

УДК 537.531

## УМЕНЬШЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО РАДИОКАНАЛУ

*Шилко К.Н.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Белошицкий А. П. – кандидат технических наук, доцент*

Доклад посвящен проблеме уменьшения вероятности ошибки при передаче телеметрической. Приводится оценка погрешности телеизмерений из-за наличия помех и рекомендаций по их уменьшению.

В буквальном смысле телеметрия - означает измерение на расстоянии. Содержание современной телеметрии составляет широкий круг задач, связанных с получением, преобразованием, передачей и обработкой измерительной информации, используемой при управлении удаленными объектами, определении их состояния, изучении физических процессов в местах, где непосредственное присутствие наблюдателя затруднено или невозможно. Основные части телеметрической системы — передающая часть и приемно-регистрирующая часть.

В современных информационных телеметрических системах в состав их передающей части входит аппаратура предварительной обработки информации, обеспечивающая сокращение избыточности передаваемых сообщений, получение обобщенных данных, согласование производительности системы с пропускной способностью канала связи и решение других задач.

Приемно-регистрирующая аппаратура обеспечивает прием, селекцию, декодирование, регистрацию и отображение телеметрической информации. Принятый сигнал с выхода приемника поступает в устройство селекции и декодирования. Здесь осуществляется выделение части телеметрических сигналов, которые поступают в устройство визуального отображения данных. Этим достигается возможность оперативного контроля наиболее важных параметров в темпе приема информации. Одновременно весь поток принимаемых данных после необходимых преобразований поступает на вход регистрирующего устройства.

Основными операциями первичной обработки телеметрической информации являются дешифровка данных, отбраковка ошибок, усреднение отсчетов, выделение экстремальных значений параметров, контроль за отклонением от номинальных значений и некоторые другие операции.

Основным видом информации, принимаемым от передающей части, является телеметрическое сообщение. Телеметрическое сообщение — это сообщение, передаваемое телеметрической системой, несущее информацию о контролируемых событиях и процессах. Значащая часть сообщения представлена в виде  $k$ -значных двоичных чисел с повышенной точностью.

Шумы и помехи в канале связи искажают кодовые комбинации, что приводит к ошибкам при декодировании. Для повышения качества передачи используются специальные корректирующие коды, обнаруживающие и исправляющие часть ошибок [1].

Однако ни один код не может исправить все ошибки. Это означает, что после декодирования принятые  $k$ -значные двоичные числа регистрируются с вероятными ошибками в одном или нескольких разрядах. В настоящее время при традиционном использовании блочных кодов показателем эффективности является вероятность ошибки декодирования. При этом вопрос о величине той или иной ошибки (о «цене» ошибки), т.е. об ущербе, возникающем при ее возникновении, остается вне внимания теории корректирующих кодов. Оценим погрешности телеизмерений из-за наличия помех.

Если передается числовое сообщение  $m_i$ , записанное в виде  $k$ -значной кодовой комбинации, а приемник регистрирует сообщение  $m_j$ , то разность между ними можно записать в виде вектора ошибки  $\Delta_{ij}$  (в виде  $k$ -значного числа):

$$\Delta_{ij} = m_i - m_j, (1)$$

где единицами отмечены разряды, принятые с ошибкой. Рассмотрим ситуации, когда наиболее вероятными являются одиночные ошибки. Модуль ошибки в s-разряде ( $s = 1, 2, \dots, k$ ) однозначно зависит от номера ошибочного разряда:

$$|\Delta_s| = 2^{s-1}, (2)$$

Рассмотрим совокупность ошибок, вызванных поражением помехами каждого из k разрядов. Используем сделанное выше допущение о статистической независимости таких событий, как композицию случайных потоков ошибок с индивидуальными статистиками. Воспользуемся выражением для суммарной интенсивности потока ошибок при приеме [2]:

$$\Delta_c^{-2} = \sum_{s=1}^n \Delta_s^{-2} P_s = \sum_{s=1}^k 2^{2(s-1)} P_s, (3)$$

где s – разряд с ошибкой, k – разряд, n – кол-во ошибок,  $P_s$  -поток ошибок. Среднеквадратичная величина из формулы выше находится в виде:

$$\Delta_c = \sqrt{\sum_{s=1}^k 2^{2(s-1)} P_s} = \frac{M}{2} \sqrt{\sum_{s=1}^k 2^{2(s-k)} P_s}, (4)$$

Из выражения (4) следует, что если при приеме сигнала происходит ошибка в том или ином разряде исходной кодовой комбинации, то цена ошибки, т.е. погрешность измерения, будет существенно зависеть от номера пораженного разряда – чем старше разряд, тем выше погрешность.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о целесообразности построения канала передачи цифровой телеметрической информации таким образом, чтобы при заданных ограничениях на скорость передачи и мощность передатчика в максимальной степени обеспечить защиту от помех старших по иерархии разрядов принимаемого кода и за счет этого минимизировать погрешность телеизмерений.

Список использованных источников:

1. Питерсон, У. Коды, исправляющие ошибки /У. Питерсон, Э. Уэлдон- М.: Мир, 1976. – 595 с.
2. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей /Е.С. Вентцель - М.: Наука, 1964. – 575 с.