УДК 621.372.037.372; 621.391.26

ОЦЕНКА ЛИНЕЙНОСТИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫМ АНАЛИЗОМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В.К. ЖЕЛЕЗНЯК, Д.С. РЯБЕНКО, С.В. ЛАВРОВ, Е.С. БОРОВКОВА

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»
г. Новополоцк, 211440, Республика Беларусь

Передача и обработка сигналов сложными информационными системами устанавливает широкий диапазон требований, необходимых в достижении высокой помехоустойчивости, безопасности и защищенности максимальным снижением уровня и направленности информационного излучения, повышения порога чувствительности и устойчивости к приему наводимых на информационные цепи магнитных физических полей.

Математическое описание колебаний сложной системы для оценки защиты информации весьма трудоемкая задача из-за несовершенства схемно-конструктивных решений элементов сложных систем, подверженных динамическим воздействиям, снижающих качество функционирования. Разработка сложных систем без исследования требований, повышающих качество защиты информации на всех стадиях жизненного цикла функционирования, является актуальной задачей.

Важным является определение показателя эффективности целенаправленной деятельности по защите информации, которая устанавливается системным подходом [1]. Сложная система исследуется во взаимосвязи с внешней средой и внутренними информационными связями. Это обусловливает множество возможных состояний, учитывающих большое количество параметров и характеристик, определяющих общую цель такой сложной системы. Целью является исход функционирования системы, который должен быть достигнут при заданном наборе ресурсов, определяемых результативностью, оперативностью, эффективностью. Предложена оценка защищенности каналов утечки векторным геометрическим представлением сигналов корелляционно-регрессионным линейным анализом на основании методов обработки статистических данных парной корреляции, частной корреляции и множественной корреляции.

Коэффициент корреляции пары случайных величин с высокой точностью является мерой линейной связи, т.е. с какой точностью одна величина может быть выражена через другую.

Коэффициент взаимной корреляции [3]

$$r(v_1, v_2) = \frac{R_{v_1 v_2}}{\sigma_{v_1}\sigma_{v_2}} = \frac{R_{v_1 v_2}}{\sqrt{R(v_1 \cdot v_1)\cdot R(v_2 \cdot v_2)}}, \tag{1}$$

где $R_{v_1 v_2}$ – взаимная корреляционная функция;

σ – среднее квадратичное отклонение случайной величины.

Нормированная корреляционная матрица, т.е. матрица коэффициентов корреляции, для системы случайных величин $\{X_1, X_2, X_3, ..., X_n\}$ имеет вид:

$$\left\| r_{ij} \right\| = \left\| \begin{matrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \dots & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & \dots & r_{3n} \\ . & . & . & . & . \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & \dots & 1 \end{matrix} \right\|. \tag{2}$$

Коэффициент множественной корреляции используется для описания системы случайных величин $\left\{X_1, X_2, X_3, ..., X_n\right\}$ [2]. Данный коэффициент служит характеристикой корреляции между случайной величиной X_1 и совокупностью случайных величин $\left(X_2, X_3, ..., X_n\right)$. Числовые значения корреляции между случайной величиной X_1 и величинами $\left(X_2, X_3, ..., X_n\right)$ определяют по формуле [2]

$$r_{1(23...n)} = \sqrt{1 - \frac{P}{P_{11}}}, \tag{3}$$

где $P = \det(r_{ij})$ – детерминант квадратной матрицы $\left\| r_{ij} \right\|$ коэффициентов корреляции;

P_{11} – минор этого детерминанта.

Распределение системы n случайных величин представимы в виде n – мерного случайного вектора с составляющими $\vec{X} = \left(X_1, X_2, X_3, ..., X_n\right)$ [3].

Уравнение линейной регрессии первого рода случайной переменной Y по значениям x случайной переменной X имеет вид [2]

$$y_x = m_Y + \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} \rho_{YX} \left(x - m_X\right), \tag{4}$$

где m_Y и m_X – математические ожидания; σ_Y и σ_X – среднеквадратические отклонения переменных Y и X соответственно; ρ_{YX} – коэффициент корреляции случайных величин или нормированная взаимная корреляционная функция случайных процессов.

$\frac{\sigma_Y}{\sigma_X} \rho_{YX} = b_{Y|x}$ – коэффициент линейной регрессии Y по X.

Уравнение линейной регрессии случайной переменной X по значениям y случайной переменной Y имеет вид [2]

$$\overline{x}_y = m_X + \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} \rho_{XY} \left(y - m_Y\right), \tag{5}$$

$\frac{\sigma_X}{\sigma_Y} \rho_{XY} = b_{X|y}$ – коэффициент линейной регрессии X по Y.

Коэффициенты парной корреляции используются для измерения линейных связей различных пар из их множества [4]. При этом учитывается, что связь каждой пары находится под воздействием связей всех других признаков между собой и с признаками из данной пары. Матрицу парных корреляций R получают путем преобразования матрицы исходных данных X

$$X \to Z \to Z'Z \to \frac{1}{n} Z'Z = R. \tag{6}$$

где Z – матрица стандартизированных значений, ее элементы получают из x_{ij} как $z_{ij} = \dfrac{x_{ij} - \overline{x}_j}{\sigma_j}$ и $Z = \left\| z_{ij} \right\|$.

Коэффициенты частной корреляции представляют линейные связи признаков, при этом принимается чистая связь пары признаков при условии, что связи всех других признаков с признаками из данной пары не действуют, нивелированы [4]. Элементы матрицы коэффициентов частной корреляции r_{ij} получают по данным известной матрицы парных корреляций R

$$r_{ij} = -\frac{A_{ij}}{(A_{ii}A_{jj})^{1/2}},$$

где A_{ij}, A_{jj}, A_{ii} – алгебраические дополнения к соответствующим элементам матрицы парных корреляций R.

Корреляционно-матричная обработка схемно-конструктивных решений радиоэлектронных систем реализует оценку защищенности речевой информации по магнитным информационным полям рассеивания, наведенным на неинформационные цепи (управления, питания, заземления), в соответствии с установленным нормативным численным значением. Системный анализ усложняется необходимостью разработки элементов проблемных решений для получения результатов с заданной точностью при значительных диапазонах влияющих факторов.

Априорные теоретические представления ставят на первый план обеспечение заданной точности и решение проблемы электромагнитной совместимости. Это касается в первую очередь снижение информационных связей. Решение этих задач усложняется ограниченными возможностями графов обработки, на которых базируется матричный метод. Информационные связи должны исследоваться с целью их снижения для установления однозначной линейной связи между величинами $X_1, X_2, X_3, ..., X_n$. Только таким образом можно установить различные связи напряженности магнитных полей, а зная их добиться, чтобы между информационной цепью и цепью, на которую наводится сигнал не было корреляционных связей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железняк В.К. Защита информации от утечки по техническим каналам: учеб. пособие. СПб.: ГУАП, 2006. 188 с.

2. Мирский Г.Я. Характеристики стохастической взаимосвязи и их измерения. – М.: Энергоиздат, 1982. – 320 с.

3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерное приложение. – М.: Наука, 1988. 480 с.

4. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шефер М. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для вузов/Под ред. проф. В.Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.

1. Железняк В.К., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой радиоэлектроники Полоцкого государственного университета.

2. Рябенко Д.С., кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектроники Полоцкого государственного университета.

3. Лавров С.В., аспирант Полоцкого государственного университета.

4. Боровкова Е.С., научный сотрудник Полоцкого государственного университета.

211440, Республика Беларусь;
г. Новополоцк, Витебская обл., ул. Блохина, 29;
учреждение образования «Полоцкий государственный университет»;
+37529 2127447 – Железняк Владимир Кириллович;
d.rabenka@psu.by – Рябенко Денис Сергеевич.