

## 2 Построение и характеристики эффективных кодов

При малом алфавите источника сообщений и неравновероятных символах  $p(x)$  выгодно кодировать не отдельные символы, а целые блоки из нескольких символов (букв). Данный практический расчет, при начальном числе сообщений, равном двум, позволяет убедиться в этом. Порядок выполнения его следующий.

1. В качестве значащих цифр значения вероятности  $p(x_i)$  выбирается номер квартала и дня рождения студента. Например, при дате рождения 12 апреля (2-й квартал) вводимое значение вероятности  $p(x_1) = 0,212$ , а при дне рождения 7 ноября (4-й квартал) –  $p(x_1) = 0,407$ . Для двоичного источника сообщений –  $x_1$  и  $x_2$  задание вероятности  $p(x_i)$  однозначно определяет значение  $p(x_2) = 1 - p(x_1)$ , т.е. при  $p(x_1) = 0,212$   $p(x_2) = 1 - 0,212 = 0,788$ , а при  $p(x_1) = 0,407$   $p(x_2) = 0,593$ , поскольку два сообщения источника составляют полную группу событий.

2. Составляется очевидная исходная таблица, как образец последующих таблиц, при эффективном кодировании для двоичного источника сообщений, передающего всего две буквы, по процедуре Шеннона – Фано.

Буквы в таблице располагаются в порядке убывающих вероятностей. Букве с большей вероятностью приписывается символ 0 (или 1), с меньшей – 1 (или 0).

*Таблица 2.3. Исходная таблица ( $\ell = 1$ )*

Буква	$p(x_i)$	Разбиения	Коды	$n_k$
$x_1$	0,788	I	0	1
$x_2$	0,212	II	1	1

$$\Sigma = 1$$

Очевидная длина кодового слова  $n_k = 1$ .

3. Производится укрупнение символов источника сообщений до двух букв ( $\ell = 2$ ). Кодлируемые сообщения  $y_i$  состоят из всех различных попарных

комбинаций  $x_1$  и  $x_2$ . Вероятность значений  $y$  определяется произведением вероятностей значений  $x$ , составляющих  $y$ . Данные заносятся в таблицу 2.4. для своих вероятностей.

После заполнения таблицы определяется среднее число символов в полученном коде (см. формулу 2.2) и оценивается число символов  $n_1$  в коде на исходную букву  $x_i$  алфавита источника ( $n_1 = n_{cp} / \ell$ , где  $\ell$  – число объединяемых букв).

**Таблица 2.4.** Укрупнение символов источника до двух букв ( $\ell = 2$ )

Буква	$p(y_i)$	Разбиения			Коды	$n_k$
		1	2	3		
$y_1 = x_1x_1$	0,621	0			0	1
$y_2 = x_1x_2$	0,167	—	10		10	2
$y_3 = x_2x_1$	0,167	1	—	110	110	3
$y_4 = x_2x_2$	0,045		11	111	111	3

$$\Sigma = 1$$

4. Производится последующее укрупнение символов источника до трех букв ( $\ell = 3$ ), строится и заполняется таблица 2.5 по аналогии с таблицей 2.4. Однако теперь укрупненных букв  $z_i$  будет уже 8.

**Таблица 2.5.** Укрупнение символов источника до трех букв ( $\ell = 3$ )

Буква	$p(z_i)$	Разбиения	Коды	$n_k$
$z_1 = x_1x_1x_1$	0,489			
$z_2 = x_1x_1x_2$	0,199			
$z_3 = \dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$z_4 = \dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$z_5 = \dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$z_6 = \dots$	$\dots$			
$z_7 = \dots$	$\dots$			
$z_8 = x_2x_2x_2$	0,095			

$$\Sigma = 1$$

Определяется среднее число символов в полученном эффективном коде и при  $\ell = 3$  находится число символов на одну исходную букву источника  $x_i$ . Построить на одном графике для  $y$  и для  $z$  зависимости  $n_{cp}(\ell)$  и  $n_k(\ell)$  и сделать соответствующие выводы.

5. Для значений  $y$  (табл. 2.4) и  $z$  (табл. 2.5) строятся кодовые деревья.. Двигаясь по кодовому дереву сверху вниз, необходимо определить для каждой из букв  $y$  и  $z$  (при  $\ell = 2$  и  $\ell = 3$ ) соответствующие им кодовые комбинации.

6. Записать для значений  $z$  коды впритык, без разделительных символов, в последовательном порядке от  $z_1$  до  $z_8$ , поскольку эффективные коды – это коды без запятой. В получившейся последовательности заменить 5-ый одиночный символ (0 или 1) на противоположный (1 или 0) и декодировать весь искаженный ряд, отметив новые получившиеся значения  $z_i$ . Прodelать это же самое для записи значений  $z$  в обратном порядке от  $z_8$  до  $z_1$ . Определить в обоих случаях длину трека ошибки. Сформулировать основные выводы по заданию.

После выполнения практического расчета он на следующем занятии сдается преподавателю для проверки.