

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

С. С. Владимиров

ТЕЛЕМАТИЧЕСКИЕ СЛУЖБЫ

**Планарное кодирование факсимильных
сообщений**

Практикум

СПб ГУТ)))

**Санкт-Петербург
2018**

УДК 621.391.7 (076)

ББК 32.88 я73

В 57

Рецензент
профессор кафедры СС и ПД,
доктор технических наук *О. С. Когновицкий*

*Рекомендован к печати
редакционно-издательским советом СПбГУТ*

Владимиров, С. С.

В 57 Телематические службы. Планарное кодирование факсимильных сообщений : практикум / С. С. Владимиров ; СПбГУТ. — СПб, 2018. — 40 с.

Служит справочным и методическим материалом при выполнении практической работы на тему «Планарное кодирование факсимильных сообщений» по дисциплинам «Телематические службы» и «Системы документальной электросвязи».

Предназначен для студентов, обучающихся по направлениям 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

УДК 621.391.7 (076)

ББК 32.88 я73

- © Владимиров С. С., 2018
- © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНАРНОЕ КОДИРОВАНИЕ ДВУХГРАДАЦИОННЫХ ФАКСИМИЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	4
1.1. Представление оригинального факсимильного изображения	4
1.2. Анализ и кодирование оригинального изображения.	4
1.3. Кодирование полосы изображения без выделения контура	5
1.4. Кодирование полосы с частичным выделением контура.	8
1.5. Кодирование полосы с полным выделением контура	17
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.	23
2.1. Цель работы.	23
2.2. Порядок выполнения работы	23
2.3. Варианты заданий	24
2.4. Пример решения	28
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ	33
3.1. Контрольные вопросы	33
3.2. Примеры задач	33
Список литературы	38
Приложение. Бланк для выполнения практической работы	39

1. ПЛАНАРНОЕ КОДИРОВАНИЕ ДВУХГРАДАЦИОННЫХ ФАКСИМИЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Механизм планарного кодирования определен в ГОСТ 25872-83 [1], ГОСТ 26348-84 [2] и ГОСТ 26631-85 [3] для использования в качестве алгоритма сжатия двухградационных и полутоновых факсимильных изображений. При этом планарное кодирование используется в качестве основного в факсимильном оборудовании, предназначенном для передачи и приема метеорологических карт [1].

Различают три вида планарного кодирования двухградационного факсимильного изображения [1, 2, 3]:

- планарное без выделения контура;
- планарное с частичным выделением контура;
- планарное с полным выделением контура.

1.1. Представление оригинального факсимильного изображения

Во всех трех видах планарного кодирования исходное изображение A разбивается на полосы A_k , длиной по 8 строк развертки каждая. Таким образом, если изображение содержит всего L строк развертки, то их число дополняется белыми строками до некоторого числа I , кратного 8 и ближайшего сверху к L . Следовательно, всего изображение будет содержать $I/8$ полос A_k , где $k = 1, \dots, I/8$ [1, 2, 3].

Каждая полоса A_k разделяется на $J/8M$ участков A_{kl} ($l = 1, \dots, J/8M$), где J — число пикселей изображения в полезной части строки развертки, дополняемое белыми пикселями до кратного $8M$ [1, 2, 3].

Каждый участок A_{kl} разбивается на M квадратов A_{klm} ($m = 1, \dots, M$), где число M выбирается из ряда 8, 16, 32, $J/8$ при планарном кодировании без выделения контура и берется равным $J/8$ при кодировании с частичным или полным выделением контура [1, 2, 3].

Каждый квадрат A_{klm} разделяется на участки a_{ij} по 8×8 пикселей, где $i = 8(k-1) + 1, \dots, 8k$, а $j = 8M(l-1) + 8(m-1) + 1, \dots, 8M(l-1) + 8M$. При этом каждый черный пиксель представляется битом «1», а каждый белый пиксель кодируется битом «0» [1, 2, 3].

1.2. Анализ и кодирование оригинального изображения

Анализ и кодирование оригинального изображения выполняется по полосам A_k в порядке роста k . Анализ каждой полосы длится в течение $8t_{\text{разв}}$, где $t_{\text{разв}}$ — время развертки одной строки, измеряемое в секундах.

При кодировании без выделения контура или с частичным выделением контура анализ полосы A_2 начинается в момент окончания анализа полосы A_1 , а анализ каждой последующей полосы A_{k+1} ($k \geq 2$) начинается после окончания кодирования полосы A_{k-1} , спустя менее $8t_{\text{разв}}$ в момент времени, отстоящий от начала анализа полосы A_k на время, кратное $8t_{\text{разв}}$. Кодирование полосы A_k ($k \geq 1$) начинается в момент начала анализа следующей за ней полосы A_{k+1} . На время от окончания процесса кодирования полосы A_{k-1} ($k \geq 2$) до начала процедуры анализа полосы A_{k+1} формируется сигнал «0» [3].

При кодировании с полным выделением контура анализ полосы A_{k+1} ($k \geq 1$) начинается после окончания анализа полосы A_k . Кодирование полосы начинается после окончания ее анализа, а кодирование каждой последующей полосы A_{k+1} ($k \geq 1$) начинается в момент окончания кодирования полосы A_k [2, 3].

1.3. Кодирование полосы изображения без выделения контура

При кодировании полосы изображения без выделения контура кодирование каждой белой полосы A_k производится формированием специальной двоичной кодовой последовательности

0100 0000 0011 1111 0000 0100 0000 0010 0000 0100,

так называемой «фазы белой полосы» [1, 2, 3].

Кодирование каждой небелой полосы A_k , т. е. полосы, содержащей хотя бы один черный элемент изображения, начинается формированием специальной кодовой последовательности

1100 0000 0011 1111 0000 1100 0000 0010 0000 1100,

так называемой «фазы небелой полосы», и выполняется по участкам A_{kl} в порядке роста l [1, 2, 3].

Для кодирования каждого белого участка A_{kl} при $M \neq J/8$ используется специальная кодовая последовательность «фаза участка» вида

1010 0000 0011 1111 0000 1010 0000 0010 0000 1010,

а кодирование каждого небелого участка A_{kl} выполняется по квадратам A_{klm} в порядке роста m и заканчивается формированием «фазы участка» [3].

Каждый белый квадрат кодируется кодом 0. При кодировании небелого квадрата A_{klm} дополнительно к нему формируется квадрат \bar{A}_{klm} , в котором белые пиксели заменяются черными и наоборот. Кодирование квадратов A_{klm} и \bar{A}_{klm} производится согласно рис. 1.1 и 1.2 соответственно, в результате

чего получаются две кодовые последовательности, содержащие a и \bar{a} разрядов. После этого в качестве кодовой последовательности для квадрата A_{klm} выбирается либо код с наименьшим числом разрядов при $a \neq \bar{a}$, либо код, соответствующий квадрату A_{klm} при $a = \bar{a}$. Итоговое двоичное кодовое слово формируется введением кодовой последовательности 10 перед кодом для квадрата A_{klm} или введением кодовой последовательности 11 перед кодом для квадрата \bar{A}_{klm} [2, 3].

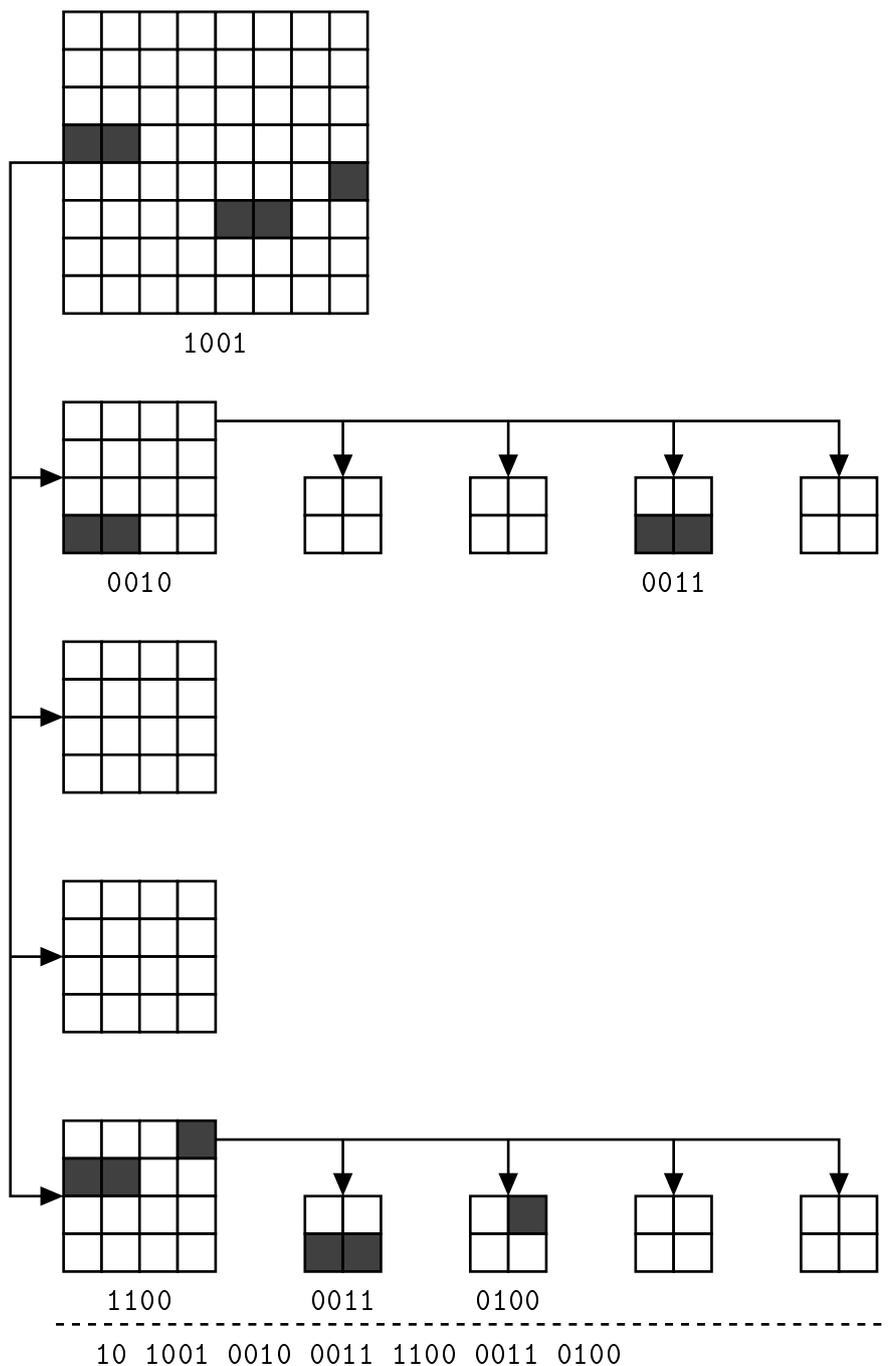


Рис. 1.1. Кодирование квадрата A_{klm} при планарном кодировании без выделения контура

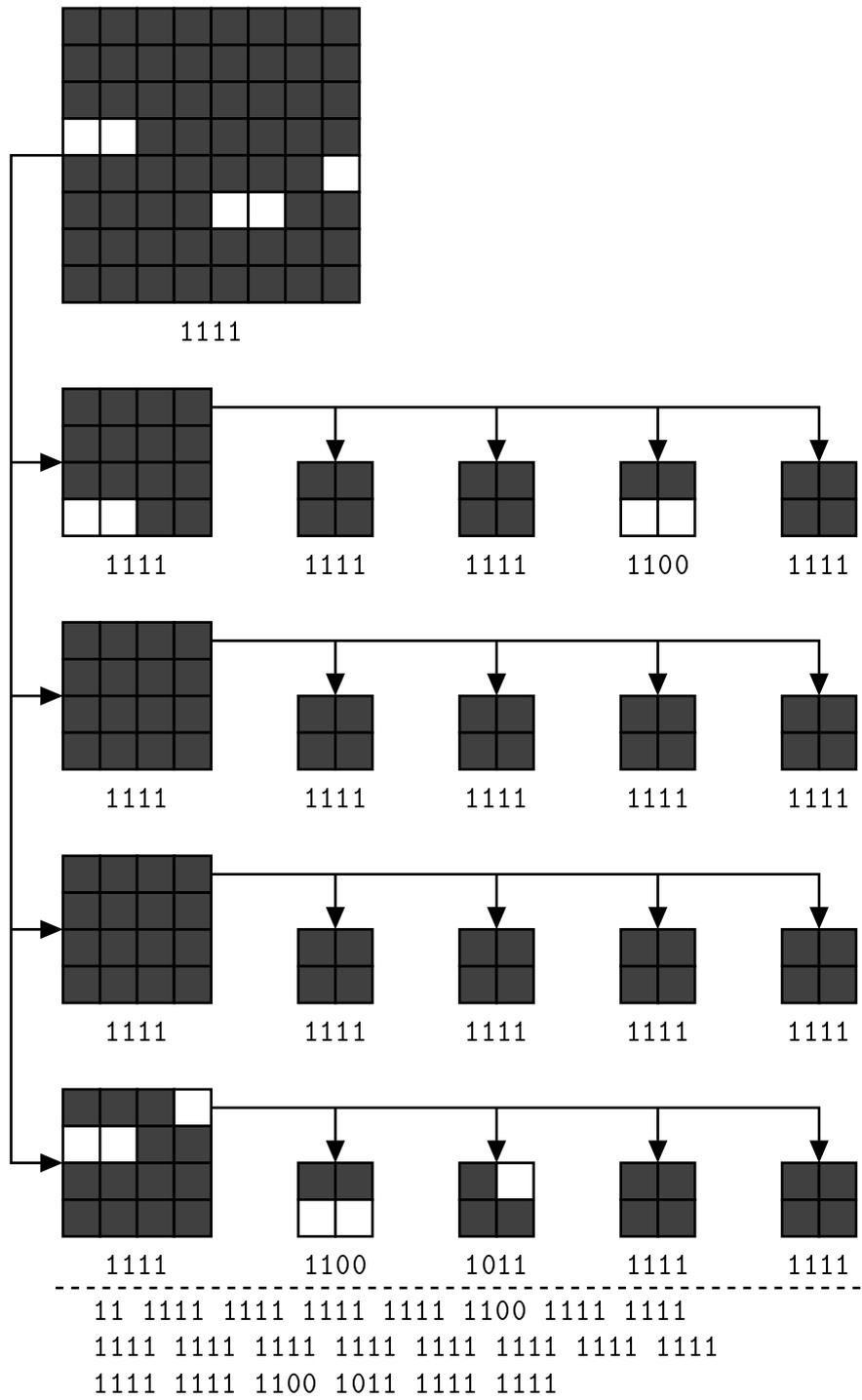


Рис. 1.2. Кодирование квадрата \bar{A}_{klm} при планарном кодировании без выделения контура

1.4. Кодирование полосы с частичным выделением контура

При кодировании полосы изображения с частичным выделением контура кодирование каждой белой полосы A_k производится формированием специальной двоичной кодовой последовательности, так называемой «фазы белой полосы»

010 00...00 1111 1111 0000 010 00...00 1010 0000 010 0,

где «00...00» — 23 ноля подряд, а кодирование каждой небелой полосы A_k , содержащей хотя бы один черный пиксель, производится формированием специальной двоичной кодовой последовательности «фаза небелой полосы»

110 00...00 1111 1111 0000 110 00...00 1010 0000 110 0

и выполняется по квадратам A_{k1m} в порядке роста m [2, 3].

Для кодирования белого квадрата используется код «0». При кодировании небелого квадрата A_{k1m} дополнительно к нему формируются квадраты следующих видов:

- квадрат \bar{A}_{k1m} с заменой белых элементов изображения черными и обратно, как показано на рис. 1.4;
- квадраты $A_{k1m\rightarrow}$ и $A_{k1m\leftarrow}$ с контурами, выделенными в A_{k1m} , в направлении слева направо и справа налево;
- квадраты $A_{k1m\downarrow}$ и $A_{k1m\uparrow}$ с контурами, выделенными в A_{k1m} в направлении столбцов сверху вниз и снизу вверх [3].

При формировании квадратов $A_{k1m\rightarrow}$, $A_{k1m\leftarrow}$, $A_{k1m\downarrow}$ и $A_{k1m\uparrow}$ в каждой строке (или каждом столбце) исходного квадрата A_{k1m} все черные пиксели в черных отрезках кроме первого и последнего пикселей заменяются белыми, если последний элемент черного отрезка не является последним элементом строки или столбца A_{k1m} . Если же последний элемент черного отрезка является одновременно последним элементом строки или столбца квадрата A_{k1m} , то в этом черном отрезке белыми пикселями заменяются все черные пиксели, кроме первого. Аналогично, белым пикселем заменяется и любой одиночный черный пиксель, не являющийся при этом последним элементом строки или столбца квадрата A_{k1m} . Таким образом, кодирование с частичным выделением контура допускает стирание одиночных черных пикселей и, следовательно, является сжатием с потерями [2, 3].

Далее для квадратов A_{k1m} , \bar{A}_{k1m} , $A_{k1m\rightarrow}$, $A_{k1m\leftarrow}$, $A_{k1m\downarrow}$ и $A_{k1m\uparrow}$ согласно рис. 1.3–1.8 формируются их кодовые представления, содержащие q , \bar{q} , \vec{q} , \overleftarrow{q} , $q\downarrow$ и $q\uparrow$ двоичных разрядов, соответственно.

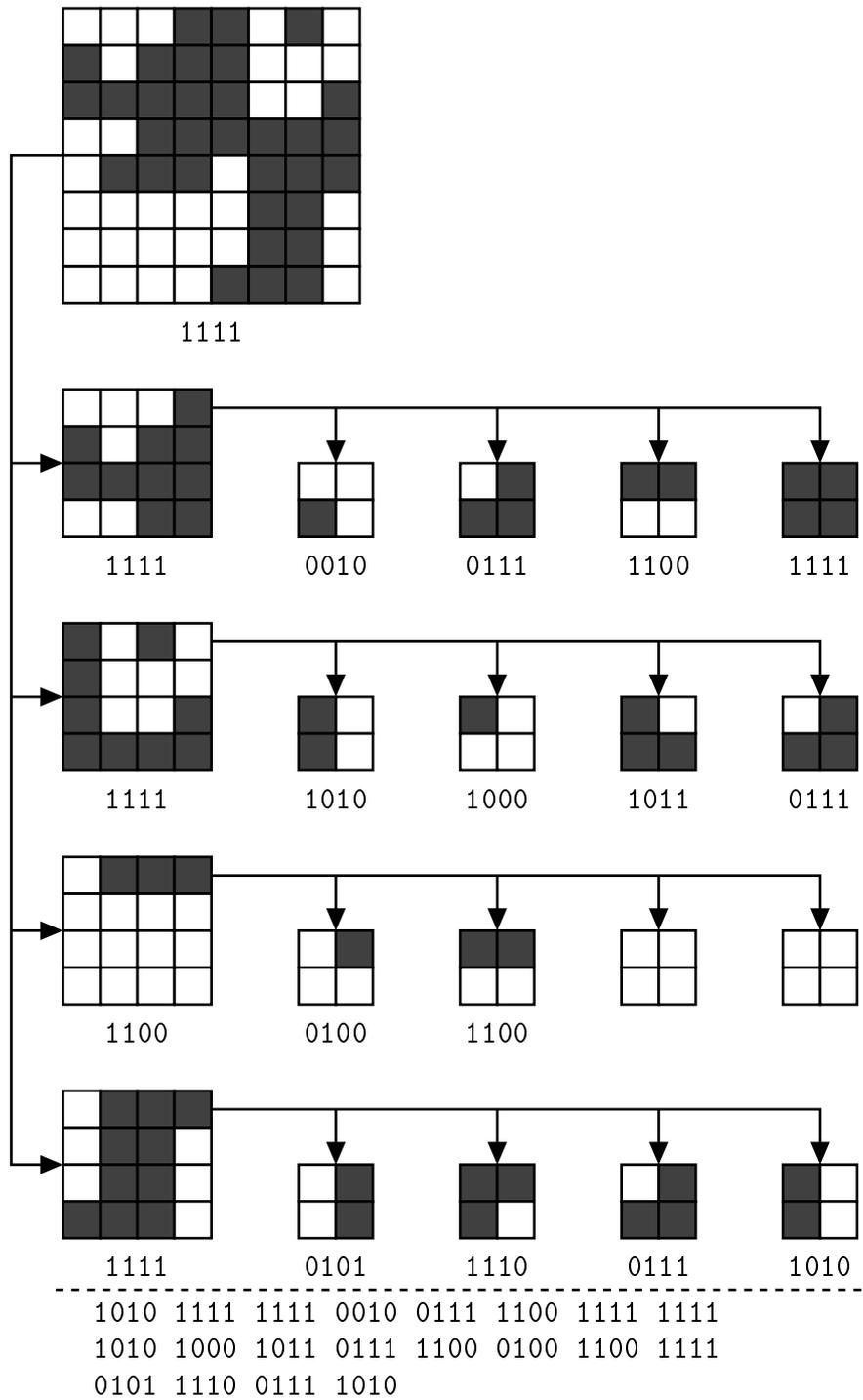


Рис. 1.3. Кодирование квадрата $A_{k \times m}$ при планарном кодировании с частичным выделением контура

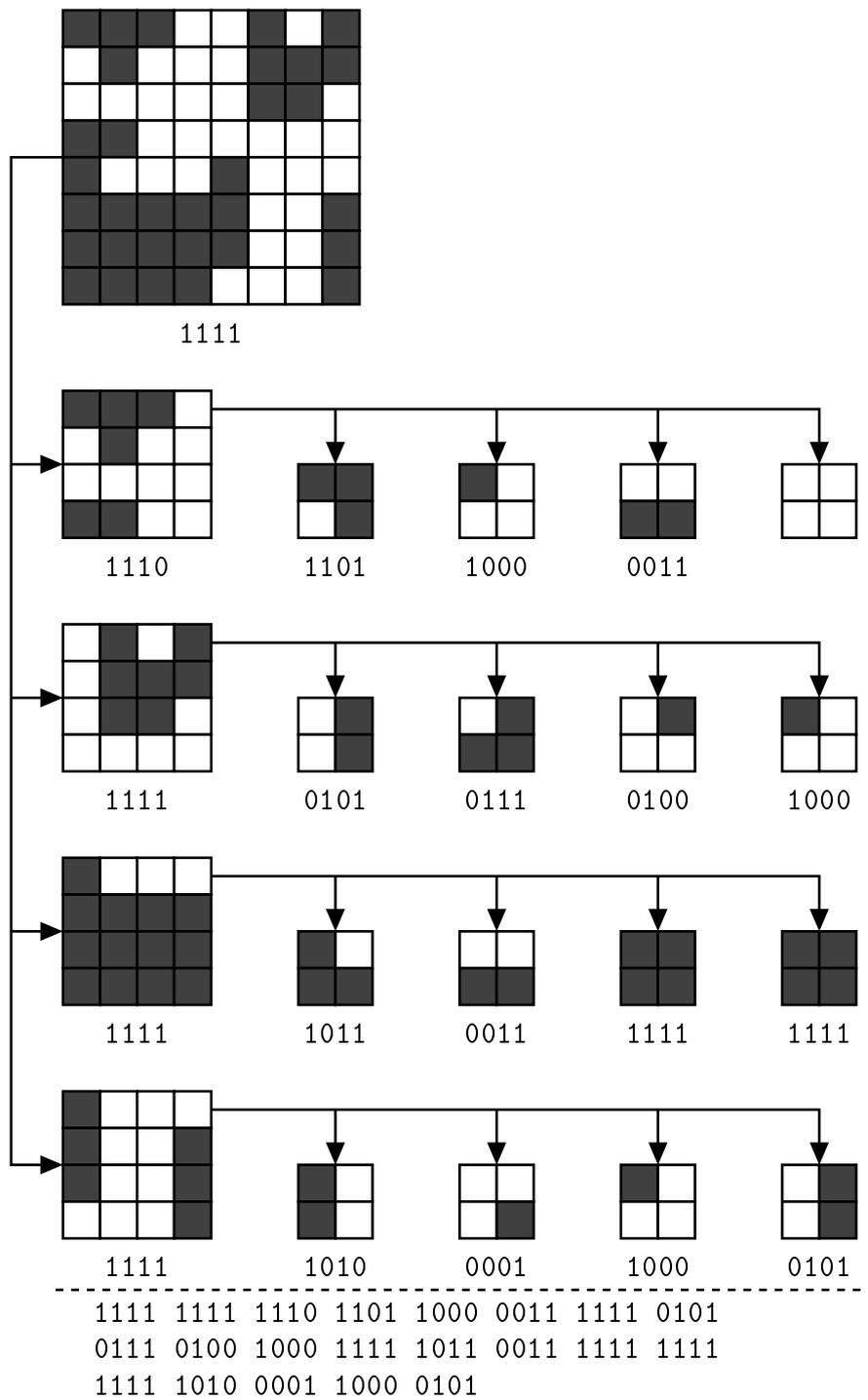


Рис. 1.4. Кодирование квадрата \bar{A}_{k1m} при планарном кодировании с частичным выделением контура

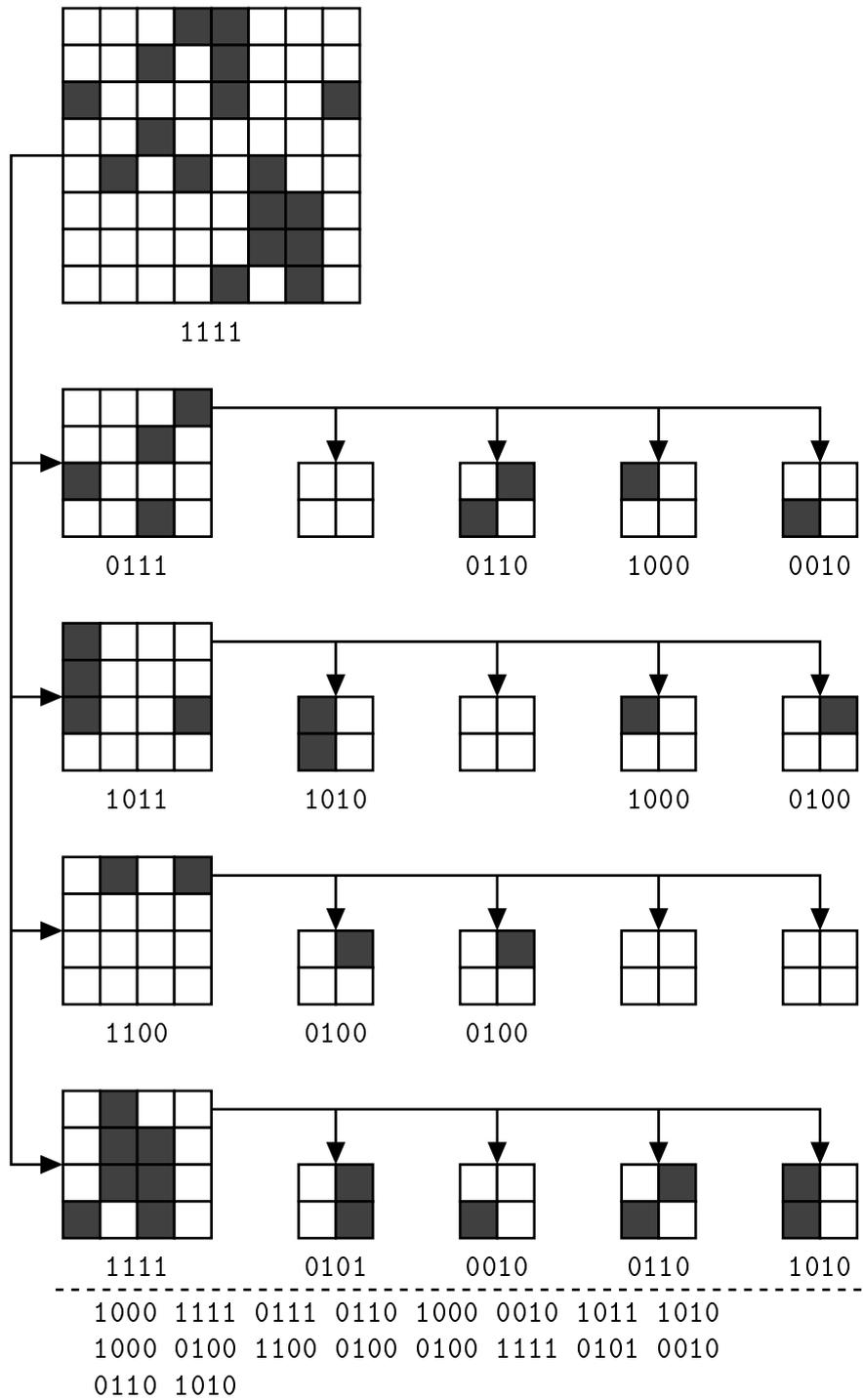


Рис. 1.5. Кодирование квадрата $A_{k \rightarrow m}$ при планарном кодировании с частичным выделением контура

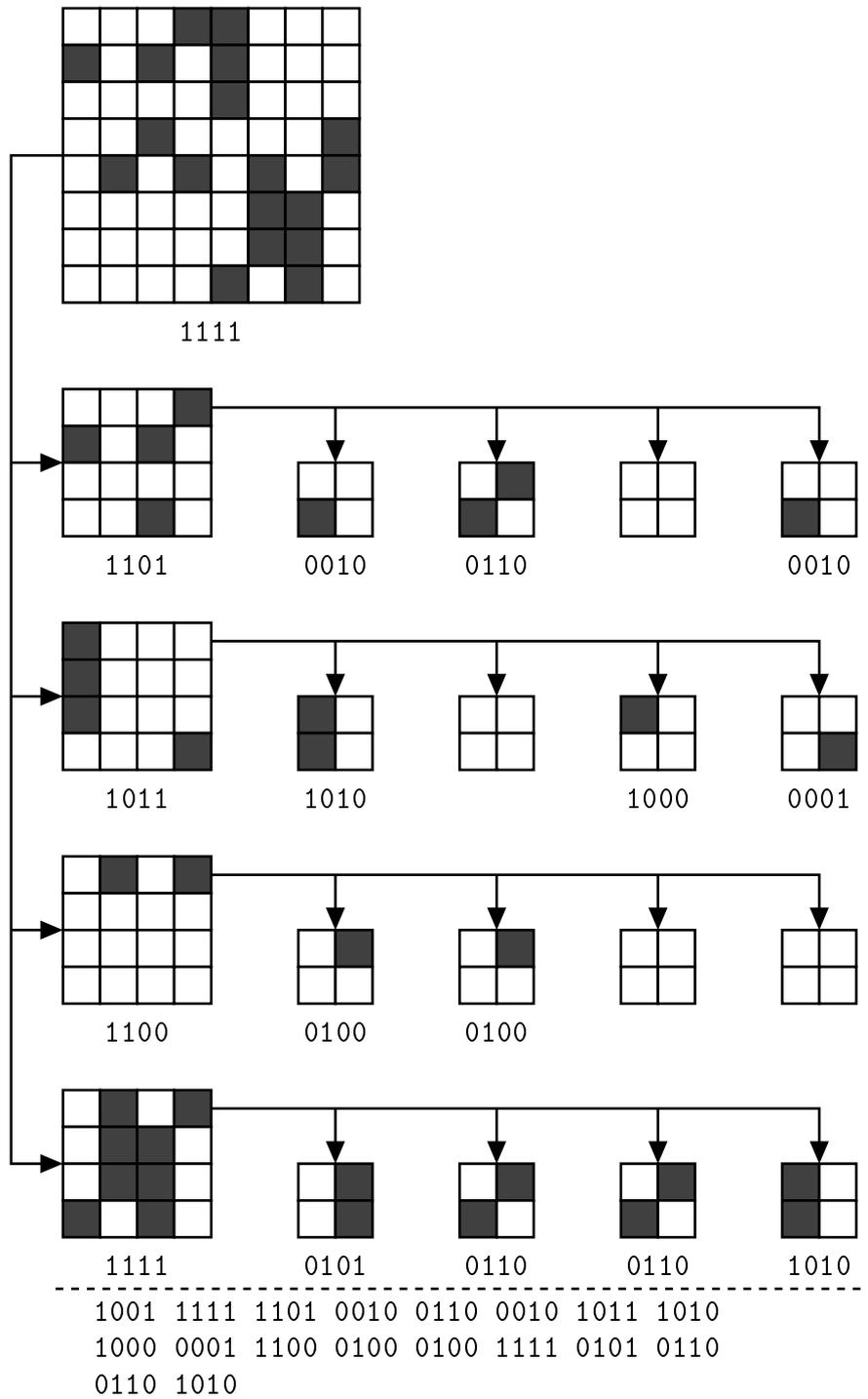


Рис. 1.6. Кодирование квадрата A_{k1m} при планарном кодировании с частичным выделением контура

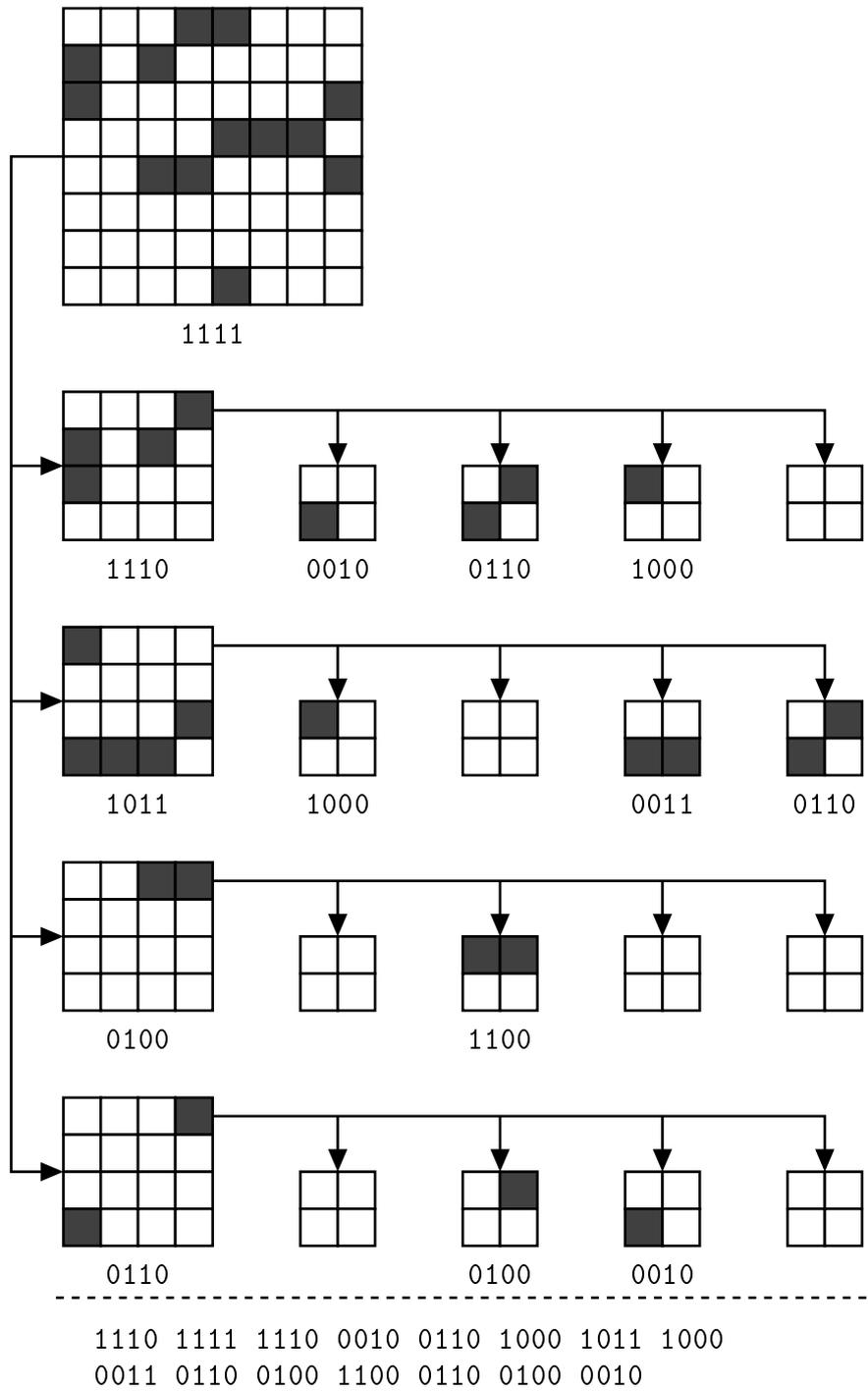


Рис. 1.7. Кодирование квадрата $A_{k1m\downarrow}$ при планарном кодировании с частичным выделением контура

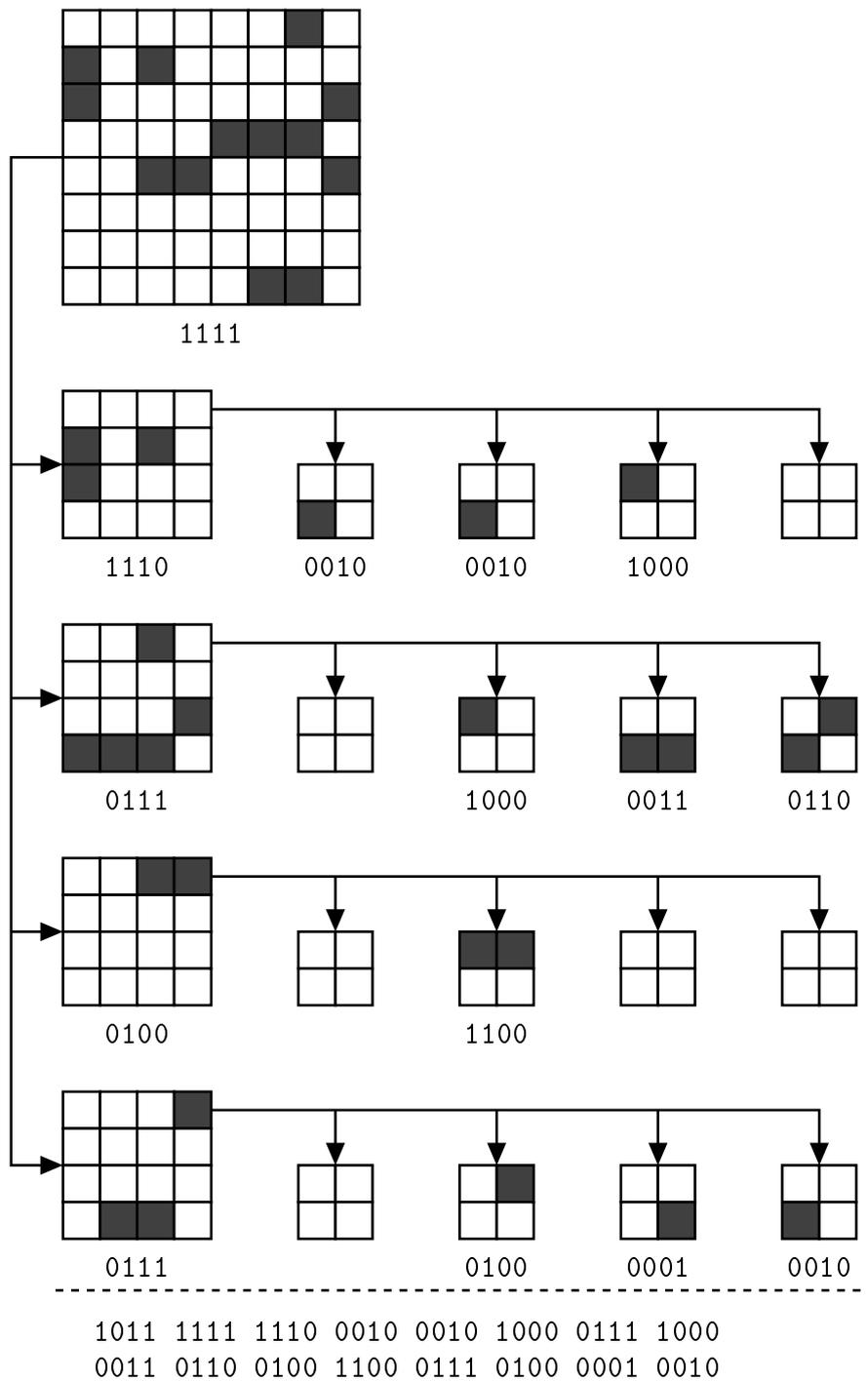


Рис. 1.8. Кодирование квадрата $A_{k1m↑}$ при планарном кодировании с частичным выделением контура

Исключением являются квадраты A_{k1m}^{\rightarrow} , A_{k1m}^{\leftarrow} , $A_{k1m\downarrow}$ и $A_{k1m\uparrow}$, в которых хотя бы в одной подматрице размером 4×4 пикселя, содержится более γ замененных одиночных черных пикселей, где γ — параметр кодирования, выбираемый из ряда $\{0, 1, 2, 4\}$. Параметр γ позволяет ограничить количество потерь информации при сжатии. В качестве результирующего кода для представления квадрата A_{k1m} выбирается код с наименьшим числом разрядов $q_{\min} = \min(q, \bar{q}, \vec{q}, \overleftarrow{q}, q\downarrow, q\uparrow)$ или, если $q_{\min} > 64$, код, соответствующий некодированному представлению квадрата A_{k1m} , показанному на рис. 1.9. Затем перед выбранным результирующим кодом добавляется четырехбитное кодовое слово, определяющее, какому квадрату соответствует результирующий код. Соответствия между четырехбитным кодовым словом и видом квадрата приведены в табл. 1.1 [2, 3].

Таблица 1.1

Кодовые слова, определяющие вид квадрата A_{k1m} при кодировании с частичным выделением контура

Квадрат	A_{k1m}	\bar{A}_{k1m}	A_{k1m}^{\rightarrow}	A_{k1m}^{\leftarrow}	$A_{k1m\uparrow}$	$A_{k1m\downarrow}$	Некод.
Код	1010	1111	1000	1001	1110	1011	1100

Если квадрат A_{k1m} является черным, то для его кодирования используется четырехразрядное двоичное кодовое слово 1101. А если хотя бы один из квадратов A_{k1m}^{\rightarrow} , A_{k1m}^{\leftarrow} , $A_{k1m\downarrow}$, $A_{k1m\uparrow}$ является белым, то и сам квадрат A_{k1m} считается белым и кодируется по правилам белого квадрата, описанным выше [2, 3].

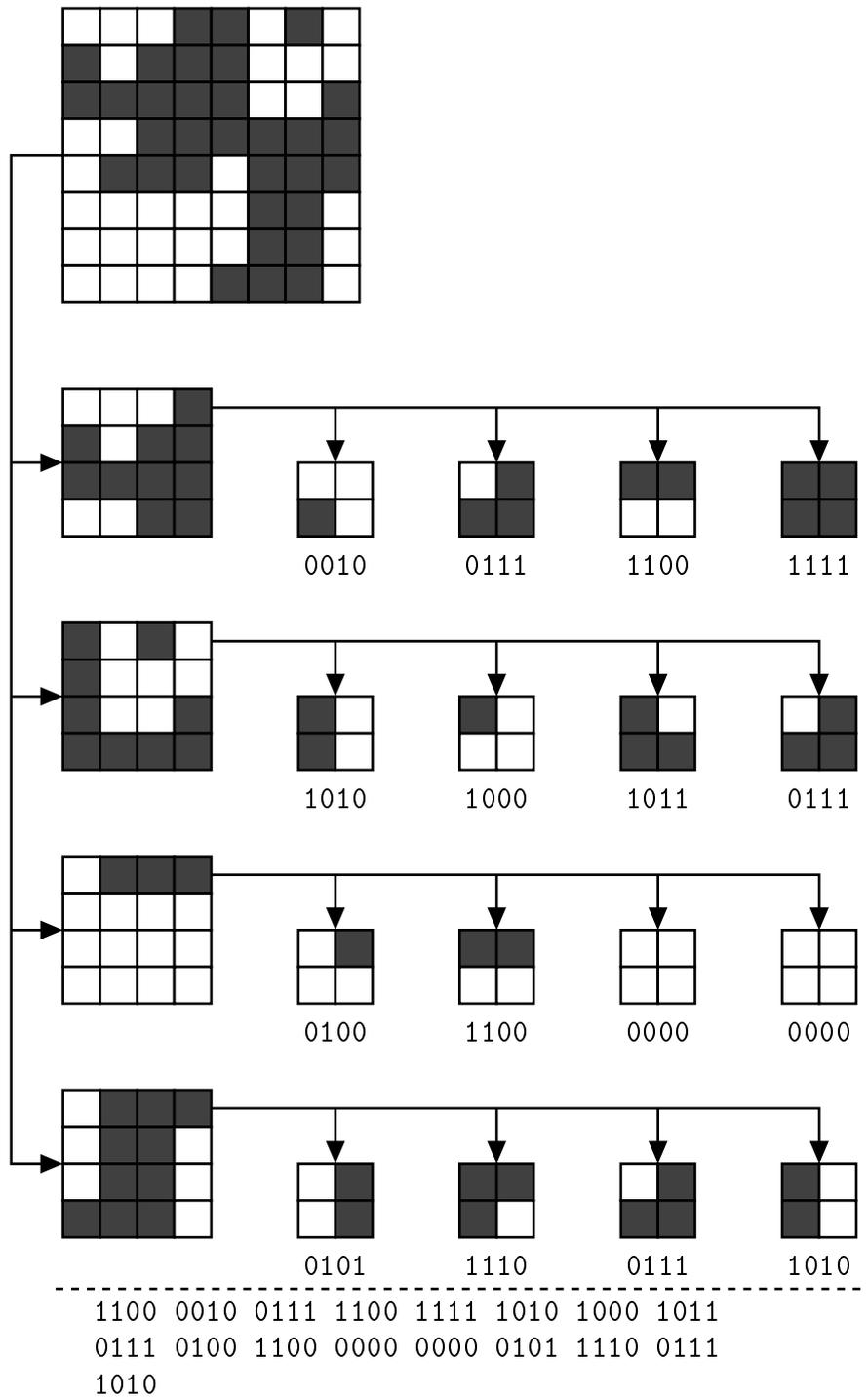


Рис. 1.9. Некодированное представление квадрата $A_{k \times m}$ при планарном кодировании с частичным выделением контура

1.5. Кодирование полосы с полным выделением контура

Кодирование полосы A_k с полным выделением контура выполняется по квадратам A_{k1m} в порядке возрастания m . При этом белые квадраты A_{k1m} кодируются кодом «0» [2, 3].

При кодировании небелого квадрата дополнительно формируются квадраты $A_{k1m\rightarrow}$ и $A_{k1m\leftarrow}$ путем суммирования по модулю 2 каждого элемента A_{k1m} с предыдущим в направлении строк слева направо в $A_{k1m\rightarrow}$ и справа налево в $A_{k1m\leftarrow}$, а также квадраты $A_{k1m\uparrow}$ и $A_{k1m\downarrow}$, в которых каждый элемент A_{k1m} суммируется по модулю два с предыдущим в направлении столбцов снизу вверх и сверху вниз, соответственно, при этом черным пикселям соответствует код «1», а белым — «0». Первый рассматриваемый элемент суммируется по модулю 2 с «0». Примеры формирования квадратов $A_{k1m\rightarrow}$, $A_{k1m\leftarrow}$, $A_{k1m\uparrow}$ и $A_{k1m\downarrow}$ показаны на рис. 1.10–1.13. Исходный квадрат A_{k1m} приведен на рис. 1.1 [2, 3].

Для квадратов $A_{k1m\rightarrow}$, $A_{k1m\leftarrow}$, $A_{k1m\uparrow}$ и $A_{k1m\downarrow}$ формируется их кодовое представление с числом разрядов \vec{q} , \overleftarrow{q} , $q\uparrow$ и $q\downarrow$, соответственно, как показано на рис. 1.10–1.13. Для подматриц 2×2 пикселя при кодировании квадратов используются трехразрядные кодовые слова, как показано в табл. 1.2, если эти подматрицы не содержат черных строк в квадратах $A_{k1m\rightarrow}$ и $A_{k1m\leftarrow}$ или черных столбцов в квадратах $A_{k1m\uparrow}$ и $A_{k1m\downarrow}$. В ином случае подматрицы 2×2 следует представлять четырехразрядными кодовыми словами [3].

В качестве результирующего кода выбирается кодовое представление с минимальным числом разрядов $q_{\min} = \min(\vec{q}, \overleftarrow{q}, q\downarrow, q\uparrow)$. Перед результирующим кодом добавляется соответствующее виду квадрата четырехразрядное кодовое слово, заканчивающееся на «0», если подматрицы 2×2 представлены трехразрядными кодами, и заканчивается на «1», если подматрицы 2×2 представлены четырехразрядными кодами. Значения кодов приведены в табл. 1.3 [3].

Кодирование каждой полосы завершается вычислением объема кодированной информации в этой полосе, представлением его в виде 18-разрядного двоичного числа Q_n и формированием на его основе специальной 54-разрядной кодовой последовательности — «фазы полосы» — при помощи трехкратного повторения каждого разряда двоичного числа Q_n . Кодовая последовательность «фаза полосы» передается перед кодовым словом первого квадрата полосы [2, 3].

Таблица 1.2

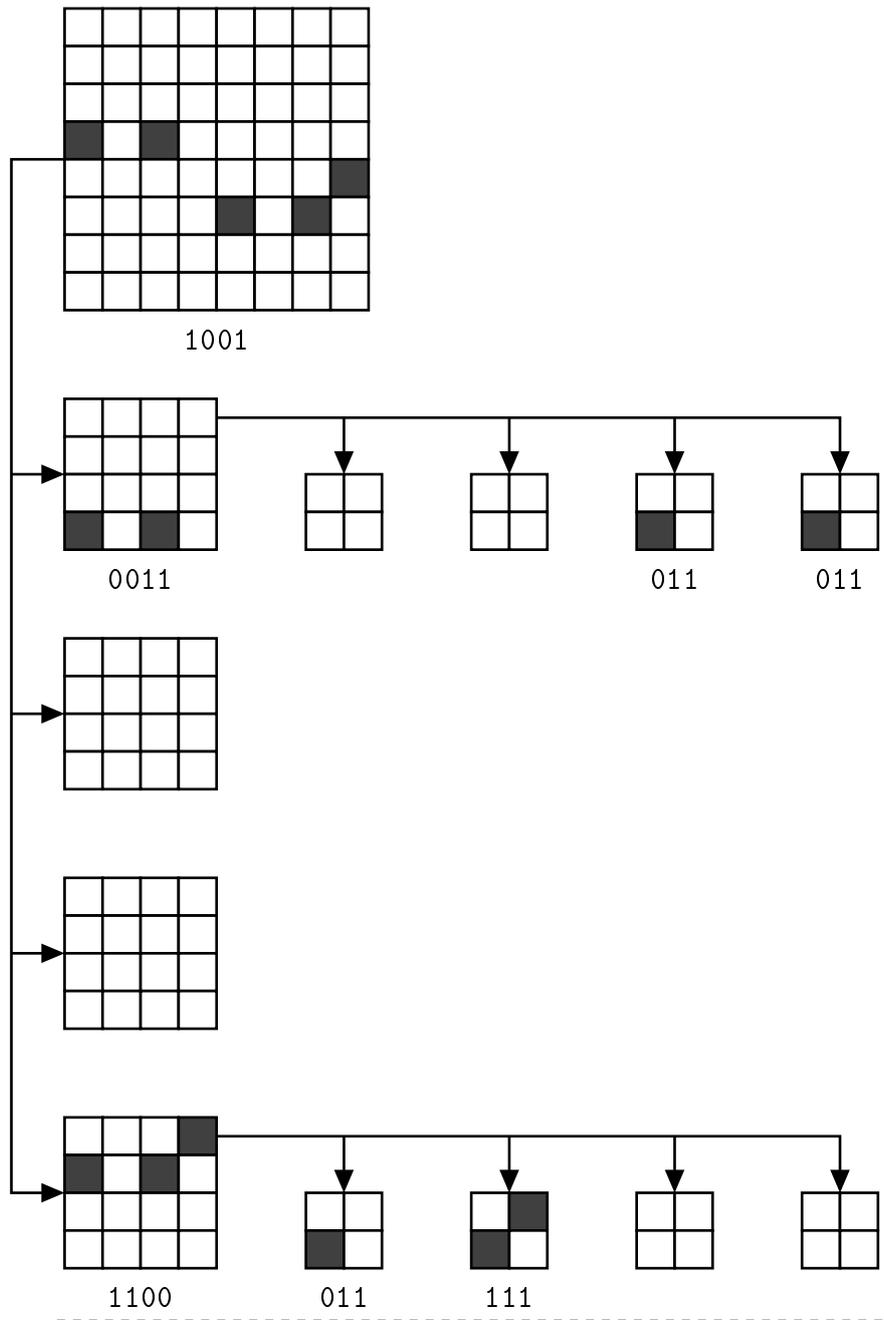
Кодовые слова для подматриц 2×2

2×2 подматрица для A_{k1m}^{\rightarrow} и A_{k1m}^{\leftarrow}	Кодовое слово	2×2 подматрица для A_{k1m}^{\uparrow} и A_{k1m}^{\downarrow}	Кодовое слово
	000		000
	001		001
	010		010
	011		011
	100		100
	101		101
	110		110
	111		111

Таблица 1.3

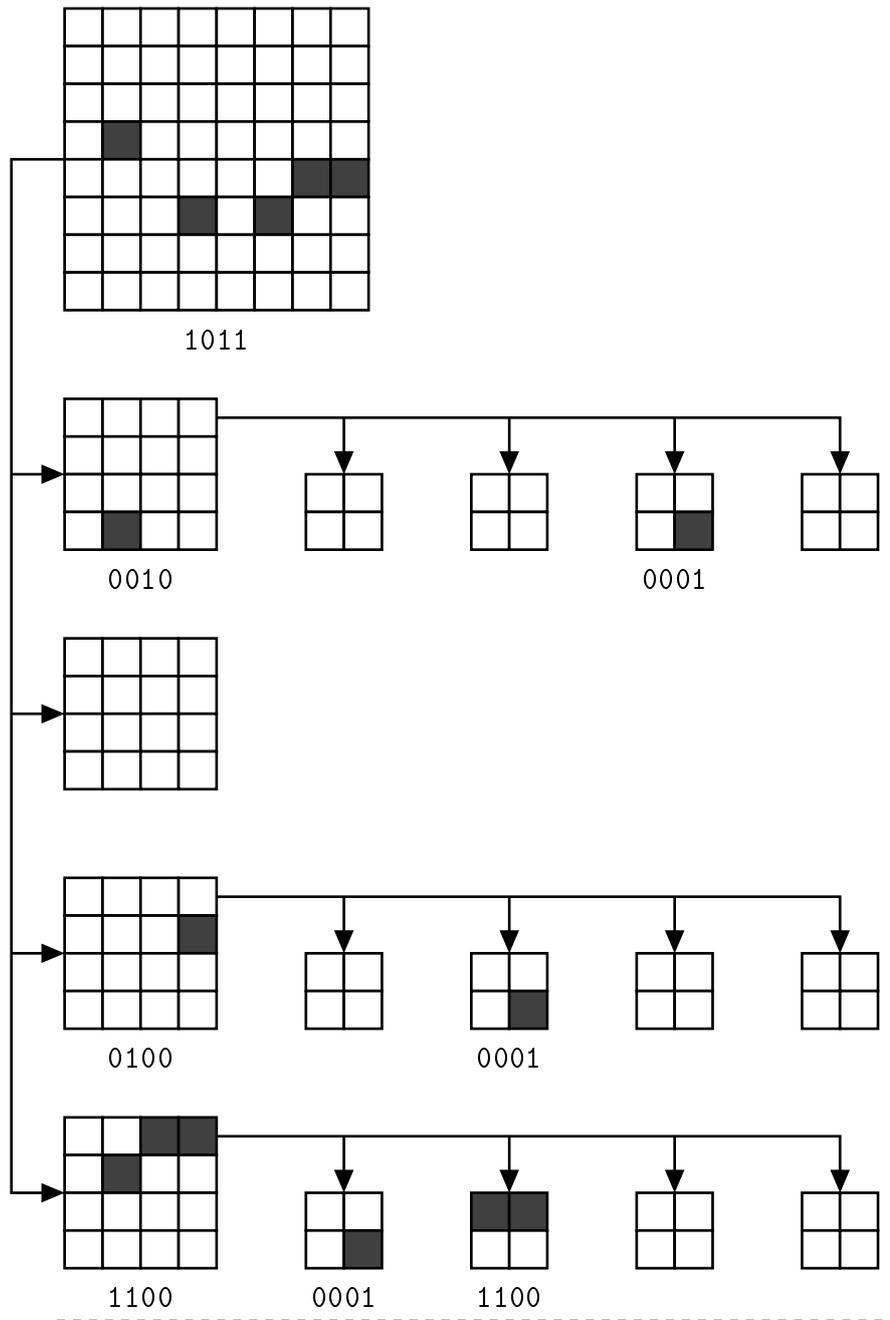
Кодовые слова, определяющие вид квадрата A_{k1m} при кодировании
с полным выделением контура

Вид квадрата	A_{k1m}^{\rightarrow}	A_{k1m}^{\leftarrow}	A_{k1m}^{\uparrow}	A_{k1m}^{\downarrow}
Код для 3-разрядных представлений	1000	1010	1100	1110
Код для 4-разрядных представлений	1001	1011	1101	1111



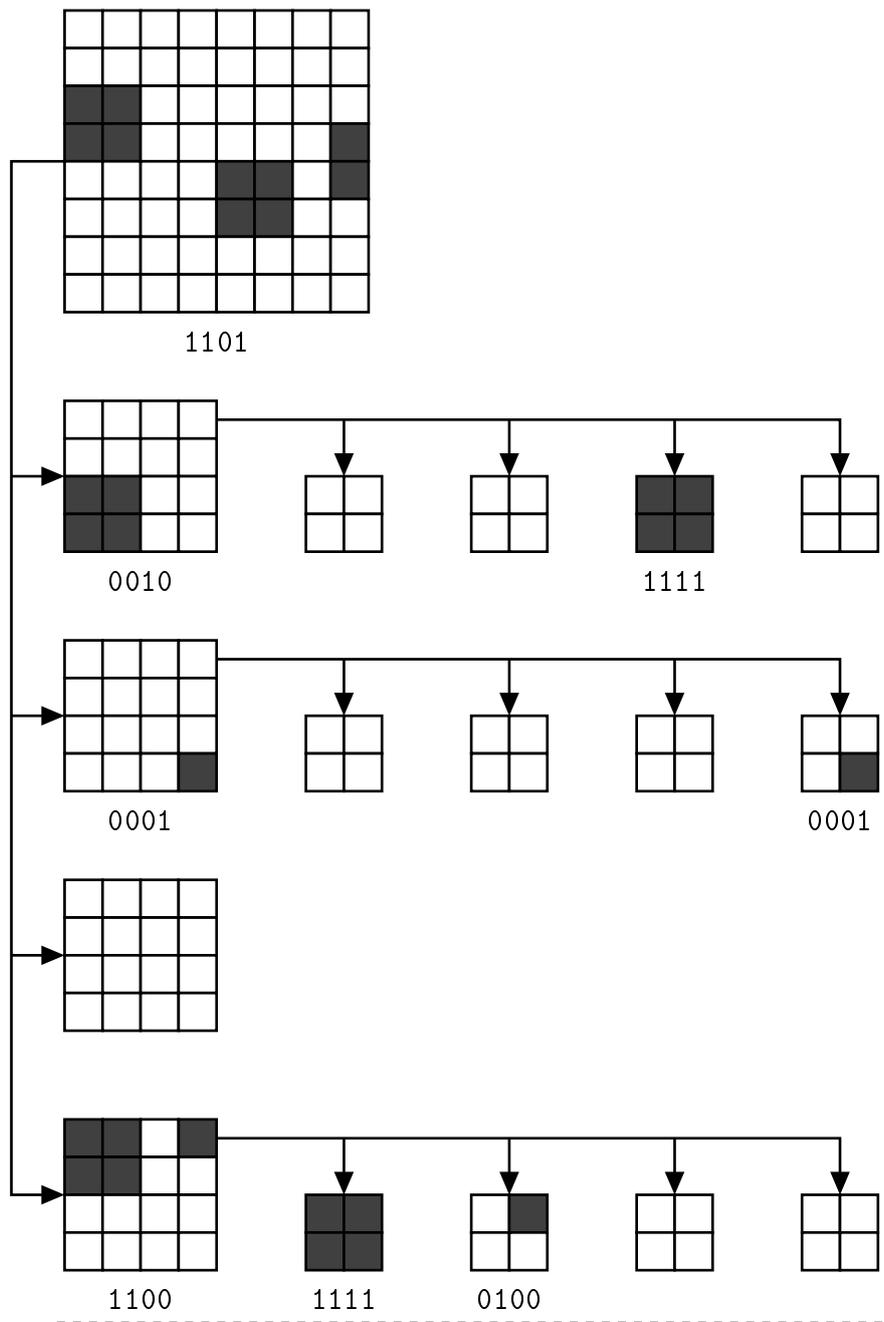
1000 1001 0011 011 011 1100 011 111

Рис. 1.10. Кодирование квадрата A_{k1m} при планарном кодировании с полным выделением контура



1011 1011 0010 0001 0100 0001 1100 0001 1100

Рис. 1.11. Кодирование квадрата A_{klm}^{\leftarrow} при планарном кодировании с полным выделением контура



1111 1101 0010 1111 0001 0001 1100 1111 0100
 Рис. 1.12. Кодирование квадрата $A_{k_1 m_1}$ при планарном кодировании с полным выделением контура

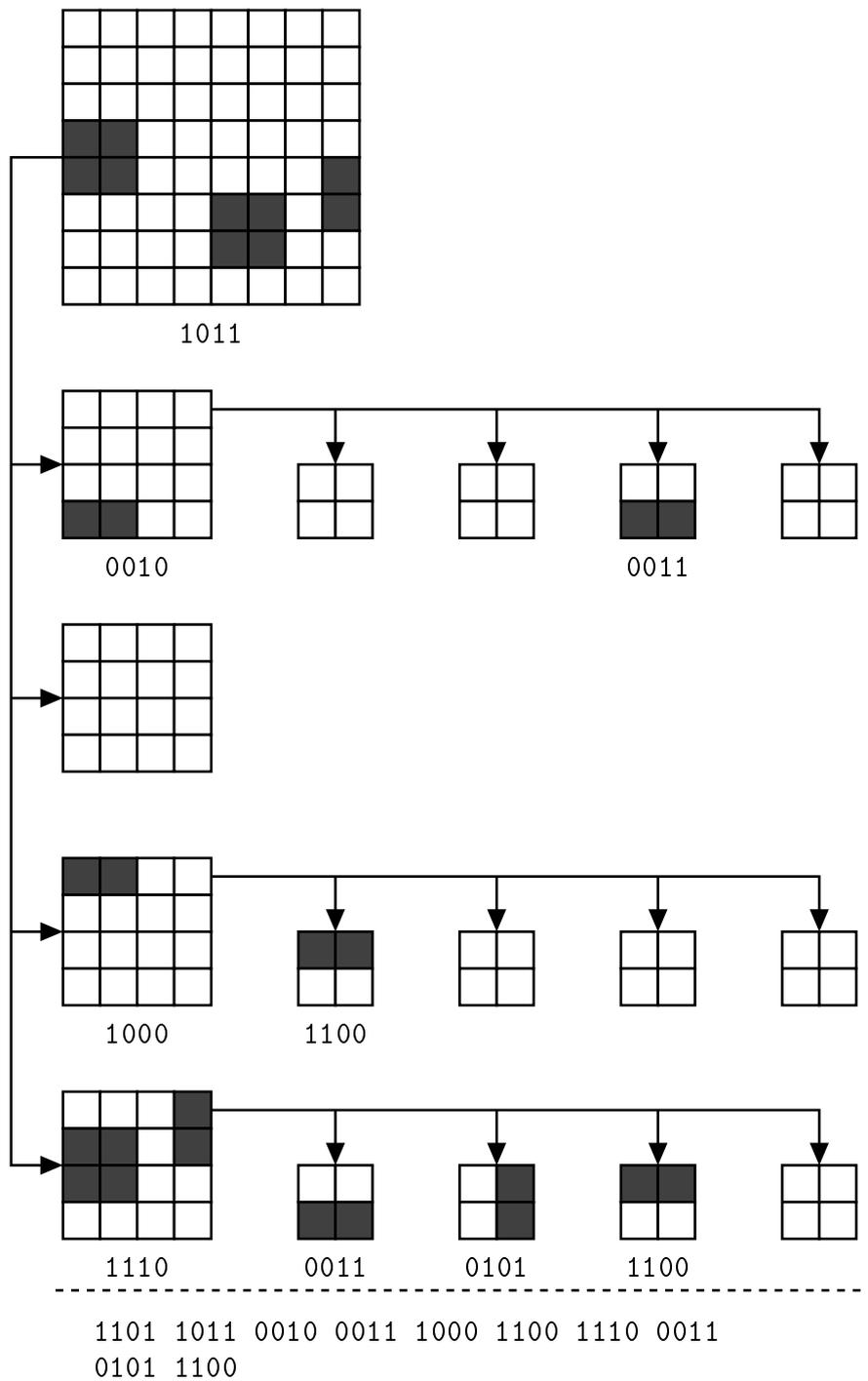


Рис. 1.13. Кодирование квадрата $A_{k1m\downarrow}$ при планарном кодировании с полным выделением контура

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

2.1. Цель работы

Целью данной практической работы является освоение различных вариантов алгоритма двумерного планарного кодирования двухградационного факсимильного изображения на примере кодирования квадрата 8×8 пикселей, а также изучение принципа оценки эффективности сжатия цифрового факсимильного сигнала.

2.2. Порядок выполнения работы

В работе требуется закодировать в соответствии с заданным вариантом участок двухградационного изображения размером 8×8 пикселей, используя три варианта алгоритма планарного кодирования:

- 1) кодирование без выделения контура;
- 2) кодирование с частичным выделением контура ($\gamma = 2$);
- 3) кодирование с полным выделением контура.

После проведения кодирования необходимо определить эффективность каждого из алгоритмов сжатия, посчитав для сжатых участков коэффициент сжатия, и сделать выводы об их эффективности для заданного варианта.

Коэффициент сжатия рассчитывается как отношение длины результирующего кодового слова в битах к исходной длине несжатого сообщения, которая в данном случае равна 64.

Работа выполняется каждым учащимся индивидуально. Варианты задания приведены в п. 2.3 табл. 2.1. Номер варианта либо выбирается в соответствии с номером студента по журналу группы, либо назначается преподавателем.

Работа оформляется на бланках. Типовая форма бланка, используемая для оформления кодирования одного квадрата 8×8 пикселей, приведена в приложении. Бланк предназначен для распечатки на листе формата А5 (два бланка на одном стандартном листе А4). Бланки либо предоставляются преподавателем, либо распечатываются студентами самостоятельно. По решению преподавателя возможно заполнение бланка в электронном виде. В этом случае ход и результат выполнения работы оформляются студентом в виде одного электронного документа и предоставляются преподавателю в формате PDF.

После выполнения работы и проверки ее преподавателем студент должен защитить работу, продемонстрировав усвоение полученных знаний и навыков.

Основные процедуры проведения защиты:

- 1) устный или письменный опрос по теме работы согласно контрольным вопросам, приведенным в п. 3.1;
- 2) решение задачи (примеры типовых задач приведены в п. 3.2).

2.3. Варианты заданий

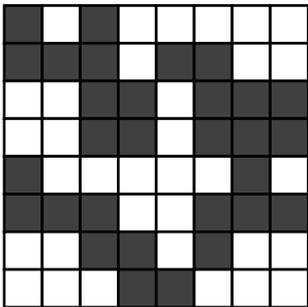
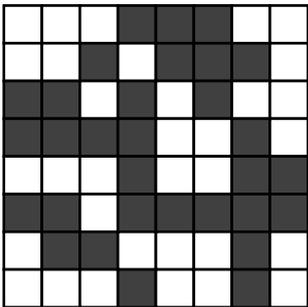
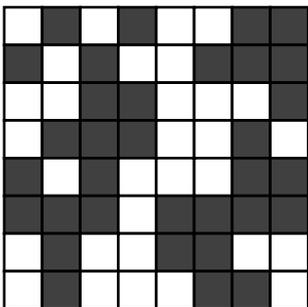
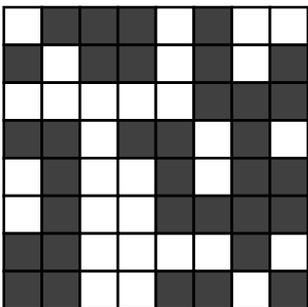
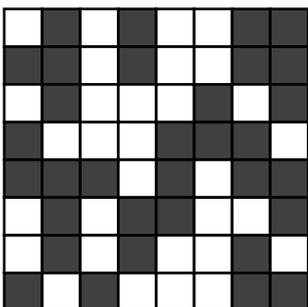
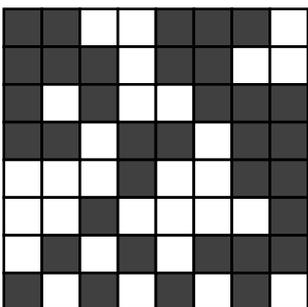
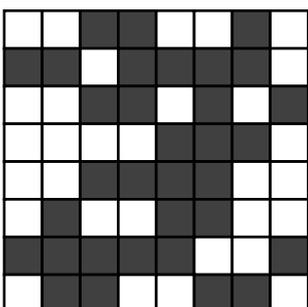
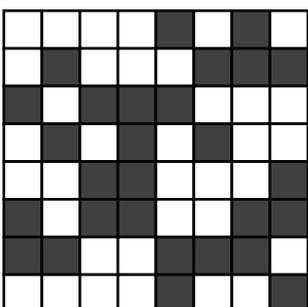
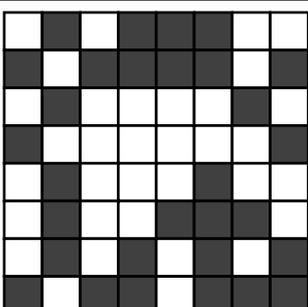
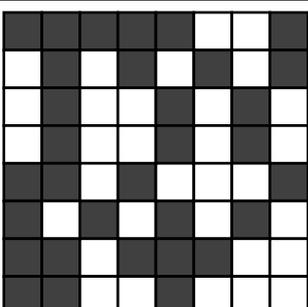
Номер варианта для выполнения практической работы выбирается из табл. 2.1 в соответствии с номером студента по журналу группы.

Таблица 2.1

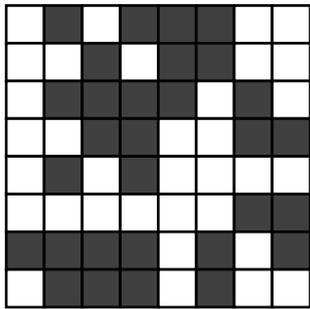
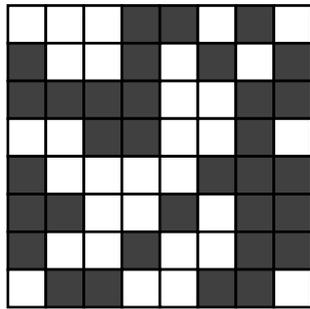
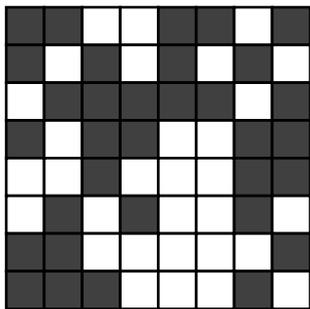
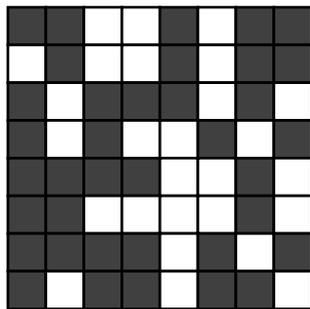
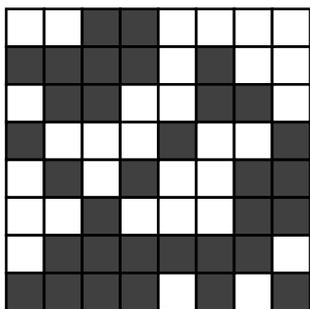
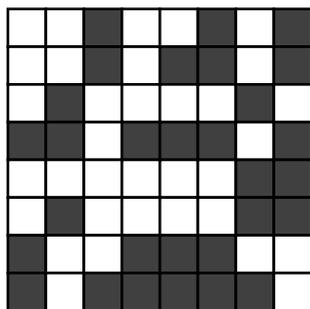
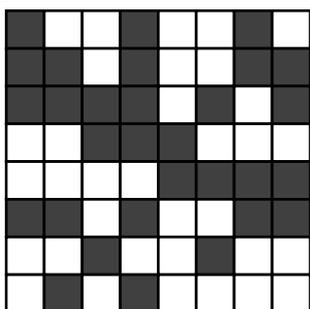
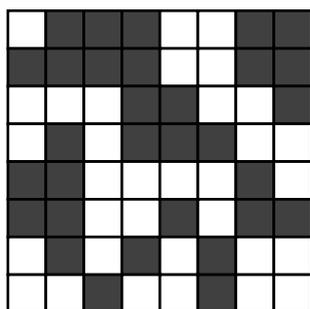
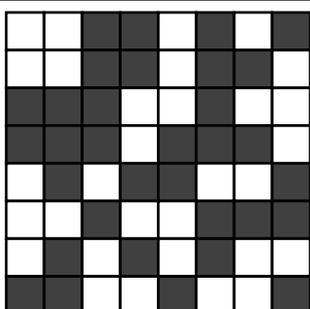
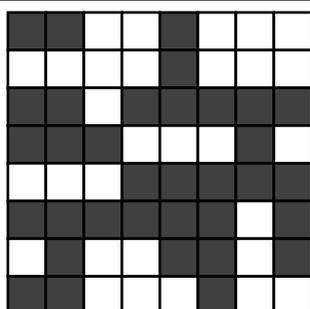
Варианты заданий для выполнения практической работы

№ вар.	Вид квадрата	№ вар.	Вид квадрата
1		2	
3		4	
5		6	

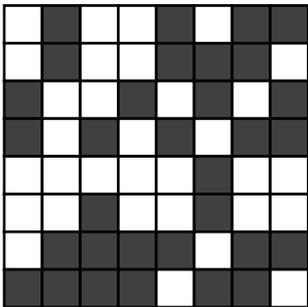
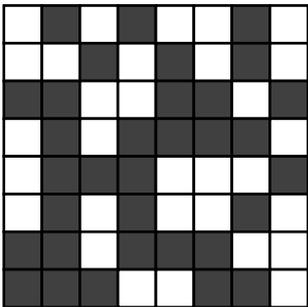
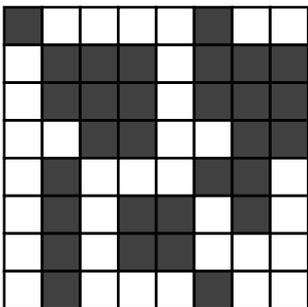
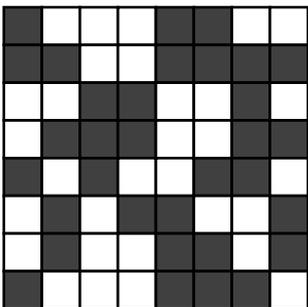
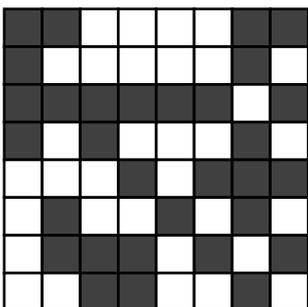
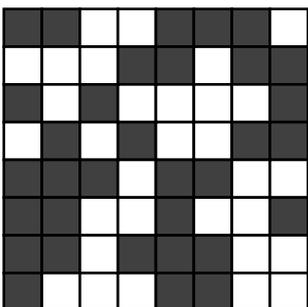
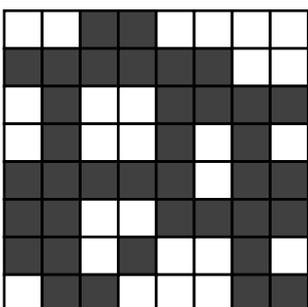
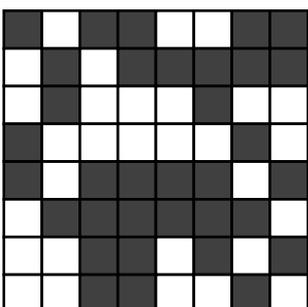
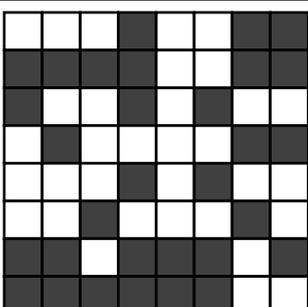
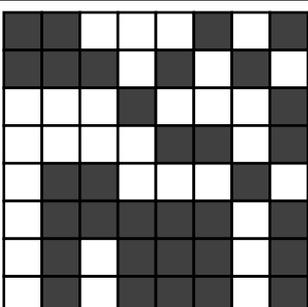
Варианты заданий для выполнения практической работы

№ вар.	Вид квадрата	№ вар.	Вид квадрата
7		8	
9		10	
11		12	
13		14	
15		16	

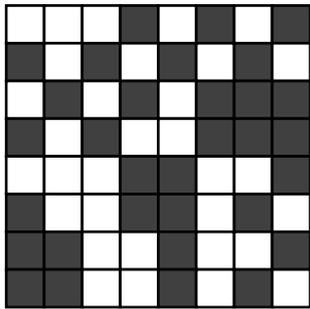
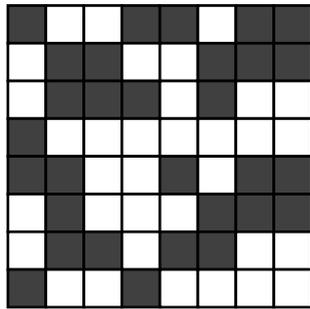
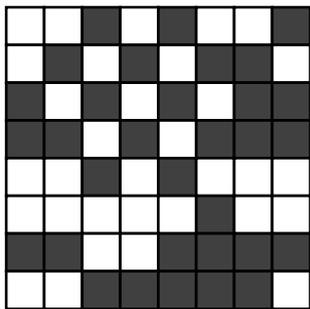
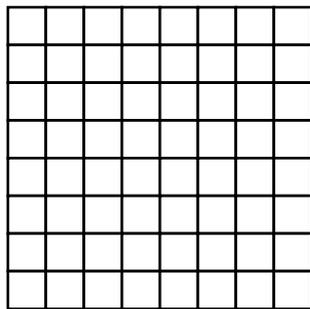
Варианты заданий для выполнения практической работы

№ вар.	Вид квадрата	№ вар.	Вид квадрата
17		18	
19		20	
21		22	
23		24	
25		26	

Варианты заданий для выполнения практической работы

№ вар.	Вид квадрата	№ вар.	Вид квадрата
27		28	
29		30	
31		32	
33		34	
35		36	

Варианты заданий для выполнения практической работы

№ вар.	Вид квадрата	№ вар.	Вид квадрата
37		38	
39		Инд. зад.	

2.4. Пример решения

Алгоритм кодирования и подробные примеры для каждого из вариантов алгоритма планарного кодирования приведены в разд. 1.

В данном пункте подробнее рассмотрим процедуру вычисления дополнительных квадратов A_{k1m}^{\rightarrow} , A_{k1m}^{\leftarrow} , A_{k1m}^{\uparrow} и A_{k1m}^{\downarrow} для кодирования с полным выделением контура на примере квадрата 8×8 , показанного на рис. 2.1.

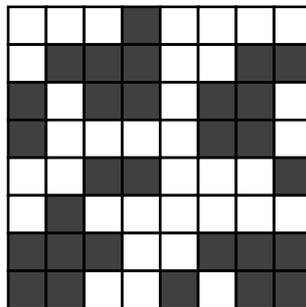


Рис. 2.1. Пример квадрата 8×8 пикселей для рассмотрения процедуры вычисления дополнительных квадратов

Для проведения процедуры вычисления дополнительных квадратов при полном выделении контура удобно представить заданный квадрат в виде дво-

ичной матрицы 8×8 разрядов:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Согласно процедуре получения дополнительных квадратов, описанной в п. 1.5, биты матрицы, соответствующей дополнительному квадрату, рассчитываются методом сложения по модулю 2 каждого элемента с предыдущим в соответствующем направлении. Для рассматриваемого примера матрица, соответствующая A_{k1m}^{\rightarrow} , будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 \\ 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 \\ 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 \\ 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 \\ 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 \\ 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 \\ 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 \\ 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 \end{bmatrix},$$

т. е. будет равна

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Вид итогового квадрата A_{k1m}^{\rightarrow} показан на рис. 2.2.

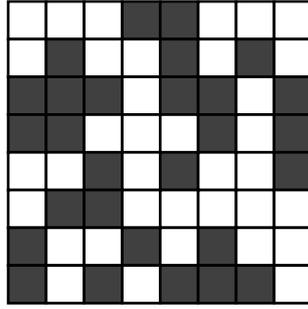


Рис. 2.2. Дополнительный квадрат A_{k1m}^{\rightarrow} для квадрата A_{k1m} , приведенного на рис. 2.1

Для дополнительного квадрата A_{k1m}^{\leftarrow} соответствующая ему двоичная матрица будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 \\ 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 \\ 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 \\ 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 \\ 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 \\ 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 \\ 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 \\ 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 \end{bmatrix},$$

т. е. будет равна

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Вид итогового квадрата A_{k1m}^{\leftarrow} показан на рис. 2.3.

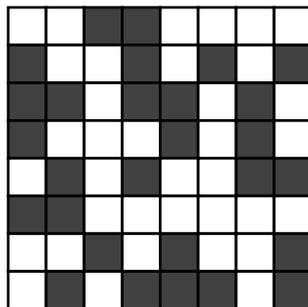


Рис. 2.3. Дополнительный квадрат A_{k1m}^{\leftarrow} для квадрата A_{k1m} , приведенного на рис. 2.1

Для дополнительного квадрата $A_{k1m\downarrow}$ соответствующая ему двоичная матрица будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 \\ 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 \\ 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 \\ 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 \\ 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 \\ 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 \\ 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 \\ 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 \end{bmatrix},$$

а следовательно, будет равна

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Вид итогового квадрата $A_{k1m\downarrow}$ показан на рис. 2.4.

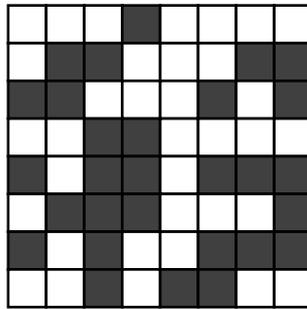


Рис. 2.4. Дополнительный квадрат $A_{k1m\downarrow}$ для квадрата A_{k1m} , приведенного на рис. 2.1

Для дополнительного квадрата $A_{k1m\uparrow}$ соответствующая ему двоичная матрица будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 \\ 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 \\ 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 0 \\ 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 1 \\ 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 \\ 0 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 & 0 \oplus 1 \\ 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 1 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 1 & 1 \oplus 1 \\ 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 0 \oplus 0 & 1 \oplus 0 & 1 \oplus 0 \end{bmatrix},$$

а следовательно, будет равна

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Вид итогового квадрата $A_{k_1 m_1 \uparrow}$ показан на рис. 2.5.

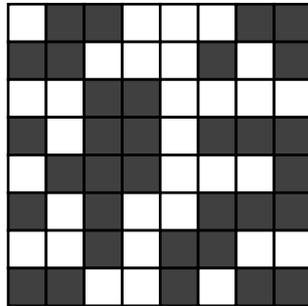


Рис. 2.5. Дополнительный квадрат $A_{k_1 m_1 \uparrow}$ для квадрата $A_{k_1 m}$, приведенного на рис. 2.1

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ

3.1. Контрольные вопросы

1. Каким образом представляется оригинальное двухградационное факсимильное изображение при планарном кодировании?
2. Какова последовательность кодирования при планарном кодировании без выделения контура?
3. Какова последовательность кодирования при планарном кодировании с полным выделением контура?
4. Каким образом кодируется белая полоса при кодировании без выделения контура?
5. Каким образом производится кодирование квадрата A_{k1m} при кодировании без выделения контура?
6. Каким образом формируются дополнительные квадраты A_{k1m}^{\rightarrow} , A_{k1m}^{\leftarrow} , A_{k1m}^{\uparrow} и A_{k1m}^{\downarrow} при кодировании с частичным выделением контура?
7. Каким образом выбирается результирующее кодовое представление квадрата при кодировании с частичным выделением контура?
8. По какой причине планарное кодирование с частичным выделением контура можно отнести к методам сжатия с потерями? Каким образом ограничивается величина потерь?
9. Каким образом формируются дополнительные квадраты A_{k1m}^{\rightarrow} , A_{k1m}^{\leftarrow} , A_{k1m}^{\uparrow} и A_{k1m}^{\downarrow} при кодировании с полным выделением контура?
10. Каким образом производится кодирование подматриц 2×2 при кодировании с полным выделением контура?

3.2. Примеры задач

1. По заданному кодовому представлению для планарного кодирования без выделения контура определите исходный квадрат A_{k1m} .

Кодовое представление:

111101111110011101111110011100110111111011111110001110

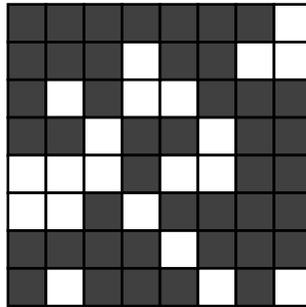
2. По заданному кодовому представлению для планарного кодирования с частичным выделением контура определите соответствующий ему квадрат и укажите его тип.

Кодовое представление:

1110110111100010011010001011100000110110100111000011

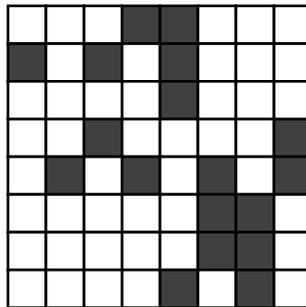
3. Для заданного квадрата A_{k1m} постройте соответствующий ему квадрат A_{k1m}^{\rightarrow} для случая планарного кодирования с частичным выделением контура.

Квадрат A_{k1m} :



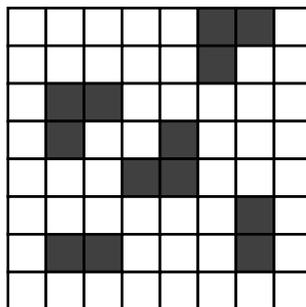
4. По заданному квадрату A_{k1m}^{\leftarrow} для случая планарного кодирования с частичным выделением контура при $\gamma = 0$ определите исходный квадрат A_{k1m} .

Квадрат A_{k1m}^{\leftarrow} :



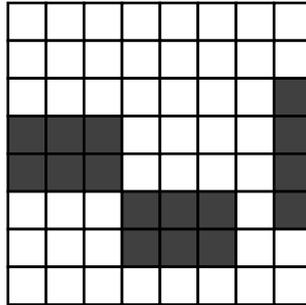
5. Для заданного квадрата A_{k1m} постройте соответствующий ему квадрат A_{k1m}^{\rightarrow} для случая планарного кодирования с полным выделением контура.

Квадрат A_{k1m} :



6. По заданному квадрату $A_{k1m\downarrow}$ для случая планарного кодирования с полным выделением контура определите исходный квадрат A_{k1m} .

Квадрат $A_{k1m\downarrow}$:



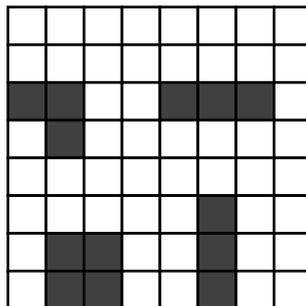
7. По заданному кодовому представлению для планарного кодирования с полным выделением контура определите соответствующий ему квадрат и укажите его тип.

Кодовое представление:

101110110010000101000001110000011100

8. Для заданного квадрата A_{k1m} постройте соответствующий ему квадрат $A_{k1m\downarrow}$ для случая планарного кодирования с полным выделением контура.

Квадрат A_{k1m} :



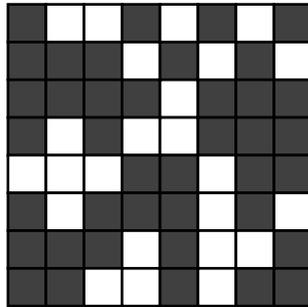
9. Определите коэффициент сжатия при кодировании без выделения контура для квадрата, заданного кодовым представлением.

Кодовое представление:

1111011111100111011111100111001101111110111111111101111

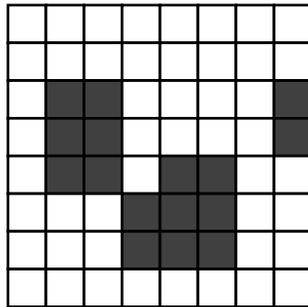
10. Для заданного квадрата A_{k1m} постройте соответствующий ему квадрат $A_{k1m\downarrow}$ для случая планарного кодирования с частичным выделением контура.

Квадрат A_{k1m} :



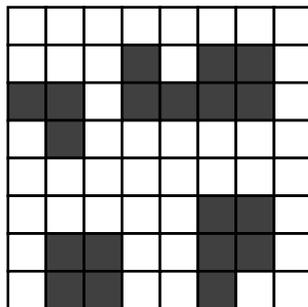
11. По заданному квадрату $A_{k1m\uparrow}$ для случая планарного кодирования с полным выделением контура определите исходный квадрат A_{k1m} .

Квадрат $A_{k1m\uparrow}$:



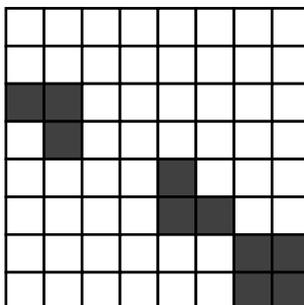
12. Для заданного квадрата A_{k1m} постройте соответствующий ему квадрат $A_{k1m\uparrow}$ для случая планарного кодирования с полным выделением контура.

Квадрат A_{k1m} :



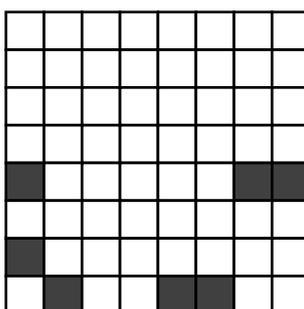
13. Для заданного квадрата A_{k1m} определите коэффициент сжатия при кодировании без выделения контура.

Квадрат A_{k1m} :



14. Для заданного квадрата $A_{k1m\uparrow}$ определите коэффициент сжатия при кодировании с полным выделением контура.

Квадрат $A_{k1m\uparrow}$:



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

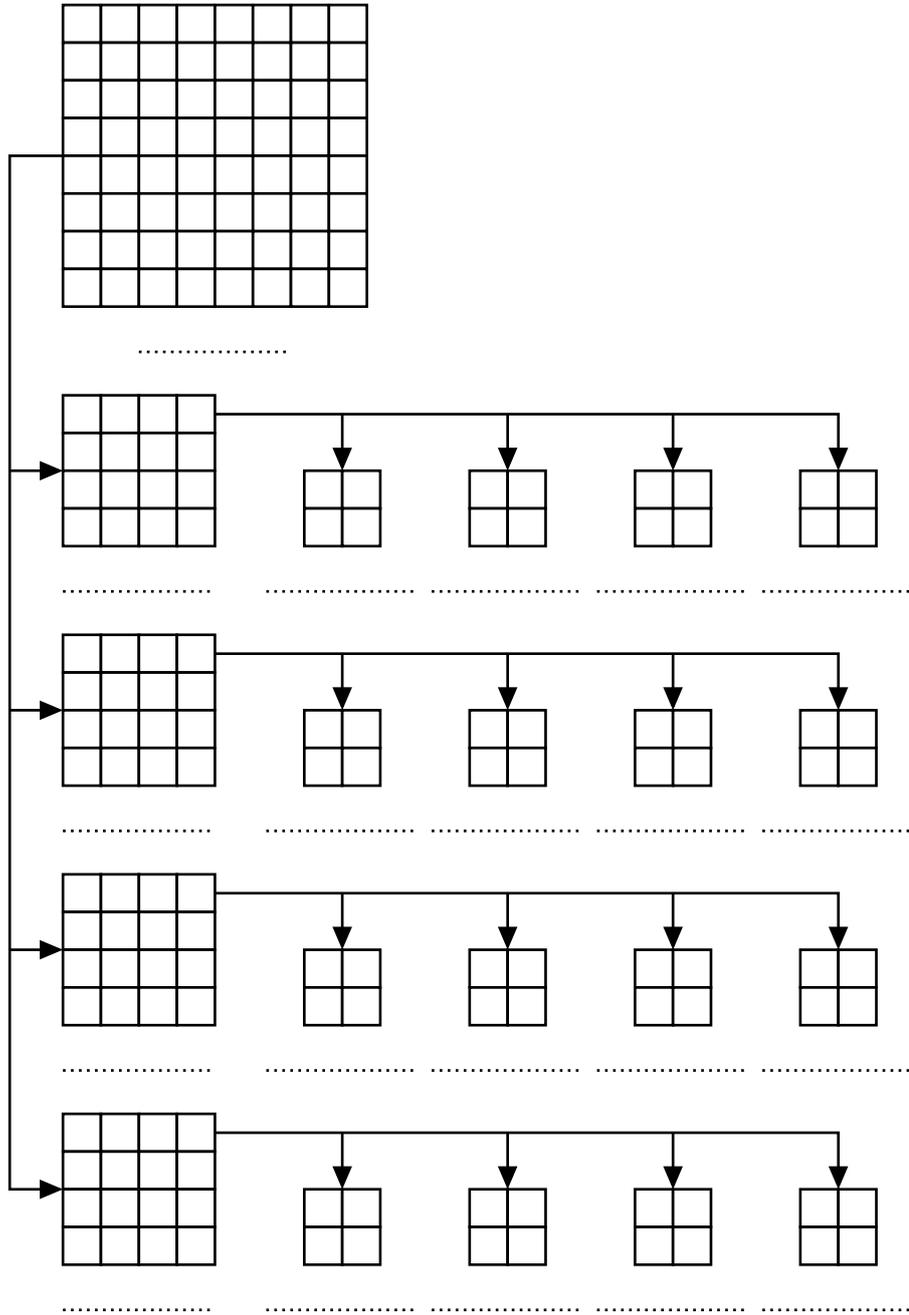
- [1] ГОСТ 25872–83. Аппаратура факсимильная со средствами сокращения избыточности для передачи и приема метеорологических карт. Основные параметры. — Введ. 1985–01–01. — М. : Издательство стандартов, 1983. — II, 14 с.
- [2] ГОСТ 26348–84. Аппаратура факсимильная со средствами сокращения избыточности для передачи и приема документов. Основные параметры. — Введ. 1986–07–01. — М. : Издательство стандартов, 1984. — II, 27 с.
- [3] ГОСТ 26631–85. Аппаратура факсимильная со средствами сокращения избыточности для передачи и приема фотофаксимильной информации. Основные параметры. — Введ. 1987–01–01. — М. : Издательство стандартов, 1985. — II, 29 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Бланк для выполнения практической работы
«Планарное кодирование факсимильных сообщений»

Группа: _____ ФИО: _____ Вариант: _____

Способ кодирования: _____ Квадрат: _____



Результат кодирования: _____

Коэффициент сжатия: _____

Владимиров Сергей Сергеевич

**ТЕЛЕМАТИЧЕСКИЕ СЛУЖБЫ
ПЛАНАРНОЕ КОДИРОВАНИЕ ФАКСИМИЛЬНЫХ СООБЩЕНИЙ**

Практикум

Редактор *Л. К. Паршина*

Компьютерная верстка *С. С. Владимирова*

План изданий 2018 г., п. 52

Подписано к печати 26.03.2018
Объем 2,5 усл.-печ. л. Тираж 10 экз. Заказ 842

Редакционно-издательский отдел СПбГУТ
193232 СПб., пр. Большевиков, 22
Отпечатано в СПбГУТ