

С.А. Багрецов, О.С. Лаута, И.И. Михаил, А.К. Сагдеев

МЕТОДИКА РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА СОСТАВА РЕЗЕРВНЫХ
КАНАЛОВ СВЯЗИ В ИНТЕРЕСАХ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ
С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТИВНИКА

Рассматривается методика рационального выбора состава резервных каналов связи в интересах повышения устойчивости сети с учетом результатов воздействия противника, предназначенная для обоснования рационального количества резервных каналов связи между узлами связи. Используется логико-вероятностный метод, реализованный при помощи процедуры ортогонализации структурной функции сети. Описаны этапы определения рационального количества резервных каналов связи.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная сеть, резервные каналы связи, логико-вероятностный метод, обмен информацией, устойчивость.

S.A. Bagretsov, O.S. Lauta, I.I. Mikhail, A.K. Sagdeev

THE METHOD OF RATIONAL CHOICE OF THE COMPOSITION
OF THE REDUNDANT CHANNELS OF COMMUNICATION IN ORDER
TO IMPROVE THE SUSTAINABILITY OF INFORMATION
AND TELECOMMUNICATION NETWORKS, TAKING INTO ACCOUNT
THE IMPACT OF THE ENEMY

The article discusses the methodology of rational choice of the composition of the redundant channels of communication to enhance sustainability of the network based on the results of the impact of the enemy designed to justify a rational amount of redundant communication channels between the communication nodes. The logical-probabilistic method implemented by the orthogonalization procedure of the structural function of the network is used. The stages of determining the rational number of backup communication channels are described.

Keywords: information and telecommunication network, backup communication channels, logical-probabilistic method, information exchange, stability.

Вводные замечания

В общем случае задача определения структуры резервных каналов связи может быть сформулирована следующим образом.

Известны:

- эффективность элементов узла связи телекоммуникационных систем (УС ИТКС);
- устойчивость элементов УС;
- вероятные маршруты закладки кабельных линий связи между отдельными УС ИТКС, их протяженность и стоимость (за единицу длины);

Методика рационального выбора состава резервных каналов связи ...

- стоимостные характеристики единовременных затрат на организацию дополнительных (резервных) каналов связи между i -м и j -м УС (C_{ij0});
- вероятности вывода из строя отдельных элементов ИТКС в результате воздействия противника;
- список возможных резервных каналов (УС и линий связи) связи для каждого УС ИТКС $\{X_{pj}, j=1, n\}$.

Необходимо определить такой вариант оптимального выбора резервных каналов связи $\{X_{доп}\} \subset \{X_j, j = 1, n\}$ из множества допустимых, который обеспечивает выполнение решаемых задач ИТКС с вероятностью (в смысле безошибочности и своевременности) не ниже требуемой с учетом воздействия противника при минимуме приведенных эксплуатационных затрат на организацию дополнительных линий связи:

$$V_{доп} = \sum_{i=1} \sum_{j=1} (0,5C_{ij} 1_{ij} X_{ij} + C_{ij0} X_{ij}) \rightarrow \min \quad (1)$$

при условии

$$P_i(УС) \geq P_{зад}; \forall i, i = (\overline{1, n}) \quad (2)$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } i\text{-й и } j\text{-й УС соединяются дополнительной линией связи,} \\ 0 & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

где $P_i(УС)$ – вероятность безошибочной и своевременной передачи информационного потока i -м УС с учетом воздействия противника.

Логико-вероятностный метод решения задачи

Решение задачи (1), (2) требует определения функциональной связи вероятности безотказной работы ИТКС между i -м и r -м УС от вероятности безотказной работы в процессе функционирования ИТКС элементов r -го УС. Предложенные в [8–12] методы решения этой задачи трудоемки и во многих случаях обеспечивают лишь квазиоптимальное решение.

Предполагается для определения этой функциональной зависимости использовать логико-вероятностный метод, реализованный при помощи процедуры ортогонализации структурной функции сети.

Рассмотрим граф G , в котором узлы соответствуют отдельным УС ИТКС, а ребра – линиям связи. Состояние сети описывается структурной функцией сети, принимающей значение 1, если между i -м и j -м УС существует связь, и 0 – в противном случае.

$$f_{ij} = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \forall i, j = 1, n, \quad (3)$$

где $x_i = 1$, если i -й элемент сети работоспособен, и $x_i = 0$ – в противном случае.

В дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ) функция примет вид

$$f_{ij} = \bigvee_{n=1}^m [\bigwedge_{\mu=1}^r X_{\mu}^{\delta_{\mu}}] j, \quad (4)$$

где m – число простых путей из вершины i в вершину j ; r – ранг элементарной конъюнкции простой цепи графов;

$$\delta_{\mu} \in \{0, 1\}; X_{\mu}^0 = \overline{X_{\mu}}; X_{\mu}^1 = X_{\mu}.$$

Информационная безопасность

В [7, 8] показано, что дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) (4) может быть представлена в виде покрытия Π кубического комплекса L . Каждой элементарной конъюнкции K_i (4) ставится куб, цена которого равна рангу r элементарной конъюнкции. В [6] показано, что для определения вероятности безотказной работы ИТКС между i -м и j -м УС сети в случае статистической независимости отказов элементов необходимо найти структурную функциональную сеть, выраженную в минимальной ортогональной дизъюнктивной нормальной форме (ОДНФ).

Знаком # обозначена #-операция, являющаяся некоторым видом операции вычитания кубов. Координатная #-операция приведена в таблице.

Координатная #-операция

a	b		
	0	1	X
0	Z	Y	Z
1	Y	Z	Z
X	1	0	Z

Допустим, что рассматривается два куба – $C_s(a_1, a_2, \dots, a_n)$ и $C_z(B_1, B_2, \dots, B_n)$, тогда #-операция определится следующим образом [2]:

$$C_s \# C_z = \begin{cases} C_s, & \text{если } \exists_i (a_i \# b_i = y) \quad i = 1, n; \\ 0, & \text{если } \forall_i (a_i \# b_i = z) \quad i = 1, n; \\ \cup(a_1, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n), & a_i \# b_i = a_i; \end{cases} \quad (5)$$

$a_i \in \{0, 1\}$, и это объединение производится по всем i .

Справедливы следующие свойства #-операции:

$$C_s \# C_z = C_s, \text{ если } C_s - C_s = 0; \quad (6)$$

$$C_s \# C_z = 0, \text{ если } C_s - C_z; \quad (7)$$

$$C_s \# C_z - C_s. \quad (8)$$

Обозначим кубы, принадлежащие покрытию $\Pi(L)$ структурной функции сети, через C_v , а кубы, принадлежащие покрытию $\Pi_0(L)$ структурной функции сети, выраженной в минимальной ОДНФ, – через C_s^0 . Очевидно, что справедливо равенство

$$\Pi(L) = \bigcup_{v=1}^m C_v = \bigcup_{v=1}^m (a_1^v, a_2^v, \dots, a_n^v), \quad (9)$$

где $C_v = 1, m$ – куб, соответствующий элементарной конъюнкции K_v совершенной формы (СФ) рассматриваемой сети.

В том случае если из графа, определяющего структуру ИТКС, исключить один из его элементов, то структурная функция, выраженная в виде покрытия Π – кубического комплекса L , примет следующий вид:

а) в случае исключения ребра k

$$\Pi_k(L) = \bigcup_{v=1}^m (a_{1k}; i = 1, n), \quad (10)$$

Методика рационального выбора состава резервных каналов связи ...

где

$$a_{ik}^v = \begin{cases} 0, \forall i = \overline{1, n} \text{ если } a_k^v = 1, n = \overline{1, m}; \\ 0, \text{ если } a_i^v = X, i = \overline{1, n}, n = \overline{1, m}; \end{cases} \quad (11)$$

б) в случае исключения вершины q

$$\Pi_{\{kq\}}(L) = \bigcup_{v=1}^m (a_{i\{kq\}}^v) \quad i = 1, n, \quad (12)$$

где $\{k_q\}$ – множество ребер $\{k_q\}$, принадлежащих вершине.

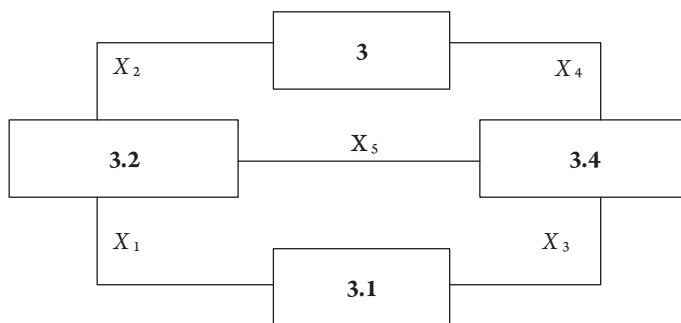
Из (10) и (11) видно, что операция исключения (11) является общим случаем. Обозначим операцию исключения ребра следующим образом:

$$\Pi_k(L) = \frac{\Pi(L)}{a_k^v}; \quad v = 1, m.$$

Методика применения метода

Для иллюстрации методики рассмотрим пример. Структура ИТКС состоит из главного центра связи (ГЦС) и подчиненных ему УС и имеет вид, как на рисунке. Необходимо найти вероятность достоверной (то есть безошибочной и своевременной) передачи информации из УС № 3.1 в УС № 3 в случае:

- 1) наличия связи между УС № 3.1 и УС № 3.4;
- 2) ее отсутствия.



Фрагмент графа сети связи структурных подразделений системы управления

Структурная функция сети для случая наличия связи

$$f_{13} = x_3 x_4 \vee x_1 x_2 \vee x_1 x_5 x_4 \vee x_3 x_5 x_2.$$

Ортогональную дизъюнкцию нормальной формы найдем с помощью алгоритма ортогонализации, рассмотренного выше:

$$\Pi(L) = \Pi_1 = \begin{Bmatrix} x & x & 1 & 1 & x \\ 1 & 1 & x & x & x \\ 1 & x & x & 1 & 1 \\ x & 1 & 1 & x & 1 \end{Bmatrix}; \quad \Pi_2 = \Pi_1 \# C_1 = \begin{Bmatrix} 1 & 1 & 0 & x & x \\ 1 & 1 & x & 0 & x \\ 1 & x & 0 & 1 & 1 \\ x & 1 & 1 & 0 & 1 \end{Bmatrix} \text{ и т.д.,}$$

получим

Информационная безопасность

$$\Pi_0(L) = \begin{Bmatrix} x & x & 1 & 1 & x \\ 1 & 1 & 0 & x & x \\ 1 & 1 & 1 & 0 & x \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{Bmatrix}.$$

Для получения $\Pi_{0k}(L)$ воспользуемся свойствами операции исключения элемента a_3^v ($n = 1, 5$)

$$\Pi_{06}(L) = \Pi_0(L) / a_3^v = \begin{Bmatrix} 1 & 1 & x & x \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{Bmatrix}.$$

Для определения структурной функции межуровневой сети связи рассмотрим граф, вершины которого обозначают УС, а дуги – все возможные связи (в том числе и предполагаемые дополнительные). Тогда, поставив в соответствие исходной сети G_{jg} , где g -номер УС – матричное число совокупность простых путей из вершины i сети в вершину g – может быть определена по формуле

$$\{Q_{og}^\gamma\}_{\gamma=1,2,\dots} = \{\det^{**} [a_{ij}]_{\text{mod}2}\}, \quad j=g; \quad \varepsilon=1,$$

где $\{Q_{og}^\gamma\}_{\gamma=1,2,\dots}$ – множество простых путей сети из вершины i в вершину g ;

$$\det^{**} [a_{ij}]_{\text{mod}2} = \sum_{l \in s} \prod_{l \in s} [\det e_{ij}]_{\text{mod}2}$$

есть модифицированная детерминантная функция прямой производственной матричного числа по индексам; L_{ij} – элементы матричного числа a ; n, s – число строк и столбцов контурного числа сети G ; γ – номер простых путей графа G во множестве $\{Q_{og}^\gamma\}$; Σ – знак логического сложения полученных столбцов детерминантной функции.

Обозначим через $\{X_{ij}\}$ множество всех допустимых (возможных) дополнительных линий связи для каждого из $i = 1, n$ УС ($ij = 1, n$). Тогда с учетом существующих линий связи для каждого i может быть определен комплекс минимального ортогонального покрытия $\Pi_{oi}(L)_{i=1,n}$ по изложенному выше алгоритму ортогонализации.

По имеющемуся выражению $\Pi_{oi}(L)$ может быть определено выражение для оценки устойчивости функционирования i -го УС и старшего УС вышестоящего уровня при структуре линий связи x_{ij}^0 ($ij = 1, n$), то есть $P_{i(\text{УС})}(x_{ij}^0) \rightarrow \Pi_{oi}(L)$.

Запишем $\Pi_{oi}(L)$ в виде $\Pi_{oi}(L) = \|\|l_v\|$, где l_v – элемент комплекса минимального ортогонального покрытия сети связи i -го УС со старшим УС вышестоящего уровня, соответствующий x -му элементу v -го куба элементарной конъюнкции C_v комплекса $\Pi_{oi}(L)$; $v = 1, m$; $\varkappa = 1, \mu$. Здесь через μ_i обозначим число всех связей, обеспечивающих связь i -го УС со старшим УС. В свою очередь, множество связей может быть представлено в виде объединения $\{X\} = \{X^0\} \cup \{X_{1\emptyset}\}$, где множество $\{X_{1\emptyset}\}$ означает множество вводимых дополнительных связей, а множество $\langle X \rangle$ – множество имеющихся связей. В связи с тем, что нумерация элементов $lv \varkappa$ в комплексе ортогонального покрытия Π_{oi} произвольна, обозначим $X \in \{X^0\}$ номерами $X^0 = l_{i,ov}$, а $X_1 = (\mu_o + 1)$.

Методика рационального выбора состава резервных каналов связи ...

Тогда

$$\Pi_{oi}(L) = lv_1, lv_2, \dots, lv\mu_{oi+1}, \dots, lv\mu_p, \quad v = \overline{1, m_p}$$

где $lv\mu_{oi+1}, \mu$ представляют собой совокупность варьируемых связей i -го УС со старшим УС ($i = 1$).

Естественно, что каждому $l_v (v = \overline{1, m}; i = \overline{1, \mu_i})$ может быть поставлено в соответствие некоторое значение β , то есть $l_\beta \rightarrow \beta \forall v = \overline{1, m_i}$ при условии, что тогда, учитывая однозначное соответствие между комплексом минимального ортогонального покрытия Π и вероятностью связи i -го УС и старшего УС и предполагая, что отказом всех видов подвержены только линии связи, условие может быть переписано в виде

$$\sum_{i=1}^n V_{\text{опт}i} = \sum_{i=\mu_{oi}+1}^{\mu_i} \beta_i X_i \rightarrow \min;$$

$$P_{i(\text{УС})} \left\{ \frac{\Pi_{oi}(L)}{\{l_v X_1\}} \right\} \geq P_{\text{зад}}, v = \overline{1, m}; i = \overline{1, n_i},$$

где $\Pi_{oi}(L)/\{l_v X_1\}$ означает последовательное выполнение операции исключения элементов $l_v X_1$ из комплекса кубов $\Pi_{io}(L)$;

$$X_1 = \begin{cases} 1, & \text{если связь } l \text{ вводится,} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$X_{i=1} - X_1.$$

Этапы определения рационального количества резервных каналов связи

Таким образом, для определения рационального количества резервных каналов связи с целью обеспечения устойчивого функционирования ИТКС в условиях воздействия противника необходимо выполнить следующие этапы.

1. Присваиваем $i = i + 1$.
2. Составляем граф полной сети G_i i -го УС с соответствующим старшим УС, включая в него как существующие, так и предполагаемые линии связи.
3. Определяем значение структурной функции сети связи i -го УС, пользуясь выражением.
4. Выполняем алгоритм ортогонализации для получения ортогональной дизъюнктивной нормальной функции СФ i -го УС.
5. Проверяем $i = n$, где n – общее количество УС; если да, то переходим к пункту 1.
6. Разграничиваем множество связей на два подмножества:
 - а) $\frac{U}{1} \{X^1\}_1$ – подмножество вводимых дополнительных связей;
 - б) $\frac{U}{1} \{X_o\}_1$ – подмножество имеющихся линий связи.
7. Для каждого элемента подмножества $\{X^1\}_1, i = \overline{1, n}$ рассчитываем значение стоимости организации линии связи.

8. Ранжируем элементы множества $\frac{U}{1} \{X^1\}_1$.

Информационная безопасность

9. Исходя из эвристических соображений определяем множество предпочтительных линий связи, вводимых в общую структуру сети.

По полученному таким образом множеству связей определяем значение функционала, которое в дальнейшем рассматривается как дополнительное ограничение в задаче оптимизации.

10. Решаем задачу оптимизации. По найденному оптимальному решению составляем список дополнительных линий связи абонентской сети и список абонентов каждой линии связи.

Выводы

Разработанная методика позволяет решить комплексную задачу структурного резервирования ИТКС с распределенными территориально УС и линиями связи, подверженными воздействию противника, учитывающую специфику функционирования УС как элементов общей сети. Она чувствительна к изменениям параметров, определяющих структуру технологического потока обработки информации в отдельных УС, а также к характеристикам различных вариантов ее функционирования. Поэтому данная методика позволяет оперативно проводить реорганизацию ИТКС в соответствии с изменениями номенклатуры технических средств решения задачи или с изменениями средств воздействия противника.

Литература

1. Баранов В.В., Максимова Е.А., Лаута О.С. Анализ модели информационного обеспечения процессов и систем при реализации многоагентного интеллектуального взаимодействия // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2019. № 4. С. 32–41.
2. Власенко М.А., Иванов Д.А., Кузнецов С.И., Лаута О.С. Обеспечение безопасности управления роботизированных систем с применением нейронных сетей // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО-2018): VII Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: сборник научных статей. В 4 т. / под ред. С.В. Бачевского. 2018. С. 167–171.
3. Захаров Р.В., Лаута О.С., Кривель А.М., Соловьев Д.В. Обеспечение безопасности управления роботизированных систем с применением нейронных сетей // Региональная информатика и информационная безопасность: сборник статей. 2017. С. 92–93.
4. Котенко И.В., Саенко И.Б., Коцыняк М.А., Лаута О.С. Оценка киберустойчивости компьютерных сетей на основе моделирования кибератак методом преобразования стохастических сетей // Труды СПИИРАН. 2017. № 6. С. 160–184.
5. Коцыняк М.А., Лаута О.С., Иванов Д.А., Лукина О.М. Модель воздействия таргетированной кибернетической атаки на информационно-телекоммуникационную сеть // Вопросы оборонной техники. Серия 16 «Технические средства противодействия терроризму». 2019. № 3-4. С. 58–65.
6. Коцыняк М.А., Лаута О.С., Нечепуренко А.П. Методика оценки устойчивости информационно-телекоммуникационной сети в условиях информационного противоборства

Методика рационального выбора состава резервных каналов связи ...

// Вопросы оборонной техники. Серия 16 «Технические средства противодействия терроризму». 2019. № 1-2. С. 58–62.

7. Коцыняк М.А., Лаута О.С., Нечепуренко А.П. Модель системы воздействия на информационно-телекоммуникационную систему специального назначения в условиях информационного противоборства // Вопросы оборонной техники. Серия 16 «Технические средства противодействия терроризму». 2019. № 3-4. С. 40–44.

8. Коцыняк М.А., Лаута О.С., Нечепуренко А.П. Функциональная модель информационного воздействия на информационно-телекоммуникационную систему специального назначения // Нейрокомпьютеры и их применение: XVI Всерос. науч. конф.: тезисы докладов. 2018. С. 101–102.

9. Лаута О.С., Гудков М.А., Баранов В.В., Максимова Е.А. Когнитивная платформа построения инфокоммуникационной сети робототехнических комплексов специального назначения // Вестник Волгоградского гос. ун-та. Серия 10 «Инновационная деятельность». 2017. Т. 11, № 4. С. 15–23.

10. Лаута О.С., Иванов Д.А., Нечепуренко А.П., Власенко М.А. Методика синтеза системы защиты информационно-телекоммуникационной сети в условиях информационного противоборства // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXIV Междунар. науч.-техн. конф. В 5 т. 2018. С. 124–129.

11. Лаута О.С., Клишиов И.А., Ястребов В.В., Русаков Е.В. Подход к оценке защищенности информационно-телекоммуникационной сети специального назначения от технической компьютерной разведки // Региональная информатика и информационная безопасность: сборник статей. 2017. С. 121–122.

12. Лаута О.С., Коцыняк М.А., Беспалый Е.А., Кузнецов С.И. Обеспечение информационной безопасности на основе метода искусственного интеллекта // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXIV Междунар. науч.-техн. конф. В 5 т. 2018. С. 165–168.

13. Лаута О.С., Коцыняк М.А., Иванов Д.А., Гудков М.А. Моделирование компьютерных атак на основе метода преобразования стохастических сетей // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXIV Междунар. науч.-техн. конф. В 5 т. 2018. С. 137–146.

14. Лаута О.С., Коцыняк М.А., Иванов Д.А., Суетин А.И. Методика прогнозирования воздействия компьютерных атак на информационно-телекоммуникационную сеть // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXIV Междунар. науч.-техн. конф. В 5 т. 2018. С. 115–123.

15. Нечепуренко А.П., Суетин А.И., Муртазин И.Р., Лаута О.С. Модели интеллектуальных воздействий // Региональная информатика и информационная безопасность: сборник статей. 2017. С. 144–145.

Literatura

1. Baranov V.V., Maksimova E.A., Laut O.S. Analiz modeli informatsionnogo obespecheniya protsessov i sistem pri realizatsii mnogoagentnogo intellektual'nogo vzaimodejstviya // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika. 2019. № 4. S. 32–41.

Информационная безопасность

2. *Vlasenko M.A., Ivanov D.A., Kuznetsov S.I., Lauta O.S.* Obespechenie bezopasnosti upravleniya robotizirovannykh sistem s primeneniem nejronnykh setej // Aktual'nye problemy infotelekkommunikatsij v nauke i obrazovanii (APINO-2018): VII Mezhdunar. nauch.-tekhn. i nauch.-metod. konf.: sbornik nauchnykh statej. V 4 t. / pod red. S.V. Bachevskogo. 2018. S. 167–171.
3. *Zakharov R.V., Lauta O.S., Kribel' A.M., Solov'ev D.V.* Obespechenie bezopasnosti upravleniya robotizirovannykh sistem s primeneniem nejronnykh setej // Regional'naya informatika i informatsionnaya bezopasnost': sbornik statej. 2017. S. 92–93.
4. *Kotenko I.V., Saenko I.B., Kotsynyak M.A., Lauta O.S.* Otsenka kiberustojchivosti komp'yuternykh setej na osnove modelirovaniya kiberatak metodom preobrazovaniya stokhasticheskikh setej // Trudy SPIIRAN. 2017. № 6. S. 160–184.
5. *Kotsynyak M.A., Lauta O.S., Ivanov D.A., Lukina O.M.* Model' vozdejstviya targetirovannoj kiberneticheskoj ataki na informatsionno-telekkommunikatsionnyu set' // Voprosy oboronnoj tekhniki. Seriya 16 «Tekhnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu». 2019. № 3-4. S. 58–65.
6. *Kotsynyak M.A., Lauta O.S., Nechepurenko A.P.* Metodika otsenki ustojchivosti informatsionno-telekkommunikatsionnoj seti v usloviyakh informatsionnogo protivoborstva // Voprosy oboronnoj tekhniki. Seriya 16 «Tekhnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu». 2019. № 1-2. S. 58–62.
7. *Kotsynyak M.A., Lauta O.S., Nechepurenko A.P.* Model' sistemy vozdejstviya na informatsionno-telekkommunikatsionnyu sistemu spetsial'nogo naznacheniya v usloviyakh informatsionnogo protivoborstva // Voprosy oboronnoj tekhniki. Seriya 16 «Tekhnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu». 2019. № 3-4. S. 40–44.
8. *Kotsynyak M.A., Lauta O.S., Nechepurenko A.P.* Funktsional'naya model' informatsionnogo vozdejstviya na informatsionno-telekkommunikatsionnyu sistemu spetsial'nogo naznacheniya // Nejrokkomp'yutery i ikh primeneniye: XVI Vseros. nauch. konf.: tezisy dokladov. 2018. S. 101–102.
9. *Lauta O.S., Gudkov M.A., Baranov V.V., Maksimova E.A.* Kognitivnaya platforma postroeniya infokommunikatsionnoj seti robototekhnicheskikh kompleksov spetsial'nogo naznacheniya // Vestnik Volgogradskogo gos. un-ta. Seriya 10 «Innovatsionnaya deyatel'nost'». 2017. T. 11, № 4. S. 15–23.
10. *Lauta O.S., Ivanov D.A., Nechepurenko A.P., Vlasenko M.A.* Metodika sinteza sistemy zashchity informatsionno-telekkommunikatsionnoj seti v usloviyakh informatsionnogo protivoborstva // Radiolokatsiya, navigatsiya, svyaz': sbornik trudov XXIV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. V 5 t. 2018. S. 124–129.
11. *Lauta O.S., Klinshov I.A., Yastrebov V.V., Rusakov E.V.* Podkhod k otsenke zashchishchennosti informatsionno-telekkommunikatsionnoj seti spetsial'nogo naznacheniya ot tekhnicheskoy komp'yuternoj razvedki // Regional'naya informatika i informatsionnaya bezopasnost': sbornik statej. 2017. S. 121–122.
12. *Lauta O.S., Kotsynyak M.A., Bespalyj E.A., Kuznetsov S.I.* Obespechenie informatsionnoj bezopasnosti na osnove metoda iskusstvennogo intellekta // Radiolokatsiya, navigatsiya, svyaz': sbornik trudov XXIV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. V 5 t. 2018. S. 165–168.

Методика рационального выбора состава резервных каналов связи ...

13. *Lauta O.S., Kotsynyak M.A., Ivanov D.A., Gudkov M.A.* Modelirovanie komp'yuternykh atak na osnove metoda preobrazovaniya stokhasticheskikh setej // Radiolokatsiya, navigatsiya, svyaz': sbornik trudov XXIV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. V 5 t. 2018. S. 137–146.

14. *Lauta O.S., Kotsynyak M.A., Ivanov D.A., Suetin A.I.* Metodika prognozirovaniya vozdeystviya komp'yuternykh atak na informatsionno-telekommunikatsionnuyu set' // Radiolokatsiya, navigatsiya, svyaz': sbornik trudov XXIV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. V 5 t. 2018. S. 115–123.

15. *Nechepurenko A.P., Suetin A.I., Murtazin I.R., Lauta O.S.* Modeli intellektual'nykh vozdeystvij // Regional'naya informatika i informatsionnaya bezopasnost': sbornik statej. 2017. S. 144–145.