

Модель системы связи как источника отличительных признаков

А.А. Курило, М.А. Сорокин, Ю.И. Стародубцев

Военная академия связи им. С. М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Аннотация: В представленной статье описывается моделирование системы связи (далее СС) организуемой множеством узлов связи сети связи общего пользования (далее УС ССОП) и ее элементами. Задачей моделирования является получение взаимосвязанных исходных данных о множестве признаков по каждому исследуемому УС ССОП на каждый момент модельного времени с учетом реализованных процессов активизации и логики функционирования СС. Процесс функционирования СС, как источника признаков, исследуется с помощью комплексной аналитико-имитационной модели, так как для ее разработки учитываются детерминированные и случайные факторы. Проявление признаков является сложным процессом, так как СС постоянно находится в динамике. Однако, возрастающая интенсивность увеличения задействования средств связи и нагрузки в каналах связи, ведет к росту числа проявляющегося множества признаков. Причинами проявления множества признаков являются такие факторы как: динамика перемещения УС ССОП; режимы функционирования элементов ССОП и т.д. Все перечисленные факторы в модели используются, как активирующие проявление множества признаков.

Ключевые слова: система связи, сеть связи общего пользования, узел связи, признак элемента системы, информационное направление, активизирующий фактор.

Статья строится на проведенном анализе моделей [1-2] и способов моделирования, который показал то, что в прямой постановке вопрос моделирования СС ССОП как единого источника проявляющихся признаков не рассматривался. В ряде работ моделировались те или иные признаки, но при этом не учитывались [3-4]: признаковое пространство окружающего фона; формирование признаков осуществлялось применительно к точечным, фактически изолированным элементам СС без учета структуры системы ССОП.

Содержательное описание модели.

Процесс моделирования реализован в следующей последовательности действий, представленной на рис. 1.

Осуществляется ввод исходных данных: УС ССОП; информационные направления; элементы ССОП; средства связи (Рис. 1, Блок 1).

Определяется количество экспериментов (Рис. 1, Блок 2).

Для обеспечения заданной точности (ε) и достоверности (α) моделирования вычисляют необходимое количество статистических экспериментов E по формуле [5]:

$$E = t_{\alpha}^2 \frac{\sigma^2}{\varepsilon^2}, \quad (1)$$

где t_{α}^2 – табулированный аргумент функции Лапласа.

Задают цикл $e = 1, E, 1$, где e – текущее значение счетчика, с начальным значением равным единице; E – конечное значение счетчика; шаг изменения счетчика равен единице (Рис. 1, Блок 3).

Далее моделируют пространство. Моделирование района расположения элементов ССОП осуществляется путем построения прямоугольной системы координат ОХУ, где отмечают границы района, параллельные координатным осям.

Далее осуществляется моделирование топологии и структуры построения УС ССОП, которая представлена с учетом нескольких N групп элементов УС ССОП. Для каждой группы элементов осуществляется генерация координат районов их размещения, с помощью следующих соотношений [5]:

$$X_{\text{УС ПУ}}^{(1)} = X_{\text{min}}^{(1)} + (X_{\text{max}}^{(1)} - X_{\text{min}}^{(1)})D_{0,1} \quad (2)$$

$$Y_{\text{УС ПУ}}^{(1)} = Y_{\text{min}}^{(1)} + (Y_{\text{max}}^{(1)} - Y_{\text{min}}^{(1)})D_{0,1} \quad (3)$$

где $X_{\text{УС ПУ}}^{(1)}$ – координата элемента УС ССОП по оси X ; $Y_{\text{УС ПУ}}^{(1)}$ – координата УС ССОП по оси Y ; $X_{\text{max}}^{(1)}$ ($X_{\text{min}}^{(1)}$) – максимально и минимально возможное удаление элемента УС ССОП от района развертывания УС по оси X ; $Y_{\text{max}}^{(1)}$ ($Y_{\text{min}}^{(1)}$) – минимально и максимально возможное удаление элемента УС ССОП от района развертывания УС по оси Y . $D_{0,1}$ – случайное число, распределенное на интервале (0,1) [6].

Учитывают физико-географические условия местности. Все множество координат, принадлежащих району расположения элементов ССОП составляет - M , это множество подразделяется на две группы подмножества: 1 группа – доступное подмножество координат для размещения элементов ССОП – M_1 ; 2 подгруппа – не доступное подмножество координат для размещения элементов ССОП - M_2 . Следовательно: координаты элементов ИТКС ВН \in подмножеству M_1 ; координаты элементов ИТКС ВН \notin подмножеству M_2 .

Моделирование информационных направлений.

СС рассматривается как совокупность $\{M\}$ двухполюсных подсистем. Полюсами в двухполюсных системах являются УС ССОП. Каждому УС ССОП присваивается номер, нумеруется ИН, которое организуется между ними. Для моделирования ИН используется теория графов. задается граф связывающий УС ССОП, моделирующий структуру СС.

Построение маршрутов между УС ССОП.

Наиболее простым в реализации является алгоритм Дейкстры, который реализован в модели.

Вид матрицы маршрутов между всеми УС моделируемой СС представлен ниже [7]:

$$W = \begin{vmatrix} - & \{w\}_{1,2} & \dots & \{w\}_{1,N_{YC}} \\ \{w\}_{2,1} & - & \dots & \{w\}_{2,N_{YC}} \\ \dots & \dots & - & \dots \\ \{w\}_{N_{YC},1} & \{w\}_{N_{YC},2} & \dots & - \end{vmatrix}, \quad (4)$$

где $\{w\}_{i,j}$ – множество, содержащее последовательность транзитных УС ССОП для передачи информации между i -м и j -м УС (Рисунок 1, Блок 4).

Задают цикл $t_{\text{тек}} = 0, T, \Delta t$, где $t_{\text{тек}}$ – текущее значение счетчика, с начальным значением равным нулю; T – конкретное значение счетчика, соответствующее общему времени моделирования, Δt – шаг изменения

счетчика, соответствующий шагу изменения модельного времени (Рис. 1, Блок 5).

Применяют активизирующие факторы для перевода модели в динамическое состояние.

Имитация перемещения УС ССОП.

После перемещения УС ССОП процесс набора связей осуществляется снова.

Проверяют каждый УС ССОП на соответствие заданным требованиям по размещению, для чего последовательно выбирают каждый УС ССОП и вычисляют расстояния (r) между выбранным УС ССОП и а) линией отсчета (ЛО), б) другими УС ССОП.

Расстояние между i -м и j -м УС ССОП вычисляют по формуле определения расстояния между двумя точками на плоскости [8]:

$$r_{i,j} = \sqrt{(x_j^{yc} - x_i^{yc})^2 + (y_j^{yc} - y_i^{yc})^2}. \quad (5)$$

Расстояние между i -м УС ПУ и ЛСВ ($r_{i,ЛСВ}$) вычисляют по формуле определения расстояния между точкой и прямой, заданной двумя точками [8]:

$$r_{i,ЛО} = |x_i^{yc} - x_{L_a}| \pm \frac{|x_{L_{a+1}} - x_{L_a}| \cdot |y_{L_{a+1}} - y_i^{yc}|}{|y_{L_{a+1}} - y_{L_a}|}, \quad (6)$$

при $y_i^{yc} \in (y_{L_a}; y_{L_{a+1}})$ и $x_{L_a} \geq x_{L_{a+1}}$, где (x_{L_a}, y_{L_a}) и $(x_{L_{a+1}}, y_{L_{a+1}})$ соседние точки ЛО, $a = \overline{1, n-1}$, где n – количество точек ЛО.

Каждая точка (x, y) области, в которой может быть расположен i -й УС ССОП должна удовлетворять следующим требованиям [9]:

требованиям по удалению от других УС ССОП:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 \geq L^{min}(i, j); \\ x^2 + y^2 \leq L^{max}(i, j), \end{cases} \quad (7)$$

где $L^{min}(i, j)$, $L^{max}(i, j)$ – минимальное и максимальное расстояние между i -м и j -м УС ССОП; $j = \overline{1, N_{ПУ}}$, $N_{ПУ}$ – количество УС ССОП.

требованиям по удалению от ЛО:

$$\begin{cases} y \geq \frac{y_{L_{j+1}} - y_{L_j}}{x_{L_{j+1}} - x_{L_j}} \cdot (x - l_{min}^{УС_i}) + \frac{y_{L_j} x_{L_{j+1}} - x_{L_j} y_{L_{j+1}}}{x_{L_{j+1}} - x_{L_j}}, |y \in (y_{L_j}; y_{L_{j+1}}) \\ y \leq \frac{y_{L_{j+1}} - y_{L_j}}{x_{L_{j+1}} - x_{L_j}} \cdot (x - l_{max}^{УС_i}) + \frac{y_{L_j} x_{L_{j+1}} - x_{L_j} y_{L_{j+1}}}{x_{L_{j+1}} - x_{L_j}}, |y \in (y_{L_j}; y_{L_{j+1}}) \end{cases} \quad (8)$$

где (x_{L_j}, y_{L_j}) и $(x_{L_{j+1}}, y_{L_{j+1}})$ соседние точки на ЛО; $j = \overline{1, n-1}$, где n – количество точек ЛО; $l_{min}^{УС_i}$, $l_{max}^{УС_i}$ – минимально и максимально возможное расстояние между i -м УС ССОП и ЛО (Рис. 1, Блок 6).

Имитируют проявление признаков элементов ССОП на каждый момент модельного времени. Для этого строят график с временной зависимостью, на которой расположены признаки с частотой их проявления. Процесс моделируют при помощи датчика случайных чисел.

Моделируют фиксацию идентификационных признаков элементов ССОП [10]. По приему сообщения от k -го датчика ($k = \overline{1, N_{д.сд}}$, $N_{д.сд}$ – количество датчиков системы контроля), обеспечивается фиксация параметров идентификационных признаков элементов (ИП _{i} – параметр идентификационного признака элемента) относящихся к $N_{УС}$. Множество реализаций повторяется в соответствии с шагом моделирования ($i = \overline{1, T/\Delta t}$, i – текущий шаг моделирования).

Моделируют сбор данных о состоянии элементов ССОП. С каждого датчика отправляют сообщение с снятыми параметрами идентификационных признаков функционирующей СС на систему управления (Рис. 1, Блок 7).

Производят вывод данных моделирования. Выходные данные из модели включают в себя: время начала и окончания проявления признаков; место проявления признаков; время существования признаков. Форма представления выходных данных моделирования представлена на Рис. 2.

$A_{i,j}$ – множество, характеризующее состояние УС ПУ на i -м шаге моделирования в j -м эксперименте; $C_{n,m}$ – корреспондирующие УС ПУ n и УС ПУ m на i -м шаге моделирования в j -м эксперименте с принадлежащими им признаками; $N_{\text{УС ПУ}}$ – номер УС ПУ; S – количество шагов моделирования; E – количество статистических экспериментов (Рис. 1, Блок 8).

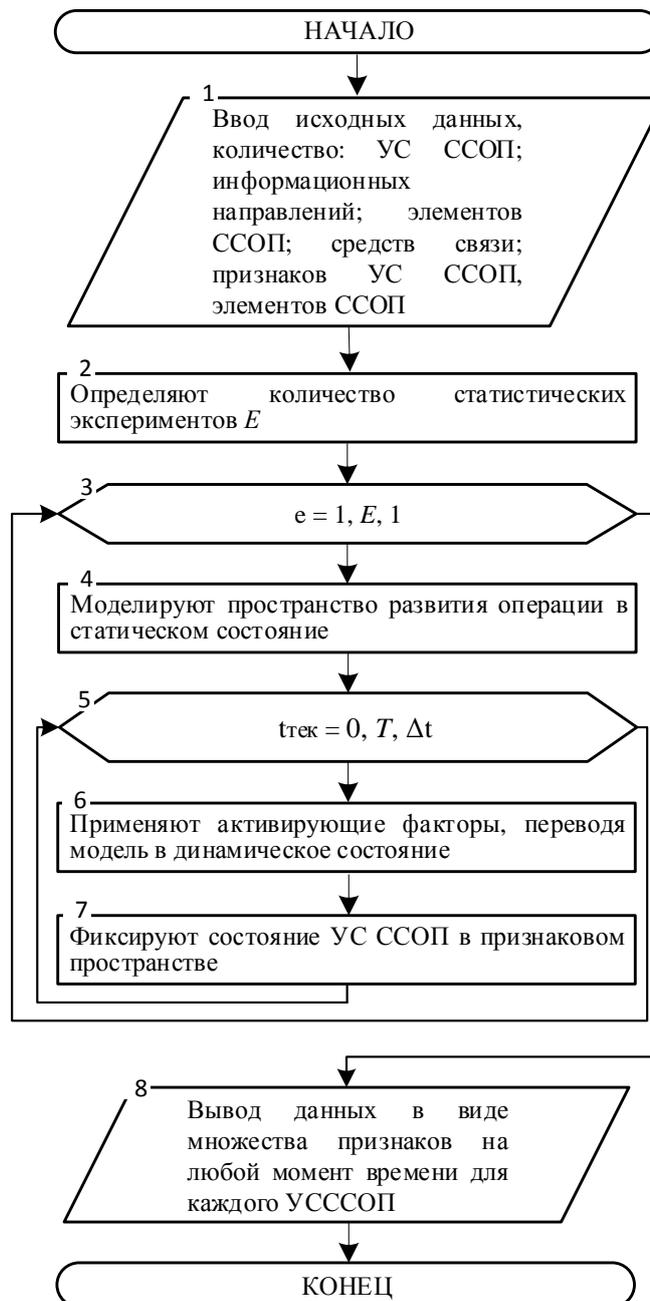


Рис. 1 – Блок-схема модели

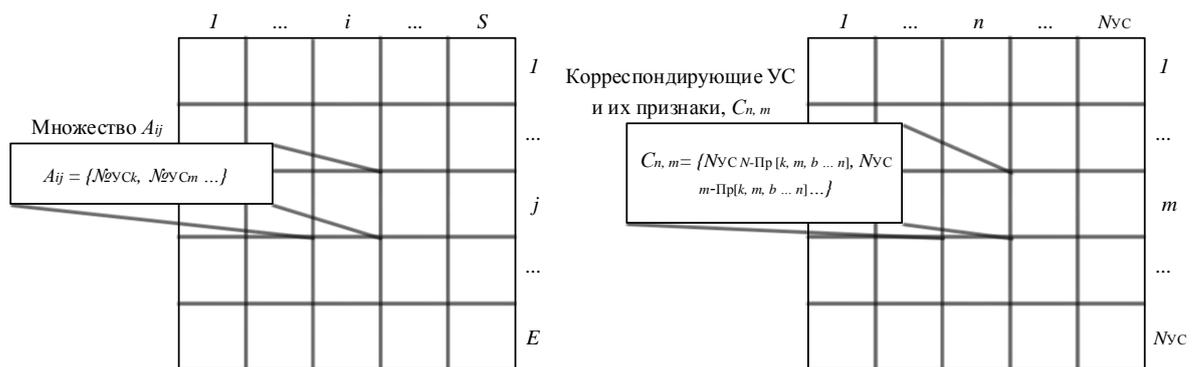


Рис. 2 – Форма представления выходных данных моделирования

Таким образом, в результате моделирования системы связи, состоящей из узлов связи, сети общего пользования получают статистически устойчивые данные о состоянии сети связи общего пользования, и информацию о проявляющихся признаках элементов сети связи общего пользования.

Литература

1. Тарасова И.А., Леонова А.В., Синютин С.А. Алгоритмы фильтрации сигналов биоэлектрической природы // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1481.
2. Берестень М.П., Зенов А.Ю. Концепция организации обработки информации в системах диагностики и распознавания // Инженерный вестник Дона, 2013, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1568.
3. GPSS/PS general-purpose simulation. Reference Manual. – Minuteman software. P.O. Box 171. Stow, Massachusetts 01775, 1986 г.
4. Minsky M.L., Papert S.A. Perceptron.-Cambridge: MIT Press, 1969. 258 с.
5. Игнатъев, Ю.Г., Агафонов А.А. Аналитическая геометрия евклидоваго пространства. Учебное пособие. I-II семестры. – Казань: Казанский университет, 2014. – 204 с.
6. Вадзинский, Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. – СПб.: Наука, 2001. – 295 с.



7. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия. Перевод на русский язык. Москва «Финансы и статистика» 1988. – 163 с.

8. Седякин Н.М. Элементы теории случайных импульсов. М.: Совюрадио, 1965г. – 224 с.

9. Симонов А.Н., Волков Р.В., Дворников С.В. Основы построения и функционирования угломерных систем координатометрии источников радиоизлучений – СПб.: ВАС, 2017. – 248 с.

10. Андриенко А.А. Основы радиоэлектронной борьбы, радиоэлектронная защита и безопасность связи. – ВАС, 1988.

Referances

1. Tarasova I.A., Leonova A.V., Sinyutin S.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1481.

2. Beresten` M.P., Zenov A.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1568.

3. GPSS/PS general purpose simulation. Reference Manual. Minuteman software. P.O. Box 171. Stow, Massachusetts 01775, 1986 g.

4. Minsky M.L., Papert S.A. Perceptron.-Cambridge: MIT Press, 1969. 258 с.

5. Ignat`ev, Yu.G. Analiticheskaya geometriya evklidovogo prostranstva. Uchebnoe posobie. I-II semestry` [Analytical geometry of Euclidean space]. Yu.G. Ignat`ev, A.A. Agafonov. Kazan`: Kazanskij universitet, 2014. 204 p.

6. Vadzinskij, R.N. Spravochnik po veroyatnostny`m raspredeleniyam [Probability Distributions Handbook]. SPb. : Nauka, 2001. 295 p.

7. Zhambyu M. Ierarxicheskij klaster-analiz i sootvetstviya. Perevod na russkij yazy`k Moskva «Finansy` i statistika» [Hierarchical Cluster Analysis and Compliance].1988. 163 p.

8. Sedyakin N.M. E`lementy` teorii sluchajny`x impul`sov [Elements of the theory of random impulses]. M.: Sovyuradio, 1965g. 224 p.



9. Simonov A.N., Volkov R.V., Dvornikov S.V. Osnovy` postroeniya i funkcionirovaniya uglomerny`x sistem koordinatometrii istochnikov radioizluchenij [Fundamentals of construction and operation of goniometric systems of coordinateometry of radio emission sources] SPb.: VAS, 2017. 248 p.

10. Andrienko A.A. Osnovy` radioe`lektronnoj bor`by`, radioe`lektronnaya zashhita i bezopasnost` svyazi [Fundamentals of electronic warfare, electronic protection and communication security]. VAS, 1988.