

Модель информационных контактов устройств телекоммуникаций информационно-телекоммуникационной системы специального назначения со средствами наблюдения и воздействия противостоящей стороны

Р.Л. Михайлов^{1*}

¹Военный университет радиоэлектроники,
Череповец, 162622, Российская Федерация
*Адрес для переписки: cvviur6@mil.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию 04.07.2020

Принята к публикации 12.08.2020

Ссылка для цитирования: 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. DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-3-17-27

Аннотация: В настоящее время информационные конфликты являются неотъемлемой частью конфликтов между различными организационно-техническими системами во многих сферах деятельности. Решение задачи достижения информационного превосходства в информационном конфликте в специальной сфере возлагается на информационно-телекоммуникационные системы специального назначения (ИТКС СН). В соответствии с авторским подходом, такие ИТКС СН декомпозируются на телекоммуникационную и информационную составляющие, а также подсистемы наблюдения и воздействия. При этом для рассматриваемого информационного конфликта характерно наличие двух противоборствующих между собой ИТКС СН, которые соответствуют двум различным сторонам конфликта. В каждой из ИТКС СН средства подсистемы наблюдения призваны обеспечить систему управления необходимым объемом оперативной информации для принятия решений, а средства в составе подсистемы воздействия – затруднить процесс сбора информации со стороны противостоящей ИТКС СН. Конфликтное взаимодействие между ИТКС может быть представлено в форме информационных контактов средств наблюдения и воздействия с устройствами телекоммуникаций в составе противостоящей ИТКС СН. В связи с этим, формализация этих информационных контактов и анализ потенциального вклада указанных подсистем в достижение информационного превосходства в информационном конфликте является актуальной научной задачей. Целью работы является разработка модели информационных контактов и оценивание эффективности различных вариантов распределения устройств телекоммуникаций между подсистемами наблюдения и воздействия противостоящей стороны с позиции достижения информационного превосходства в информационном конфликте.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная система специального назначения, радиомониторинг, радиоэлектронное подавление, информационный конфликт, устройство телекоммуникаций.

Введение

Конец XX в. характеризовался масштабными изменениями в жизненном укладе – колоссальные достижения в различных отраслях науки и техники привели к глубоким изменениям в области глобализации общества. Важнейшей движущей силой этих процессов стала информатизация – глубокое проникновение информационных и коммуникационных технологий во все сферы

жизни и деятельности человека. Тотальная информатизация общества привела к тому, что среди совокупности сфер жизнедеятельности современного общества на первое место вышла принципиально новая сфера – информационная. Этой сфере жизнедеятельности свойственны как новый ресурс – информация, так и новые противоречия, вызванные борьбой за обладание этим ресурсом [1], что, в свою очередь, стало одной из причин

интенсификации процесса конвергенции информационных и телекоммуникационных технологий в различных областях и создания на их основе единых информационно-телекоммуникационных систем (ИТКС) [2].

Под ИТКС в работе понимаются территориально распределенные комплексы средств управления и обработки информации (далее – информационных устройств) и средств связи (далее – устройств телекоммуникаций (УТ)), средства наблюдения и воздействия в составе соответствующих подсистем, а также соединяющие их каналы радиосвязи, обеспечивающие формирование, передачу, прием, хранение, поиск, отображение и обработку информации по заданным алгоритмам и программам и предназначенные для предоставления человеку и его организациям различных информационных и коммуникационных продуктов и услуг [2].

Создание подобных ИТКС стало следствием стремления обеспечить органы управления необходимым для принятия решений объемом информации, а также требуемой совокупностью телекоммуникационных услуг для повышения устойчивости реализации ими своих управленческих функций. Ограниченность информации как общего ресурса конфликтующих организационно-технических систем привело к появлению нового типа конфликтов с участием ИТКС – информационных конфликтов.

Информационный конфликт ИТКС – процесс столкновения ИТКС в различных сферах деятельности на этапе сбора и обработки данных о состоянии, намерениях и действиях противостоящей стороны, каждая из которых стремится к упреждающему по отношению к противостоящей стороне принятию управленческих решений и предпринимает определенные действия по снижению возможностей противостоящих средств сбора и обработки данных [3, 4].

В соответствии с [5] выделяют антагонистические и нестрогие информационные конфликты, при этом последние могут быть переведены к классу «коалиция» или «кооперация», так как противоречия могут быть устранены на основе реализации принципа согласованного оптимума [6–8] и в дальнейшем не рассматриваются. Антагонистические информационные конфликты с обратным пропорциональным или непропорциональным изменением показателей эффективности в большей степени характерны для ИТКС специального назначения (ИТКС СН), под которыми в соответствии с [9] в работе понимаются ИТКС, используемые для нужд органов государственной власти, обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка. Целью противостоящих в информационном конфликте ИТКС СН является достижение информационного превосходства, т. е. способности осуществлять непрерывный сбор све-

дений о противостоящей стороне, их обработку, распределение потока достоверной информации в интересах применения основных (базовых) средств, а также способность обеспечить упреждение выполнения аналогичных действий противостоящей стороной [3, 4]. В качестве примера, при рассмотрении ИТКС военного назначения, под основными (базовыми) средствами, как правило, понимаются силы и средства, непосредственно ведущие военное противоборство – воинские части и подразделения, ударные системы, комплексы огневого поражения и т. д.

Задачи сбора данных о состоянии, намерениях и действиях противостоящей стороны возлагаются на средства наблюдения в составе соответствующей подсистемы ИТКС СН, а затруднение выполнения аналогичных действий противостоящей стороной – на средства из состава подсистемы воздействия ИТКС СН. Введено допущение, что информационный обмен между УТ в составе ИТКС СН осуществляется по каналам радиосвязи, которые доступны средствам наблюдения и воздействия ИТКС другой стороны. При таком допущении средства наблюдения можно интерпретировать как средства радиомониторинга, а средства воздействия – как средства радиоэлектронного подавления (РЭП).

Решение задач сбора данных о состоянии, намерениях и действиях противостоящей стороны и затруднение выполнения аналогичных действий противостоящей стороной достигается посредством информационных контактов средств наблюдения и воздействия с УТ из состава телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН противостоящей стороны.

Под информационным контактом средства наблюдения с УТ противостоящей стороны понимается процесс вскрытия местоположения УТ, режимов его работы и содержания радиообмена между абонентами телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН противостоящей стороны [5, 10–12]. Результатом подобного информационного контакта является собранный объем оперативной информации, которая в дальнейшем обрабатывается в информационной подсистеме ИТКС СН и используется органами управления при принятии решений о применении основных (базовых) средств.

Под информационным контактом средства воздействия с УТ противостоящей стороны понимается процесс постановки помехи в канале радиосвязи, который соединяет данное устройство с другими УТ в составе телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН [5, 13–17]. Результатом подобного информационного контакта является потеря противостоящей стороной некоторого объема оперативной информации, передаваемой во время контакта в канале радиосвязи, которая необходима органам

управления при принятии решений о применении основных (базовых) средств.

Таким образом, совокупность УТ из состава телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН выступает как общий ресурс подсистем наблюдения и воздействия противостоящей стороны для реализации информационных контактов, при этом информационная подсистема в составе ИТКС СН

выступает как орган, координирующий данные подсистемы, задачами которого является распределение между ними УТ телекоммуникационной подсистемы в составе ИТКС СН противостоящей стороны достижения информационного превосходства в информационном конфликте.

Концептуальная схема информационного конфликта ИТКС СН представлена на рисунке 1.

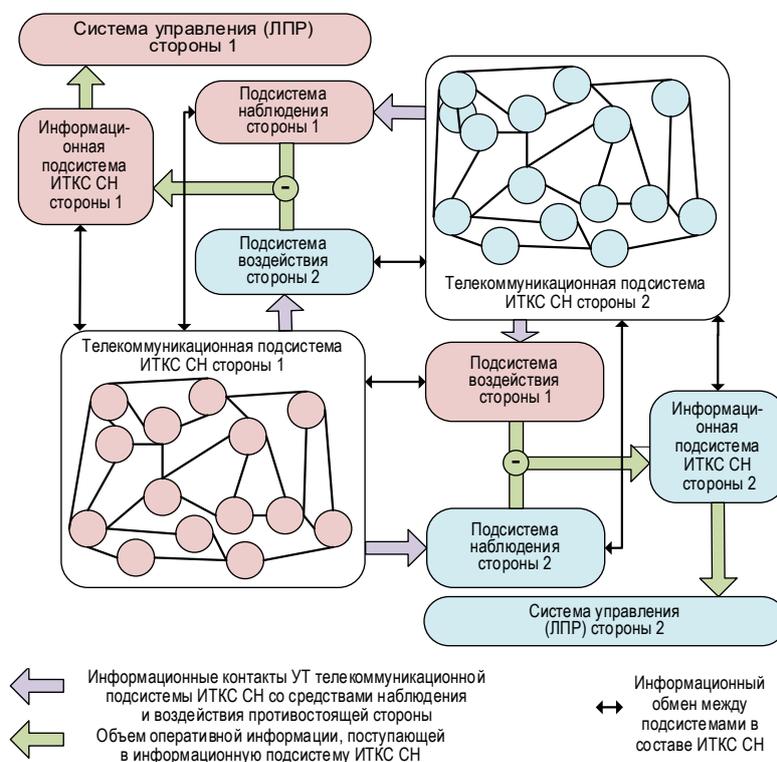


Рис. 1. Концептуальная модель информационного конфликта ИТКС СН

Fig. 1. The Conceptual Model of Special Purposes Infocommunication Systems Information Conflict

На рисунке 1 показано, что объем оперативной информации, поступающий в информационную подсистему ИТКС СН, определяется разностью между объемом информации, полученной средствами подсистемы наблюдения посредством информационных контактов с УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН противостоящей стороны, и объемом информации, утерянной в телекоммуникационной подсистеме ИТКС СН вследствие информационных контактов УТ со средствами подсистемы воздействия противостоящей стороны. С учетом ограниченности числа УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН противостоящей актуальным является оценивание эффективности их информационных контактов со средствами наблюдения и воздействия в интересах достижения их информационного превосходства в информационном конфликте, что позволит в рамках дальнейших исследований определить порядок оптимального распределения УТ телекоммуникационной подсистемы между подсистемами наблюдения и воздействия в рамках их координации со стороны информационной подсистемы ИТКС СН.

Постановка задачи

Анализ исследований информационных конфликтов, проведенный автором в работе [3], показал, что вопросами оценивания эффективности информационных контактов УТ ИТКС СН со средствами наблюдения противостоящей стороны занимались А.И. Куприянов, А.В. Сахаров, В.Г. Радзиевский, А.А. Сирота, С.В. Дворников и другие ученые. В их работах подробно рассматриваются пути повышения объема добываемой средствами наблюдения оперативной информации. Вместе с тем, оценивание вклада средств наблюдения в достижение информационного превосходства в информационном конфликте ИТКС СН в данных исследованиях не производилось.

Информационные контакты УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН со средствами воздействия противостоящей стороны широко исследованы в работах Ю.Л. Козирацкого, А.И. Палия, В.И. Владимирова, С.М. Одоевского и ряда других ученых. В данных работах рассматриваются, как правило, эффекты от информационных контактов УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН со

средствами воздействия противостоящей стороны на одном уровне – физическом (сигнальном), при этом не оценивается вклад подсистемы воздействия в достижение превосходства в информационном конфликте.

Кроме того, в работах А.М. Чуднова, А.В. Боговика, В.В. Игнатова, В.А. Цимбала, Ю.И. Стародубцева и целого ряда других ученых исследованы вопросы скрытности, помехоустойчивости и, как следствие, устойчивости телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН. Однако в данных работах основное внимание уделяется именно вопросам повышения вышеуказанных характеристик телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН, в то время как оценивание эффективности функционирования средств наблюдения и воздействия противостоящей стороны не осуществляется.

Таким образом, в настоящее время ведутся активные исследования информационных контактов УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН со средствами наблюдения и воздействия противостоящей стороны, однако в большинстве работ формализованы дуэльные ситуации либо «УТ – средство наблюдения», либо «УТ – средство воздействия», при этом не осуществляется оценивание эффективности комплексного применения подсистем наблюдения и воздействия в информационном конфликте ИТКС СН. Кроме того, не учитывается возможность координации подсистем наблюдения и воздействия за счет смены стратегии распределения УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН между средствами наблюдения и воздействия.

Вместе с тем, схожая с авторской постановка задачи исследования присутствует в работах Ю.И. Стародубцева, В.В. Бухарина, С.С. Семенова [18–21], С.И. Макаренко [5, 22–24], Ю.Л. Козирацкого [4, 25–28], В.И. Владимирова, В.П. Лихачева и В.М. Шляхина [29–32]. При этом в работах [18–21] обосновано расширение сферы ведения информационного конфликта и выход его за пределы традиционной сферы – радиосвязи, в глобальное телекоммуникационное пространство. При общих с автором подходах к структурам противостоящих ИТКС СН и функциям подсистем в их составе, имеют место существенные различия, т. к. телекоммуникационная подсистема ИТКС СН в соответствии с указанными работами представляет собой общую для обеих сторон информационного конфликта совокупность УТ и каналов связи различного рода между ними, что не позволяет классифицировать подобный информационный конфликт ИТКС СН как строго антагонистический.

В работах [5, 22–24] исследованы информационные контакты УТ телекоммуникационной подсистемы СН со средствами наблюдения и воздействия противостоящей стороны. Однако телекоммуникационные подсистемы СН рассматриваются

как самостоятельные организационно-технические системы, и, таким образом, сложный многокомпонентный характер ИТКС СН не учитывается. Кроме того, в этих работах информационное превосходство в информационном конфликте «телекоммуникационные подсистемы СН – средства наблюдения и средства воздействия» формализуется показателями устойчивости ТКС СН, что, на взгляд автора, является не совсем корректным.

Работы [4, 25–28] посвящены исследованию информационных конфликтов телекоммуникационной подсистемы СН со средствами воздействия, представленными, главным образом, средствами РЭП. В соответствии с принятым в этих работах подходом, средствам наблюдения отводится лишь функции целеуказания в интересах эффективного применения средств воздействия, а также контроля результатов их применения. Таким образом, вклад подсистемы наблюдения в достижение информационного превосходства в информационном конфликте ИТКС СН не оценивается. Схожие подходы характерны и для работ [29–32], но в них введено понятие информационного ущерба телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН вследствие информационных контактов УТ телекоммуникационной подсистемы со средствами воздействия (средствами РЭП) противостоящей стороны, а также оценивается влияние этого ущерба на обоснованность и своевременность принятия решений в информационной подсистеме ИТКС СН. Информационный ущерб в указанных работах определяется как отношение объема информации, переданной телекоммуникационной подсистемой СН в условиях воздействия средств РЭП на линии радиосвязи между УТ и объема информации, соответствующей требованиям по достоверности ее передачи в линиях радиосвязи. Вместе с тем, оценивание обоснованности принимаемых решений о применении основных (базовых) средств осуществляется для той ИТКС СН, УТ в составе телекоммуникационной подсистемы которой участвуют в информационных контактах со средствами воздействия противостоящей стороны, а информационный ущерб определяется как потеря объема передаваемой информации, необходимой для принятия решений в информационной подсистеме ИТКС СН. Вследствие этого, в явном виде не учитывается вклад подсистемы наблюдения в увеличение объема оперативной информации «своей» ИТКС СН, добываемой вследствие информационных контактов с УТ телекоммуникационной подсистемы, противостоящей ИТКС СН. В то же время сами эти подходы к формализации требований к обоснованности принимаемых решений, на взгляд автора, являются весьма перспективными и именно они легли в основу данного исследования.

Таким образом, отличительной особенностью авторского подхода к формализации информационных контактов УТ телекоммуникационной под-

системы ИТКС СН со средствами наблюдения и воздействия противостоящей стороны является наличие элементов оценивания вклада подсистем наблюдения и воздействия в достижение информационного превосходства в конфликте между двумя ИТКС СН.

Формализация модели информационных контактов устройств телекоммуникации информационно-телекоммуникационной системы специального назначения со средствами наблюдения и воздействия противостоящей стороны

Пусть имеются две ИТКС СН, которые соответствуют стороне 1 и стороне 2 информационного конфликта. Рассмотрим информационный конфликт с позиции стороны 1 и для формализации модели с позиции информационных контактов УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средствами наблюдения и воздействия стороны 1 введем следующие сокращения:

$V_{\text{пост}}$ – объем постоянной информации стороны 1, используемой при принятии решения;

$V_{\text{опер}}$ – объем оперативной информации, полученной ИТКС СН стороны 1 вследствие информационного контакта УТ ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения стороны 1;

$V_{\text{в}}$ – объем информации стороны 2 не переданной вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН со средством воздействия стороны 1;

$\gamma_{\text{в}}$ – информационный ущерб ИТКС СН стороны 2 при информационном контакте УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия ИТКС СН стороны 1;

$P_{\text{ош}}^{\text{тп}}$ – требуемая достоверность передачи сообщения в каналах радиосвязи телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2;

$P_c(L)$ – вероятность достоверной передачи сообщения в телекоммуникационной подсистеме стороны 2 за L повторов;

L – количество повторов передачи сообщения;

$P_c(1)$ – вероятность передачи сообщения в телекоммуникационной подсистеме стороны 2 за один сеанс;

$\xi(\gamma_{\text{в}})$ – относительное время задержки передачи сообщения вследствие информационного ущерба $\gamma_{\text{в}}$ от информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия стороны 1;

$\Delta T_{\text{реш}_{\text{в}}}$ – выигрыш во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия стороны 2;

V – объем информации стороны 2, передаваемый через УТ ИТКС СН стороны 2 в ходе информационного контакта этого УТ со средством наблюдения или средством воздействия стороны 1;

T_c – длительность передачи сообщения в телекоммуникационной подсистеме ИТКС СН стороны 2;

$T_{\text{зс}}$ – время задержки передачи сообщения в ТК ИТКС СН стороны 2, вследствие информационного контакта УТ ТК со средством воздействия стороны 1;

$\gamma_{\text{н}}$ – информационный ущерб ИТКС СН стороны 2 при информационном контакте УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения ИТКС СН стороны 1;

$N_{\text{вар}}$ – число вариантов принятия решения стороной 1;

$T_{\text{вар}}$ – время, необходимое для отработки одного варианта принятия решения стороной 1;

$\Delta T_{\text{реш}_{\text{н}}}$ – выигрыш во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения стороны 2;

Q – множество УТ в составе телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2;

q – УТ в составе телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2, $q \in Q$.

На рисунке 2 приведена схема модели информационных контактов УТ ИТКС СН со средствами наблюдения и воздействия противостоящей стороны.

При информационном контакте УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия ИТКС СН стороны 1 информационный ущерб ИТКС СН стороны 2 $\gamma_{\text{в}}$ определяется отношением объема информации стороны 2, не переданной вследствие этого информационного контакта $V_{\text{в}}$, к общему объему информации стороны 2, передаваемой через УТ ИТКС СН стороны 2 в ходе этого информационного контакта V :

$$\gamma_{\text{в}} = \frac{V_{\text{в}}}{V}. \quad (1)$$

При этом в современных телекоммуникационных подсистемах ИТКС СН для повышения достоверности передачи сообщений в условиях воздействия помех на каналы радиосвязи используется их повторная передача, что позволяет обеспечить выполнение условия:

$$P_{\text{ош}}^{\text{тп}} = 1 - P_c(L), \quad (2)$$

где $P_{\text{ош}}^{\text{тп}}$ – требуемая достоверность передачи сообщения в каналах радиосвязи телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН; $P_c(L)$ – вероятность достоверной передачи сообщения за L повторов; L – количество повторов передачи сообщения.

Вероятность достоверной передачи сообщения $P_c(L)$ определяется выражением:

$$P_c(L) = 1 - [1 - P_c(1)]^L, \quad (3)$$

где $P_c(1)$ – вероятность передачи сообщения за один сеанс; L – количество повторов передачи сообщения.

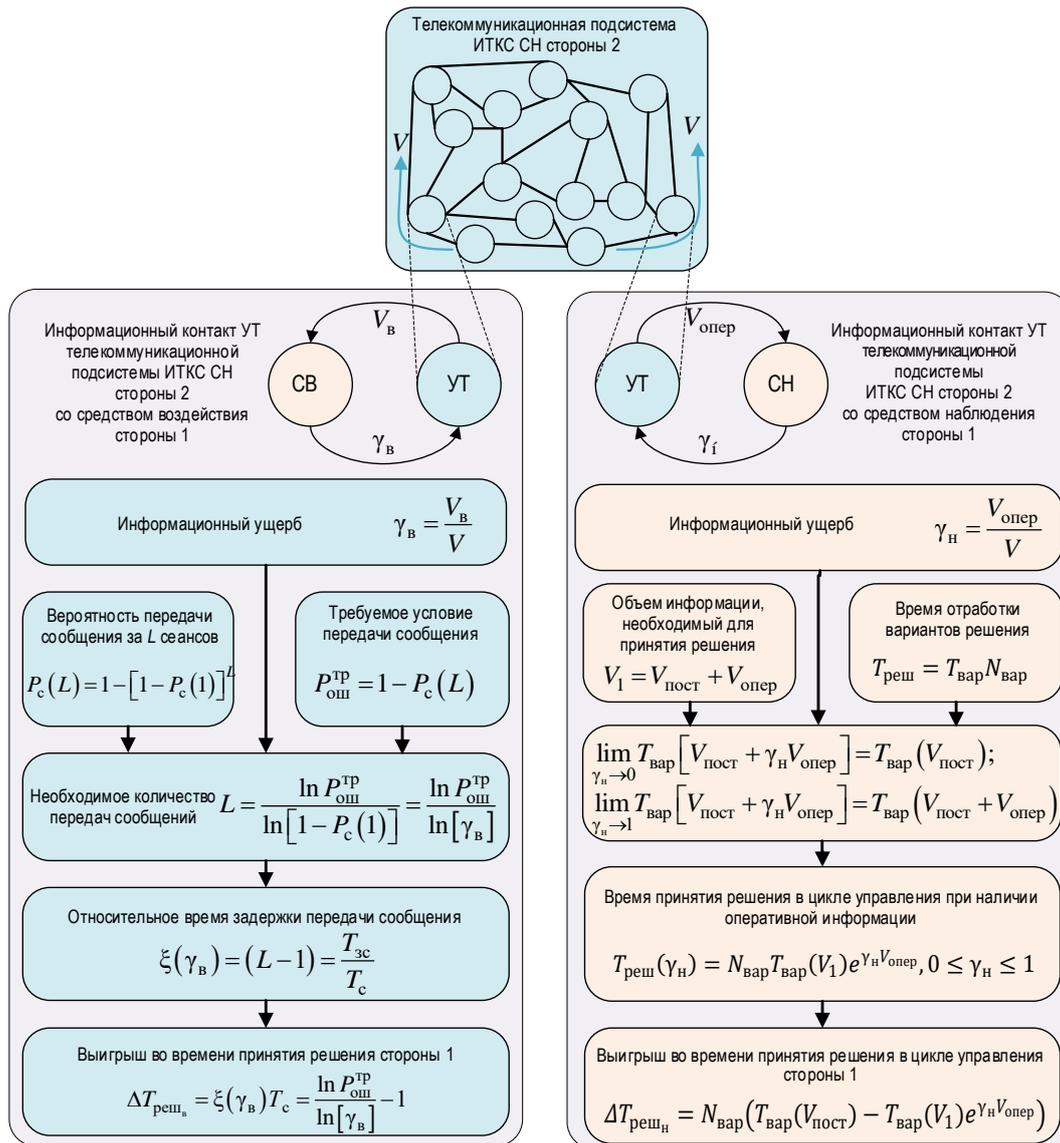


Рис. 2. Схема модели информационных контактов УТ ИТКС СН со средствами наблюдения и воздействия

Fig. 2. Scheme of the Model of Information Contacts Between Telecommunication Devices of Special Purpose Infocommunication System and Means of Monitoring and Impact

Таким образом, требуемое количество повторов передачи сообщения L , необходимое для выполнения требования по достоверности его передачи при допущении о равновероятном распределении состояний символов в сообщении и одинаковой вероятности ложных переходов за один сеанс [29], определяется выражением:

$$L = \frac{\ln P_{\text{ош}}^{\text{тр}}}{\ln[1 - P_c(1)]} = \frac{\ln P_{\text{ош}}^{\text{тр}}}{\ln[\gamma_B]} \quad (4)$$

Тогда относительное время задержки передачи сообщения вследствие информационного ущерба γ_B от информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия стороны 1 $\xi(\gamma_B)$ определяется из выражения:

$$\xi(\gamma_B) = (L - 1) = \frac{T_{\text{зс}}}{T_c} \quad (5)$$

где $T_{\text{зс}}$ – время задержки передачи сообщения в телекоммуникационной подсистеме ИТКС СН стороны 2 вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы со средством воздействия стороны 1; T_c – длительность передачи сообщения в телекоммуникационной подсистеме ИТКС СН стороны 2.

Тогда выигрыш во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия стороны 2 $\Delta T_{\text{реш}_B}$ составит:

$$\Delta T_{\text{реш}_B} = \xi(\gamma_B) T_c = \frac{\ln P_{\text{ош}}^{\text{тр}}}{\ln[\gamma_B]} - 1 \quad (6)$$

Зависимость выигрыша во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия стороны 1 $\Delta T_{\text{реш}_в}$ от величины информационного ущерба $\gamma_в$ при различных значениях требуемой достоверности передачи сообщения в каналах радиосвязи телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 $P_{\text{ош}}^{\text{ТР}}$ и длительности передачи сообщения в телекоммуникационной подсистеме ИТКС СН стороны 2 $T_c = 1$ с представлена на рисунке 3.

Анализ представленной зависимости позволяет сделать вывод о том, что информационный контакт УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия ИТКС СН стороны 1 может привести к задержке в передаче информации, необходимой стороне 2 для принятия решения, на длительность до трех порядков относительно времени передачи сообщения в телекоммуникационной подсистеме ИТКС СН стороны 2 при отсутствии помех в каналах радиосвязи T_c . Другим неоднозначным выводом является то, что в интересах снижения выигрыша ИТКС СН стороны 1 во времени принятия решения $\Delta T_{\text{реш}_в}$ стороне 2 необходимо снизить требования по достоверности передачи информации в своих каналах радиосвязи $P_{\text{ош}}^{\text{ТР}}$.

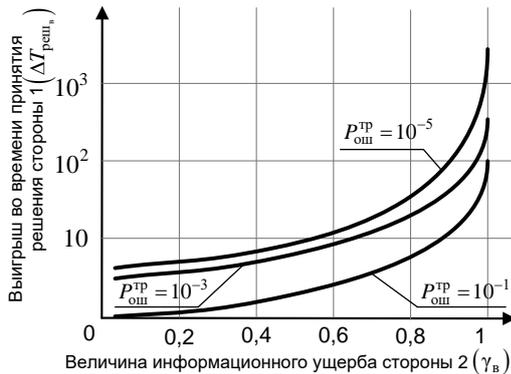


Рис. 3. Зависимость выигрыша во времени принятия решения ИТКС СН стороны 1 от информационного ущерба вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством воздействия стороны 1

Fig. 3. The Correlation of the Gain in the Decision Time of the Side 1 Special Purpose Infocommunication System and the Information Damage Due to the Information Contact Between Telecommunication Devices and Side 2 Mean of Impact

При информационном контакте УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения ИТКС СН стороны 1 (рисунок 2) информационный ущерб ИТКС СН стороны 2 $\gamma_н$ определяется отношением объема полученной ИТКС СН стороны 1 вследствие этого информационного контакта оперативной информации $V_{\text{опер}}$ к общему объему информации стороны 2, передаваемой через УТ ИТКС СН стороны 2 в ходе этого информационного контакта V :

$$\gamma_н = \frac{V_{\text{опер}}}{V}. \tag{7}$$

Указанный объем оперативной информации $V_{\text{опер}}$, складываясь с объемом постоянной информации ИТКС СН стороны 1 $V_{\text{пост}}$, образует общий объем используемой в процессе принятия решения стороной 1 информации V_1 :

$$V_1 = V_{\text{пост}} + V_{\text{опер}}, \tag{8}$$

где $V_{\text{пост}}$ – объем постоянной информации стороны 1, используемой при принятии решения; $V_{\text{опер}}$ – объем оперативной информации, полученной ИТКС СН стороны 1 вследствие информационного контакта УТ ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения стороны 1.

Как показано в работе [29], для принятия решения системе управления (ЛПР) стороны 1 необходимо рассмотреть определенное количество вариантов $N_{\text{вар}}$, при этом отработка каждого варианта решения требует определенных временных затрат $T_{\text{вар}}$. Таким образом, временные затраты на принятие решения $T_{\text{реш}}$ стороной 1 определяются выражением:

$$T_{\text{реш}} = T_{\text{вар}} N_{\text{вар}}. \tag{9}$$

При этом временные затраты на отработку одного варианта решения $T_{\text{вар}}$ при различных значениях информационного ущерба стороны 2 $\gamma_н$ составляют:

$$\begin{aligned} \lim_{\gamma_н \rightarrow 0} T_{\text{вар}}(V_{\text{пост}} + \gamma_н V_{\text{опер}}) &= T_{\text{вар}}(V_{\text{пост}}); \\ \lim_{\gamma_н \rightarrow 1} T_{\text{вар}}(V_{\text{пост}} + \gamma_н V_{\text{опер}}) &= T_{\text{вар}}(V_{\text{пост}} + V_{\text{опер}}). \end{aligned} \tag{10}$$

Таким образом, увеличение значения времени принятия решения $T_{\text{реш}}$ стороной 1 нелинейно связано с ростом информационного ущерба стороны 2 $\gamma_н$. В работе [29] обоснован экспоненциальный характер этой зависимости, тогда выражение (9) с учетом (8) примет вид:

$$T_{\text{реш}}(\gamma_н) = N_{\text{вар}} T_{\text{вар}}(V_1) e^{\gamma_н V_{\text{опер}}}, 0 \leq \gamma_н \leq 1. \tag{11}$$

Выигрыш во времени принятия решения стороны 1 $\Delta T_{\text{реш}_н}$ определяется разницей между принятием решения в условиях наличия объема оперативной информации $V_{\text{опер}}$ и ее отсутствием, т. е. принятием решения только на основе имеющегося объема постоянной информации $V_{\text{пост}}$:

$$\Delta T_{\text{реш}_н} = N_{\text{вар}} (T_{\text{вар}}(V_{\text{пост}}) - T_{\text{вар}}(V_1) e^{\gamma_н V_{\text{опер}}}). \tag{12}$$

Зависимость выигрыша во времени принятия решения стороны 1 вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения стороны 1 $\Delta T_{\text{реш}_н}$ от величины информационного ущерба стороне 2 $\gamma_н$ в относительной шкале отношения временных затрат на принятие решения в условиях отсутствия объема оперативной информации $V_{\text{опер}}$ и его наличия $\frac{T_{\text{вар}}(V_{\text{пост}})}{T_{\text{вар}}(V_1)}$, представлена на рисунке 4.

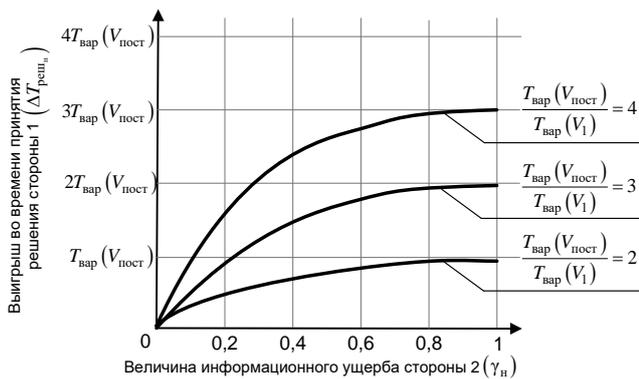


Рис. 4. Зависимость выигрыша во времени принятия решения ИТКС СН стороны 1 от информационного ущерба вследствие информационного контакта УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения стороны 1

Fig. 4. The Correlation of the Gain in the Decision Time of the Side 1 Special Purpose Infocommunication System and the Information Damage Due to the Information Contact Between Telecommunication Devices and Side 2 Mean of Monitoring

Анализ представленной зависимости позволяет сделать вывод о том, что информационный контакт УТ телекоммуникационной подсистемы ИТКС СН стороны 2 со средством наблюдения ИТКС СН стороны 1 приводит к снижению времени принятия решения стороной 1. Вместе с тем, следует указать на то, что в рамках предложенной модели не исследовались вопросы достоверности данных решений с позиции определения необходимого количества вариантов решения $N_{вар}$. Данная величина также оказывает влияние на значение время принятия решения в соответствии с выражениями (9) и (12), однако вопросы ее оптимизации относятся к сфере обработки оперативной информации в информационной подсистеме ИТКС СН, а не ее сбора.

Таким образом, каждое УТ ИТКС СН стороны 2 может быть представлено вектором $\mathbf{q} = (\Delta T_{реш.}, \Delta T_{реш.})$, $\mathbf{q} \in Q$, характеризующим его с позиции потенциального выигрыша во времени принятия решения стороной 1, что позволяет перейти к определению оптимального распределения этих УТ для информационных контактов со средствами наблюдения и воздействия.

Список используемых источников

1. Макаренко С.И., Иванов М.С. Сетевая война – принципы, технологии, примеры и перспективы: монография. СПб.: Научно-технологические технологии, 2018. 898 с.
2. Воробьев С.П., Давыдов А.Е., Ефимов В.В., Курносое В.И. Инфокоммуникационные сети: энциклопедия. Том 1: Инфокоммуникационные сети: классификация, структура, архитектура, жизненный цикл, технологии. СПб.: Научно-технологические технологии, 2019. 739 с.
3. Макаренко С.И., Михайлов Р.Л. Информационные конфликты – анализ работ и методологии исследований // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 3. С. 95–178. DOI:10.24411/2410-9916-2016-10304
4. Козирацкий Ю.Л., Будников С.А., Гревцев А.И., Иванцов А.В., Кильдюшевский В.М., Козирацкий А.Ю. и др. Модели информационного конфликта средств поиска и обнаружения: монография. М.: Радиотехника, 2013. 232 с.
5. Макаренко С.И. Модели системы связи в условиях преднамеренных дестабилизирующих воздействия и ведения разведки: монография. СПб.: Научно-технологические технологии, 2020. 337 с.
6. Владимиров В.И., Докторов А.Л., Елизаров Ф.В. и др. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. М.: Радио и связь, 1985. 272 с.

Заключение

Представленная в работе модель позволяет формализовать вклад подсистем наблюдения и воздействия в составе ИТКС СН в достижение информационного превосходства в информационном конфликте. В работе рассматриваются, главным образом, телекоммуникационная подсистема СН, в которых в качестве среды распространения сигналов между УТ используется радиоэфир, однако предложенный подход с незначительными уточнениями может быть применен и к телекоммуникационной подсистеме с каналами связи другой физической природы (оптическими, проводными и т. д.). В рамках исследования модели выявлена зависимость времени принятия решения от объема собранной средствами наблюдения оперативной информации, а также от объема переданной вследствие информационных контактов УТ ИТКС СН со средствами воздействия противостоящей стороны информации. Следует отметить, что выигрыши во времени принятия решения одной из сторон информационного конфликта вследствие информационных контактов средств наблюдения и воздействия в ее составе не являются строго пропорциональными, т. е. одно и то же УТ ИТКС СН противостоящей стороны может быть предпочтительным как более с позиции наблюдения за ним, так и с позиции воздействия на него. Более того, при распределении этих УТ необходимо учитывать двунаправленный характер информационного конфликта ИТКС СН, а, следовательно, и аналогичное распределение, которое производит противостоящая сторона. В этой связи, дальнейшим направлением исследований является разработка элементов научно-методического аппарата координации [33–36] подсистем наблюдения и воздействия посредством оптимального динамического распределения между ними УТ ИТКС СН противостоящей стороны для информационных контактов [8, 37]. Кроме того, при данном распределении УТ должны учитываться возможности противостоящей телекоммуникационной подсистеме ИТКС по динамической маршрутизации информационных потоков [38].

7. Дружинин В.В., Конторов А.С., Конторов Д.С. Введение в теорию конфликта. М.: Радио и связь, 1989. 288 с.
8. 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.
9. Федеральный закон Российской Федерации от 07.07.2003 № 126-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О связи».
10. Радзиевский В.Г., Сирота А.А. Теоретические основы радиоэлектронной разведки. М.: Радиотехника, 2004. 432 с.
11. Радзиевский В.Г., Сирота А.А. Информационное обеспечение радиоэлектронных систем в условиях конфликта. М.: ИПРЖР, 2001. 456 с.
12. Демин В.П., Куприянов А.И., Сахаров А.В. Радиоэлектронная разведка и радиомаскировка. М.: МАИ, 1997. 155 с.
13. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба. М.: Воениздат, 1989. 350 с.
14. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием. М.: Радиотехника, 2003. 416 с.
15. Куприянов А.И., Шустов Л.Н. Радиоэлектронная борьба. Основы теории. М.: Вузовская книга, 2011. 800 с.
16. Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А. И. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита. М.: МАИ, 1999. 240 с.
17. Куприянов А. И. Радиоэлектронная борьба. М.: Вузовская книга, 2013. 360 с.
18. Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С. Техносферная война // Военная мысль. 2012. № 7. С. 22–31.
19. Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С. Техносферная война // Информационные системы и технологии. 2011. № 1. С. 80–85.
20. Стародубцев Ю.И., Семенов С.С., Бухарин В.В. Техносферная война // Армия и общество. 2010. № 4. С. 6–11.
21. Семенов С.С., Гусев А.П., Барботько Н.В. Оценка информационно-боевого потенциала сторон в техносферных конфликтах // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2013. Т. 5. № 6. С. 10–21.
22. 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.
23. Макаренко С.И. Динамическая модель системы связи в условиях функционально-разноразноуровневого информационного конфликта наблюдения и подавления // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 3. С. 122–185. DOI:10.24411/2410-9916-2015-10307
24. Макаренко С.И. Информационный конфликт системы связи с системой дестабилизирующих воздействий. Часть I: Концептуальная модель конфликта с учетом ведения разведки, физического, радиоэлектронного и информационного поражения средств связи // Техника радиосвязи. 2020. Выпуск 2(45). С. 104–117. DOI:10.33286/2075-8693-2020-45-104-117
25. 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.
26. Козирацкий Ю.Л., Ерофеев А.Н., Соколовский С.П. Модель конфликтного взаимодействия «нарушитель – подсистема защиты информации автоматизированной системы управления» // Вестник Военного авиационного инженерного университета. 2012. № 1(15). С. 210–217.
27. Ухин А.Л., Козирацкий Ю.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.
28. Козирацкий Ю.Л., Кушев С.С., Чернухо И.И., Донцов А.А. Модель конфликтного взаимодействия систем управления противоборствующих сторон в условиях преднамеренных помех // Радиотехника. 2012. № 5. С. 56–61.
29. Владимиров В.И., Лихачев В.П., Шляхин В.М. Антагонистический конфликт радиоэлектронных систем. М.: Радиотехника, 2004. 384 с.
30. Владимиров В.И., Владимиров И.В. Основы оценки конфликтно-устойчивых состояний организационно-технических систем (в информационных конфликтах). Воронеж: ВАИУ, 2008. 231 с.
31. Владимиров В.И. Принципы и аппарат системных исследований радиоэлектронного конфликта. Воронеж: ВВВИУРЭ, 1992. 153 с.
32. Владимиров В.И. Информационные основы радиоподавления линий радиосвязи в динамике радиоэлектронного конфликта. Воронеж: ВИРЭ, 2003. 276 с.
33. Михайлов Р.Л. Анализ научно-методического аппарата теории координации и его использования в различных областях исследований // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 4. С. 1–29.
34. 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.
35. Михайлов Р.Л. Двухуровневая модель координации подсистем радиомониторинга и радиоэлектронной борьбы // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. Т. 10. № 2. С. 43–50. DOI:10.24411/2409-5419-2018-10040
36. 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. DOI:10.18127/j19998465-201810-08
37. 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.
38. Макаренко С.И., Рюшин К.Ю., Михайлов Р.Л. Модель функционирования объекта сети связи в условиях ограниченной надежности каналов связи // Информационные системы и технологии. 2014. № 6(86). С. 139–147.

* * *

The Model of Information Contacts Between Telecommunication Devices of Special Purpose Infocommunication System and Opposing Side Means of Monitoring and Impact

R. Mikhailov¹

¹Military University of Radioelectronics,
Cherepovets, 162622, Russian Federation

Article info

DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-3-17-27

Received 4th July 2020

Accepted 12th August 2020

For citation: Mikhailov R. 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;6(3):17–27. (in Russ.) DOI:10.31854/ 1813-324X-2020-6-3-17-27

Abstract: *Currently, information conflicts are an integral part of conflicts between different organizational and technical systems in many areas of activity. The solution to the problem of achieving information superiority in an information conflict in the special sphere is assigned to special purpose info-telecommunication systems. According to the author's approach, they include telecommunications and information components, as well as monitoring and impact subsystems. At the same time, the information conflict under consideration is characterized by the presence of two opposing special purposes infocommunication systems, which correspond to two different sides of the conflict. In each infocommunication systems, the means of the monitoring subsystem are designed to provide control systems with the necessary amount of operational information for making decision, and the means as part of the influence subsystem are making it difficult to collect information from the opposing special purposes infocommunication system. Conflict interaction between infocommunication system can be represented in the form of information contacts by means of observation and influence with telecommunication devices as part of the opposing infocommunication systems. In this regard, the formalization of these information contacts and analyzing the potential contribution of these subsystems to the information superiority achievement in the information conflict is an urgent scientific task. The aim of the work is to develop a model of contacts and to evaluate the effectiveness of various options for the distribution of telecommunication devices between the the monitoring subsystems and the impact of the opposing side from the standpoint of achieving information superiority in an information conflict.*

Keywords: *special purpose infocommunication system, radiomonitoring, jamming, information conflict, telecommunication device.*

References

1. Makarenko S.I., Ivanov M.S. *Network-Centric War – Principles, Technologies, Examples and Prospects*. St. Petersburg: Naukoemkie Tekhnologii Publ.; 2018. 898 p. (in Russ.)
2. Vorob'ev S.P., Davydov A.E., Efimov V.V., Kurnosov V.I. *Infocommunication Networks. Encyclopedia. Vol. 1. Information and Communication Networks, Classification, Structure, Architecture, Life Cycle, Technology*. St. Petersburg: Naukoemkie tehnologii Publ.; 2019. 739 p. (in Russ.)
3. Makarenko S.I., Mikhailov R.L. Information Conflicts – Analysis of Papers and Research Methodology. *Systems of Control, Communication and Security*. 2016;3:95–178. (in Russ.) DOI:10.24411/2410-9916-2016-10304
4. Koziratskii Iu.L., Budnikov S.A., Grevtsev A.I., Ivantsov A.V., Kildyushevsky V.M., Koziratsky A.Yu., et al. *Model Information Conflict of Search and Discovery*. Moscow: Radiotekhnika Publ.; 2013. 232 p. (in Russ.)
5. Makarenko S.I. *Models of the Communication System under Conditions of Deliberate Destabilizing Influence and Conducting Monitoring*. St. Petersburg: Naukoemkie Tekhnologii Publ.; 2020. 337 p. (in Russ.)
6. Vladimirov V.I., Doktorov A.L., Elizarov F.V., et al. *Electromagnetic Compatibility of Radio Electronic Means and Systems*. Moscow: Radio i Sviaz Publ.; 1985. 272 p. (in Russ.)
7. Druzhinin V.V., Kontorov A.S., Kontorov D.S. *Introduction to the Theory of Conflict*. Moscow: Radio i Sviaz Publ.; 1989. 288 p. (in Russ.)
8. Mikhailov R.L., Larichev A.V., Smyslova A.L., Leonov P.G. Model of Resource Allocation in Information Conflict of Complicated Organizational and Technical Systems. *Cherepovets State University Bulletin*. 2016;6:24–29. (in Russ.)
9. *About the Connection*. Federal law of Russia. 2003. (in Russ.)

10. Radzievskii V.G., Sirota A.A. *The Theoretical Basis of Electronic Intelligence*. Moscow: Radiotekhnika Publ.; 2004. 432 p. (in Russ.)
11. Radzievskii V.G., Sirota A.A. *Information Support of Electronic Systems in Conflict*. Moscow: IPRZR Publ.; 2001. 456 p. (in Russ.)
12. Demin V.P., Kupriianov A.I., Sakharov A.V. *Electronic Reconnaissance and Radioactive*. Moscow: Moscow Aviation Institute Publ.; 1997. 155 p. (in Russ.)
13. Paliy A.I. *Electronic Warfare*. Moscow: Voenizdat Publ.; 1989. 350 p. (in Russ.)
14. Perunov Ju.M., Fomichev K.I., Iudin L.M. *Electronic Suppression of Information Channels of Weapon Control Systems*. Moscow: Radiotekhnika Publ.; 2003. 416 p. (in Russ.)
15. Kuprijanov A.I., Shustov L.N. *Electronic Warfare. Fundamentals of the Theory*. Moscow: Vuzovskaia Kniga Publ.; 2011. 800 p. (in Russ.)
16. Tsvetnov V.V., Demin V.P., Kupriianov A.I. *Electronic Warfare: Radioactive and Jamming Protection*. Moscow: Moscow Aviation Institute Publ.; 1999. 240 p. (in Russ.)
17. Kuprijanov A.I. *Electronic Warfare*. Moscow: Vuzovskaia Kniga Publ.; 2013. 360 p. (in Russ.)
18. Starodubtsev Ju.I., Bukharin V.V., Semenov S.S. Techno War. *Military Thought*. 2012;7:22–31. (in Russ.)
19. Starodubtsev Ju.I., Bukharin V.V., Semenov S.S. Technosphery war. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii*. 2011;1:80–85. (in Russ.)
20. Starodubtsev Ju.I., Bukharin V.V., Semenov S.S. Techno War. *Armiia i obshchestvo*. 2010;4:6–11. (in Russ.)
21. Semenov S.S., Gusev A.P., Barbotko N.V. Assessment Information the Combat Potential of the Parties in Technosphere Conflicts. *H&ES Researh*. 2013;5(6):10–21 (in Russ.)
22. 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;1:60–97. (in Russ.)
23. 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;3:122–185. (in Russ.) DOI:10.24411/2410-9916-2015-10307
24. Makarenko S.I. Information Conflict Between a Communication System and a System of Destabilizing Influences. Part 1. A Conceptual Conflict Model Taking into Account Signal and Communications Intelligence, Fire Weapons, Electronic and Microwave Warfare, Cyber-attacks. *Radio Communication Technology*. 2020;2(45):104–117. (in Russ.) DOI:10.33286/2075-8693-2020-45-104-117
25. Koziratskiy Ju.L., Podluzhnyi V.I., Parinov M.L. Methodical Approach to Constructing Probabilistic Models of Complex Conflict Systems. *Vestnik of Military Institute of Radioelectronics*. 2005;3:4–16. (in Russ.)
26. Koziratskiy Ju.L., Erofeev A.N., Sokolovskii S.P. Model of Conflict Interaction "Violator – the Subsystem of Information Security of Automated Control Systems". *Vestnik Voennogo aviatsionnogo inzhenernogo universiteta*. 2012;15(1):210–217. (in Russ.)
27. Ukhin A.L., Koziratskiy Ju.L. Probabilistic Model of Conflict Radio-Electronic Control Systems and Telecommunications in Terms of Destructive Impacts. *Sistemy upravleniia i informatsionnye tekhnologii*. 2014; 57(3-2):281–286. (in Russ.)
28. Koziratskiy Ju.L., Kushev S.S., Chernuho I.I., Dontsov A.A. Model of Disputed Interaction of Control Systems of the Contradictory Parties in the Conditions of Deliberate Hindrances. *Radiotekhnika*. 2012;5:56–61. (in Russ.)
29. Vladimirov V.I., Likhachev V.P., Shliakhin V.M. *Antagonistic Conflict of Radio-Electronic Systems*. Moscow: Radiotekhnika Publ.; 2004. 384 p. (in Russ.)
30. Vladimirov V.I., Vladimirov I.V. *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 Russ.)
31. Vladimirov V.I. *The Principles and Apparatus of the Electronic System Studies Conflict*. Voronezh: Voronezh Higher Military Engineering College of Radioelectronics Publ.; 1992. 153 p. (in Russ.)
32. Vladimirov V.I. *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 Russ.)
33. Mikhailov R.L. An Analysis of the Scientific and Methodological Apparatus of Coordination Theory and its Use in Various Fields of Study. *Systems of Control, Communication and Security*. 2016;4:1–29. (in Russ.)
34. 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;3:98–118. (in Russ.)
35. Mihailov R. L. Two-level Model of Coordination of Subsystems of Radiomonitoring and Electronic Warfare. *H&ES Researh*. 2018;10(2):43–50. (in Russ.) DOI:10.24411/2409-5419-2018-10040
36. 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;19(10):44–51. (in Russ.) DOI:10.18127/j19998465-201810-08
37. Mikhailov R.L., Polyakov S.L. Model of Optimal Division of Sides Resources During Information Conflict. *Systems of Control, Communication and Security*. 2018;4:323–344. (in Russ.)
38. Makarenko S.I., Ryimshin K.Yu., Mikhailov R.L. Model of Functioning of Telecommunication Object in the Limited Reliability of Communication Channel Conditions. *Information Systems and Technologies*. 2014;86(6):39–147. (in Russ.)

Сведения об авторах:

МИХАЙЛОВ Роман Леонидович | кандидат технических наук, научно-педагогический сотрудник Военного университета радиоэлектроники, cvviur6@mil.ru