

УЧЕТ АКТИВНЫХ ПОМЕХ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСУ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.Н. Звиглянич, Ю.С. Литвинов

(Объединенный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил, Харьков)

При моделировании процесса функционирования АСУ специального назначения предлагается учитывать влияние активных помех путем оценивания степени изменения такого показателя канала передачи данных как вероятность искажения одиночного символа.

АСУ специального назначения, радиоэлектронное подавление, моделирование

Постановка проблемы в общем виде. Принятие решений при управлении сложными системами в настоящее время характеризуется широким применением АСУ. Анализ применения АСУ специального назначения дает основания говорить, что процесс функционирования данных систем, как правило, протекает в условиях радиоэлектронного подавления (РЭП). Решение задач анализа (синтеза) существующих (разрабатываемых) АСУ специального назначения предусматривает использование широкого спектра моделей. При этом учет влияния активных помех на процесс функционирования АСУ при построении моделей становится важной и актуальной задачей.

Анализ последних исследований и публикаций. Моделирование процессов функционирования АСУ является мощным средством при решении ряда задач, как на этапе проектирования данных систем, так и при проведении их модернизации. При этом выбор показателей эффективного использования каналов связи, как параметров модели АСУ, можно проводить на основе [1, 2], где даются основные аналитические зависимости, характеризующие процесс передачи данных. В работе [3] представлены подходы, направленные на снижение влияния помех в канале связи путем использования помехоустойчивых кодов. Влияние РЭП на функционирование информационных систем описывается в [4]. Детальное рассмотрение действия активных помех делает затруднительным использование в модели приведенных аналитических зависимостей в связи со значительным объемом требуемых исходных данных. Таким образом, вопрос выбора легко вычислимого, доступного показателя, учитывающего влияние РЭП при построении моделей функционирования АСУ, остается актуальным.

Постановка задачи. Моделирование процесса функционирования АСУ предусматривает необходимость учета значительного числа факторов. Как правило, детальное описание какого-либо одного фактора не приводит к повышению адекватности модели рассматриваемому реальному процессу. В нашей же задаче необходимо учесть влияние активных внешних помех с использованием минимального количества исходных данных, но при этом не нарушить принцип вещественно-энергетического баланса. Вероятность правильного приема переданного сообщения в самом общем виде можно представить как

$$P_s = (1 - p_1)^m,$$

где p_1 – вероятность искажения одиночного символа; m – число символов в сообщении.

В данном случае мы уходим от необходимости подробного рассмотрения реального процесса приема-передачи данных в канале связи. То есть, мы не учитываем вид модуляции сигнала, способ помехоустойчивого кодирования и т.д., но при этом количественно оцениваем вероятность правильного приема сообщения, сохраняя физический смысл процесса приема-передачи. Таким образом, представляется возможным, с допустимой точностью, при моделировании процесса функционирования АСУ проводить учет влияния активных помех на вероятность правильного получения сообщения по каналу связи путем определения вероятности искажения одиночного символа в условиях РЭП.

Обобщенное теоретическое решение задачи. Радиоэлектронные средства (РЭС), определяющие канал передачи данных АСУ, могут подавляться средствами РЭП только в том случае, когда отношение мощности помехи, попадающей в полосу пропускания радиоприемника, к мощности сигнала превышает некоторое минимально необходимое значение, характерное для данного вида помехи и сигнала. Дальность РЭП зависит от многих факторов [5]. Учесть все факторы чрезвычайно трудно. В связи с этим дальность подавления РЭС и необходимая мощность РЭП оцениваются математически по усредненным параметрам и уточняются в процессе натурных испытаний.

Введем в рассмотрение некоторую переменную [5]

$$\beta = \frac{P_{пп} G_{пп} \Delta F_{пр} v_{п}}{P_{пс} G_{пс} \Delta f_{п} K_{п}},$$

где $P_{пп}$ – мощность передатчика помех; $G_{пп}$ – коэффициент усиления антенны передатчика помех; $\Delta F_{пр}$ – полоса пропускания приемника; $v_{п}$ – коэффициент, учитывающий различие поляризации помехи и сигнала; $P_{пс}$ – мощность приемника; $G_{пс}$ – коэффициент усиления антенны при-

емника; Δf_{π} – ширина спектра помехи; K_{π} – коэффициент подавления по мощности.

Зона подавления (рис. 1) определяется радиусом [5]

$$R_{\pi} = D_{AB}\beta / (1 - \beta^2)$$

с центром, смещенным в сторону, противоположную от направления на передатчик радиосвязи, на величину $d_{\pi} = R_{\pi}\beta$.

В свою очередь, зона неподавления определяется радиусом

$$R_{\text{нп}} = D_{AB}\beta(\beta^2 - 1).$$

Центр окружности смещен относительно передатчика радиостанции в сторону противоположную направлению на передатчик помех на величину $d_{\text{нп}} = R_{\text{нп}}/\beta$.

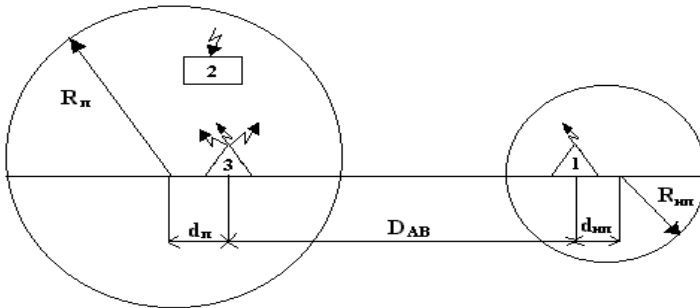


Рис. 1. Зоны подавления и неподавления радиосвязи: 1 – пункт управления, передающий сообщения; 2 – пункт управления, принимающий сообщения; 3 – станция активных помех

При этом вероятность искажения одиночного символа в зоне подавления можно считать равной единице, т.е. $P_1 = 1$. В свою очередь, в зоне неподавления вероятность искажения одиночного символа принимает значение, заданное в ТТХ, то есть $P_1 = P_1^{\text{ТТХ}}$.

Однократная сферическая расходимость энергии (передатчика станции активных помех) при распространении в одну сторону определяет ослабление энергии сигнала, обратно пропорционально второй степени расстояния [6]. Сделаем допущение, что вероятность искажения одиночного символа между зонами подавления и неподавления (рис. 2) определяется выражением

$$P_1 = c / r^2, \quad (1)$$

где c – коэффициент, учитывающий конкретные характеристики пунктов управления и станции активных помех; r – расстояние приемного пункта управления от зоны подавления станции активных помех.

С учетом (1), согласно рис. 2, $P_1^{TTX} = c/L_{\text{нп}}^2$, где $L_{\text{нп}} = D_{\text{AB}} - (R_{\text{п}} - d_{\text{п}}) - (R_{\text{нп}} - d_{\text{нп}})$. Тогда $c = P_1^{TTX} L_{\text{нп}}^2$.

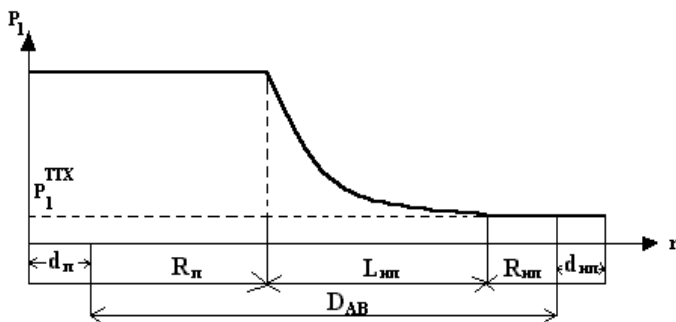


Рис. 2. График зависимости $P_1 = f(r)$

Окончательно запишем

$$P_1(r) = \frac{P_1^{TTX} L_{\text{нп}}^2}{r^2}. \quad (2)$$

Выводы. При моделировании процессов функционирования АСУ специального назначения полученное аналитическое выражение (2) позволяет учитывать в моделях влияние РЭП не только путем выделения зон подавления и неподавления, но и количественно оценивать влияние активных помех на трафике передачи сообщений между данными зонами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олійник В.Ф. *Основи теорії зв'язку*. – К.: Техніка, 2000. – 150 с.
2. *Современные высокоскоростные цифровые ТС. Ч. 2. Основы технологии АТМ* / В.Н. Гордиенко, С.Н. Ксенофонтов и др. – М.: МТУСИ, 1998. – 65 с.
3. Ирвин Дж., Харль Д. *Передача данных в сетях: инженерный подход: Пер.с англ.* – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2003. – 448 с.
4. Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А.И. *Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиопротиводействие*. – М.: МАИ, 2002. – 218 с.
5. Палий А.И. *Радиоэлектронная борьба*. – М.: Воениздат, 1989. – 350 с.
6. *Радиоэлектронные системы: основы построения и теории. Справочник* / Я.Д. Ширман, Ю.И. Лосев, Н.П. Минервин и др. Под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: ЗАО “МАК ВИС”, 1998. – 828 с.

Поступила 17.02.2005

Рецензент: доктор военных наук, профессор И.О. Кириченко,
Харьковский университет Воздушных Сил.