

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА

ФАКУЛЬТЕТ ВЕЧЕРНЕГО И ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

А.В. Бородко, А.И. Дементьев
Д.И. Кирик, О.С. Когновицкий

СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

200900



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2005

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА

ФАКУЛЬТЕТ ВЕЧЕРНЕГО И ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

А.В. Бородко, А.И. Дементьев
Д.И. Кирик, О.С. Когновицкий

СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

200900



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2005

Бородко А.В., Дементьев А.И., Кирик Д.И., Когновицкий О.С. Системы документальной электросвязи: методические указания (спец. 200900) / СПбГУТ. СПб, 2005.

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом университета (2005, п. 18).

Приведены программа дисциплины, варианты задания и необходимая литература. Указаны вопросы, на которые необходимо обратить внимание при изучении данной дисциплины.

© А.В. Бородко, А.И. Дементьев, Д.И. Кирик, О.С. Когновицкий, 2005

© Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2005

Редактор *Л.А. Медведева*

Компьютерный набор и верстка *О.А. Шишагина*

Подписано к печати 24.05.2005

Объем 0,5 печ. л. Тираж 250 экз. Зак. 383

РИО СПбГУТ. 191186 СПб, наб. р. Мойки, 61

Отпечатано СТ «Факультет ДВО». 191186 СПб, наб. р. Мойки, 61

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. Общие принципы построения многоуровневой архитектуры телекоммуникационных сетей.
 - 1.1. Многоуровневый подход [3, с. 133–137].
 - 1.2. Модель OSI. Общая характеристика [3, с. 137–147].
 - 1.3. Стандартизация сетей [3, с. 149–159].
2. Статистическое кодирование при передаче документальных сообщений.
 - 2.1. Принципы статистического кодирования источников.
 - 2.2. Алгоритм сжатия изображений JPEG.
 - 2.3. Алгоритм кодирования Хаффмена.
3. Сверточные коды. Декодер Витерби.
 - 3.1. Древоподобные коды [2, с. 19–25].
 - 3.2. Кодер сверточного кода [2, с. 429–436].
 - 3.3. Алгоритм декодирования Витерби [2, с. 449–458].
4. Адаптация в системах передачи документальных сообщений.
 - 4.1. Структура и классификация адаптивных систем [1, с. 298–310].
 - 4.2. Структурная схема и алгоритм работы системы с решающей обратной связью и ожиданием (РОС-ОЖ) [1, с. 310–320].
 - 4.3. Структурная схема и алгоритм работы системы с РОС и непрерывной передачей информации (РОС-НП) [1, с. 320–326].
 - 4.4. Структурная схема и алгоритм работы системы с информационной обратной связью (ИОС) [1, с. 330–334].
 - 4.5. Сравнительная характеристика систем без обратной связи, РОС и ИОС [1, с. 306–310].
5. Системы факсимильной связи.
 - 5.1. Принципы факсимильной передачи сообщений. Структурная схема факсимильной связи. Основные достоинства и недостатки факсимильного способа передачи сообщений [1, с. 359–361].
 - 5.2. Основные характеристики факсимильных систем связи [1, с. 361–364].
 - 5.3. Особенности анализа и синтеза изображения [1, с. 382–388].
 - 5.4. Принципы построения современной цифровой факсимильной аппаратуры [1, с. 371–382, 389–391].

Вопросы 2.1–2.3 излагаются на лекциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Передача дискретных сообщений. М.: Радио и связь, 1990.
2. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1976.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов. СПб: Питер, 2003.
4. Щелованов Л.Н. Системы факсимильной связи: учеб. пособие / ЛЭИС. Л., 1991.

ЛЕКЦИИ

- Общие принципы построения многоуровневой архитектуры телекоммуникационных сетей.
- Статистическое кодирование при передаче документальных сообщений.
- Сверточные коды. Декодер Витерби.
- Адаптация в системах передачи документальных сообщений.
- Системы факсимильной связи.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Вариант задания курсовой работы выбирается по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Работы должны быть аккуратно оформлены, разборчиво написаны. Для замечаний на каждой странице оставляются поля шириной 3–4 см.

В конце курсовой работы необходимо привести литературные источники, использованные при выполнении, свою подпись и дату.

Неправильно оформленные и не соответствующие своему варианту курсовые работы к рецензии не принимаются и отсылаются обратно для переоформления.

Каждый студент выполняет одну курсовую работу, состоящую из двух заданий.

ЗАДАНИЕ 1

В цифровых факсимильных аппаратах ITU-T Group 3 при сжатии черно-белых изображений (один бит на пиксель) может быть использован алгоритм Хаффмана с фиксированной таблицей (одномерный код Хаффмана). Данный алгоритм рассмотрен в рекомендации ITU-T T.4 и поддерживается всеми цифровыми факсимильными аппаратами.

Последовательности подряд идущих черных и белых точек в нем заменяются числом, равным их количеству. А этот ряд, уже в свою очередь, сжимается по методу Хаффмана с фиксированной таблицей.

Определение. Набор идущих подряд точек изображения одного цвета называется *серией*, а длина этого набора точек – *длиной серии*.

В табл. 1.1, заданы два вида кодов:

- завершения серий – от 0 до 63 с шагом 1;

- начальные (дополнительные) – от 64 до 2560 с шагом 64, которые используются, если длина серии превышает 63 (табл. 1.2).

Приведенные табл. 1.1–1.3 построены с помощью классического алгоритма Хаффмана (отдельно для длин черных и белых серий). Значения вероятностей появления для конкретных длин серий получены путем анализа большого количества факсимильных изображений.

Каждая строка изображения сжимается независимо. Считается, что в факсимильном изображении существенно преобладает белый цвет, поэтому и все строки изображения начинаются с белой точки. Если строка начинается с чер-

ной точки, то считается, что строка начинается белой серией с длиной 0 (например, последовательность длин серий 0, 3, 556, 10, ... означает, что в этой строке изображения идут сначала 3 черных точки, затем 556 белых, затем 10 черных и т.д. Другая возможная запись – 3Ч, 556Б, 10Ч, ... Каждая строка завершается кодом EOL – 00000000001).

Поскольку черные и белые серии чередуются, то реально коды белой и черной серий будут работать попеременно.

Признаком окончания факсимильной страницы служит повторение кода EOL 6 раз подряд.

Таблица 1.1

Коды завершения

Длина серии	Код подстроки		Длина серии	Код подстроки	
	белой	черной		белой	черной
0	00110101	0000110111	32	00011011	000001101010
1	00111	010	33	00010010	000001101011
2	0111	11	34	00010011	000011010010
3	1000	10	35	00010100	000011010011
4	1011	011	36	00010101	000011010100
5	1100	0011	37	00010110	000011010101
6	1110	0010	38	00010111	000011010110
7	1111	00011	39	00101000	000011010111
8	10011	000101	40	00101001	000001101100
9	10100	000100	41	00101010	000001101101
10	00111	0000100	42	00101011	000011011010
11	01000	0000101	43	00101100	000011011011
12	001000	0000111	44	00101101	000001010100
13	000011	00000100	45	00000100	000001010101
14	110100	00000111	46	00000101	000001010110
15	110101	000011000	47	00001010	000001010111
16	101010	0000010111	48	00001011	000001100100
17	101011	0000011000	49	01010010	000001100101
18	0100111	0000001000	50	01010011	000001010010
19	0001100	00001100111	51	01010100	000001010011
20	0001000	00001101000	52	01010101	000000100100
21	0010111	00001101100	53	00100100	000000110111
22	0000011	00000110111	54	00100101	000000111000
23	0000100	00000101000	55	01011000	000000100111
24	0101000	00000010111	56	01011001	000000101000
25	0101011	00000011000	57	01011010	000001011000
26	0010011	000011001010	58	01011011	000001011001
27	0100100	000011001011	59	01001010	000000101011
28	0011000	000011001100	60	01001011	000000101100
29	00000010	000011001101	61	00110010	000001011010
30	00000011	000001101000	62	00110011	000001100110
31	00011010	000001101001	63	00110100	000001100111

Таблица 1.2

Начальные коды

Длина серии	Код подстроки		Длина серии	Код подстроки	
	белой	черной		белой	черной
64	11011	0000001111	1344	011011010	0000001010011
128	10010	000011001000	1408	011011011	0000001010100
192	01011	000011001001	1472	010011000	0000001010101
256	0110111	000001011011	1536	010011001	0000001011010
320	00110110	000000110011	1600	010011010	0000001011011
384	00110111	000000110100	1664	011000	0000001100100
448	01100100	000000110101	1728	010011011	0000001100101
512	01100101	0000001101100	1792	00000001000	Совп. с белой
576	01101000	0000001101101	1856	00000001100	«
640	01100111	0000001001010	1920	00000001101	«
704	011001100	0000001001011	1984	000000010010	«
768	011001101	0000001001100	2048	000000010011	«
832	011010010	0000001001101	2112	000000010100	«
896	011010011	0000001110010	2176	000000010101	«
960	011010100	0000001110011	2240	000000010110	«
1024	011010101	0000001110100	2304	000000010111	«
1088	011010110	0000001110101	2368	000000011100	«
1152	011010111	0000001110110	2432	000000011101	«
1216	011011000	0000001110111	2496	000000011110	«
1280	011011001	0000001010010	2560	000000011111	«

В передаваемом факсимильном изображении содержится N строк, все строки одинаковы. Необходимо подсчитать объем (в байтах) полученного изображения факсимильного сообщения, если оно было сжато одномерным кодом Хаффмана.

Значение N и строку, заданную последовательностью черных и белых серий, необходимо выбрать из табл. 1.3 в соответствии с вариантом.

Полученное факсимильное сообщение передается, используя режим коррекции ошибок (ECM), разбитым на HDLC кадры в соответствии с рекомендацией ITU-T T.4. Информационная часть каждого HDLC-кадра содержит 256 байт, за исключением последнего.

Заголовок каждого HDLC-кадра содержит 8 байт, включая контрольную комбинацию длиной 16 бит. При обнаружении ошибки HDLC-кадр передается повторно. Пусть вероятность ошибочного приема одной кодовой посылки равна p_0 . Ошибки распределяются по биномиальному закону и все обнаруживаются. Какова вероятность того, что все факсимильное сообщение, полученное Вами ранее, будет передано без единого переспроса HDLC-кадров?

Значение p_0 необходимо выбрать из табл. 1.3 в соответствии с вариантом.

Варианты заданий

Цифра номера зачетной книжки	предпоследняя	Строка исходного изображения		
		1	3Ч, 5Б, 89Ч, 56Б, 113Ч, 180Б, 64Ч, 64Б, 2Ч, 430Б, 3Ч, 719Б	
		2	320Ч, 5Б, 79Ч, 56Б, 128Ч, 180Б, 64Ч, 64Б, 832Б	
		3	3Ч, 500Б, 89Ч, 56Б, 113Ч, 280Б, 64Ч, 64Б, 2Ч, 430Б, 3Ч, 124Б	
		4	300Б, 3Ч, 128Б, 64Ч, 64Б, 100Ч, 2Б, 3Ч, 1064Б	
		5	7Б, 50Ч, 91Б, 128Ч, 113Б, 180Ч, 64Б, 164Ч, 2Б, 64Ч, 3Б, 862Ч	
		6	300Ч, 3Б, 128Ч, 64Б, 64Ч, 100Б, 2Ч, 3Б, 1064Ч	
		7	3Б, 5Ч, 89Б, 56Ч, 113Б, 180Ч, 64Б, 64Ч, 2Б, 430Ч, 3Б, 719Ч	
		8	7Б, 50Ч, 91Б, 56Ч, 113Б, 180Ч, 64Б, 164Ч, 2Б, 64Ч, 3Б, 934Ч	
		9	36Ч, 500Б, 192Ч, 56Б, 113Ч, 180Б, 64Ч, 64Б, 2Ч, 128Б, 3Ч, 390Б	
		0	32Ч, 64Б, 89Ч, 56Б, 113Ч, 280Б, 64Ч, 64Б, 2Ч, 430Б, 3Ч, 531Б	
последняя				
		N	P_e	
	1	500	10^{-6}	
	2	600	$2 \cdot 10^{-6}$	
	3	700	$3.3 \cdot 10^{-6}$	
	4	800	$4 \cdot 10^{-6}$	
	5	900	$6 \cdot 10^{-6}$	
	6	1000	10^{-7}	
	7	300	$5 \cdot 10^{-6}$	
	8	400	$1.4 \cdot 10^{-7}$	
	9	450	$2 \cdot 10^{-5}$	
0	550	$6 \cdot 10^{-5}$		

ЗАДАНИЕ 2

Одним из перспективных направлений повышения достоверности передачи данных в системах документальной связи является применение сверточных кодов. В работе необходимо нарисовать схему кодера и определить исправляющую способность сверточного кода, заданного порождающими многочленами: $g_1(x) = x^2 + x + 1$ и $g_2(x) = x^2 + 1$. Закодировать информационную последовательность в соответствии с номером варианта (предпоследняя цифра номера зачетной книжки), представленную в табл. 2. Нарисовать в тетради решетчатую диаграмму кодера, изменяющего свои состояния в следующей последовательности: 00, 11, 01, 10.

Используя алгоритм Витерби, осуществить декодирование кодовой последовательности в соответствии с вариантом (последняя цифра номера зачетной книжки), представленной в табл. 2 (глубина декодирования 7), указать символ, в котором произошла ошибка. Определить минимально необходимую

глубину декодирования, требуемую для исправления трех ошибок в кодовой последовательности, если ошибки произошли на 1, 2, 9-й позициях.

Таблица 2

Варианты заданий

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Информационная последовательность	Последняя цифра номера зачетной книжки	Кодовая последовательность
0	011001111001	0	10010111110110011111
1	100110000110	1	00100110010001011111
2	110010101000	2	11000001100111110101
3	001011111001	3	01001101011100110101
4	110000110111	4	11110100101111100001
5	001001111000	5	11001111010111110110
6	101011110011	6	11001010011111011010
7	111011010110	7	11000010000110011111
8	010100111100	8	11111001111110111101
9	101111001101	9	00101000100001100111

Задание 1. Для решения необходимо проработать материал [1, с. 359–392], обратив особое внимание на методы статистического кодирования.

Задание 2. Для решения необходимо проработать материал [2, с. 449–458], обратив внимание на правила построения решетчатой диаграммы.

Порождающие полиномы формируют правило вычисления элементов кодовой последовательности, в соответствии с которым строится решетчатая диаграмма. Построенная решетчатая диаграмма используется для декодирования.

При принятии решения о символах информационной последовательности необходимо строго придерживаться указанной в задании глубины декодирования.

