

УДК 623.20

Динамическая координация подсистем наблюдения и воздействия: метод прогнозирования взаимодействий

Михайлов Р. Л., Данилов Д. Ю., Потапов А. А., Гречко П. В.

Постановка задачи: работа является продолжением и развитием проводимого исследования, гипотеза которого состоит в том, что повышение эффективности использования автоматизированной системы управления специального назначения в информационном конфликте обеспечивается посредством реализации механизмов динамической координации подсистем наблюдения и воздействия за счет получения синергетического эффекта, что обеспечит достижение информационного превосходства в информационном конфликте. **Целью работы** является разработка метода прогнозирования взаимодействий при динамической координации подсистем наблюдения и воздействия в ходе информационного конфликта. **Используемые методы:** элементы теории множеств, теории координации и теории управления. **Новизна:** элементом новизны метода является определение множества моментов времени в цикле управления основными (базовыми) силами и средствами, в которые осуществляется распределение или перераспределение устройств телекоммуникации автоматизированной системы управления специального назначения между подсистемами наблюдения и воздействия. **Результат:** использование разработанного метода позволяет реализовать механизм динамической координации подсистем наблюдения и воздействия автоматизированной системой управления 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: автоматизированная система управления 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 автоматизированной системой управления специального назначения (АСУ СН), результаты которого представлены в работах [1-3]. В соответствии с подходом авторов, под АСУ СН понимаются территориально распределенные комплексы, состоящие из информационных устройств (ИУ) и устройств телекоммуникаций (УТ), а также соединяющих их каналов связи (в частном случае – 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 дея-

Библиографическая ссылка на статью:

Михайлов Р. Л., Данилов Д. Ю., Потапов А. А., Гречко П. В. Динамическая координация подсистем наблюдения и воздействия: метод прогнозирования взаимодействий // Системы управления, связи и безопасности. 2024. № 3. С. 49-77. DOI: 10.24412/2410-9916-2024-3-049-077

Reference for citation:

Mikhailov R. L., Danilov D. Yu., Potapov A. A., Grechko P. V. Dynamic coordination of monitoring and impact subsystems: predicting method. *Systems of Control, Communication and Security*, 2024, no. 3, pp. 49-77 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2024-3-049-077

тельности различных информационных и телекоммуникационных продуктов и услуг.

Специальная сфера использования АСУ СН подразумевает наличие конфликтной ситуации. К субъектам конфликта в специальной сфере относят:

- государства, их союзы и коалиции;
- международные организации;
- негосударственные незаконные вооруженные формирования и организации террористической, экстремистской, радикальной политической, радикальной религиозной направленности (в том числе международные).

Пользователями АСУ СН применительно к данному исследованию выступают: система управления (лица, принимающие решения), основные (базовые) силы и средства, а также подсистемы наблюдения и воздействия, при этом задачи оказания данным пользователям необходимых информационных услуг возлагаются на информационную систему (ИС) АСУ СН, а информационный обмен между указанными пользователями – на телекоммуникационную систему (ТКС) АСУ СН (рис. 1).

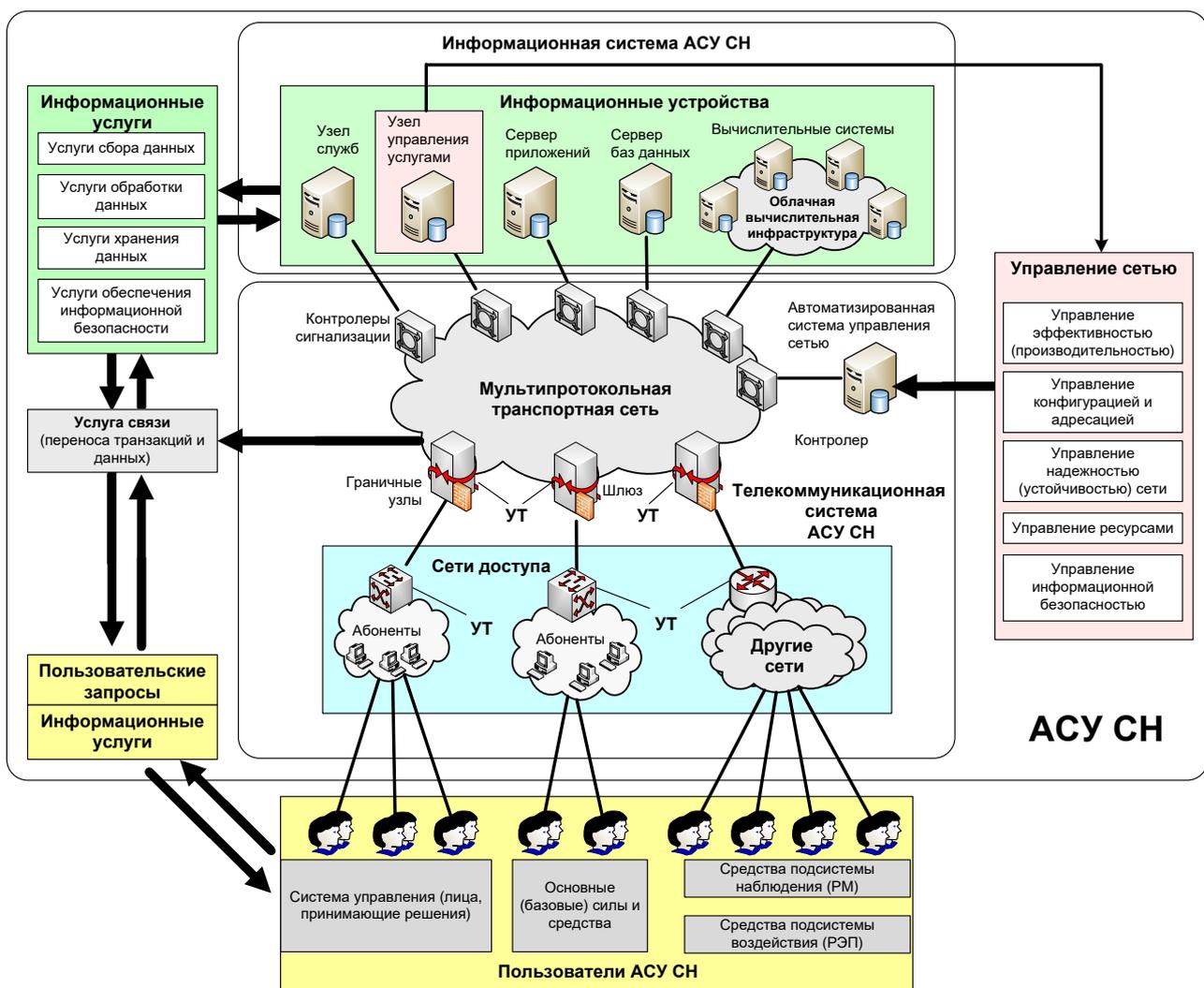


Рис. 1. Обобщенная архитектура АСУ СН

В состав подсистемы наблюдения могут входить средства радиомониторинга (РМ), оптоэлектронные средства (ОЭС), средства компьютерной разведки (КР) и средства радиолокационной разведки (РЛР). Подсистема воздействия, в свою очередь, может включать в себя средства радиоэлектронного подавления (РП), информационно-технических воздействия (ИТВ) и функционального поражения электромагнитным излучением (ФП ЭМИ). В реальных условиях выбор средств в составе подсистем наблюдения обуславливается потенциальными каналами утечки информации в составе ТКС и ИС АСУ СН противостоящей стороны, а средств воздействия – потенциальными уязвимостями данных систем. В рамках данного исследования в качестве прототипа АСУ 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 РМ (соответствуют средствам подсистемы наблюдения) и средств РЭП (соответствуют средствам подсистемы воздействия).

Достижение субъектами конфликта в специальной сфере преимущества достигается применением основных (базовых) сил и средств, примерами которых являются силы правопорядка, вооруженные силы и другие подразделения специального назначения, обладающие средствами физического поражения (огневыми, оружием на новых физических принципах и т. д.). Управление данными силами осуществляется посредством принятия органами государственного управления (системой управления субъекта конфликта в специальной сфере) решения о порядке применения этих сил и доведения до них этого решения, т. е. каждому эпизоду применения данных сил предшествует цикл управления, представленный на рис. 2 на основе работ [1-15].



Рис. 2. Цикл управления основными (базовыми) силами и средствами

Эффективное применение основных (базовых) сил и средств сопряжено с необходимостью проводить соответствующие мероприятия в рамках цикла управления ими быстрее, нежели оппонент. Задачи сбора данных о состоянии, намерениях и действиях конфликтующей стороны возлагаются на средства наблюдения в составе соответствующей подсистемы, а затруднение выполне-

ния аналогичных действий противостоящей стороной – на средства из состава подсистемы воздействия.

Таким образом, на стадии сбора и обработки данных о состоянии, намерениях и действиях конфликтующей стороны в ходе конфликта в специальной сфере имеет место информационный конфликт между АСУ СН, достижение преимущества в котором способствует получению превосходства субъектов в конфликте в целом. Под информационным конфликтом АСУ СН в работе понимается процесс их столкновения в различных сферах деятельности на этапе сбора и обработки данных, каждая из которых стремится к обеспечению упреждающего принятию решений в цикле управления основными (базовыми) силами и средствами и предпринимает действия по снижению аналогичных возможностей конфликтующих средств сбора и обработки данных. Целью АСУ 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 оппонента. Концептуальная схема информационного конфликта АСУ СН в соответствии с подходом авторов представлена на рис. 3.

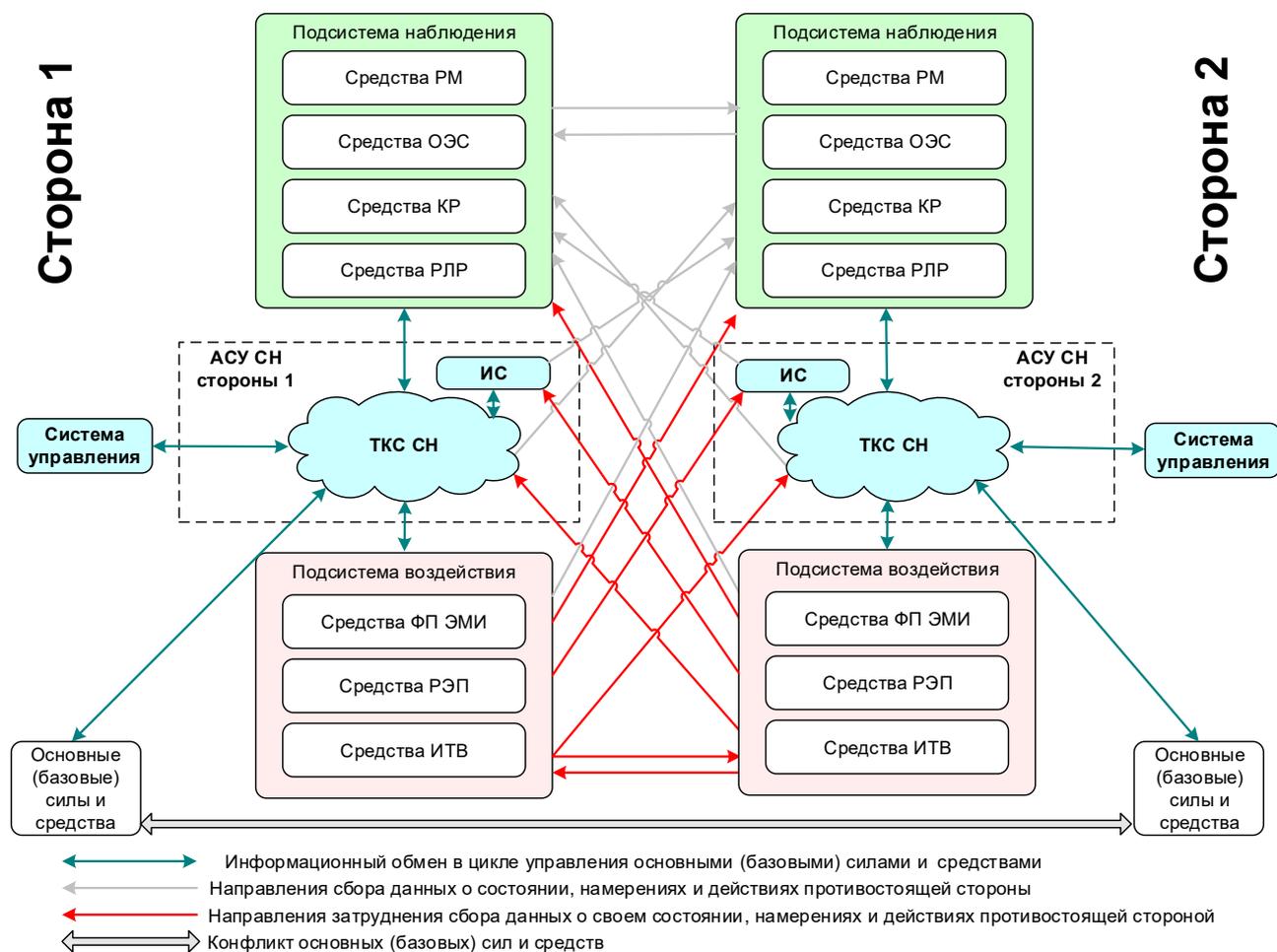


Рис. 3. Концептуальная схема информационного конфликта АСУ СН

Анализ исследований в предметной области

Проведенный в работах [1-7] анализ исследований показал, что вопросы достижения превосходства в информационном конфликте рассматривали следующие ученые: Е.Г. Анисимов и В.Г. Анисимов [15-17]; А.А. Бойко и С.А. Будников [18-24]; В.В. Бухарин, С.С. Семенов и Ю.И. Стародубцев [25-28]; В.И. Владимиров [29-32]; С.М. Климов [33, 34]; Ю.Л. Козирацкий [35-37]; А.И. Куприянов [38-45]; О.С. Лаута [46-49]; В.А. Липатников [50-53]; С.И. Макаренко [54-59]; Л.Е. Мистров [60-66], А.А. Привалов [67-72], В.Г. Радзиевский и А.А. Сирота [73-77], Д.А. Тавалинский и К.В. Сазонов [78-82], Н.Н. Толстых [83-85] и И.И. Чукляев [86-91]. 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 исследуются зависимость между стратегиями конфликтующих АСУ СН [2].

В основу разработанного метода динамической координации было положено развитие известных научных результатов, которые были получены следующими учеными:

- С.И. Макаренко – результаты, связанные с разработкой формальных моделей ТКС СН, функционирующих в условиях дестабилизирующих воздействий и ведения мониторинга;
- Ю.И. Стародубцевым – результаты, связанные с разработкой теоретических основ проведения специальных мероприятий в информационном пространстве и обоснованием новых способов и средств обеспечения эффективности использования АСУ СН;
- В.И. Владимировым – результаты, связанные с разработкой методологических основ динамического информационного конфликта;
- Ю.Л. Козирацким – результаты, направленные на повышение эффективности проведения информационных контактов средств наблюдения и воздействия с УТ АСУ СН.

Таким образом, целью разработки метода прогнозирования взаимодействий при динамической координации подсистем АСУ СН в условиях информационного конфликта является обеспечение нахождения АСУ 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.

В концептуальном виде принцип прогнозирования взаимодействий предложен и формализован в работе [92] и в дальнейшем активно использовался для формализации процессов координации в различных областях исследования.

Однако в отличие от принципов развязывания взаимодействий [1] и оценки взаимодействий [3] его теоретическая основа не в полной мере разработана не только для динамических, но и для статичных систем.

Постановка научной задачи и введение обозначений

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

$\Delta T_{\text{реш } 1}$ – снижение времени сбора и обработки информации о действиях стороны 2 стороной 1;

Q_k – множество обнаруженных УТ АСУ СН стороны 2 в момент времени t_k , $Q_k = \{q_k\} = Q_{H_k} \cup Q_{B_k}$;

A – множество координирующих сигналов ИС АСУ 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

$$\lambda_k = \begin{cases} \left\{ \left(\left\{ q_{H_{a_0}} \right\}, \left\{ q_{B_{b_0}} \right\} \right) / q_{H_{a_0}} \in Q_{H_0}, q_{B_{b_0}} \in Q_{B_0} \right\}, & \text{если } k = 0; \\ \left(\left\{ \hat{q}_{H_{a_k}} \right\}, \left\{ \hat{q}_{B_{b_k}} \right\} \right), & \text{если } k > 0. \end{cases}$$

$\left\{ \hat{q}_{H_{a_k}} \right\}$ – множество УТ АСУ СН, которые подсистема наблюдения должна передать подсистеме воздействия для информационных контактов в момент времени t_k ;

$\left\{ \hat{q}_{B_{b_k}} \right\}$ – множество УТ АСУ СН, которые подсистема воздействия должна передать подсистеме наблюдения для информационных контактов в момент времени t_k ;

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

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

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

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

$\Delta T_{\text{реш}_{H_k}}^{\text{треб}}$ – требуемое значение выигрыша во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационных контактов УТ АСУ СН стороны 2 со средствами наблюдения стороны 1 в момент времени t_k ;

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

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

$\Delta T_{\text{реш}_{H_k}}^{\text{треб}}$ – требуемое значение выигрыша во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационных контактов УТ АСУ СН стороны 2 со средствами воздействия стороны 1 в момент времени t_k ;

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 ИТКС стороны 2 в момент времени t_k , $u_{1k} = \{q_{B_{bk}}''\}$;

u_{2k} – связующий подпроцессы наблюдения и воздействия сигнал, отображающий множество переданных для информационных контактов подсистемой наблюдения подсистеме воздействия УТ ИТКС стороны 2 в момент времени t_k , $u_{2k} = \{q_{H_{ak}}''\}$;

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 АСУ СН стороны 2, распределенных подсистеме наблюдения, $a=1, \dots, A$;

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

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

j – переменная, счетчик средств воздействия АСУ 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 введены 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;

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 ;

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

Метод прогнозирования взаимодействий

Разработанный метод базируется на одноименном принципе координации, сформулированном на основе исследования характера и формы управляющих воздействий со стороны АСУ СН на подсистемы наблюдения и воздействия [2, 92, 93]. Согласно данному принципу координирующие сигналы представляют собой прогноз связующих сигналов, т. е. каждый координирующий сигнал $\lambda_k \in A$ $k > 0$ содержит прогнозные значения связующих подпроцессы наблюдения и воздействия сигналов u_{1k} , и u_{2k} , которые отражают множества УТ противостоящей стороны, которые подсистемы должны передать друг-другу для информационных контактов на интервал времени (t_k, t_{k+1}) . По сути, данный принцип жестко регламентирует порядок передачи УТ между подсистемами наблюдения и воздействия для информационных контактов. Применение данного подхода оправданно в том случае, когда решение расчетных задач по рациональному распределению УТ производится централизованно, в то время как элементы ИС АСУ СН, функционирующие в интересах подсистем наблюдения и воздействия, решают только задачу назначения средств в составе этих подсистем по выделенным им УТ для информационных контактов.

Решение задачи обеспечения координируемости АСУ СН при реализации метода прогнозирования взаимодействий определяется, по сути, лишь рациональностью распределения УТ противостоящей стороны между подсистемами наблюдения и воздействия. Данное обстоятельство подчеркивает относительную простоту предложенного метода, но, как будет показано ниже, практическую сложность достижения выполнения постулата координируемости АСУ СН при его реализации в различных условиях протекания информационного конфликта.

Общая схема метода представлена на рис. 4.

Координирующие сигналы λ_k ИС АСУ СН 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) . При

$k > 0$ координирующие сигналы $\lambda_k = \left(\left\{ \hat{q}_{H_{ak}} \right\}, \left\{ \hat{q}_{B_{bk}} \right\} \right)$ содержат множество УТ $\left\{ \hat{q}_{H_{ak}} \right\}$, которые подсистема наблюдения должна передать подсистеме воздействия для информационных контактов в момент времени t_k и множество УТ $\left\{ \hat{q}_{B_{bk}} \right\}$, которые подсистема воздействия должна передать подсистеме наблюдения для информационных контактов в момент времени t_k .

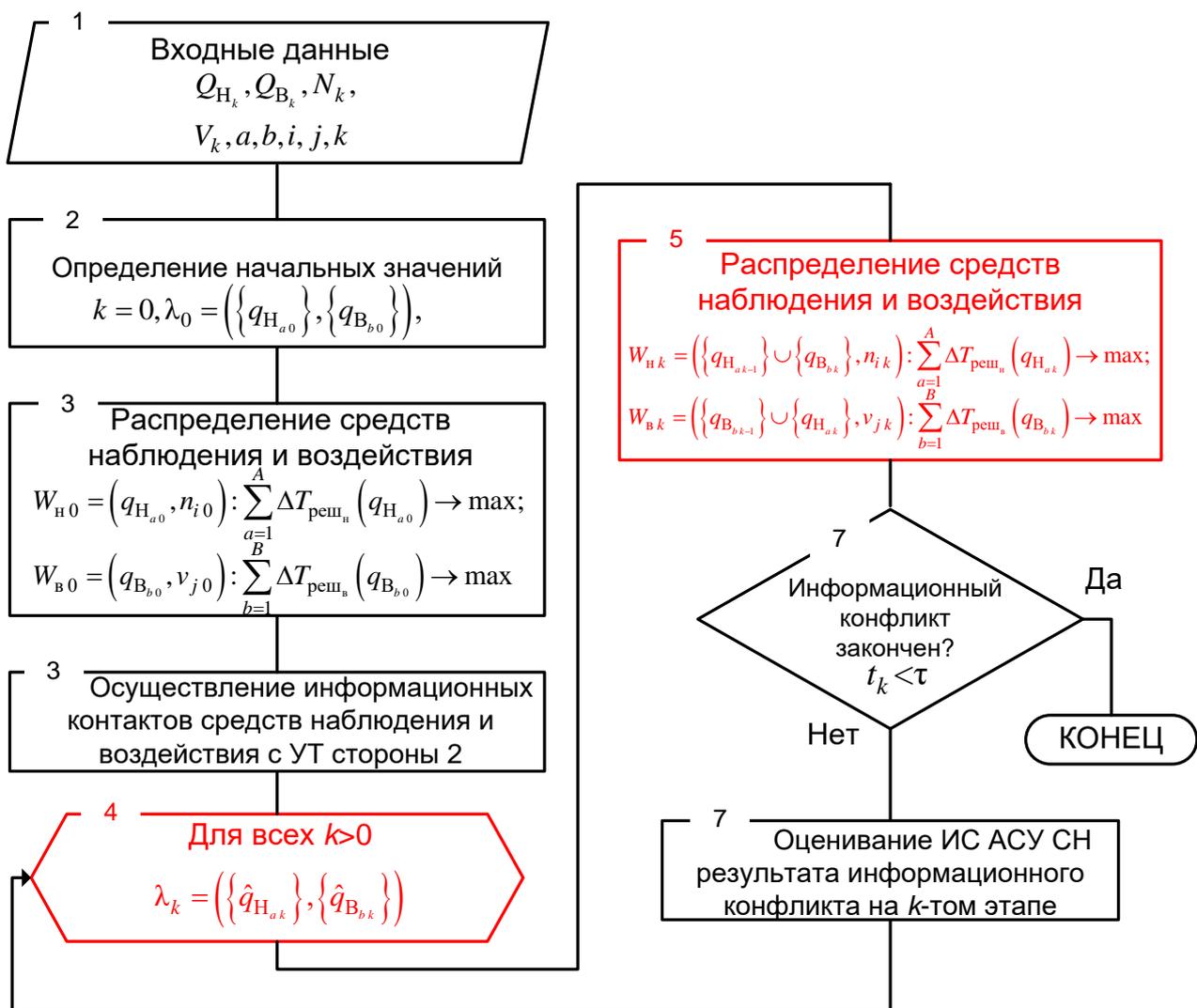


Рис. 4. Схема метода прогнозирования взаимодействий при динамической координации подсистем АСУ СН в условиях информационного конфликта

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 подсистемы наблюдения и воздействия не выбирают значения этих связующих сигналов, а лишь руководствуются координирующим сигналом $\lambda_k = \left(\left\{ \hat{q}_{H_{ak}} \right\}, \left\{ \hat{q}_{B_{bk}} \right\} \right)$.

Значения управляющих воздействий на процесс информационного конфликта со стороны подсистемы наблюдения стороны 1 W_{1k} представляет собой объединение множеств УТ распределенные подсистеме наблюдения и на этапе времени (t_{k-1}, t_k) $Q_{H_{k-1}} = \{q_{H_{a_{k-1}}}\}$ 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) $Q_{B_{k-1}} = \{q_{B_{b_{k-1}}}\}$ 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_{k2} .

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.

Доказательство выполнения постулата координируемости при реализации метода прогнозирования 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 прогнозирования 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 доказыва-ется **координируемость** с помощью данного метода АСУ 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.

Докажем выполнение постулата совместимости для разработанного метода прогнозирования взаимодействий в соответствии с указанными выше этапами. При этом воспользуемся введенными ранее обозначениями. Коор-

динирующие сигналы λ_k при реализации данного метода формализуются выражением:

$$\lambda_k = \begin{cases} \left\{ \left(\left\{ q_{H_{a_0}} \right\}, \left\{ q_{B_{b_0}} \right\} \right) / q_{H_{a_0}} \in Q_{H_0}, q_{B_{b_0}} \in Q_{B_0} \right\}, & \text{если } k = 0; \\ \left(\left\{ \hat{q}_{H_{a_k}} \right\}, \left\{ \hat{q}_{B_{b_k}} \right\} \right), & \text{если } k > 0. \end{cases}$$

Этап 1. По аналогии с методом оценки взаимодействий [3] доказательство применимости метода прогнозирования взаимодействий прямо следует из того факта, что $\left\{ \hat{q}_{H_{a_k}} \right\} \cap \left\{ \hat{q}_{B_{b_k}} \right\} = \emptyset$ в любой момент времени t_k . В противном случае сама ИС АСУ СН будет вносить несогласованность в процесс функционирования АСУ СН, что противоречит сформулированной выше ее задаче в информационном конфликте.

Этап 2. Докажем координируемость АСУ СН как двухуровневой системы с помощью метода оценки взаимодействий. Для этого воспользуемся доказанной в работе [3] теоремой при условии, что $\left\{ \hat{q}_{H_{a_1}} \right\} \subset \left\{ q_{H_{a_1}} \right\}$ и $\left\{ \hat{q}_{B_{b_1}} \right\} \subset \left\{ q_{B_{b_1}} \right\}$.

Для этого, как и ранее [3], 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) распределения УТ АСУ СН 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:

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

Определим собственное подмножество множества Q_k множество Q''_{1_k} , такое, что $Q''_{1_k} = Q_{1_k} \in \mathfrak{R}_1(Q_{1_k})$, а также собственное подмножество множества Q_k Q''_{2_k} , такое что $Q''_{2_k} = Q_{2_k} \in \mathfrak{R}_2(Q_{2_k})$, которые отвечают следующему условию:

$$X_k = (Q''_{1_k}, Q''_{2_k}) : \Delta T_{\text{реш}}(X_k, Y'_k) \rightarrow \max,$$

где Y'_k – рассчитанное (прогнозируемое) значение вектора (матрицы) распределения УТ АСУ СН стороны 1 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 2 на интервале времени (t_k, t_{k+1}) . Таким образом, координируемость АСУ СН как двухуровневой системы с помощью метода прогнозирования взаимодействий определяется способностью ИС определить значение вектора (матрицы) Y'_k и, соответственно, такие значения связующих подпроцессы наблюдения и воздействия сигналы $u_{1k} = \left\{ \hat{q}_{B_{b_k}} \right\}$ и $u_{2k} = \left\{ \hat{q}_{H_{a_k}} \right\}$, что вектор (мат-

рица) X_k отражает рациональное распределение УТ стороны 2 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1 на интервале времени (t_k, t_{k+1}) . Естественно предположить, что в условиях реального информационного конфликта вектор (матрица) распределения УТ стороны 1 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 2 на интервале времени (t_k, t_{k+1}) , может принимать значение $Y''_k \neq Y'_k$. Следует учесть, что при использовании метода прогнозирования взаимодействий ИС жестко регламентирует порядок передачи УТ между подсистемами наблюдения и воздействия, т. е. в отличие от методов развязывания и оценки взаимодействий значения связующих соответствующие подпроцессы сигналы заданы на момент времени t_k , а не интервале (t_k, t_{k+1}) . В этих условиях координируемость АСУ СН может быть достигнута с помощью двух подходов.

1. Создание такого резерва средств в составе подсистем наблюдения и воздействия, чтобы для любого $Y''_k \neq Y'_k$ данным подсистемам удалось компенсировать изменения характеристик информационного обмена между УТ АСУ СН перенацеливанием средств в их составе.

2. Передачей координирующих сигналов λ_k через такие интервалы времени (t_k, t_{k+1}) , что на протяжении любого из них $Y''_k = Y'_k$.

На основе данных рассуждений сформулируем условия координируемости с помощью метода прогнозирования взаимодействий. АСУ СН как двухуровневая система координируема с помощью метода прогнозирования взаимодействий, при выполнении одного из следующих условий.

1. $(\forall Y''_k) \left\{ \begin{array}{l} \exists n'_{ik} \left| W_{Hk} = \left(\{q_{H_{ak-1}}\} \cup \{\hat{q}_{B_{bk}}\}, n'_{ik} \right) \\ \exists v'_{jk} \left| W_{Bk} = \left(\{q_{B_{bk-1}}\} \cup \{\hat{q}_{H_{ak}}\}, v'_{jk} \right) \end{array} \right. \Delta T_{\text{реш}}(X_k, Y''_k) \rightarrow \max$
2. $\exists(t_k, t_{k+1}) \left| Y''_k = Y'_k \right.$ для всех $k=0, 1, \dots, K$.

Таким образом, реализация метода прогнозирования взаимодействий, несмотря на его кажущуюся тривиальность, является наиболее затруднительной по сравнению с методом развязывания взаимодействий [1] и методом оценки взаимодействий [3] с позиции координируемости АСУ СН как двухуровневой системы. Это объясняется практически полным лишением подсистем наблюдения и воздействия «свободы выбора» при синтезе связующих соответствующие подпроцессы сигналов. Данное обстоятельство еще раз подчеркивает тот факт [2], что распределение управляющих функций между двумя уровнями управления АСУ СН приводит к более эффективному использованию АСУ СН в условиях информационного конфликта в целом [93].

Выводы

Предложенный метод прогнозирования взаимодействий основан на концептуальных подходах к координации подсистем двухуровневой системы, рассмотренных в работе [9], однако его реализация при динамической координации подсистем АСУ СН в условиях информационного конфликта, существенно

отличается от изложенного в известных работах в следующих элементах, которые составляет его научную новизну:

- метод учитывает динамику изменения условий протекания информационного конфликта АСУ СН во времени посредством введения множества моментов времени в цикле управления основными (базовыми) силами и средствами, в которые осуществляется распределение или перераспределение УТ АСУ СН стороны 2 между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 1;
- при реализации метода решение расчетных задач по рациональному распределению УТ АСУ СН производится строго централизованно, что не позволяет достичь автономности функционирования подсистем наблюдения и воздействия, однако обеспечивает нахождения АСУ СН в скоординированном состоянии при практически любых условиях протекания информационного конфликта АСУ СН.

Теоретическая общность и универсальность разработанного метода доказывается тем в приложении к различным моделям распределения УТ АСУ СН [6, 11-14] он сводится к конкретным частным методикам. Методики на основе метода прогнозирования взаимодействий реализуют отличающийся от известных подход к определению прогнозируемого значения рационального распределения УТ АСУ СН между подсистемами наблюдения и воздействия стороны 2, базирующийся на предположении об использовании этой стороной рациональной аналогичной стратегии распределения.

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., 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

4. Михайлов Р. Л. Анализ подходов к формализации показателя информационного превосходства на основе теории прогнозирования 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).

5. 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.

6. 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.

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

8. 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.

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

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

11. 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.

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

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

14. 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).

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

16. 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.

17. 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.

18. 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.

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

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

21. 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.

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

23. 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.

24. Бойко А. А. Киберзащита автоматизированных систем воинских формирований: монография. – СПб: Научно-технологические институты, 2021. – 300 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

36. 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.

37. 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

48. 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.

49. 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.

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

51. 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.

52. Липатников В. А., Парфиров В. А. Модель процесса наблюдения за множеством источников информации в стохастических условиях // Информация и космос. 2022. № 1. С. 35-44.

53. 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.

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

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

56. 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).

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

58. 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).

59. 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 14.03.2023).

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

61. Мистров Л. Е., Головченко Е. В. Метод прогнозирования управляемости конфликтно-устойчивой информационной системы авиационного

формирования // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 1 (59). С. 28-35.

62. 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.

63. 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

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

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

66. 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.

67. 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.

68. 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.

69. 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.

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

71. 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.

72. 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.

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

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

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

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

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

78. 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.

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

80. 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.

81. 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.

82. 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.

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

84. 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.

85. 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.

86. 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.

87. 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.

88. 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.

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

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

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

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

93. Сазонов К. В., Михайлов Р. Л., Ратушин А. П. Методика управления эффективностью технических систем // Труды учебных заведений связи. 2024. Том 11. № 2. С. 83-91.

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., 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.

4. 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).

5. 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.

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

7. 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).

8. 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.

9. 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).

10. 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).

11. 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).

12. 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).

13. 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).

14. 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).

15. 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).

16. 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).

17. 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).

18. 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).

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

20. 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).

21. 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).

22. 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).

23. 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).

24. 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).

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

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

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

28. 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).

29. 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).

30. 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).

31. 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).

32. 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).

33. 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).

34. 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).

35. 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).

36. 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).

37. 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).

38. Kupriyanov 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).

39. Tsvetnov V. V., Demin V. P., Kupriyanov 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).

40. Tsvetnov V. V., Demin V. P., Kupriyanov 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).

41. Kupriyanov 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).

42. Dobykin V. D., Kupriyanov 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).

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

44. 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).

45. 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).

46. 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).

47. 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).

48. 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).

49. 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.

50. 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).

51. 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).

52. 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).

53. 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).

54. Makarenko S. I. *Informatsionnoe protivoborstvo i radioelektronnaia borba v setetsentrisheskikh 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).

55. Makarenko S. I. *Modeli sistemy svjazi v uslovijah prednamerennykh destabilizirujushchih vozdeystvij i vedenija razvedki. Monografija* [Models of communication systems in conditions of deliberate destabilizing impacts and

intelligence. Monograph]. Saint Petersburg, Naukoemkie Tehnologii Publ., 2020. 337 p. (in Russian).

56. 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).

57. 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).

58. 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).

59. 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).

60. 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).

61. 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).

62. 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).

63. 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).

64. 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).

65. 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).

66. 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).

67. 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).

68. 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).

69. 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).

70. 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.

71. 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).

72. 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).

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

74. 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).

75. 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).

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

77. 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).

78. Zamarin A. I., Atakishchev O. I., Tavalinskiy D. A., Riumshin K. Iu. Postdetector technical analysis of digital identifikavyh sequences with complex

structures. *Proceedings of the South-West State University*, 2014, vol. 52, no. 1, pp. 14-21 (in Russian).

79. 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).

80. 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).

81. Tavalinskiy D. A., Timoshenko A. V., Shaydulyn 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).

82. 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).

83. 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).

84. 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).

85. 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).

86. 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).

87. 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).

88. 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).

89. Morozov A. V., Maiburov D. G., Chukliaev 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).

90. Chuklyayev 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).

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

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

93. Sazonov K. V, Mikhailov R. L, Ratoushin A. P. Technical systems effectiveness management technique. *Proceedings of Telecommunication Universities*, 2024, no. 10 (2), pp 83-91 (in Russian).

Статья поступила: 6 сентября 2024 г.

Информация об авторах

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

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

Данилов Денис Юрьевич – кандидат технических наук. Научно-педагогический сотрудник. Военный университет радиоэлектроники. Область научных интересов: теория систем; информационное противоборство. E-mail: cvviur6@mil.ru.

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

Потапов Андрей Александрович – научно-педагогический сотрудник. Военный университет радиоэлектроники. Область научных интересов: информационное противоборство, координация подсистем наблюдения и воздействия. E-mail: cvviur6@mil.ru

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

Гречко Павел Владимирович – слушатель. Военная академия Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации. Область научных интересов: информационное противоборство, подсистемы наблюдения. E-mail: cvviur6@mil.ru

Адрес: 119571, г. Москва, пр. Вернадского, д. 100.

Dynamic coordination of monitoring and impact subsystems: predicting method

R. L. Mikhailov, D. Yu. Danilov, A. A. Potapov, P. V. Grechko

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 automated control 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 prediction evaluation method in the dynamic coordination of monitoring and impact subsystems as part of automated control system of a special-purpose during an information conflict. **Methods.** Elements of set theory, coordination theory and control theory. **Novelty.** The novelty element of the method is the determination of a set of moments in time in the control cycle of the main (basic) forces and means, at which the distribution or redistribution of telecommunication devices of the automated control system for special purposes is carried out between the monitoring and impact subsystems. **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 automated control 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: automated control system of special purpose, information conflict, monitoring subsystem, impact subsystem, coordination.

Information about Authors

Roman Leonidovich Mikhailov – Doctor of Technical Sciences, Docent. 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

Denis Yuryevich Danilov – Ph.D. of Engineering Sciences, docent. Scientific and pedagogical worker. Military University of Radio Electronics. Field of research: systems theory, information warfare. E-mail: cvviur6@mil.ru

Andrey Alexandrovich Potapov – 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

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

Pavel Vladimirovich Grechko – PhD student. Military Academy of the General Staff of Russian Federation Armed Forces. Field of research: information warfare, monitoring subsystems. E-mail: cvviur6@mil.ru

Address: Russia, 119571, Moscow, Vernadsky prospect, 100.