

К ВОПРОСУ О СООТНОШЕНИИ ВЕРОЯТНОСТНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК В СИСТЕМАХ СО СТИРАНИЕМ

В.П.Шувалов

При обмене информацией вычислительных центров (ВЦ) друг с другом и ВЦ с потребителями информации встает задача обеспечения высокой верности обмена информацией, поскольку искажение последней обесценивает результаты работы ЭВМ, иногда приводя к непоправимым последствиям.

Одним из возможных способов обеспечения заданного качества обмена информацией является работа с использованием решающей обратной связи. При этом функции обнаружения ошибок в информации, поступающей на ВЦ, могут быть возложены на ЭВМ. Это позволяет наиболее полно использовать возможности системы с обратной связью как системы с адаптацией. Для обнаружения ошибок в последнее время в сочетании с кодовыми методами стали широко использоваться косвенные методы, которые предусматривают поимпульсную оценку принимаемой информации. Любой косвенный метод обнаружения ошибок описывается следующими тремя характеристиками - вероятностью правильного стирания ($P_{пс}$), вероятностью ложного стирания ($P_{лс}$) и вероятностью появления необнаруженной ошибки ($P_{но}$). При этом характеристики двоичного симметричного канала (ДСК) и характеристики двоичного симметричного канала со стиранием (ДСКС) связаны следующими соотношениями:

$$P_{ош} = P_{но} + P_{пс} \quad (1)$$

$$Q_о = 1 - P_{но} - P_{пс} \quad (2)$$

где $P_{ош}$ и $Q_о$ - вероятность ошибочного и правильного приема, соответственно, в ДСК.

Рассмотрим в самом общем виде соотношения между вероятностными характеристиками ДСКС, имеющие место при использовании косвенных методов как в оптимальных, так и в неоптимальных приемниках. Под оптимальным приемником здесь понимается приемник, который при заданном методе приема и виде помехи обеспечивает минимальную среднюю вероятность ошибки. Определим предельное соотношение между вероятностями ложного и правильного стирания для оптимального приемника, для чего докажем следующую теорему:

Теорема: Для оптимального приемника вероятность ложного стирания больше или равна вероятности правильного стирания.

Доказательство: Предположим, что используемый в оптимальном приемнике детектор качества позволяет получить

$$P_{л.с.} > P_{п.с.}$$

Если отказаться от использования обратной связи и инвертировать на выходе решающего устройства все символы, подвергшиеся стиранию, то при этом вероятность ошибки в ДСК ($P_{ош}^*$) будет определяться соотношением

$$P_{ош} = P_{л.с.} + P_{п.с.}^{(ин)}$$

Так как $P_{л.с.} < P_{п.с.}$, то и $P_{ош} < P_{ош}^*$, что противоречит определению оптимального приемника. Следовательно $P_{л.с.} \geq P_{п.с.}$, что и требовалось доказать.

Для неоптимального приемника всегда можно найти такие методы, параметры и области контроля, при которых будет иметь место соотношение $P_{п.с.} - P_{л.с.} > 0$. При этом, очевидно, что всегда будет выполняться неравенство

$$P_{п.с.} - P_{л.с.} \leq P_{ош}' - P_{ош}^{(опт)} \quad (3)$$

где $P_{ош}'$ - вероятность ошибки, имеющая место для ДСК с неоптимальным приемником.

Из (3) следует, что для ДСКС с неоптимальным приемником можно подобрать такие параметры контроля и область стирания, для которых при $P_{л.с.} = 0$ будет иметь место равенство

$$P_{п.с.} = P_{ош}' - P_{ош}$$

В этом случае при отказе от обратной связи и инвертировании символов, сопровождающихся сигналом "стирание", неоптимальный приемник превращается в оптимальный.