

М. Хашан, Ю. Д. Широков

Донецкий национальный технический университет г. Донецк
кафедра автоматики и телекоммуникаций

E-mail: shirokov38@mail.ru

МОДЕЛЬ ОШИБОК В СОСТАВНЫХ КАНАЛАХ СВЯЗИ

Аннотация.

Хашан М., Широков Ю.Д. Модель ошибок в составных каналах связи. В статье представлена модель составного канала и на основе одномерных пуассоновских потоков ошибок в звеньях составного канала связи предложена многомерная пуассоновская модель, позволяющая учитывать образование групповых ошибок в сообщении, передаваемом через звенья канала и определять их вероятностные характеристики.

Ключевые слова: составной канал связи, многомерное распределение ошибок Пуассона, модель, вероятностные характеристики.

Key words: compound communications, channel, multivariate Poisson distribution of errors, model, characteristic of probability.

Постановка проблемы.

Оценка достоверности информации, передаваемой по каналам телекоммуникаций, производится по математическим моделям потоков ошибок и каналов связи. Разработано много моделей, учитывающих влияние отдельных факторов, характеризующих каналы связи, на достоверность передаваемой по ним информации: в (1) определяются распределение ошибок и интервалов между ними в фиксированные интервалы времени; в (2) устанавливается взаимосвязи параметров импульсных помех и занятого стационарного симметричного канала; в (3) определяются вероятностные характеристики информационного потока при различных физических состояниях канала; в (4) для определения потока ошибок используется сочетание линейной и нейросетевой модели, сводящихся к скрытой марковской модели; в (5) определяются зависимости возникновения потока ошибок от размера сообщений, модели группирования ошибок и др.

Эти модели не учитывают того, что транспортная система телекоммуникационной сети может объединять линии связи с различными физическими средами, технологиями передачи и источниками помех, то есть для обмена информацией формируется составной канал (СК).

Целью данной работы является разработка модели потока ошибок в сообщении, прошедшем через звенья составного канала (СК) в телекоммуникационной сети, представительного на рис. 1.

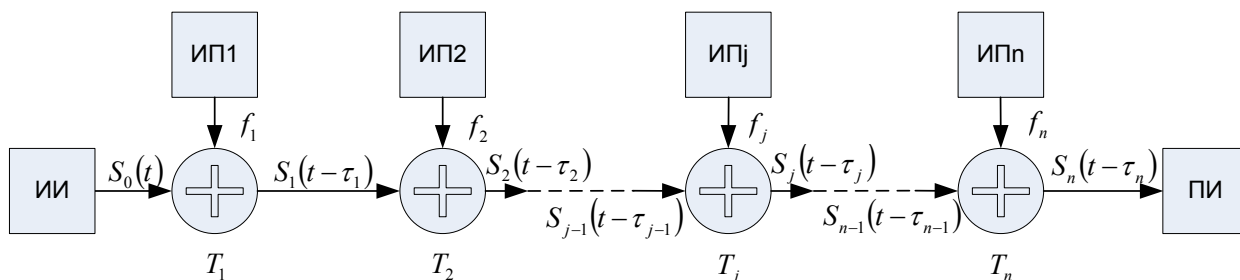


Рис. 1 – Структура составного канала связи

Каждое звено СК характеризуется входным $S_{j-1}(t - \tau_{j-1})$ и выходным $S_j(t - \tau_j)$ сигналами заданной длины сдвинутыми во времени относительно входного сигнала СК $S_o(t)$ на интервалы запаздывания τ_{j-1} и τ_j , длительностью нахождения сигнала в звене T_j , определяемой скоростью передачи и длиной сообщения наличием независимого от источников помех других звеньев источника импульсных помех (ошибок) ИП i_j ; генерирующего импульсных помех (ошибки), распределенные по пуассоновскому закону со средней частотой следования f_j :

$$P(i_j - T_j) = \frac{(f_j T_j)^{i_j}}{i_j!} \cdot \exp(-f_j T_j), \quad (1)$$

где $P(i_j - T_j)$ - вероятность появления i_j ошибок на интервале T_j от i -го источника помех.

Решение задачи.

Анализ прохождения сообщения через звенья СК показывает, что происходит накопление ошибок и совокупность вносимых ошибок в каждом из звеньев, кроме первого, представляет много мерную случайную величину, закон распределения которой в силу независимости источников помех звеньев может быть найден через одномерный распределения (1) звеньев СК:

$$P(i_1 T_1, i_2 T_2 \dots i_j T_j) = \exp\left[-\sum_{k=1}^j f_k T_k\right] \prod_{k=1}^j \frac{(f_k T_k)^{i_k}}{i_k!}, \quad (2)$$

Для каждого звена СК с учетом (2) могут быть определены вероятностные характеристики сообщения:

Вероятность прохождения сообщения через звено без ошибок:

$$P(m_j = 0, T_j) = \exp\left[-\sum_{k=1}^j f_k T_k\right], \quad (3)$$

Вероятность появления m_j ошибок с учетом их группирования:

$$P(m_j, T_j) = \frac{\left(\sum_{k=1}^j f_k T_k\right)^{m_j}}{m_j!} \cdot e^{-\sum_{k=1}^j f_k T_k}, \quad (4)$$

где $m_j = \sum_{k=1}^j j_k$, $i_k = 0, 1, 2, \dots$ - суммарное количество ошибок в сообщении при передаче по «j» звеньям СК.

Двойные ошибки внесенные в разных звеньях СК в сообщении могут быть скомпенсированные, если они попадают на один бит. Вероятность этого события

$$P_o(m_j = 2, T_j) = P(m_{j-1} = 1, T_{j-1}) \cdot P(m_j = 1, \tau_j) = f_{j-1} T_{j-1} f_j \tau_j \cdot \exp[-(f_{j-1} T_{j-1} + f_j \tau_j)], \quad (5)$$

где τ_j - длительность бита сигнала в j -м звене СК.

Сравнительные значения, достоверности сообщения длиной $N = 12550$ бит, передаваемого по СК из двух звеньев, в которых действуют помехи с частотами

$$f_1 = f_2 = 0.5 \frac{1}{C},$$

V_1, V_2 - скорости передачи в звеньях СК, P_o - побитовая вероятность ошибки.

Звенья СК	Показатели							
	V_1 , Мбит/с	V_2 , Мбит/с	P_o	$P_{ош}, \times 10^{-4}$	$P(1), \times 10^{-4}$	$P(2), \times 10^{-7}$	$P(2), \times 10^{-10}$	$P(2), \times 10^{-8}$
1	1,0	-	0,9994	6	5,996	1,799	-	4,997
2	-	0,5	0,9988	12	11,985	7,191	-	9,987
СК	1,0	0,5	0,9982	18	17,967	16,171	5,98	14,94
СК	0,5	0,5	0,9976	24	23,942	28,73	11,97	19,95
СК	1,0	1,0	0,9988	12	11,985	7,191	2,996	9,987
СК	0,5	1,0	0,9982	18	17,967	16,171	5,98	14,97

Выводы.

На основании вышеизложенного следует.

1. Реальные телекоммуникационные каналы связи предоставляют собой совокупность отдельных последовательно соединенных каналов с различными параметрами передачи сообщений и источников помех.
2. Источники помех в звеньях СК формируют поток ошибок с одномерным пуассоновским распределением.
3. При передаче по СК сообщения в нем формируются групповые ошибки, потоки которых в каждом из звеньев СК описываются соответствующими многомерными пуассоновскими распределениями.
4. Предложенная модель позволяет более точно определить вероятностные характеристики ошибок сообщений.

Список источников.

1. Б.Е. Аесенов, А.М. Александров. Об одном методе исследования потоков ошибок в каналах связи. Сб. «Проблемы передачи информации». М – 1968 – Т4. – Вып. 4. – с.79-83.
2. М.В. Арсеньев. Повышение достоверности передачи служебной информации по занятым телефонным каналам. Автореферат на соиск. уч. Степени к.т.н. –М. – 2007. – с.21.
3. В.М. Деундяк, М.А.Жданова. Обобщенная марковская модель источника ошибок q - ичного цифрового канала нескольких физических состояний. Математика и ее приложение: ЖИМО. – 2010. – Вып. 1(7). – с.33-40.
4. В.Р. Чакрян. Многомерные стохастические и имитационные модели телетрафика и каналов передачи данных в условиях помех. Автореферат на соиск. уч. Степени к.т.н. – Ростов на Дону. – 2009. – с.17.
5. В.Я. Певнев, М.В. Цуранов. Экспериментальное в канале связи. Электронный ресурс: <http://www.nbu.gov.ua>.