

## Методика оценки устойчивости интегрированной информационно-телекоммуникационной сети в условиях компьютерных атак

### Methods of assessing the stability of the integrated information and telecommunication network under conditions of computer attacks

**Ключевые слова:** информационно-телекоммуникационная сеть – integrated information and telecommunication network; компьютерная атака – computer attacks; система защиты – security systems.

В статье представлена методика оценки устойчивости интегрированной информационно-телекоммуникационной сети в условиях компьютерных атак, позволяющая определить показатели, характеризующие устойчивость информационно-телекоммуникационной сети в условиях воздействия сетевых компьютерных атак. Полученные результаты позволяют обосновать структуры информационно-телекоммуникационной сети и системы защиты.

The paper presents methods of assessing the stability of the integrated information and telecommunication network under conditions of computer attacks that allows to define parameters describing the stability of the information and telecommunications network under the impact of computer network attacks. The obtained results allow to validate the structure of information and telecommunications network and security systems.

В отличие от войн прошлого в настоящее время первоочередными объектами направленного противодействия и поражения стали не войска и оружие, а системы управления противника. Прогнозируемый характер воздействия при применении современных средств и комплексов противодействия связи обуславливает появление совокупности качественно новых требований, которым должны соответствовать оперативно-технические показатели информационно-телекоммуникационной сети (ИТКС). Это связано с появлением и развитием новых категорий воен-

**КОЦЫНЯК / KOTSINYAK M.**

**Михаил Антонович**

(2656558@mail.ru)

доктор технических наук, профессор.  
ФГБОУ ВПО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного» МО РФ (ВАС им С.М. Буденова), профессор.  
г. Санкт-Петербург

**ЛАУТА / LAUTA O.**

**Олег Сергеевич**

(Laos-82@yandex.ru)

ВАС им. С.М. Буденова, адъюнкт.  
г. Санкт-Петербург

**ОСАДЧИЙ / OSADCHIY S.**

**Сергей Александрович**

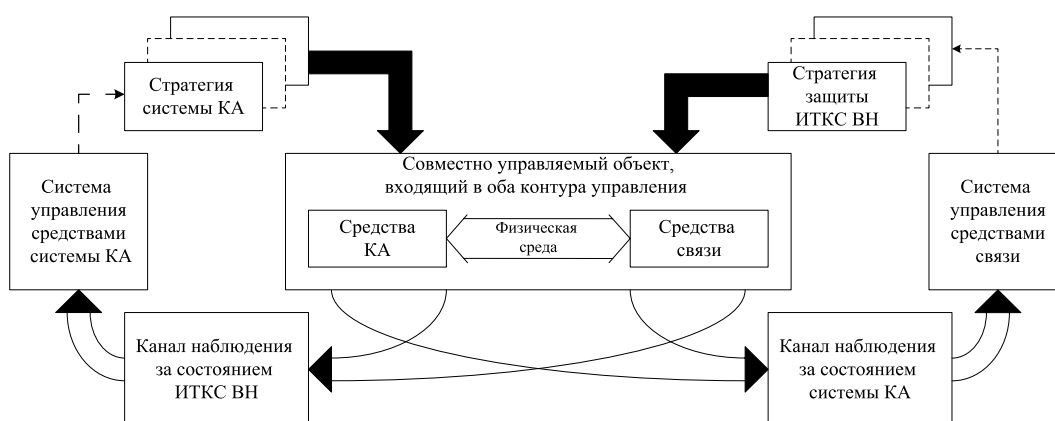
(spb.sos@hotmail.com)

ЛО ЦНИИС, ведущий инженер.  
г. Санкт-Петербург

ного искусства, в рамках которых особое место занимают так называемые компьютерные атаки (КА) [1].

В этом случае эффективность ИТКС в условиях воздействия КА зависит от оперативности управления ИТКС и системы КА. Функциональная модель взаимозависимости состояний системы КА и ИТКС представлена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, система КА (сторона А) выбирает стратегию с целью своевременного вскрытия (воздействия) структуры ИТКС. ИТКС (сторона Б) выбором варианта структуры стремится нейтрализовать сильные стороны стратегии стороны А. Следовательно, у сторон противоположные цели, а это значит, что конфликт между ними носит антагонистический характер. Рациональным поведением двух сторон в антагонистическом противодействии является принятие равновесных (адекватных) стратегий. Решение



**Рис. 1.** Функциональная модель взаимозависимости состояний системы КА и ИТКС

такой задачи позволит определить оптимальную структуру ИТКС, нейтрализующую сильные стороны системы КА, т.е. имеющую надлежащую устойчивость.

Для оценки устойчивости ИТКС в условиях КА предлагается методика, позволяющая определить показатели, характеризующие устойчивость ИТКС в условиях воздействия системы КА. Показателем, характеризующим устойчивость ИТКС, в методике используется коэффициент исправного действия ИТКС ( $K_{\text{ИТКС}}$ ), который показывает, какую часть времени от всего учитываемого ИТКС функционирует исправно.

В существующих нормативно-правовых актах отсутствует определение устойчивости ИТКС в условиях КА. В связи с этим под устойчивостью функционирования ИТКС в условиях КА понимается способность ИТКС обеспечивать управление войсками, силами и оружием при всех воздействующих факторах, в том числе и при воздействии КА.

С целью определения коэффициента исправного действия ИТКС сначала находится коэффициент исправного действия  $j$ -го маршрута в условиях воздействия КА. Для этого необходимо рассмотреть процесс функционирования ИТКС в условиях воздействия системы КА (рис. 2).

В обобщенном виде процесс функционирования ИТКС в условиях воздействия системы КА можно представить следующим образом. Для осуществления передачи оперативной информации ( $t_2, t_7, t_{12}$  и т.д.) сначала операторы ИТКС входят в связь ( $t_1$ ), на что затрачивается среднее время  $t_{\text{вх}}$ .

С некоторого времени ( $t_3, t_8$  и т.д.) система информационного воздействия реализует КА за среднее время  $t_{\text{КА}}$ , которую оператор ИТКС сможет

обнаружить ( $t_4, t_9$  и т.д.) за среднее время  $t_{\text{ро}}$ . Обнаружив воздействие КА, оператор ИТКС будет принимать меры по восстановлению связи ( $t_5, t_{10}$  и т.д.) за среднее время  $t_{\text{пер}}$ .

После этого операторы ИТКС входят в связь ( $t_6, t_{11}$  и т.д.), на что затрачивается некоторое среднее время  $t_{\text{вх}}$ , и передача оперативной информации возобновляется.

Среднее время, затрачиваемое на принятие мер защиты, вхождение в связь, характеризует реакцию системы управления на воздействие системы КА, то есть  $t_{\text{рсу}} = t_{\text{пмз}} + t_{\text{вх}} = t_{\text{пер}} + t_{\text{ро}} + t_{\text{вх}}$ .

Среднее время от момента принятия мер по восстановлению связи до момента воздействия системы КА назовем временем реакции комплекса компьютерной разведки (КР) ( $t_{\text{р КР}}$ ).

Тогда выражение для определения коэффициента исправного действия  $j$ -го маршрута можно записать

$$K_{\text{ИМ}j} = \frac{\bar{t}_{nj}}{\bar{t}_{nj} + \bar{t}_{\text{КА}j}}, \quad (1)$$

а вероятность воздействия КА

$$P_{\text{возд}j} = 1 - \frac{\bar{t}_{\text{рКР}j}^2}{(\bar{t}_{\text{рКР}j} + \bar{t}_{\text{вх}j}) \cdot (\bar{t}_{\text{рКР}j} + \bar{t}_{\text{пмз}j})}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{ИМ}j}$  – коэффициент исправного действия  $j$ -го маршрута;

$P_{\text{возд}}$  – вероятность воздействия КА на  $j$ -ый маршрут.

Так как маршрут передачи информации состоит из нескольких интервалов связи, то коэффициент исправного действия  $j$ -го составного маршрута

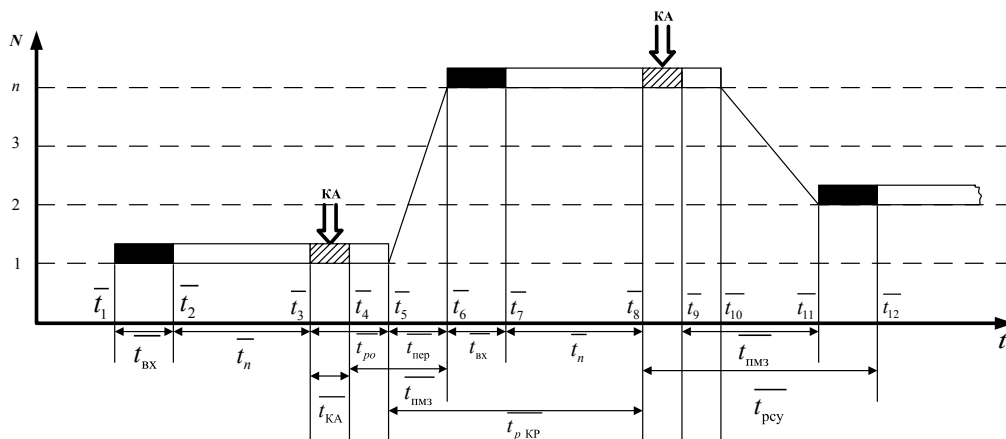


Рис. 2. Процесс функционирования ИТКС в условиях воздействия системы КА

равен произведению коэффициентов исправного действия его интервалов

$$K_{иСМj} = \prod_{j=1}^O K_{иМj}, \quad (3)$$

где  $K_{иСМj}$  – коэффициент исправного действия  $j$ -го составного маршрута;

$O$  – общее количество интервалов связи на  $j$ -ом маршруте.

Воздействие КА ( $P_{возд}$ ) на отдельные маршруты информационных направлений связи (ИНС) повлечет нарушение их функционирования и принятие мер по восстановлению нарушенных связей. С этой целью осуществляется поиск обходных маршрутов. Возможности по установлению соединений и передаче сообщений в случае выхода из строя элементов или целых участков характеризует связность ИНС и ИТКС ( $K_{св}$ ), т.е. структурную живучесть. Одним из наиболее простых и удобных для оценки структурной живучести является линейный показатель связности, который определяется по формуле [2]

$$K_{свИНСi} = \sum_{i=1}^N \alpha_j \cdot \left( \frac{H_j}{N + O} + \frac{O}{N} \right) \quad (4)$$

где  $K_{свИНСi}$  – коэффициент связности  $i$ -го ИНС;  
 $N$  – число маршрутов в ИНС;  
 $H_j$  – ранг  $j$ -го маршрута;

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} \frac{\gamma^j}{\gamma_{sum}^i} & \text{вес } j\text{-го маршрута} \\ & \text{в информационном} \\ & \text{обмене } i\text{-го ИНС;} \\ \frac{\gamma_{sum}^i}{\gamma_{sum}} & \text{вес } i\text{-го ИНС} \\ & \text{в информационном} \\ & \text{обмене ИТКС,} \end{cases}$$

Совокупность маршрутов образуют ИНС, а ИНС и средств вычислительной техники – ИТКС. Коэффициент исправного действия  $i$ -го ИНС может характеризоваться вероятностью сохранения на ИНС хотя бы одного маршрута и определяется по формуле

$$K_{иИНСi} = K_{свИНСi} \times \left( 1 - \prod_{j=1}^N ((1 - K_{иСМj}) \cdot P_{воздj}) \right), \quad (5)$$

где  $K_{иИНСi}$  – коэффициент исправного действия  $i$ -го ИНС.

Учитывая, что ИТКС состоит из МИНС, коэффициент исправного действия ИТКС определяется из выражения

$$K_{иИТКС} = K_{свИТКС} \cdot \left( 1 - \prod_{i=1}^M (1 - K_{иИНСi}) \right), \quad (6)$$

где  $K_{иИТКС}$  – коэффициент исправного действия ИТКС.

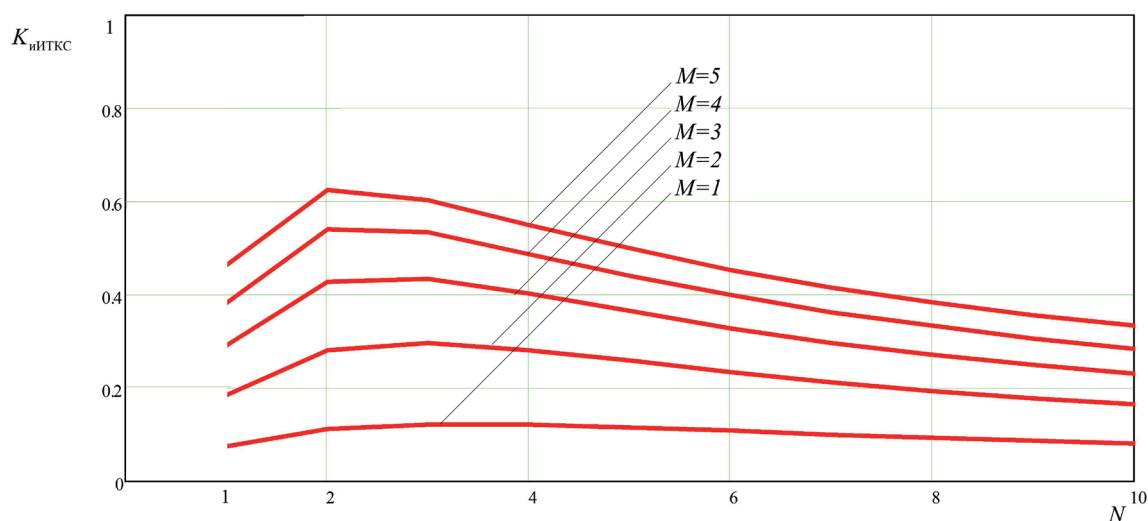


Рис. 3. Зависимость коэффициента исправного действия ИТКС от количества маршрутов и ИНС

$$K_{\text{свИТКС}} = \sum_{i=1}^M \alpha_i \cdot \left( \frac{G_i}{M+N} + \frac{N}{M} \right) -$$

коэффициент связности ИТКС;

$G$  – ранг  $i$ -го ИНС;

$M$  – количество ИНС в ИТКС.

Таким образом, для определения коэффициента исправного действия ИТКС первоначально требуется определить среднее время воздействия системы КА и комплекса компьютерной разведки, т.е. их вероятностно-временные характеристики (ВВХ). Для этого предлагается использовать профильные модели КА и метод топологического преобразования стохастических сетей (ТПСС). Примеры и порядок расчета ВВХ КА приведены в [3].

Зависимость коэффициента исправного действия ИТКС от количества маршрутов представлена на рис. 3. В качестве исходных данных использовались следующие данные:

$\alpha = 1$ ;  $t_{\text{вх}} = 3$  мин;  $t_{\text{пер}} = 1$  мин;  $t_{\text{ро}} = 2$  мин;  
 $t_{\text{ркр}} = 10$  мин.;  $t_{\text{ка}} = 13$  мин.;

Полученная зависимость коэффициента исправного действия ИТКС от количества маршрутов позволяет определить рациональный диапазон количества потребных маршрутов при воздействии системы КА.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет оценивать устойчивость ИТКС при воздействии КА. Результаты оценки позволяют обосновать требования к топологии ИТКС и к выбору средств и способов ее защиты от системы КА.

### Литература

1. Исаков Е.Е. Устойчивость военной связи в условиях информационного противоборства – С-Пб.: Издательство Политехнического университета, 2012 – 409 с.
2. Колесников А.А. Оптимизация структур сетевых моделей – Л.: ВАС, 1987. – 101 с.
3. Коцыняк М.А., Кулешов И.А., Лаута О.С. Устойчивость информационно-телекоммуникационных сетей – С-Пб.: Издательство Политехнического университета, 2013 – 93 с.