

«Сейфуллин окулары – 16: Жаңа формациядағы жастар ғылыми – Қазақстанның болашағы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана. - 2020. - Т. II. - С. 372-373

## **ОБ ОБНАРУЖЕНИИ ОШИБОК ПРИ ПОМОЩИ КОДА ХЭММИНГА**

*Мухамеджанов Нурсултан*

На сегодняшний день в мире передается огромное количество информации, хотя системы передачи данных отвечают всем требованиям. Они не являются столь совершенными. При передаче данных могут возникать помехи. Помехоустойчивость – способность системы осуществлять прием информации в условиях наличия помех в линии связи и искажений во внутри аппаратных трактах. Помехоустойчивость обеспечивает надежность и достоверность передаваемой информации (данных). Управление правильностью передачи информации выполняется с помощью помехоустойчивого кодирования. Есть коды, обнаруживающие ошибки, и корректирующие коды, которые еще и исправляют ошибки. Помехозащищенность достигается с помощью введения избыточности, дополнительных битов. В симплексных каналах связи устраняют ошибки с помощью корректирующих кодов. В дуплексных – достаточно применения кодов, обнаруживающих ошибки. ([1], [2])

Исправлять ошибки труднее, чем их детектировать или предотвращать. Процедура коррекции ошибок предполагает два совмещенные процесса: обнаружение ошибки и определение места (идентификация сообщения и позиции в сообщении). После решения этих двух задач, исправление тривиально – надо инвертировать значение ошибочного бита. В наземных каналах связи, где вероятность ошибки невелика, обычно используется метод детектирования ошибок и повторной пересылки фрагмента, содержащего дефект. Для спутниковых каналов с типичными для них большими задержками системы коррекции ошибок становятся привлекательными. Здесь используют коды Хэмминга или коды свертки.

Код Хэмминга — вероятно, наиболее известный из первых самоконтролирующихся и самокорректирующихся кодов. Он построен применительно к двоичной системе исчисления, позволяет исправлять одиночную ошибку (ошибка в одном бите) и находить двойную. ([3]). Они позволяют не только обнаруживать ошибки, но и исправлять их. Для построения кода необходимо определить: количество контрольных разрядов; общую структуру кода и места расположения контрольных разрядов; те позиции кода, которые контролируются каждым из контрольных разрядов; способ построения опознавателя ошибок.

Теория кодов Хэмминга разработана выдающимся американским ученым Р.В.Хэммингом и опубликована в 1950 году. Несмотря на то, что в последующие годы были разработаны более эффективные коды, коды Хэмминга применяются и сегодня достаточно широко, причем постоянно появляются все новые области применения этих кодов. Основными достоинствами кода Хэмминга, которые определили их широкое распространение, является возможность обнаружения и коррекции ошибок малой кратности (т.е. наиболее распространенных) при минимальной избыточности, простота реализации кодирующих и декодирующих

устройств, а так же простая и строго формализованная процедура построения кода. ([4])

Рассмотрим на примере нахождение ошибки в сообщении, пользуясь кодом Хэмминга. Пусть передано сообщение 1111 1011 0010 1100 1101 1100.

Это сообщение состоит из 24 символов, из них 18 информационных, а 5 – контрольных. Это разряды  $b_1 = 1, b_2 = 1, b_4 = 1, b_8 = 1, b_{16} = 0$ .

Вычислим число  $J$  для обнаружения ошибки: введем для удобства следующие множества:

$V_1 = 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, \dots$  – все числа, у которых первый разряд равен 1

$V_2 = 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 22, 23, \dots$  – все числа, у которых второй разряд равен 1

$V_3 = 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, \dots$  – все числа, у которых третий разряд равен 1

$V_4 = 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 24, \dots$  – все числа, у которых четвертый разряд равен 1,

$V_5 = 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, \dots$  – все числа, у которых пятый разряд равен 1.

Разряды числа  $J$  определяются следующим образом:

$$j_1 = b_1 + b_3 + b_5 + b_7 + b_9 + b_{11} + b_{13} + b_{15} + b_{17} + b_{19} + b_{21} + b_{23} = 1$$

$$j_2 = b_2 + b_3 + b_6 + b_7 + b_{10} + b_{11} + b_{14} + b_{15} + b_{18} + b_{19} + b_{22} + b_{23} = 0$$

$$j_3 = b_4 + b_5 + b_6 + b_7 + b_{12} + b_{13} + b_{14} + b_{15} + b_{20} + b_{21} + b_{22} + b_{23} = 0$$

$$j_4 = b_9 + b_{10} + b_{11} + b_{12} + b_{13} + b_{14} + b_{15} + b_{24} = 0,$$

$$j_5 = b_{16} + b_{17} + b_{18} + b_{19} + b_{20} + b_{21} + b_{22} + b_{23} + b_{24} = 1.$$

То есть число  $J = 10 = 1$ .

Таким образом, ошибка произошла в семнадцатом разряде переданного числа. В этом примере мы рассмотрели, как можно обнаружить одиночную ошибку.

Также стоит отметить, что существуют более совершенные модификации данного алгоритма, которые позволяют обнаруживать (и если возможно исправлять) большее количество ошибок.

#### Список литературы:

1. Fish, W., Key, J.D., Mwambene, E., Rodrigues, B.G. «Hamming graphs and special LCD codes.»/ Journal of Applied Mathematics and Computing/61(1-2), 2019 с. 461-479
2. Пенин П. Е., Филиппов Л. Н. «Радиотехнические системы передачи информации». /М.: Радио и Связь./1984, 256 с.
3. Блейхут Р. «Теория и практика кодов, контролирующих ошибки». Пер. с англ./ М.: Мир./ 1986, 576 с.
4. <https://gigabaza.ru/doc/52400.html> (дата обращения: 12.03.2020).

*научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Аскарлова А.Ж.  
кафедры «Высшая математика»*