автоматизированные системы управления техническими объектами // Вопросы радиоэлектроники. 2013. Т. 3. № 1. С. 155-164.

71. Евглевская Н. В., Привалов А. А., Скуднева Е. В. Марковская модель конфликта автоматизированных систем обработки информации и управления с системой деструктивных воздействий нарушителя // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 1 (42). С. 78-84.

72. Радзиевский В. Г. Современная радиоэлектронная борьба. Вопросы методологии. – М.: Радиотехника, 2006. – 424 с.

73. Радзиевский В. Г. Метод обоснования характеристик сигналоподобных излучений в конфликтной радиолокации // Радиотехника. 2000. № 6. С. 53-58.

74. Радзиевский В. Г., Сирота А. А. Информационное обеспечение радиоэлектронных систем в условиях конфликта. – М.: ИПРЖР, 2001. – 456 с.

75. Радзиевский В. Г., Сирота А. А. Теоретические основы радиоэлектронной разведки. – М.: Радиотехника, 2004. – 432 с.

76. Радзиевский В. Г., Сирота А. А. Базовые статистические модели процесса радиотехнической разведки в ходе противодействия радиолокационным средствам // Радиотехника. 1992. № 1-2. С. 24-31.

77. Замарин А. И., Атакищев О. И., Тавалинский Д. А., Рюмшин К. Ю. Последетекторный технический анализ цифровых последовательностей при идентификации сложных структур // Известия Юго-Западного государственного университета. 2014. № 1 (52). С. 14-21.

78. Сазонов К. В., Тавалинский Д. А., Марков П. Н. Агрегативная модель функционирования анонимной сети TOR // Научные технологии. 2018. Т. 19. № 10. С. 30-38.

79. Тавалинский Д. А., Ратушин А. П., Тимофеев Д. И., Чикин Р. В. Особенности использования процедур дедупликации при сигналообразовании в телекоммуникационных системах // Электромагнитные волны и электронные системы. 2020. Т. 25. № 6. С. 75-82.

80. Тавалинский Д. А., Тимошенко А. В., Шайдулин З. Ф., Захаров К. Н. Аналитическое описание целостного информационного пространства объекта на основе графовых структур // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2021. № 20. С. 301-313.

81. Тавалинский Д. А., Красиков Д. А. Графодинамическое моделирование информационно-телекоммуникационной сети в интересах рационального распределения ресурсов // Динамика сложных систем - XXI век. 2022. Т. 16. № 3. С. 40-46.

82. Толстых Н. Н., Павлов В. А., Воробьева Е. И. Введение в теорию конфликтного функционирования информационных и информационно-управляющих систем. – Воронеж: ВГТУ, 2003. – 168 с.

83. Алферов А. Г., Белицкий А. М., Степанец Ю. А., Толстых Н. Н. Перехват управления инфокоммуникационных систем // Теория и техника радиосвязи. 2014. № 4. С. 5-13.

84. Николаев В. И., Толстых Н. Н., Алферов А. Г. Принудительный синтез заданного целевого состояния процессорного устройства: концепция перехвата управления // Радиотехника. 2016. № 5. С. 84-96.

85. Чукляев И. И., Морозов А. В., Болотин И. Б. Теоретические основы оптимального построения адаптивных систем комплексной защиты информационных ресурсов распределенных вычислительных систем: монография. – Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ, 2011. – 227 с.

86. Чукляев И. И. Игровая модель обоснования применения средств комплексной защиты информационных ресурсов иерархической информационно-управляющей системы // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2015. № 2. С. 64-68.

87. Морозов А. В., Чукляев И. И. Информационная безопасность вычислительных систем боевого управления в аспекте информационного противоборства // Проблемы безопасности российского общества. 2013. № 2-3. С. 85-90.

88. Морозов А. В., Майбуров Д. Г., Чукляев И. И. Информационное оружие: теория и практика применения // Проблемы безопасности российского общества. 2014. № 2. С. 177-183.

89. Чукляев И. И., Чепурной Е. А., Шевченко А. Л., Пильненский В. П. Способы и средства обнаружения и предотвращения информационно-технических воздействий // Системы компьютерной математики и их приложения. 2021. № 22. С. 180-189.

90. Чукляев И. И. Интеллектуальная защита сложных организационно-технических систем // Системы компьютерной математики и их приложения. 2020. № 21. С. 230-237.

91. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.

92. Воронов Е. М. Методы оптимизации управления многообъектными многокритериальными системами на основе стабильно-эффективных игровых решений / Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 576 с.

References

1. Mikhailov R. L., Veshchagin A. V., Ganiev A. N., Kuznetsov N. P. Dynamic coordination of infocommunication system of special purpose subsystems in information conflict: uncoupling method. *Systems of Control, Communication and Security*, 2023, no. 1, pp. 64-95 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2023-1-64-95.

2. Mikhailov R. L., Ganiev A. N., Efremov E. V. Models and methods of dynamic coordination of infocommunication system of special purpose subsystems in information conflict. *Systems of Control, Communication and Security*, 2021, no. 5, pp. 136-179 (in Russian).

3. 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> (accessed 04 March 2023) (in Russian).

4. Mikhailov R. L. Informational conflict of informational-telecommunication systems of special purpose dynamic model. *Systems of Control, Communication and Security*, 2020, no. 3, pp. 238-251 (in Russian). DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10309.

5. Mikhailov R. L. The Model of information contacts between telecommunication devices of special purpose infocommunication system and opposing side means of monitoring and impact. *Proc. of Telecom. Universities*, 2020, no. 6 (3), pp. 17-27. DOI: 10.31854/1813-324X-2020-6-3-17-27 (in Russian).

6. Mikhailov R. L. New basic approach and methodic for assessing of information conflict superiority. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2021, vol. 19, no. 1, pp. 7-20 (in Russian).

7. 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 (in Russian). DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10418.

8. 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. DOI: 10.24411/2409-5419-2018-10040 (in Russian).

9. 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).

10. Mikhailov R. L., Privalov A. A., Polyakov S. L. The model of a telecommunication net in terms of infocommunication subsystems coordination. *Information and Space*, 2021, no. 1, pp. 18-26 (in Russian).

11. Mikhailov R. L. The problem of resource allocation in the information conflict: formalization and solutions. *H&ES Research*, 2020, vol. 12, no. 3, pp. 77-83. DOI: 10.36724/2409-5419-2020-12-3-77-83 (in Russian).

12. 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).

13. 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 04 March 2023) (in Russian).

14. Alekseev O. G., Anisimov E. G., Anisimov V. G. *Modeli raspredeleniya sredstva porazheniya v dinamike boya* [Models of the distribution of the means of destruction in the dynamics of combat]. Moscow, USSR Ministry of Defence Publ., 1989. 109 p. (in Russian).

15. Anisimov E. G., Anisimov V. G., Penner Ya. A. Method of allocation of heterogeneous resources while managing of organizational-technical systems. *Voprosy oboronnoj tekhniki Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu*, 2016, no. 3-4 (93-94), pp. 20-26 (in Russian).

16. Anisimov V. G., Anisimov E. G. *Algoritm optimal'nogo raspredeleniya diskretnyh neodnorodnyh resursov na seti* [Algorithm for optimal distribution of discrete heterogeneous resources on the network]. *Zhurnal vychislitel'noj matematiki i matematicheskoy fiziki*, 1997, vol. 37, no. 2, pp. 54-60 (in Russian).

17. Boyko A. A., Budnikov S. A. Model of Information Conflict between Special Software and Information Security Subsystem of Information-technical Tool. *Radiotekhnika*, 2015, no. 4, pp. 136-141 (in Russian).

18. Budnikov S. A. Model of a Generalized Conflict of Radio-electronic Means. *Radiotekhnika*, 2008, no. 11, pp. 8-10 (in Russian).

19. Budnikov S. A. Estimation of likelihood parametres in the conflict of information control systems. *Sistemy upravleniia i informatsionnye tekhnologii*, 2009, vol. 37, no. 3, pp. 27-31 (in Russian).

20. Boyko A. A., D'iakova A. V. The Method of Development of Test Remote Information-Technical Impacts on the Spatial Distribution of Information-Technical

Equipment. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy*, 2014, no. 3, pp. 84-92 (in Russian).

21. Boyko A. A. Method of Analytical Modeling of Spread of Viruses in Computer Networks with Different Structures. *SPIIRAS Proceedings*, 2015, vol. 42, no. 5, pp. 196-211 (in Russian).

22. Boyko A. A., Khramov V. U. Model of Information Conflict between Special Software and Information-technical Tools in Military Warfare with Static Characteristics. *Radiotekhnika*, 2013, no. 7, pp. 5-10 (in Russian).

23. Boyko A. A. *Kiberzashchita avtomatizirovannykh sistem voinskih formirovaniy. Monografiia* [Cyber security of automated systems of military formations. Monography]. Saint Petersburg, Naukoemkie Tekhnologii Publ., 2021. 300 p. (in Russian).

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

25. Starodubtsev Ju. I., Bukharin V. V., Semenov S. S. Technosphery war. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii*, 2011, no. 1, pp. 80-85 (in Russian).

26. Starodubtsev Ju. I., Bukharin V. V., Semenov S. S. Techno War. *Armiia i obshchestvo*, 2010, no. 4, pp. 6-11 (in Russian).

27. Semenov S. S., Gusev A. P., Barbotko N. V. Assessment Information the Combat Potential of the Parties in Technosphere Conflicts. *H&ES Research*, 2013, vol. 5, no. 6, pp. 10-21 (in Russian).

28. 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 Publ., 2008. 231 p. (in Russian).

29. 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).

30. Vladimirov V. I. *Printsipy i apparat sistemnykh issledovaniy radioelektronnogo konflikta* [The principles and apparatus of the electronic system studies conflict]. Voronezh, Voronezh Higher Military Engineering College of Radioelectronics Publ., 1992. (in Russian).

31. Vladimirov V. I. *Informatsionnye osnovy radiopodavleniia linii radiosviazi v dinamike radioelektronnogo konflikta* [Information basis of the countermeasure of radio communications in the dynamics of electronic conflict]. Voronezh, Military Engineering College of Radioelectronics Publ., 2003. 276 p. (in Russian).

32. Klimov S. M., Sychev M. P., Astrakhov A. V. *Protivodeistvie komp'iuternym atakam. Metodicheskie osnovy* [The combat computer attacks. Methodological foundations]. Moscow, Bauman Moscow State Technical University Publ., 2013. 108 p. (in Russian).

33. Klimov S. M. *Metody i modeli protivodeistviia komp'iuternym atakam* [Methods and models for countering computer attacks]. Liubertsy, Katalist Publ., 2008. 316 p. (in Russian).

34. Koziratskii Iu. L., Budnikov S. A., Grevtsev A. I., Ivantsov A. V., Kil'diushevskii V. M., Koziratskii A. Iu., Kushchev S. S., Lysikov V. F., Parinov M. L., Prokhorov D. V. *Modeli informatsionnogo konflikta sredstv poiska i obnaruzheniia. Monografiia* [Model of Information Conflict of Search and Discovery. Monograph]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2013. 232 p. (in Russian).

35. Koziratskiy Ju. L., Podluzhnyi V. I., Parinov M. L. Metodicheskiy podkhod k postroeniuiu veroiatnostnoi modeli konflikta slozhnykh sistem [Methodical Approach to Constructing Probabilistic Models of Complex Conflict Systems]. *Vestnik of Military Institute of Radioelectronics*, 2005. no. 3, pp. 4-16 (in Russian).

36. Koziratskiy Ju. L., Ukhin A. L. *Veroiatnostnaia model' konflikta radioelektronnykh sistem upravleniia i telekommunikatsii v usloviakh destruktivnykh vozdeistvii* [Probabilistic model of conflict radio-electronic control systems and telecommunications in terms of destructive impacts]. *Sistemy upravleniia i informatsionnye tekhnologii*, 2014, vol. 57, no. 3.2, pp. 281-286 (in Russian).

37. Kuprijanov A. I., Shustov L. N. *Radioelektronnaia bor'ba. Osnovy teorii* [Electronic warfare. Fundamentals of the theory]. Moscow, Vuzovskaia Kniga Publ., 2011. 800 p. (in Russian).

38. Tsvetnov V. V., Demin V. P., Kupriianov A. I. *Radioelektronnaia bor'ba: radorazvedka i radioprotivodeistvie* [Electronic warfare: radio reconnaissance and countermeasure]. Moscow, Moscow Aviation Institute (National Research University), 1998. 248 p. (in Russian).

39. Tsvetnov V. V., Demin V. P., Kupriianov A. I. *Radioelektronnaia bor'ba: radiomaskirovka i pomekhozashchita* [Electronic warfare: radioactive and jamming protection]. Moscow, Moscow Aviation Institute (National Research University) Publ., 1999. 240 p. (in Russian).

40. Kuprijanov A. I., Saharov A. V. *Radioelektronnye sistemy v informatsionnom konflikte* [Radio-electronic systems in information conflict]. Moscow, Vuzovskaia Kniga Publ., 2003. 528 p. (in Russian).

41. Dobykin V. D., Kupriianov A. I., Ponomarev V. G., Shustov L. H. *Radioelektronnaia bor'ba. Silovoe porazhenie radioelektronnykh sistem* [Electronic Warfare. Power Failure of Electronic Systems]. Moscow, Vuzovskaia Kniga Publ., 2007. 468 p. (in Russian).

42. Kuprijanov A. I. *Radioelektronnaia bor'ba* [Electronic warfare]. Moscow, Vuzovskaia Kniga Publ., 2013. 360 p. (in Russian).

43. Demin V. P., Kupriianov A. I., Sakharov A. V. *Radioelektronnaia razvedka i radiomaskirovka* [Electronic reconnaissance and radioactive]. Moscow, Moscow Aviation Institute (National Research University), 1997. 155 p. (in Russian).

44. Kuprijanov A. I., Saharov A. V., Shevtsov V. A. *Osnovy zashchity informatsii* [The basics of information security]. Moscow, Publishing center «Akademia», 2006. 256 p. (in Russian).

45. Kotsyniak M. A., Kuleshov I. A., Lauta O. S. *Ustoichivost' informatsionno-telekommunikatsionnykh setei* [The stability of information-telecommunication networks]. Saint-Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Publ., 2013. 93 p. (in Russian).

46. Kotsyniak M. A., Kuleshov I. A., Kudryavcev A. M., Lauta O. S. *Kiberustojchivost' informacionno-telekommunikacionnoj seti* [Cyber-resilience of the information and telecommunications network]. Saint Petersburg, Boston-spektr Publ., 2015. 150 p. (in Russian).

47. Saenko I. B., Lauta O. S., Karpov M. A., Kribel A. M. Model of threats to information and telecommunication network resources as a key asset of critical infrastructure. *Electrosvyaz Magazine*, 2021, no. 1, pp. 36-44 (in Russian).

48. Kotenko I., Saenko I., Lauta O., Kribel A. Ensuring the survivability of embedded computer networks based on early detection of cyber attacks by integrating fractal analysis and statistical methods. *Microprocessors and Microsystems*, 2022, vol. 90, p. 104459.

49. Kostarev S. V., Karganov V. V., Lipatnikov V. A. *Tekhnologii zashchity informacii v usloviyah kiberneticheskogo konflikta. Monografiia*. [Technologies of information protection in the conditions of cybernetic conflict]. Saint Petersburg, Military Communications Academy Publ., 2020. 716 p. (in Russian).

50. Lipatnikov V. A., Shevchenko A. A., Kosolapov V. S., Sokol D. S. Method for ensuring information security of a VOIP telephony network with a forecast of an intruder's intrusion. *Information and Control Systems*, 2022, no. 1 (116), pp. 54-67 (in Russian).

51. Lipatnikov V. A., Parfirov V. A. Model of the process of observing multiple sources of information under stochastic conditions. *Information and Space*, 2022, no. 1, pp. 35-44 (in Russian).

52. Lipatnikov V. A., Shevchenko A. A. Mathematical model of information security management process for a distributed information system under conditions of unauthorized attacker impact. *Information Systems and Technologies*, 2022, no. 3 (131), pp. 121-130 (in Russian).

53. Makarenko S. I. *Informatsionnoe protivoborstvo i radioelektronnaia borba v setetsentricheskikh voynakh nachala XXI veka. Monografiia* [Information warfare and electronic warfare to network-centric wars of the early XXI century. Monography]. Saint Petersburg, Naukoemkie Tekhnologii Publ., 2017. 546 p. (in Russian).

54. Makarenko S. I. *Modeli sistemy svjazi v usloviyah prednamerennyh destabilizirujushchih vozdeystvij i vedenija razvedki. Monografiya* [Models of communication systems in conditions of deliberate destabilizing impacts and intelligence. Monograph]. Saint Petersburg, Naukoemkie Tehnologii Publ., 2020. 337 p. (in Russian).

55. Makarenko S. I. Prospects and Problems of Development of Communication Networks of Special Purpose. *Systems of Control, Communication and Security*, 2017, no. 2, pp. 18-68. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-02/02-Makarenko.pdf> (in Russian).

56. Makarenko S. I., Ivanov M. S. *Setecentricheskaya vojna – principy, tekhnologii, primery i perspektivy. Monografiya* [Network-centric warfare – principles, technologies, examples and perspectives. Monography]. Saint Petersburg, Naukoemkie Tekhnologii Publ., 2018. 898 p. (in Russian).

57. 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> (in Russian).

58. 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. DOI: 10.24411/2410-9916-2015-10307 (in Russian).

59. 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).

60. Mistrov L. E., Golovchenko E. V. Method for assessing the control of conflict-resistant information system of aircraft formation. *Information and economic aspects of standardization and technical regulation*, 2021, no. 1 (59), pp. 28-35 (in Russian).

61. Mistrov L. E., Plotnikov S. N. The method of theoretical-game resource distribution for the substantiation of mobile points of conflict stability of interaction of socio-economic systems. *Information and economic aspects of standardization and technical regulation*, 2020, no. 2 (54), pp. 38-46 (in Russian).

62. Mistrov L. E., Golovchenko E. V. Bases of synthesis of conflict-sustainable information system of the aviation association. *Information and economic aspects of standardization and technical regulation*, 2020, no. 3 (55), pp. 66-76 (in Russian).

63. Mistrov L. E., Pavlov V. A. Method of cumulative estimation of the parameters of information flows in the radio channels of information telecommunication systems. *Measurement techniques*, 2018, no. 1, pp. 46-49 (in Russian).

64. Mistrov L. E., Plotnikov S. N. Method of substantiation of points of conflict stability of interaction of organizational and technical systems. *Journal Science Intensive Technologies*, 2019, vol. 20, no. 7, pp. 5-24 (in Russian).

65. Mistrov L. E., Demchuk D. V. The method of coordination of decisions in development of conflict nuclei in the interests of synthesis of information systems. *Information-measuring and control systems*, 2018, vol. 16, no. 10, pp. 36-42 (in Russian).

66. Privalov A. A., Yevglevskaya N. V., Zubkov K. N. Model of the process for cracking the parameters of data transmission network of IP-telephone system operator by the computer intelligence of organized intruder. *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2014, vol. 39, no. 2, pp. 106-111 (in Russian).

67. Evglevskaya N. V., Privalov A. A., Privalov Al. A. Model of the process for opening channels of information leakage on the objects of the telecommunications. *Questions of radio-electronics*, 2014, vol. 3, no. 1, pp. 156-161 (in Russian).

68. Privalov A. A., Privalov Al. A., Skudneva Y. V., Chalov I. V. Approach to the assessment probabilities of breaking into space-time and information structure of data transmission's network of operational and technological use. *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2015, vol. 44, no. 3, pp. 165-172 (in Russian).

69. Ageev S. A., Privalov A. A., Karetnikov V. V., Butsanets A. A. An adaptive method for assessing traffic characteristics in high-speed multiservice communication networks based on a fuzzy control procedure. *Automation and Remote Control*, 2021, vol. 82, no. 7, pp. 1222-1232.

70. Evglevskaya N. V., Privalov A. A., Privalov Al. A. General information impact model at the automatic systems of technical objects management. *Questions of radio-electronics*, 2013, vol. 3, no. 1, pp. 155-164 (in Russian).

71. Evgrlevskaya N. V., Privalov A. A., Skudneva E. V. Markov model of conflict of automated information processing and management systems with the system of destructive effects of an offender. *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2015, vol. 42, no. 1, pp. 78-84 (in Russian).

72. Radzievskiy V. G. and etc. *Sovremennaiia radioelektronnaia bor'ba. Voprosy metodologii* [Modern electronic warfare. Methodological issues]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2006. 424 p. (in Russian).

73. Radzievskii V. G. Metod obosnovaniia kharakteristik signalo-podobnykh izluchenii v konfliktnoi radiolokatsii [Method of the substantiation of the characteristics of signal-like radiation in a conflict radar]. *Radiotekhnika*, 2000, no. 6, pp. 53-58 (in Russian).

74. 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).

75. Radzievskii V. G., Sirota A. A. *Teoreticheskie osnovy radioelektronnoi razvedki* [The theoretical basis of electronic intelligence]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2004. 432 p. (in Russian).

76. Radzievskii V. G., Sirota A. A. Bazovye statisticheskie modeli protsessa radiotekhnicheskoi razvedki v khode protivodeistviia radiolokatsionnym sredstvami [The basic statistical model for a process surveillance during the anti-radar means]. *Radiotekhnika*, 1992, no. 1-2, pp. 24-31 (in Russian).

77. Zamarin A. I., Atakishchev O. I., Tavalinskiy D. A., Riumshin K. Iu. Postdetector technical analysis of digital identifikavykh sequences with complex structures. *Proceedings of the South-West State University*, 2014, vol. 52, no. 1, pp. 14-21 (in Russian).

78. Sazonov K. V., Tavalinskiy D. A., Markov P. N. Aggregate model for the functioning of anonymous network TOR. *Journal Science Intensive Technologies*, 2018, vol. 19, no. 10, pp. 30-38 (in Russian).

79. Tavalinskiy D. A., Ratoushin A. P., Timofeev D. I., Chikin R. V. Features of the use of deduplication procedures for signal formation in telecommunication systems. *Electromagnetic Waves and Electronic Systems*, 2020, vol. 25, no. 6, pp. 75-82 (in Russian).

80. Tavalinskiy D. A., Timoshenko A. V., Shaydulin Z. F., Zakharov K. N. The object space integral information analytical description based on graph structures. *Aerospace forces. Theory and practice*, 2021, no. 20, pp. 301-313 (in Russian).

81. Tavalinskiy D. A., Krasikov D. A. Graphic dynamic modelling of information telecommunication network in interests of a rational distribution of resources. *Dynamics of Complex Systems - XXI century*, 2022, vol. 16, no. 3, pp. 40-46 (in Russian).

82. Tolstykh N. N., Pavlov V. A., Vorobeva E. I. *Vvedenie v teoriyu konfliktogo funktsionirovaniia informatsionnykh i informatsionno-upravliaiushchikh sistem* [Introduction to the theory of conflict of functioning of the information and information management systems]. Voronezh, Voronezh State University Publ., 2003. 168 p. (in Russian).

83. Alfeyorov A. G., Belitsky A. M., Stepanets Yu. A., Tolstykh N. N. Infocommunicational system control interception. *Teoriia i tekhnika radiosviazi*, 2014, no. 4, pp. 5-13 (in Russian).

84. Nikolaev V. I., Tolstykh N. N., Alferov A. G., Stepanets Yu. A., Tolstykh I. O., Roldugin N. G., Artemov M. V. Forced synthesis of processor facility's specified goal state: concept of control interception. *Radiotekhnika*, 2016, no. 5, pp. 84-96 (in Russian).

85. Chukliaev I. I., Morozov A. V., Bolotin I. B. *Teoreticheskie osnovy optimal'nogo postroeniia adaptivnykh sistem kompleksnoi zashchity informatsionnykh resursov raspredelennykh vychislitel'nykh sistem: monografiia* [Theoretical Foundations of Optimal Construction of Adaptive Systems of Comprehensive Protection of Information Resources Distributed Computing Systems. Monography] Smolensk, Military Academy of Army Air Defence Publ., 2011. 227 p. (in Russian).

86. Chuklyaev I. I. Game model justification means of complex protection of information resources on hierarchical information and control system. *T-Comm*, 2015, no. 2, pp. 64-68 (in Russian).

87. Morozov A. V., Chukliaev I. I. Informatsionnaia bezopasnost' vychislitel'nykh sistem boevogo upravleniia v aspekte informatsionnogo protivoborstva. *Problemy bezopasnosti rossiiskogo obshchestva*, 2013, no. 2-3, pp. 85-90 (in Russian).

88. Morozov A. V., Maiburov D. G., Chuklyaev I. I. Information security of computer systems of command and control in the aspect of information warfare. *Problemy bezopasnosti rossiiskogo obshchestva*, 2014, no. 2, pp. 177-183 (in Russian).

89. Chuklyaev I. I., Chepurny E. A., Shevchenko A. L., Pelnenkiy V. P. Methods and means detection and prevention information and technical effects. *Computer mathematics systems and their applications*, 2021, no. 22, pp. 180-189 (in Russian).

90. Chuklyaev I. I. Informational security of technical systems. *Computer mathematics systems and their applications*, 2020, no. 21, pp. 230-237 (in Russian).

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

92. Voronov E. M. *Metody optimizatsii upravleniia mnogoob'ektnymi mnogokriterial'nymi sistemami na osnove stabil'no-effektivnykh igrovykh reshenii* [Optimization methods for the control of multi-object multi-criteria systems on the basis of stable-effective gaming solutions]. Moscow, Bauman Moscow State Technical University Publ., 2001. 576 p. (in Russian).

Статья поступила: 20 июня 2023 г.

Информация об авторах

Михайлов Роман Леонидович – доктор технических наук. Научно-педагогический работник. Военный университет радиоэлектроники. Область научных интересов: информационные конфликты, координация подсистем наблюдения и воздействия. E-mail: cvviur6@mil.ru.

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

Николаев Алексей Евгеньевич – доктор экономических наук, доцент. Научно-педагогический работник. Военный университет радиоэлектроники. Область научных интересов: теория систем; военно-экономическое противоборство, информационное противоборство. E-mail: cvviur6@mil.ru.

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

Кузнецов Никита Павлович – адъюнкт. Военный университет радиоэлектроники. Область научных интересов: информационные конфликты, координация подсистем наблюдения и воздействия. E-mail: cvviur6@mil.ru

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

Dynamic coordination of infocommunication system of special purpose subsystems in information conflict: evaluation method

R. L. Mikhailov, A. Ye. Nikolaev, N. P. Kuznetsov

Relevance. *The work is an extension and development of the ongoing research, the hypothesis of which is that the increase in the efficiency of using a infocommunication system of special-purpose in an information conflict is ensured through the implementation of mechanisms for dynamic coordination of the monitoring and impact subsystems in its composition due to a synergistic effect, which will ensure the achievement of information superiority in the information conflict. The aim of this paper is the development of interaction evaluation method in the dynamic coordination of monitoring and impact subsystems as part of infocommunication system of a special-purpose during an information conflict. Methods.* Elements of set theory, coordination theory and control theory. **Novelty.** An element of the novelty of the method is the determination in each moment of time of the ranges of changes in the sets of detected telecommunications devices distributed for monitoring and impact subsystems, while specific devices that are transmitted between the subsystems of monitoring and influence are selected by these subsystems, including taking into account their own calculations. **Result.** The use of the developed method makes it possible to implement the mechanism of dynamic coordination of the monitoring and impact subsystems as part of infocommunication system of special-purpose. **Practical significance.** the implementation of the developed method as a general theoretical approach in the synthesis of software products as part of the mathematical software of the information subsystem will allow us to move from the empirical order of distribution and redistribution of telecommunications devices between the subsystems of monitoring and impact to a strictly formalized description of the process of dynamic coordination of these subsystems.

Key words: infocommunication system of special purpose, information conflict, monitoring subsystem, impact subsystem, coordination.

Information about Authors

Roman Leonidovich Mikhailov – Ph.D. of Engineering Sciences. Scientific and pedagogical worker. Military University of Radio Electronics. Field of research: information warfare, coordination of monitoring and impact subsystems. E-mail: cvviur6@mil.ru

Aleksey Yevgenyevich Nikolaev – Holder of an Advanced Doctorate in Economics, docent. Scientific and pedagogical worker. Military University of Radio Electronics. Field of research: systems theory, military and economic confrontation, information warfare. E-mail: cvviur6@mil.ru

Nikita Pavlovich Kuznetsov – PhD student. Military University of Radio Electronics. Field of research: information warfare, coordination of monitoring and impact subsystems. E-mail: cvviur6@mil.ru

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