УДК 621.396:681.142:004.621

Казакова Н.Ф., Тискина Е.О., Хорошко В.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ И МЕТОД РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

В статье расмотрены осноные направления, направленные на повышение эффективности функционирования комплексных систем защиты информации.

Введение. Одной из задач, направленных на повышение эффективности функционирования комплексных систем защиты информации (КСЗИ) объектов, является совершенствование информационного обеспечения процесса технического обслуживания, контроля и выполнения функциональных обязанностей систем защиты, входящих в комплексную систему. Система управления КСЗИ представляет собой совокупность объектов взаимодействия при помощи информационных средств в целях обеспечения соответствующего качества обслуживания, отвечающего требованиям стандартов и нормативных документов. Функции должностных лиц при решении этой задачи дифференцированы по соответствующим иерархическим уровням $\left(l_k \in L, k = 0-3\right)$ управлением качества обслуживания. При этом процесс управления работой КСЗИ объекта предусматривает оперативные и систематические формы управления регулирования. Значительное место в осуществлении этого процесса отводится совершенствованию подсистемы как оптимального обеспечения, что связано с установкой каналов и способов передачи информации при систематическом и оперативном управлении вопросами защиты. Таким образом, динамика функционирования отдельных звеньев системы управления обслуживанием КСЗИ при передаче тех или иных информационных сообщений определяется в конечном итоге эффективности КСЗИ [1].

Основная часть. В классе рассматриваемых задач особый интерес представляет исследование межуровневой и внутрисистемной мобильности информационных потоков. Известно [2], что рассматриваемая совокупность обслуживающей (ОС), управляющей (УС) и самих подсистем защиты (СЗИ), входящих в состав КСЗИ, может быть представлена в виде стохастической сети (СС) произвольной структуры, установившийся режим функционирования которой для верхнего уровня l_o описывается системой уравнений

$$\lambda_{r(0)x(\alpha)} = \sum_{s=1}^{S} \sum_{r}^{R} \left(\sum_{\substack{l_k \neq l_0 \\ l_k \in L}}^{K=1-3} \lambda_{r(k)x(\alpha)} D_{r(k)x(\alpha),r(0)x(\alpha)} + \sum_{\beta}^{3} \lambda_{s(0)x(\beta)} D_{s(0)x(\beta),r(0)x(\alpha)} + \lambda^{0}_{r(0)x(\alpha)} \right), \quad (1)$$

где $\lambda_{r(0)x(\alpha)}$ – средняя интенсивность потока заявок класса $x(\alpha)$ в узел $Q_{r(0)}$ из внешнего источника; $\lambda_{r(k)x(\alpha)}, \lambda_{s(0)x(0)}$ – средние интенсивности потока заявок, покидающих $Q_{r(k)}, Q_{s(0)}$-узлы $l_k\left(l_0\right)$ уровней класса $x(\alpha), x(\beta)$.

При этом $\lambda^{0}_{r(0)x(\alpha)} = \gamma_{r(0)x(\alpha)} \lambda^{0}_{x(\alpha)}$, где $\gamma_{r(0)x(\alpha)}$ – коэффициент передачи входящего потока заявок отдельной системы массового обслуживания (СМО) от остальной стохастической сети; $\lambda^{0}_{x(\alpha)}$ – интенсивность некоторого исходящего потока заявок класса $x(\alpha)$ исследуемой сети СС; $D_{s(0)x(\beta),r(0)x(\alpha)}$ – вероятность перехода информации СС из узла связи

$\alpha_{s(0)}$ класса $X_{(\beta)}$ в узел $\alpha_{r(0)}$ класса $X_{(\alpha)}$; $\lambda_{s(0)x(\beta)}$ – интенсивность выходящего потока заявок класса $X_{(\beta)}$.

Исследуемая модель объединяет в себе подсистемы КСЗИ (1), ОС(2) и УС(3), взаимосвязь некоторых для l_0-го иерархического организационно-технического уровня может быть представлена следующей блок-матрицей вероятностей перехода $\|D\|$:

$$
\begin{array}{c|c}
D_{12,11}\ldots\ldots\ldots D_{n2,11} & D_{13,11}\ldots\ldots\ldots D_{q3,11} \\
D_{12,11}\ldots\ldots\ldots D_{n2,11} & D_{13,21}\ldots\ldots\ldots D_{q3,21} \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
D_{13,12}\ldots\ldots\ldots D_{q3,12} & D_{11,12}\ldots\ldots\ldots D_{j1,12} \\
D_{13,22}\ldots\ldots\ldots D_{q3,22} & D_{11,22}\ldots\ldots\ldots D_{j1,22} \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
D_{11,13}\ldots\ldots\ldots D_{j1,13} & D_{12,13}\ldots\ldots\ldots D_{n2,13} \\
D_{11,23}\ldots\ldots\ldots D_{j1,23} & D_{12,23}\ldots\ldots\ldots D_{n2,23} \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array} \qquad (2)
$$

Принимая, что исследуемая СС является замкнутой $\left(\lambda^0_{r(0)x(0)} = 0\right)$ для двух классов взаимодействующих заявок $X(\alpha)$ и $X(\beta)$ в r-узлах каждого уровня $l_k \in L$, обобщенное выражение (1) может быть представлено в матричной форме:

$$D^T C_t = bC_t, \qquad (3)$$

где λ – вектор интенсивностей потока заявок на выходах исследуемых узлов СС; D^T – поблочно трансформированная матрица (2); b – собственное значение матрицы $\|D\|$.

Поскольку движение информационных потоков в СС полностью определяется переходной матрицей $\|D\|$, то вероятности этих переходов могут служить мерой мобильности этих потоков. Непосредственно эта характеристика определяется собственными значениями матрицы $\|D\|$.

Используя понятие единичной матрицы E для описания собственных значений матрицы $\|D\|$, представим уравнение (3) в виде:

$$\left(bE - D^T\right) = 0.$$

Необходимым условием существования решения $\lambda \neq 0$ является:

$$\det\left(bE - D^T\right) = 0, \qquad (4)$$

что позволяет определить все собственные значения матрицы $\|D\|$.

Рассматривая определитель (4) по убывающим степеням аргумента, получаем характеристическое управление матрицы:

$$(-1)D^{n-1}+(-1)^{n-1}+........+b_{n-1}D+b_n=0\,.$$

Одна из предпочтительных мер при оценке мобильности стохастической информационной сети замечается в оценке среднего значения b_i: $m_{r1}(b_i)=\sum_{r=1}^{K}b_r$.

Представляют интерес приближенные оценки собственных значений матрицы $\|D\|$. Так, при достаточно больших степенях n справедливо приближенное равенство $D^n\approx b_1D^{n-1}$. Довольно часто в качестве меры мобильности исследуемого случайного потока событий используется максимальное значение $b_{\max}$.

Одна из предпочтительных мер оценки мобильности исследуемых потоков СС выражается соотношением:

$$m_{r2}(b)=\left[t_{race}(D)-1\right](k-1)^{-1},$$

где t_{race} – след матрицы $\|D\|$, представляющих собой сумму элементов главной ее диагонали, т.е. собственных ее значений.

Описанные переходы к оценке мобильности СС позволяют обосновать количественные критерии управления информационной эффективностью, а следовательно и обслуживанием КСЗИ при решении задач обеспечения требуемого уровня защиты объекта.

При этом необходимо учитывать пропускную способность сети КСЗИ как межуровневой, так и внутрисистемной.

Пропускная способность СС представляет собой информационно-теоретическую характеристику всей системы защиты и передачи информации, которая входит в ее состав.

Следовательно, пропускная способность сети C_t есть максимально возможный передаваемый поток информации для данной системы при оптимальном координировании. C_t как и J измеряется в битах.

Для оценки пропускной способности СС берется информация переданная за единицу времени. При этом как известно, получается поток переданной информации $J(x,y)$.

Поток переданной информации это среднее количество информации, передаваемой з 1 с.

В действительности система передает за единицу времени меньше информации чем позволяет пропускная способность сети. Полностью пропускную способность СС можно использовать только для сигналов, оптимально приспособленных к каналу информационно-теоретическом плане (оптимальное кодирование).

Поэтому для заданной СС всегда должно выполняться условие:

$$J\le C_t\,. \qquad (5)$$

При этом чаще всего рассматривается лишь случай отсутствия сигналов. Пинскер [3] дает уравнение общего вида для максимального потока переданной информации при условии, что сигналы $x(t)$, $y(t)$ имеют гауссово распределение:

$$C_t = -\frac{1}{4\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\log\left[1 - S_{xy}^2(\omega)\right]d\omega, \qquad (6)$$

где следует установить:

$$S_{xy}^2\left(\omega = \frac{\left[S_{xy}(\omega)\right]^2}{S_x(\omega)S_y(\omega)}\right), \qquad (7)$$

где – $S_{xy}(\omega)$ взаимный спектр мощности; $S_x^2(\omega)$ и S_y – спектры мощностей рассматриваемых сигналов.

Для рассматриваемого случая СС для СЗИ в соответствии с уравнением (6) можно записать:

$$C_t = -\frac{1}{4\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\log\left[1 - S_{neza}^2(\omega)\right]d\omega, \qquad (8)$$

или

$$S_{neza}^2(\omega) = \frac{\left[S_{neza}(\omega)\right]^2}{S_{ne}(\omega)S_{za}(\omega)}. \qquad (9)$$

С помощью этих уравнений рассчитывается пропускная способность сети. Однако уравнение (6) для часто встречающихся случаев отсутствия корреляции входных сигналов можно упростить.

Если задать, что

$$S_{neza}^2(\omega) = S_{neza}(\omega), S_{neza}(\omega) = G(j\omega)S_{ne}(\omega), S_{za}(\omega) = \left[G(j\omega)\right]^2\left[S_{ne}(\omega) + S_{ze}(\omega)\right], (10)$$

непосредственно получаем соотношение:

$$C_t = -\frac{1}{4\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\log\left[1 + \frac{S_{ne}(\omega)}{S_{ze}(\omega)}\right]d\omega, \qquad (11)$$

или, с учетом уравнения для спектра мощности $S_x(\omega) = \frac{1}{2}W_x(\omega)$, известную формулу (3, 10, 11) можно записать в следующем виде:

$$C_t = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\log\left[1 + \frac{W_{ne}(\omega)}{W_{ze}(\omega)}\right]d\omega. \qquad (12)$$

Предполагая наличие постоянных спектров мощности (белый шум) $W_{re0}(\omega)$, $W_{ne0}(\omega)$ в частотном диапазоне $0 < \omega \le \omega_g$ и считая, что СС представляет собой идеальный фильтр нижних частот с граничной частотой ω_g получаем для пропускной способности каналы при

$$C_t = f_g \log\left[1 + \frac{W_{ne0}(\omega)}{W_{ze}(\ )}\right], \qquad (13)$$

или при

$$W_{ne0}\omega_g = \overline{n_e^2(t)}, \qquad (14)$$
$$W_{re0}\omega_g = \overline{r_e^2(t)},$$

уравнение, называемое уравнением Шеннона:

$$C_t = f_g \log\left[1 + \frac{\overline{n_e^2(t)}}{\overline{r_e^2(t)}}\right], \qquad (15)$$

где – f_g полоса пропускания идеального фильтра.

Точно так же для постоянных спектров мощности при условии выполнения уравнения (14) можно определить максимальную передаваемую информацию в соответствии с уравнением (16)

$$H(n_e; z_e) = \frac{1}{2}\log\left[1 + \frac{\int_0^\infty W_{ne}(\omega)\,d\omega}{\int_0^\infty W_{re}(\omega)\,d\omega}\right], \qquad (16)$$

при ограничении полосы. При этом имеем:

$$H(n_e; z_e)_{\max} = \frac{1}{2}\log\left[1 + \frac{\overline{n_e^2(t)}}{\overline{r_e^2(t)}}\right], \qquad (17)$$

Тогда, если известны максимальная передаваемая информация (выражается в битах) и максимальный передаваемый поток информации или пропускная способность сети C_t (бит/с), можно определить время $t_{\text{ïåð}}$, необходимое для передачи $H(n_e; z_a)_{\max}$ по уравнению (17):

$$C_t t_{\text{ïåð}} = H(n_e; z_a)\max, \qquad (18)$$

или

$$t_{\text{ïåð}} = \frac{H(n_e; z_a)\max}{C_t}. \qquad (19)$$

Следовательно, для случая постоянных плотностей мощности в частотном диапазоне $0 < f \le f_g$ как раз получается время установления режима:

$$t_{\text{ïåð}} = \frac{1}{2 f_g} = t_g. \qquad (20)$$

Уравнение (20) или его частный случай – уравнение (16), определяет теоретический предел скорости передачи при заданных входных полезном сигнале и сигнале помех. Согласно этим уравнениям, в частном примере постоянных спектров мощности в течении $t_{\text{ïåð}}$ с помощью СС может передаваться следующее максимальное количество информации:

$$t_{\text{ïåð}} C_t = \frac{1}{2} \log \left[1 + \frac{\overline{n_e^2(t)}}{\overline{r_e^2(t)}} \right]. \tag{21}$$

Так как, согласно условию, это соответствует максимальной переданной информации, то, следовательно, в идеальном случае можно в среднем определить $1/t_{\text{ïåð}}$ отдельных передаваемых блоков информации за единицу времени. Поэтому было бы достаточно определить значения сигнала $z_a(t)$ через эквидистанционные интервалы $t_{\text{ïåð}}$, а не анализировать весь поток. Следовательно, чтобы избежать потерь информации, в течении времени $t_{\text{ïåð}}$ нужно было бы опрашивать сигнал минимум один раз.

Между необходимым временем опроса $t_{\text{îïð}}$ и времени $t_{\text{ïåð}}$ должна существовать зависимость:

$$t_{\text{îïð}} \le t_{\text{ïåð}}, \tag{22}$$

или если в основу выражения положить уравнение (17):

$$t_{\text{îïð}} \le \frac{1}{2 f_g}. \tag{23}$$

Эта зависимость по уравнению (22) известна согласно решениям в работах [4, 5] как теорема Котельникова, теорема отсчетов или теорема квантования. При этом в классическом выводе уравнения за основу используется теория целых функций.

Уравнение (22) справедливо всегда, в том числе и в случае, когда не предполагается ограничения после пропускания сигнала и частотный диапазон сигналов и КСЗИ находится в пределах $0 \le \omega \le \infty$. А если предполагается отсутствие корреляции входных сигналов системы $n_e(t)$ и $r_e(t)$, а так же гауссово распределение, то требование максимально передаваемой информации приводит к результату:

$$H(n_e; z_e)_{\max} = \frac{1}{2} \log \left[1 + \frac{\int_0^\infty W_{ne}(\omega)\, d\omega}{\int_0^\infty \frac{W_{ne}(\omega) W_{re}(\omega)}{W_{ne}(\omega) + W_{re}(\omega)}\, d\omega} \right], \tag{24}$$

где $W_{ne}(\omega)$, $W_{re}(\omega)$ – спектральные плотности мощностей сигналов. Поэтому в отсутствии корреляции входных сигналов получим для времени передачи :

$$t_{\text{ïåð}} = n \frac{\log \left[1 + \frac{\int_0^\infty W_{ne}(\omega)\, d\omega}{\int_0^\infty \frac{W_{ne}(\omega) W_{re}(\omega)}{W_{ne}(\omega) + W_{re}(\omega)}\, d\omega} \right]}{\int_{-\infty}^{+\infty} \log \left[1 + \frac{W_{ne}(\omega)}{W_{ze}(\omega)} \right] d\omega}, \tag{25}$$

а для необходимого времени опроса:

$$t_{\text{îïð}} \leq \pi \frac{\log\left[1+\frac{\int\limits_0^{\infty} W_{ne}(\omega)\,d\omega}{\int\limits_0^{\infty}\frac{W_{ne}(\omega)W_{re}(\omega)}{W_{ne}(\omega)+W_{re}(\omega)}\,d\omega}\right]}{\int\limits_{-\infty}^{+\infty}\log\left[1+\frac{W_{ne}(\omega)}{W_{ze}(\omega)}\right]d\omega}. \qquad (26)$$

Тем самым требуемое время опроса $t_{\text{îïð}}$ физически вполне наглядным образом зависит от отношения сигнал/шум, если нет ограничения спектров. Уравнение (24) включает особый случай полезного сигнала, ограниченного по полосе, как следует из уравнений (13…23).

Методика расчета пропускной способности систем защиты информации основывается на анализе пропускной способности канала системы.

Основные элементы сети:

1. Участок сети, характеризующийся интенсивностью потока информации (ИП), поступающих на участок λ, количеством разнесенных по частоте ИП K_f, протяженностью ИП $L_{\text{ó÷}}$, процентом (долей) ИП, передаваемых на участке с изменяющимся частотным разнесением K_p.

2. Точка (абонент) схождения трафиков, характеризуется интенсивностью ИП, входящих в точку с различных трафиков λ_i, и количеством частотных разнесений K_f.

Участок сети можно рассматривать как систему массового обслуживания с K_f параллельными независимыми каналами, обслуживающими входной поток заявок (ИП) с интенсивностью λ (при условии, что доля ИП, проходящих по участку с переменным частотным разнесением равна нулю). Интенсивность обслуживания можно описать следующим выражением:

$$\mu = \frac{V}{M_{\text{áåç}}},$$

где V – скорость передачи ИП, на выделенном участке; $M_{\text{áåç}}$ – безопасный интервал передачи ИП.

Как известно, суммарный входной поток ИП можно приближенно считать пуассоновским с интенсивностью λ [7].

Вероятность того, что в такой системе массового обслуживания одновременно заняты K каналов, определяется по формуле Эрланга:

$$P_k = \frac{\frac{\alpha_k}{k!}}{\sum\limits_{k=0}^{k_f}\left(\frac{\alpha_k}{k!}\right)},$$

где $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$ – коэффициент использования; $k = 0,1,2,\ldots,K_f$.

Вероятность того, что вновь поступающая заявка (ИП) будет обслужена, определяется выражением:

$$P_{обс} = 1 - P_{kf} = \frac{R\left(k_f - 1, \alpha\right)}{R\left(k_f, \alpha\right)} = \frac{\lambda_0}{\lambda},$$

где $R\left(k_f - 1, \alpha\right) = \sum_{k=0}^{kf-1} \frac{\alpha^k}{k!} e^{-\alpha}$; $R\left(k_f - 1, \alpha\right) = \sum_{k=0}^{kf} \frac{\alpha^k}{k!} e^{-\alpha}$; λ_0 – абсолютная пропускная способность системы. Отсюда:

$$\lambda_0 = P_{обс} \lambda = \frac{R\left(k_f - 1, \alpha\right)}{R\left(k_f, \alpha\right)} \lambda. \qquad (27)$$

Эти формулы Эрланга справедливы при экспоненциальном законе распределения времени обслуживания заявки с интенсивностью μ [7], хотя для системы массового обслуживания, описывающей участок сети, это условие не соблюдается. Однако Севастьяновым Б.А. [8] была доказана справедливость этих формул и для произвольного непрерывного закона распределения времени обслуживания (при условии конечности его математического ожидания).

В табл. 1 приведен расчет пропускной способности системы массового обслуживания с K_f $\left(K_f = 2, 3, 4\right)$ каналами по выражению (27) с параметром $\mu = 30$ 1/мсек и графиком зависимости $\lambda_0 = f\left(\lambda\right)$ – на рис.1. Каждая из приведенных кривых при достаточно больших λ переходит в состояние насыщения, где λ_0 изменяется мало.

Таблица1

Результаты расчета пропускной способности системы массового обслуживания с K_f каналами по выражению (27)

№	λ	α	$R\left(k_f - 1, \alpha\right)$	$R\left(k_f, \alpha\right)$	$R_{обс}$	λ_0
$\mu = 30$ 1/сек $K_f = 2$						
1	10	0,33	0,955	0,955	0,959	9,59
2	20	0,66	0,856	0,970	0,882	17,65
3	30	1,00	0,736	0,920	0,800	24,00
4	40	1,33	0,615	0,850	0,724	28,97
5	50	1,66	0,504	0,766	0,658	32,88
6	60	2,00	0,406	0,677	0,600	35,99
$\mu = 30$ 1/сек $K_f = 3$						
1	10	0,33	0,995	0,999	0,995	9,95
2	20	0,66	0,970	0,955	0,974	19,49
3	30	1,00	0,920	0,981	0,938	28,13
4	40	1,33	0,850	0,954	0,891	35,63
5	50	1,66	0,766	0,912	0,840	42,01
6	60	2,00	0,677	0,857	0,790	47,37
$\mu = 30$ 1/сек $K_f = 4$						
1	10	0,33	0,999	0,999	0,999	9,99
2	20	0,66	0,995	0,999	0,996	19,91
3	30	1,00	0,981	0,996	0,985	29,54
4	40	1,33	0,954	0,988	0,965	38,61
5	50	1,66	0,912	0,973	0,938	46,89
6	60	2,00	0,857	0,947	0,905	54,28

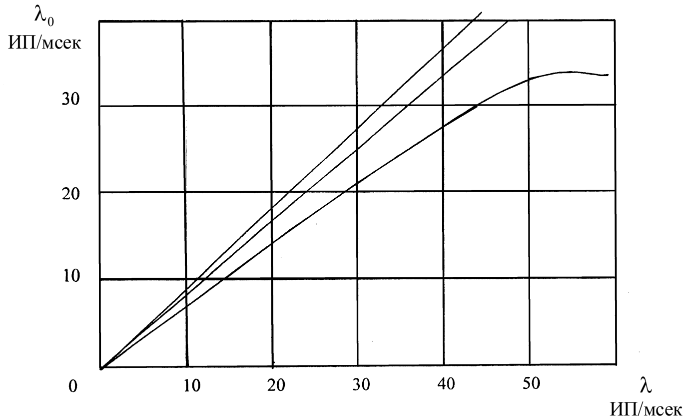

Рис. 1. Пропускная способность участка сети (данные по формуле Эрланга)

Пропускная способность λ_0 участка сети определяется также методом статистического моделирования. Структурная схема статистической модели приведена на рис.2.

Генератор входных потоков ИП, используя датчик случайных чисел, генерирует входной пуассоновский поток ИП с интенсивностью λ, поступающий на вход участка сети K_f частотными ресурсами.

Все ИП, находящиеся одновременно под уравнением, проверяются на наличие возможности разрешения конфликтной ситуации, т.е. необходимо «окно» размером $2M_{\text{ååç}}$, если такого нет, то ИП получает отказ в обслуживании.

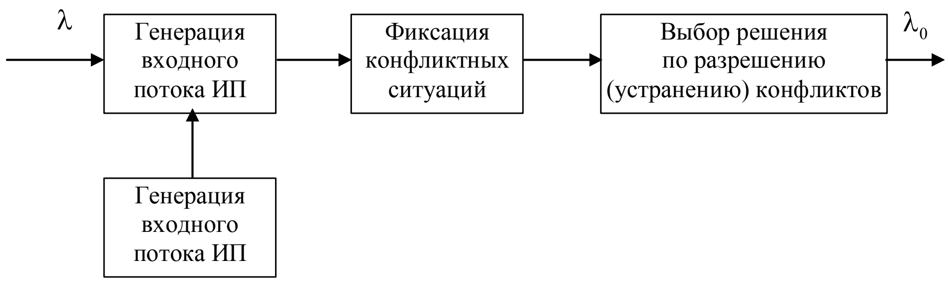

Рис. 2. Структурная схема статистической модели

Данные моделирования обработаны методом наименьших квадратов и в результате получена регрессивная модель вида

$$\tilde{\lambda}_0 = 0{,}83\lambda - 0{,}0052\lambda^2 + 0{,}079\lambda K_f \qquad (28)$$

На рис. 3 приведены графики зависимости $\tilde{\lambda}_0 = f(\lambda)$ по выражению (28), полученные на статистической модели и обработанные методом наименьших квадратов.

Как видно, на рис. 1 и рис. 3, данные моделирования и данные, полученные на основании формул Эрланга, хорошо совпадают (разница менее 6%). Некоторые различия в результатах объясняется тем, что при расчете пропускной способности по формуле (27) поток ИП предполагался пуассоновским с точным выражением поступления ИП на участок сети, т.е. конфликтная ситуация могла возникнуть только во входной точке и только один раз.

Таблица 2.

Данные статистического моделирования для различных значений входной интенсивности λ и K_f

№	λ	λ_0	$\hat{\lambda}_0$
$K_f = 2$			
1	17,8	17,0	15,99
2	28,2	24,7	23,68
3	24,6	22,5	21,23
4	33,3	29,5	27,23
5	36,5	29,8	29,24
6	50,0	32,0	36,5
$K_f = 3$			
1	19,3	19,0	18,72
2	28,2	26,2	26,05
3	35,7	32,8	31,59
4	40,8	37,2	35,03
5	48,6	41,2	39,75
6	60,0	44,0	45,53
$K_f = 4$			
1	20,0	19,3	20,0
2	29,0	28,0	28,98
3	37,8	33,5	36,05
4	46,3	41,0	42,12
5	55,0	48,6	47,55
6	80,0	60,0	58,78

Этому случаю соответствует система массового обслуживания с одним абонентом и одним ИП. При статистическом моделировании скорости передачи ИП не были постоянными, конфликтные ситуации могли возникать по всей протяженности участка сети. Для учета этого участок сети необходимо рассматривать как систему массового обслуживания с переменным числом абонентов, причем количество абонентов, соответствующее одному каналу, зависит от количества возникающих конфликтов.

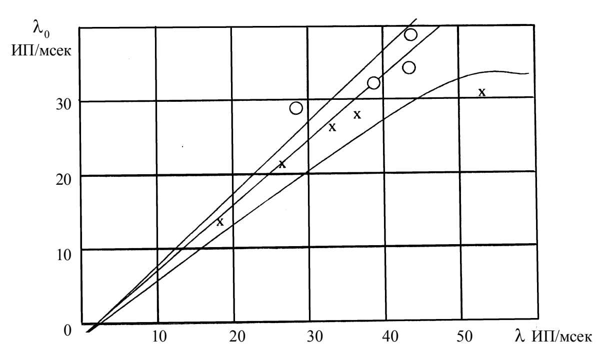

Рис. 3. Пропускная способность участка сети (данные статистического моделирования)

Выводы. Проведенные исследования показали возможность оценки мобильности СС, что позволяет обосновать критерии управления эффективностью передачи информации, а следовательно, и обслуживанием КСЗИ при решении задач обеспечения требуемого уровня защиты. А также проанализирована пропускная способность СС КСЗИ и предложена методика ее расчета, что позволяет повысить эффективность систем защиты на различных объектах защиты информации.

Литература

1. Хорошко В.А. Методы и средства защиты информации / Хорошко В.А., Чекатков А.А. – К.: изд. «Юниор», 2003. – 504 с.
2. Ленков С.В. Методы и средства защиты информации. В 2-х томах / Ленков С.В., Перегудов Д.А., Хорошко В.А. Под ред. В.А. Хорошко. – К.: Арий, 2008.
3. Пинскер М.С. Количество информации о гауссовском случайном процессе, содержащейся во втором процессе, стационарно с ним связанным // ДАН СССР, 1964, 99 – С.213 – 216
4. Вашны Е.И. Динамика измерительных цепей / Вашны Е.И. – М.: Энергия, 1968. – 134 с.
5. Лунегов А.Н. Технические средства и способы добывания и защиты информации / Лунегов А.Н., Рыжов А.Л. – М.: ВНИИ «Стандарт», 1993. – 95 с.
6. Краус М. Измерительные информационные системы / Краус М. Вошни Э. – М.: Мир, 1975. – 310 с.
7. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания / Овчаров Л.А. – М.: Машиностроение, 1969. – 186 с.
8. Севастьянов Б.А. Формулы Эрланга в телефонии при произвольном законе распределения длительности разговора: Тр. III Всесоюзного математического съезда, 1959, т.4, – М.: Издательство АН СССР, 1959. – С.36-43.

Статтю подано 22.10.2009

УДК 681.3

Мінін А.В., Смирний М.Ф.

КРИТЕРІЇ І МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЖИВУЧОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

У статті розглянуті питання оцінки живучості комп'ютерних систем. Проведено аналіз основних критеріїв живучості КС, перераховані основні математичні моделі для дослідження живучості КС. Дж.-4.

В умовах інформатизації комп'ютерні системи стають найважливішими і найбільш відповідальними компонентами складних адміністративних, економічних, військових, технічних систем та різних систем управління. Постійно зростає залежність життєдіяльності суспільства від розвитку і ефективності використання засобів передачі і обробки інформації, інформаційний продукт набуває характеру суспільного ресурсу розвитку, масштаби його використання стають порівнянними з традиційними (енергія, сировина і так далі) ресурсами. Інформаційна інфраструктура стає системостворюючою, її стійке і стабільне функціонування та безпека є необхідними умовами існування сучасного суспільства. Для побудови високонадійної комп'ютерної мережі з компонентів, які не мають необхідної міри надійності, найвідомішим і найбільш типовим конструктивно-технологічним прийомом, широко вживаним в багатьох технічних дисциплінах, є надмірність.

Живучість комп'ютерних систем є критично важливим чинником, який обов'язково необхідно враховувати при їх розробці і експлуатації. Проте навіть проста оцінка живучості і відмовостійкості сучасних систем є дуже серйозною проблемою із-за високої складності даних об'єктів.

Під живучістю (survivability) комп'ютерної системи (КС), згідно визначенню, приведеному у ГОСТ 34.003-90, розуміється властивість КС, що характеризується здатністю виконувати встановлений об'єм функцій в умовах дії зовнішнього середовища і відмов компо-