

УДК 519. 72

В.И. Сумин, О.В. Исаев, А.Г. Фадеев  
**РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ  
 УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОХРАННЫХ СИСТЕМ  
 С УЧЕТОМ НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**  
 Воронежский институт ФСИИ России

С целью обеспечения высоконадежной обработки информации на практике при оценке устойчивости функционирования охранных систем в условиях негативных воздействий, необходимо не только разрабатывать новые модели и алгоритмы устойчивого взаимодействия ОС и СНВ, но и учитывать требования к эффективности протекающих при этом информационных процессов.

**Ключевые слова:** устойчивость, эффективность, информационная система, модель взаимодействия, информационный процесс

Используемые на практике подходы к оценке устойчивости функционирования охранных систем (ОС) в условиях негативных воздействий не обеспечивают высоконадежной обработки информации. Поэтому, необходимо не только разрабатывать новые модели и алгоритмы устойчивого взаимодействия ОС и СНВ, но и учитывать требования к эффективности протекающих при этом информационных процессов.

На основе системы дифференциальных уравнений (1) и (3), в соответствии с алгоритмом, приведенным ниже, представим обобщенный подход к решению математической модели взаимовлияния информационных структур ОС ( $S_3$ ) и СНВ ( $S_2$ ) на предмет определения устойчивости их функционирования [1].

$$\begin{aligned} & (m_i(\xi)\xi(t) - h_i(\xi)\xi^2(t)) \cdot \frac{d^2 y_i}{d\xi^2} + \left[ m_i(\xi) + \sum_{i+1}^{\infty} \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} h_i(\xi) y_i(\xi) d\xi \right] \cdot \frac{dy_i}{d\xi} + \frac{dm_i(\xi)}{d\xi} y_i(\xi) = \\ & = \sum_{k=1}^{i-1} \int_{\xi_k}^{\xi_{k+1}} h_k(\xi_{3ad}) y_k(\xi_{3ad}) \frac{dy_k(\xi - \xi_{3ad})}{d\xi} d\xi_{3ad} + \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} h_i(\xi_{3ad}) y_i(\xi_{3ad}) \frac{dy_i(\xi - \xi_{3ad})}{d\xi} d\xi_{3ad} + \\ & + \int_{\xi_i}^{\xi_{i+1}} m_i(\xi_{3ad}) y_i(\xi_{3ad}) \frac{dr_i(\xi_{3ad}, \xi_{3ad} - \xi)}{d\xi} d\xi_{3ad} + \sum_{k=i+1}^{\infty} \int_{\xi_k}^{\xi_{k+1}} m_k(\xi_{3ad}) y_k(\xi_{3ad}) \frac{dr_k(\xi_{3ad}, \xi_{3ad} - \xi)}{d\xi} d\xi_{3ad}, \end{aligned} \quad (1)$$

$$L \cdot \frac{d^2 y(\xi)}{d\xi^2} + K \cdot \frac{dy(\xi)}{d\xi} + N \cdot y(\xi) = V \quad (2)$$

$$\frac{dy}{dt} = m_{p_i}(\xi) \xi_i(t) - h_{p_i}(\xi) \xi_i^2(t). \quad (3)$$

1. Определение значений  $\mu$ ,  $\nu$  и  $\delta$  в выражениях (3) и (4) с целью вычисления  $h(\xi)$  и  $m(\xi)$ , как параметров, характеризующих темпы развития «параметрической» сложности элементов  $S_3$  и  $S_2$ .

$$h(\xi) = 1 - \exp\left(-\frac{\mu}{\nu + \xi^\delta}\right), \quad (4)$$

$$m(\xi) = \exp\left(-\frac{\mu}{\nu + \xi^\delta}\right), \quad (5)$$

2. В соответствии с выражением (5), при условии использования значений параметров  $A$ ,  $B$  и  $C$ , определение закона старения элементов СНВ  $\gamma_m(t)$ .  $ABC$  – анализ определяет специфику поведения элемента СНВ, а именно: способность к самообучению навыкам преодоления типовых средств ОС ( $A$ ), потенциал по преодолению средств ОС на начальном этапе организации негативного воздействия ( $B$ ), динамику изменения потенциала по преодолению средств ОС с ростом времени ( $C$ ).

$$\gamma_m(t) = 1 - \exp\left(-\frac{A}{B + t^C}\right), \quad (6)$$

3. Определение методом экспертных оценок коэффициента концентрации  $R$  элементов  $S_3$  и  $S_2$  (определяет вероятность концентрации элементов СНВ ( $L$ ) при доступе к  $i$ -му рубежу ОС( $P$ )) [2].

4. Определение в соответствии с математическими выражениями (3), (4) максимальных значений «параметрической» сложности  $\xi$  элементов информационных структур  $S_2$  и  $S_3$  и времени  $t$  [3].

5. Решение системы дифференциальных уравнений (1) и (2).

6. Преобразование декартовой системы координат  $(x, y, z)$  в сферическую:

$$x = t \sin(\theta) \cos(\varphi); \quad y = \xi \sin(\theta) \sin(\varphi) / 5; \quad z = 10Y(\theta) \cos(\varphi),$$

где  $0 \leq \theta \leq \pi$  и  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ .

7. Построение в декартовой системе координат графических зависимостей  $m(\xi)$ ,  $h(\xi)$  и их производных.

8. Построение в сферической системе координат  $(t, \xi, Y)$  графической зависимости  $Y(\xi, t)$ , как характеристики состояний ОС в интегральном представлении (рис. 2).

Блок – схема алгоритма «Оценка устойчивости функционирования ОС и СНВ» приведена на рис 1.

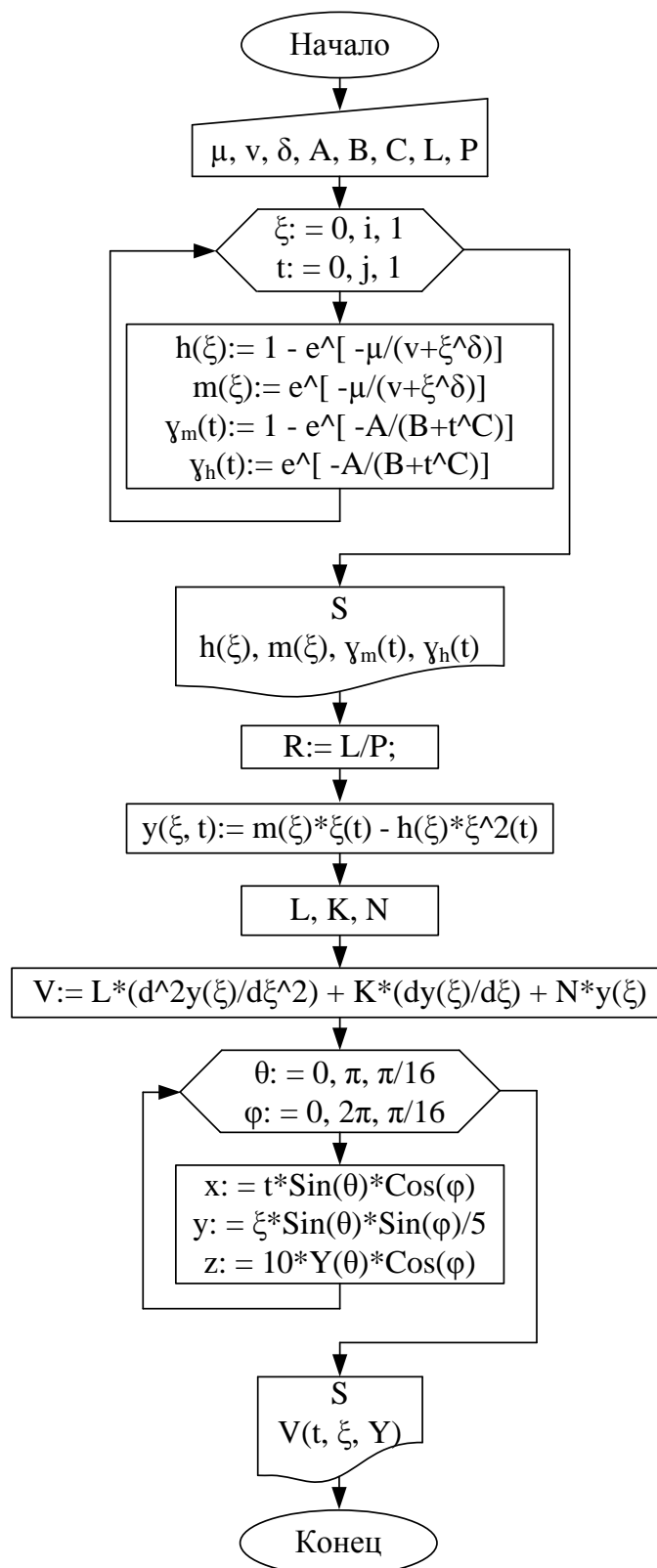


Рис 1. Блок – схема алгоритма «Оценка устойчивости функционирования ОС и СНВ»

Решением системы дифференциальных уравнений (1) и (3) на

плоскости является пересечение их множеств по координатам  $\xi, t, Y$ .

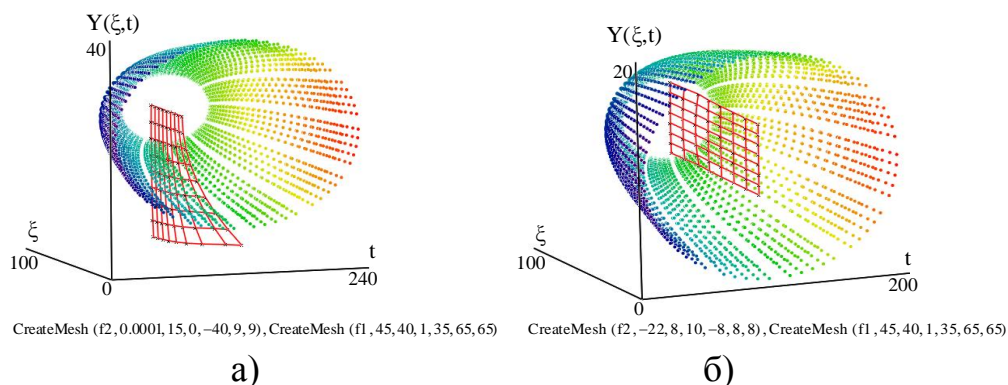


Рис. 2 Графическое решение системы уравнений (1) и (3)

На основе полученных результатов, необходимо отметить существование некоторой области (фазовой окрестности) пространства  $\{Y\}$ , которая представляет собой совокупность концентрических окружностей в виде множества точек, притягивающих траектории эволюции элементов информационной модели  $S_3$  и указывающих на области устойчивого функционирования подсистем ОС. В соответствии с теорией устойчивости технических систем по Ляпунову, данную совокупность будем интерпретировать, как аттрактор [2].

В области данного научного исследования целесообразно также рассмотрение такого понятия, как «странный аттрактор», который представляет собой область в пространстве фазовых координат между соседними окружностями и определяет временную неустойчивость функционирования динамической системы.

Таким образом, верно утверждать, что информационная система  $S_3$  устойчива, в случае если решение дифференциальных уравнений (1) и (3) принадлежит внутренней области концентрической окружности меньшего радиуса (рис.2, б). В том случае, если решение данной системы уравнений не попадает в эту область, верно говорить о неустойчивости элементов модели  $S_3$  по отношению к  $S_2$  (рис.2, а).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аверченков В.И., Фёдоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем // Учебное пособие – Москва: Изд-во Флинта, 2011. С. 52-54.
2. Сумин В. И. Операционально-ситуационное моделирование для иерархической жестко централизованной структуры

специализированного назначения [Текст] / В. Н. Прийма, С. В. Скрыль, В. И. Сумин // Научные ведомости БелГУ Серия История, экономика, политология, информатика. – 2010. – № 7 (78). – Вып. 14/1. – С. 120–127.

3. Жилияков, Е.Г. Вариационные методы анализа и построения функций по эмпирическим данным: моногр. / Е.Г. Жилияков. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 160 с.

V.I. Sumin, O.V. Isaev, A.G. Fadeev

**DEVELOPMENT OF SIMULATION MODEL OF STABILITY  
ASSESSMENT OF FUNCTIONING OF SECURITY SYSTEMS  
WITH REGARD NEGATIVE IMPACT**

*Voronezh Institute of Russian Federal Penitentiary Service*

*In order to provide highly reliable information processing in practice when assessing the sustainability of the security systems in terms of the negative effects, it is necessary not only to develop new models and algorithms for sustainable interaction security systems and outdoor surveillance systems, but also to consider the performance requirements in this proceeding of information processes.*

**Keywords:** sustainability, efficiency, information system, interaction model, information process