

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет информационной безопасности  
Кафедра инфокоммуникационных технологий

**В. Ю. Цветков**

# **АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ЛОКАЛЬНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НА ПЛИС**

*Рекомендовано УМО по образованию в области информатики  
и радиоэлектроники в качестве учебно-методического пособия  
для специальности 1-45 80 01 «Системы и сети инфокоммуникаций»*

Минск БГУИР 2023

УДК 004.932.2:621.397(076)  
ББК 32.972.13я73+32.94я73  
Ц27

**Рецензенты:**

кафедра автоматике, радиолокации и приемопередающих устройств  
учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь»  
(протокол № 17 от 02.03.2022);

заведующий лабораторией идентификации систем  
государственного научного учреждения «Объединенный институт  
проблем информатики Национальной академии наук Беларуси»  
доктор технических наук, профессор А. А. Дудкин

**Цветков, В. Ю.**

Ц27 Алгоритмы поиска локальных экстремумов полутоновых изображений для реализации на ПЛИС : учеб.-метод. пособие / В. Ю. Цветков. – Минск : БГУИР, 2023. – 80 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-698-1.

Рассмотрены алгоритмы поиска локальных экстремумов на изображениях, принципы реализации блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС, приведены задания к практическим занятиям и методические указания к лабораторным работам.

Предназначено для магистрантов, изучающих дисциплину «Технологии разработки инфокоммуникационных систем на программируемых логических интегральных схемах».

**УДК 004.932.2:621.397(076)**  
**ББК 32.972.13я73+32.94я73**

**ISBN 978-985-543-698-1**

© Цветков В. Ю., 2023  
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2023

## Содержание

Введение .....	4
1. Локальные экстремумы изображений .....	5
2. Алгоритмы поиска локальных экстремумов изображений .....	8
3. Схемная реализация блочного поиска локальных экстремумов .....	17
4. Практические задания по блочному поиску локальных экстремумов .....	24
4.1. Практические задания по изучению схемы блочного поиска локальных экстремумов .....	24
4.2. Практические задания по изучению алгоритма блочного поиска локальных экстремумов .....	24
5. Лабораторные работы по блочному поиску локальных экстремумов .....	72
5.1. Лабораторная работа № 1. Синтез входного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС .....	72
5.2. Лабораторная работа № 2. Синтез строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС .....	73
5.3. Лабораторная работа № 3. Синтез блока оконного поиска локального экстремума схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС .....	74
5.4. Лабораторная работа № 4. Синтез регистра локальных экстремумов схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС .....	75
5.5. Лабораторная работа № 5. Синтез выходного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС .....	76
5.6. Лабораторная работа № 6. Синтез блока синхронизации и управления схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС .....	77
5.7. Лабораторная работа № 7. Синтез схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС .....	78
Список использованных источников .....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Локальные экстремумы (максимумы и минимумы) изображений используются для сегментации, пространственной фильтрации, идентификации и решения других задач обработки. Поиск локальных экстремумов связан с перебором всех пикселей изображения, причем значения некоторых пикселей оцениваются несколько раз. Это является причиной достаточно высокой вычислительной сложности алгоритмов поиска локальных экстремумов и актуальности задачи ускорения поиска за счет аппаратной реализации. Одна из эффективных возможностей быстрой реализации алгоритмов поиска локальных экстремумов заключается в использовании программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). В этой связи представляют интерес алгоритмы поиска с низкой пространственной сложностью и возможностью распараллеливания вычислений. В настоящем издании рассматриваются алгоритмы блочного и морфологического поиска локальных экстремумов, которые удовлетворяют этим требованиям. Акцент сделан на алгоритмах блочного поиска, позволяющих реализовать конвейерную обработку пикселей и обеспечивающих реализацию на ПЛИС с низкой пространственной сложностью за счет отсутствия необходимости буферизации всего изображения в отличие от морфологических алгоритмов.

Пособие имеет следующую структуру. В первом разделе вводится понятие локального экстремума. Второй раздел содержит описание блочных и морфологических алгоритмов поиска локальных экстремумов. В третьем разделе содержится описание схемотехнической реализации блочного поиска локальных экстремумов, ориентированной на ПЛИС. Четвертый раздел содержит задания к практическим занятиям. В пятом разделе приведены методические указания к лабораторным работам. Лабораторные работы учитывают результаты выполнения практических заданий и должны выполняться в порядке размещения их в разделе.

# 1. ЛОКАЛЬНЫЕ ЭКСТРЕМУМЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В случае полутонового изображения локальные экстремумы определяются в пространстве двумерной функции распределения яркости. При этом яркость каждого пикселя оценивается относительно яркостей восьми смежных пикселей. Локальные экстремумы многоканальных (цветных, мультиспектральных) изображений могут определяться независимо для каждого цветового канала, представляемого полутоновым изображением, или в трехмерном пространстве распределения яркости с учетом каналов. Яркость каждого пикселя оценивается относительно яркостей 26 смежных пикселей.

В зависимости от распределения яркостей пикселей в окрестности локальные экстремумы могут быть строгими (однопиксельными и многопиксельными локальными максимумами и минимумами) и многопиксельными нестрогими локальными экстремумами.

Пиксель  $i(y, x)$  изображения  $I = \{i(y, x)\}_{(y=0, \overline{Y-1}, x=0, \overline{X-1})}$  размером  $Y \times X$  пикселей ( $i(y, x) \in [0, 2^D - 1]$ , где  $D$  – битовая глубина изображения, определяющая разрядность пикселей) является однопиксельным локальным экстремумом (принадлежит множеству  $E = \{e(n_s)\}_{(n_s=1, N_s)}$  локальных экстремумов, где  $e(n_s)$  –  $n_s$ -й локальный экстремум,  $N_s$  – количество локальных экстремумов на изображении), если его значение больше (для строгого локального максимума) или меньше (для строгого локального минимума) значений смежных пикселей:

$$(i(y, x) > i(y + m, x + n)) \Rightarrow (i(y, x) \in e(n_s)), \quad (1.1)$$

$$(i(y, x) < i(y + m, x + n)) \Rightarrow (i(y, x) \in e(n_s)) \quad (1.2)$$

при  $y = \overline{1, Y-2}$ ,  $x = \overline{1, X-2}$ ,  $m = \overline{-1, 1}$ ,  $n = \overline{-1, 1}$ ,  $|m| + |n| \neq 0$ .

Локальный экстремум  $e(n_s)$  является строгим многопиксельным максимумом или минимумом, если выполняются условия

$$(i(y, x) \in e(n_s)) \Rightarrow \forall k \forall p (i(k, p) \in e(n_s)) \Rightarrow (i(k, p) \geq i(k + m, p + n)), \quad (1.3)$$

$$(i(y, x) \in e(n_s)) \Rightarrow \forall k \forall p (i(k, p) \in e(n_s)) \Rightarrow (i(k, p) \leq i(k + m, p + n)) \quad (1.4)$$

при  $y = \overline{1, Y-2}$ ,  $x = \overline{1, X-2}$ ,  $m = \overline{-1, 1}$ ,  $n = \overline{-1, 1}$ ,  $|m| + |n| \neq 0$ .

На рис. 1.1 приведены примеры однопиксельных, многопиксельных и нестрогих экстремумов в одномерном представлении.

Результаты поиска локальных экстремумов могут быть представлены с помощью матрицы или вектора (рис. 1.2). В матрице локальных экстремумов положительные и отрицательные значения элементов указывают на положения, номера и типы соответствующих экстремумов, а нулевые значения элементов – на от-

сутствие локальных экстремумов в соответствующих пикселях изображения. Примеры матриц локальных экстремумов для фрагментов матриц пикселей полутоновых изображений (рис. 1.3) представлены на рис. 1.4.

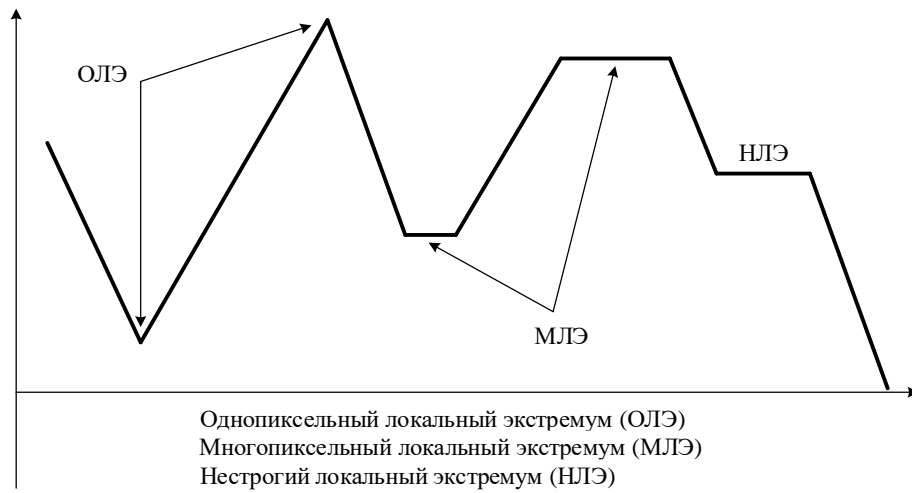


Рис. 1.1. Локальные экстремумы в одномерном представлении

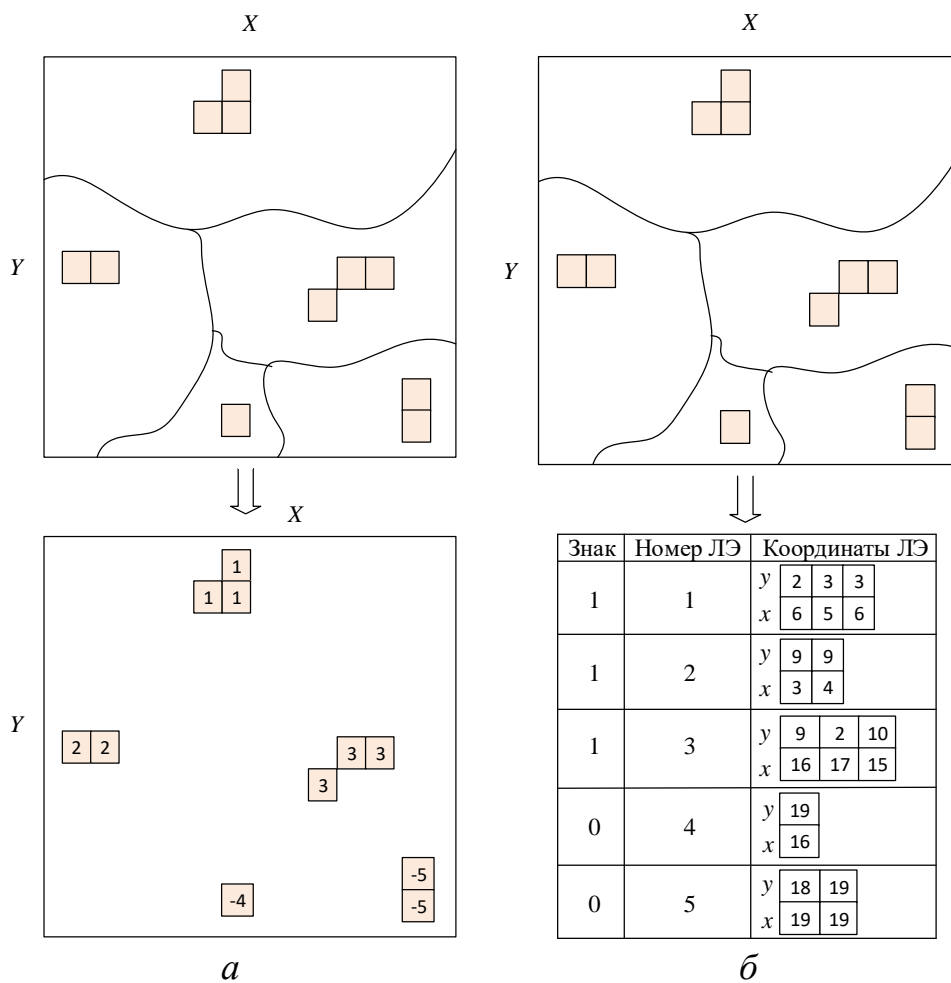


Рис. 1.2. Представление результатов поиска локальных экстремумов:  
*a* – матричное; *б* – векторное

20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	27	27	27	27	27	20	20	20	20
20	20	20	27	25	25	25	27	20	20	20	20
20	20	20	27	25	30	25	27	20	20	20	20
20	20	20	27	25	25	25	27	20	20	20	20
20	20	20	27	27	27	27	27	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*a*

20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	17	17	17	17	17	20	20	20	20
20	20	20	17	15	15	15	15	17	20	20	20
20	20	20	17	15	2	15	17	20	20	20	20
20	20	20	17	15	15	15	17	20	20	20	20
20	20	20	17	17	17	17	17	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*б*

20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	27	27	27	27	27	27	27	27	27	20	20
20	27	30	30	30	30	30	30	30	27	20	20
20	27	30	30	30	30	30	30	30	27	20	20
20	27	30	30	27	27	27	30	30	27	20	20
20	27	30	30	27	25	27	30	30	27	20	20
20	27	30	30	27	27	27	30	30	27	20	20
20	27	30	30	30	30	30	30	30	27	20	20
20	27	30	30	30	30	30	30	30	27	20	20
20	27	27	27	27	27	27	27	27	27	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*в*

20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20
20	20	17	15	15	15	15	15	17	20	20	20
20	20	17	15	2	2	2	15	17	20	20	20
20	20	17	15	2	2	2	15	17	20	20	20
20	20	17	15	2	2	2	15	17	20	20	20
20	20	17	15	15	15	15	15	17	20	20	20
20	20	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*г*

Рис. 1.3. Матрицы пикселей фрагментов полутоновых изображений, содержащие локальные экстремумы:  
*a* – строгий максимум; *б* – строгий минимум;  
*в* – максимальная область; *г* – минимальная область

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*a*

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*б*

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*в*

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*г*

Рис. 1.4. Фрагменты матриц локальных экстремумов:  
*a* – строгий максимум; *б* – строгий минимум;  
*в* – максимальная область; *г* – минимальная область

## 2. АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ЛОКАЛЬНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Для поиска локальных экстремумов в источнике [1] предложен алгоритм *NMS (Non-Maximum Suppression)* подавления немаксимальных пикселей, работающий построчно. В источнике [2] предложен модифицированный алгоритм *NMS* для определения локальных максимумов в двумерном пространстве пикселей. В источниках [3, 4] предложены модификации алгоритма *NMS* с окнами поиска различных размеров.

В источнике [5] предложен алгоритм *Straightforward*, реализующий поиск максимумов в двумерном пространстве на основе линейного сканирования (рис. 2.1, *а*). В алгоритме используется окно поиска размером  $5 \times 5$  пикселей. Центральный пиксель не является максимальным, если найден больший или равный соседний пиксель. Алгоритм использует  $(2n+1) \times (2n+1) / 2$  сравнений на пиксель для окрестности  $(2n+1) \times (2n+1)$  пикселей.

Сложность линейного сканирования может быть уменьшена за счет анализа соседних пикселей в другом порядке. В источнике [6] предложен модифицированный алгоритм *NMS* с локальным спиральным порядком выборки пикселей (рис. 2.1, *б*), в котором для текущего пикселя сначала оценивается окрестность  $3 \times 3$  пикселей. Если центральный пиксель является нестрогим локальным максимумом (в окрестности обнаружены пиксели, совпадающие по значению с центральным пикселем), он проверяется в окрестности  $5 \times 5$  пикселей. Вычислительная сложность этого алгоритма примерно постоянна (около пяти сравнений на пиксель).

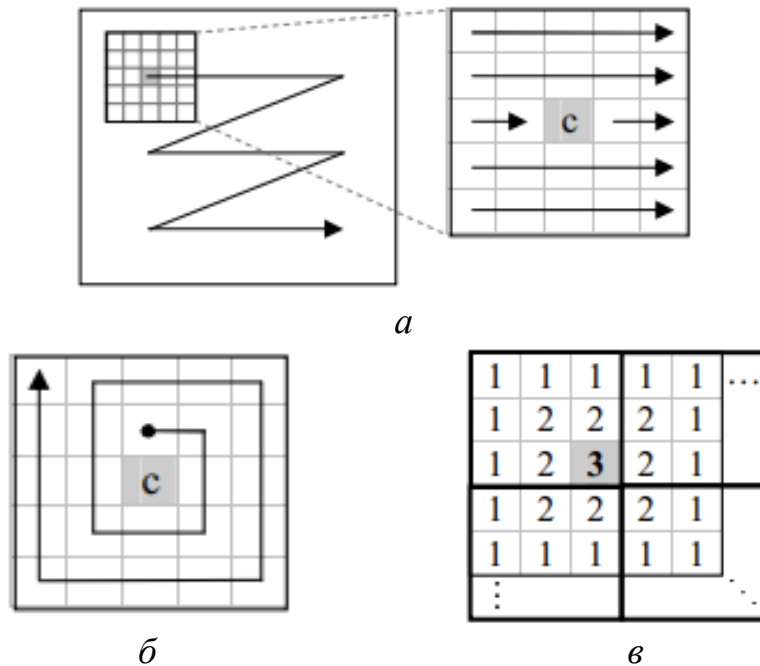


Рис. 2.1. Выборка пикселей в процессе поиска локальных экстремумов: *а* – линейное сканирование; *б* – спиральное сканирование; *в* – блочное разделение



В источнике [5] предложена блочная модификация алгоритма *NMS* (рис. 2.1, в), которая требует до четырех сравнений на пиксель (2,39 сравнений на пиксель в среднем). Максимальный пиксель в окрестности  $(2n+1) \times (2n+1)$  является максимальным для любого окна размером  $(n+1) \times (n+1)$  пикселей. Для поиска локальных максимумов входное изображение разбивается на неперекрывающиеся блоки  $(n+1) \times (n+1)$  пикселей. Затем осуществляется поиск максимума в блоке  $(2n+1) \times (2n+1)$  пикселей за исключением охватывающего блока  $(n+1) \times (n+1)$  пикселей. Алгоритм эффективен для окрестностей больших размеров.

В источнике [7] приведено описание модифицированного алгоритма *NMS*-поиска однопиксельных локальных экстремумов в окрестности  $3 \times 3$  пикселей на основе математической морфологии, в котором исходное изображение сравнивается с его дилатацией и эрозией в оттенках серого. Одинаковые по значениям пиксели двух полученных изображений соответствуют локальным экстремумам. Алгоритм находит не только строгие локальные экстремумы. Реализация дилатации и эрозии в окрестности  $3 \times 3$  пикселей требует восьми сравнений на пиксель.

В источнике [8] предложена модификация алгоритма *NMS* на основе сканирующей линии  $3 \times 3$  пикселей, которая требует не более двух сравнений на пиксель. Алгоритм сначала ищет одномерные локальные максимумы по линии сканирования. Затем каждый найденный максимальный пиксель сравнивается со смежными пикселями в соседних строках. В буфере сохраняются две двоичные маски для текущей и следующей строк сканирования. В процессе обработки очередного пикселя смежные с ним пиксели маскируются, если они меньше центрального пикселя. Маскированные пиксели не обрабатываются (рис. 2.2). Для окрестности  $3 \times 3$  пикселей алгоритм требует не более двух сравнений на пиксель.

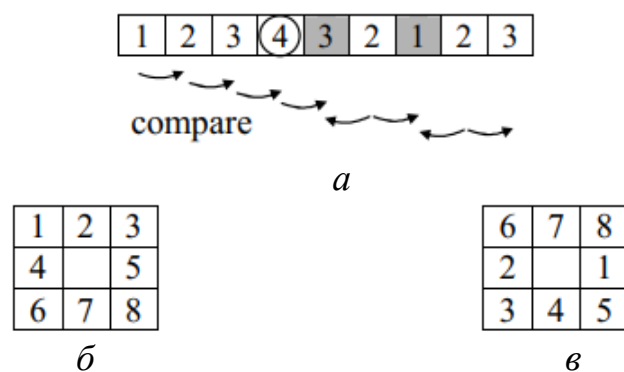


Рис. 2.2. Маски алгоритмов поиска локальных экстремумов: *a* – одномерный *NMS*; *б* – растровое сканирование; *в* – сканирующая линия  $3 \times 3$

Алгоритм сканирующей линии для окрестности  $3 \times 3$  пикселей может быть расширен до блоков  $(2n+1) \times (2n+1)$  пикселей при  $n > 1$  [8]. Поиск максимумов

в окрестности  $(2n+1)$  пикселей на одномерной сканирующей линии представлен на рис. 2.3, а. Максимумы в окрестности размером  $(2n+1) \times (2n+1)$  пикселей на текущей линии сканирования расположены, как показано на рис. 2.3, б (пиксели в окружностях). Это кандидаты на двумерные максимумы. Каждый кандидат проверяется на экстремум в окрестности  $(2n+1) \times (2n+1)$  пикселей по спирали. Соседние пиксели, расположенные на одной линии сканирования, ранее уже были сопоставлены, поэтому они пропускаются (серые пиксели на рис. 2.3, в). Благодаря спиральному сканированию среднее количество сравнений на один пиксель уменьшается. Результаты работы алгоритма представлены на рис. 2.4.

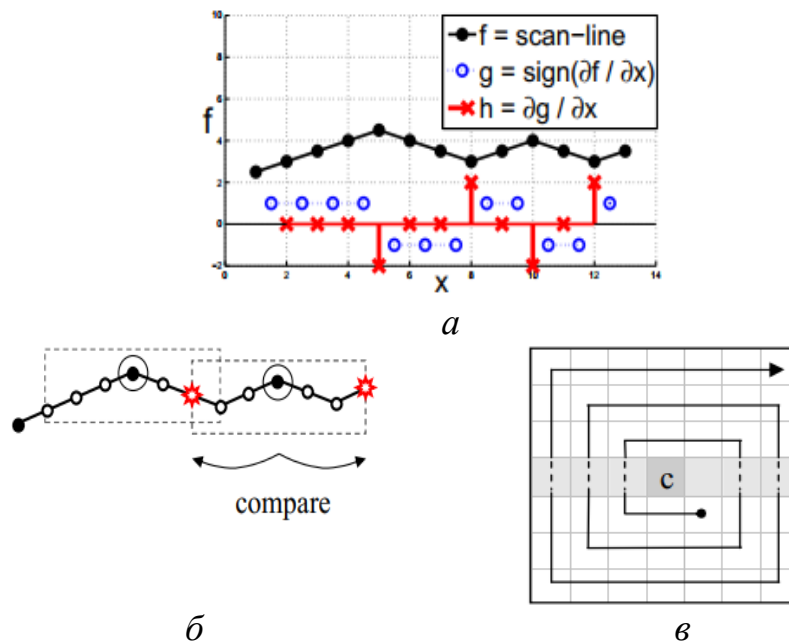


Рис. 2.3. Сканирующий алгоритм *NMS* в окрестности  $7 \times 7$  пикселей ( $n = 3$ ): а – одномерный *NMS*; б – растровое сканирование; в – сканирующая линия  $3 \times 3$

Для совместного поиска локальных максимумов и минимумов блочные алгоритмы [5, 6, 8] сначала формируют матрицу  $E_{\text{MAX}} = \|e_{\text{MAX}}(y, x)\|_{(y=0, \overline{Y-1}, x=0, \overline{X-1})}$  локальных максимумов, значения элементов которой (1 или 0) указывают на локальный максимум или немаксимум соответственно и определяются с помощью выражения

$$e_{\text{MAX}}(y, x) = \begin{cases} 1, & \text{если } \forall y' \forall x' (i(y, x) > i(y + y', x + x')), \\ 0, & \text{если } \exists y' \exists x' (i(y, x) \leq i(y + y', x + x')) \end{cases} \quad (2.1)$$

при  $y = \overline{0, Y-1}$ ,  $x = \overline{0, X-1}$ ,  $(y' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (x' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (|y'| + |x'| \neq 0)$ .

Аналогично формируется матрица  $E_{\text{MIN}} = \|e_{\text{MIN}}(y, x)\|_{(y=0, \overline{Y-1}, x=0, \overline{X-1})}$  локальных минимумов, значения элементов которой (-1 или 0) указывают на локальный минимум или неминимум соответственно.

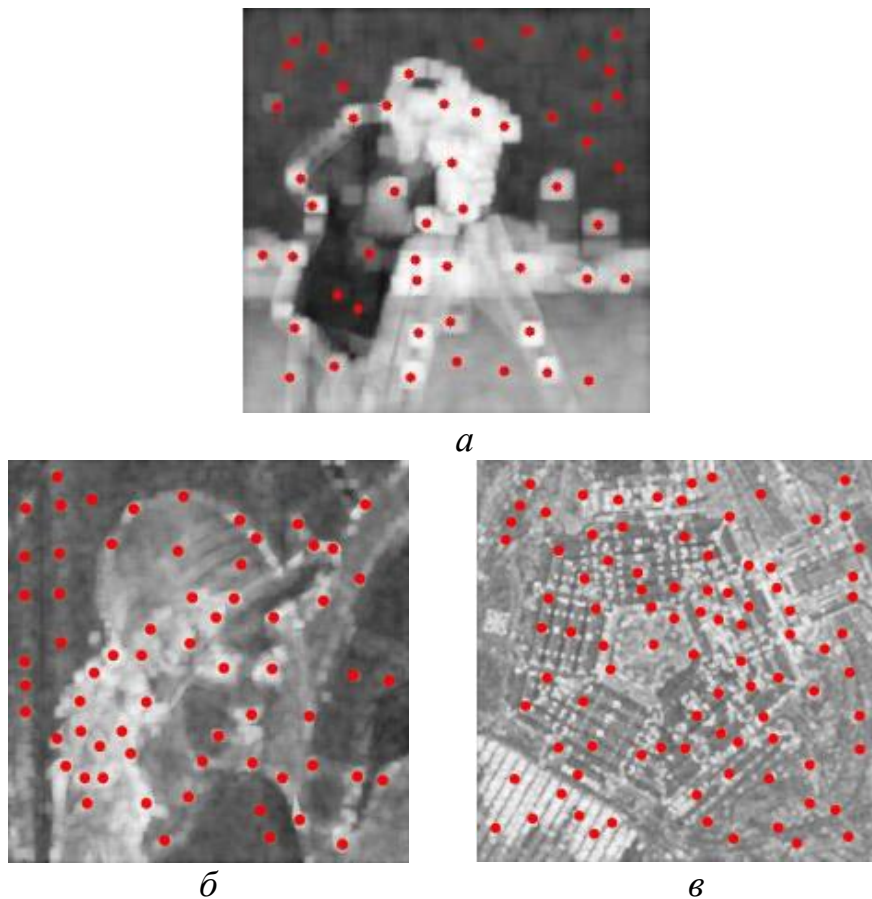


Рис. 2.4. Результаты поиска локальных однопиксельных максимумов:

*а* – в окрестности  $21 \times 21$  пикселей ( $n = 10$ );

*б* – в окрестности  $41 \times 41$  пикселей ( $n = 20$ );

*в* – в окрестности  $81 \times 81$  пикселей ( $n = 40$ )

В результате совмещения матриц  $E_{\text{MAX}}$  и  $E_{\text{MIN}}$  строится матрица  $E = \|e(y, x)\|_{(y=\overline{0, Y-1}, x=\overline{0, X-1})}$  локальных экстремумов, значения элементов  $e(y, x) \in \{1, 0, -1\}$  которой вычисляются с помощью выражения

$$e(y, x) = e_{\text{MAX}}(y, x) + e_{\text{MIN}}(y, x) \quad (2.2)$$

при  $y = \overline{0, Y-1}$ ,  $x = \overline{0, X-1}$ .

Из выражений (2.1) и (2.2) можно вывести основные недостатки блочных алгоритмов выделения локальных экстремумов.

1. Избыточная обработка пикселей. Раздельное формирование матриц  $E_{\text{MAX}}$  и  $E_{\text{MIN}}$  с помощью выражения (2.1) приводит к избыточной обработке, т. к. при формировании матрицы  $E_{\text{MIN}}$  повторно обрабатываются пиксели матрицы  $I$ , которым в матрице  $E_{\text{MAX}}$  соответствуют ненулевые элементы и наоборот, хотя локальный максимум не может быть одновременно локальным минимумом.

2. Пропуск многопиксельных экстремумов. Из выражения (2.1) следует, что при наличии в матрице  $I$  локальной максимальной однородной области, состоящей из нескольких смежных пикселей с одинаковыми значениями (мно-

гопиксельный локальный максимум), ни один из пикселей этой области не детектируется в качестве локального максимума. Аналогичное замечание справедливо для многопиксельных локальных минимумов. Следовательно, блочные алгоритмы не обеспечивают выделение многопиксельных экстремумов. Число таких экстремумов достаточно велико на изображениях с преобладанием плавных перепадов яркости (низкочастотных), с узким динамическим диапазоном, а также на изображениях, получаемых при переквантовании с уменьшением битовой глубины, низкочастотной фильтрации и декодирования после сжатия с потерями (при повышении коэффициента сжатия). В последующей обработке пропуск многопиксельных экстремумов приводит к неполной сегментации изображений и ошибкам выделения объектов. Для результатов низкочастотной фильтрации (размер маски фильтра Гаусса –  $25 \times 25$  пикселей), кодирования с потерями (кодер *JPEG*), декодирования и переквантования тестового изображения (рис. 2.5) приведены зависимости количества и средней площади однородных областей, состоящих из двух и более одинаковых пикселей, от параметра «сигма» фильтра Гаусса, коэффициента сжатия и битовой глубины изображения (рис. 2.6–2.8). Из рис. 2.6–2.8 следует, что после фильтрации, кодирования и декодирования изображения число его однородных областей уменьшается (их средняя площадь растет) при увеличении параметра «сигма» фильтра Гаусса и коэффициента сжатия. Из рис. 2.8 следует, что аналогичное происходит при уменьшении динамического диапазона.



Рис. 2.5. Тестовое изображение

3. Ошибки поиска локальных экстремальных областей. Строгое и нестрогое неравенства в выражении (2.1) могут быть изменены на нестрогое и строгое соответственно, что приводит к выражению

$$e_{\text{MAX}}(y, x) = \begin{cases} 1, & \text{если } \forall y' \forall x' (i(y, x) \geq i(y + y', x + x')), \\ 0, & \text{если } \exists y' \exists x' (i(y, x) < i(y + y', x + x')) \end{cases} \quad (2.3)$$

при  $y = \overline{0, Y-1}$ ,  $x = \overline{0, X-1}$ ,  $(y' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (x' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (|y'| + |x'| \neq 0)$ .

Использование выражения (2.3) приводит к выделению в матрице  $I$  как однопиксельных, так и многопиксельных максимумов. Однако, если в матрице  $I$  имеется немаксимальная однородная область, часть пикселей которой удовлетворяет условию  $\forall y' \forall x' (i(y, x) \geq i(y + y', x + x'))$ , а другая часть удовлетворяет условию  $\exists y' \exists x' (i(y, x) < i(y + y', x + x'))$  при  $y = \overline{0, Y-1}$ ,  $x = \overline{0, X-1}$ ,  $(y' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (x' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (|y'| + |x'| \neq 0)$ , то первая часть пикселей этой области ошибочно детектируется как локальные максимумы, а вторая часть – как немаксимумы.

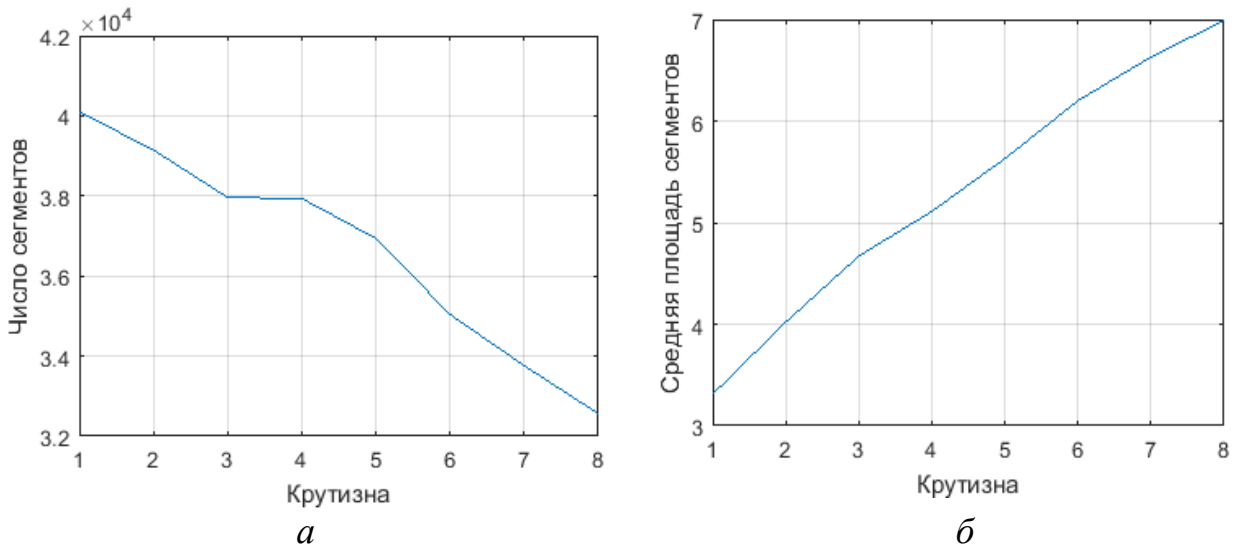


Рис. 2.6. Зависимости количества и средней площади однородных областей от параметра «сигма» фильтра Гаусса с маской  $25 \times 25$  пикселей:  
 а – количество областей; б – средняя площадь областей

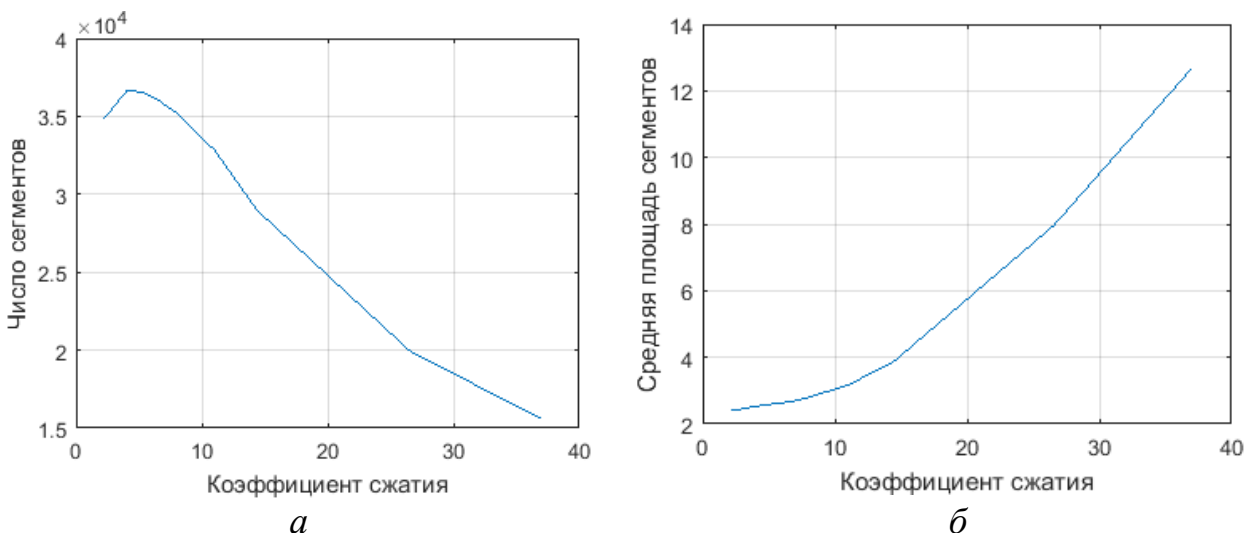


Рис. 2.7. Зависимости количества и средней площади однородных областей от коэффициента сжатия с помощью кодера *JPEG*:  
 а – количество областей; б – средняя площадь областей

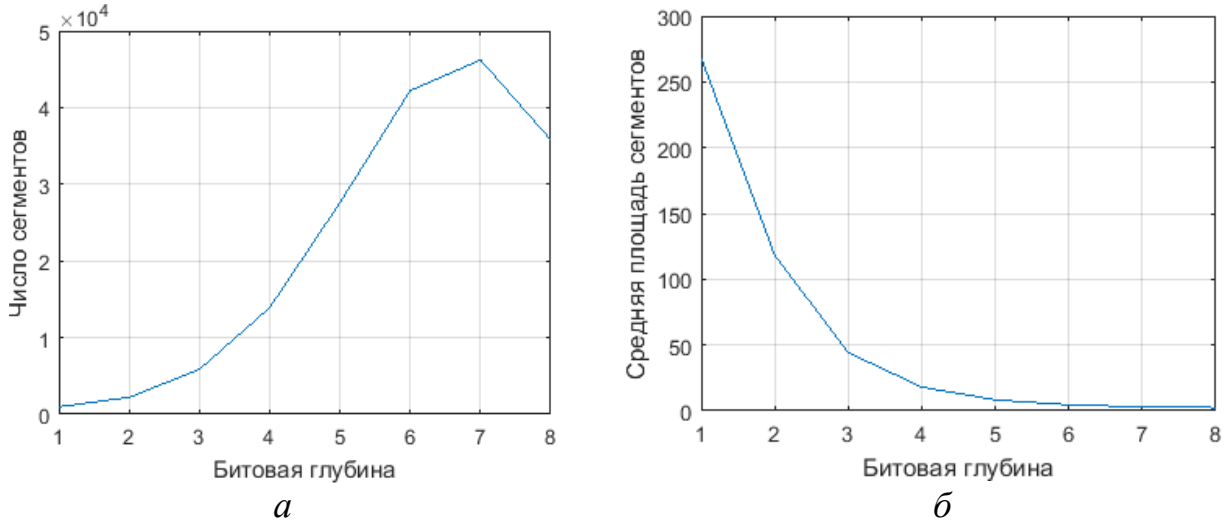


Рис. 2.8. Зависимости количества и средней площади однородных областей от битовой глубины изображения:  
*a* – количество областей; *б* – средняя площадь областей

4. Необходимость дополнительной обработки результирующей матрицы  $E$  для присвоения номеров локальным экстремумам.

Морфологические алгоритмы [7; 9–10] выделяют все локальные экстремумы изображений с помощью операций дилатации и эрозии (рис. 2.9). При инициализации этих алгоритмов формируются смещенные по яркости изображения  $I_{-1}(t_{-1}) = \left\| i_{-1}(t_{-1}, y, x) \right\|_{(y=\overline{0, Y-1}, x=\overline{0, X-1})}$  и  $I_{+1}(t_{+1}) = \left\| i_{+1}(t_{+1}, y, x) \right\|_{(y=\overline{0, Y-1}, x=\overline{0, X-1})}$ , где  $t_{-1} = \overline{1, T_{-1}}$ ,  $t_{+1} = \overline{1, T_{+1}}$  – номера циклов поиска максимумов и минимумов;  $T_{-1}$ ,  $T_{+1}$  – количества циклов. Для цикла  $t = 1$  значения пикселей изображений  $I_{-1}(1)$  и  $I_{+1}(1)$  вычисляются с помощью выражений  $i_{-1}(1, y, x) = i(y, x) - 1$  и  $i_{+1}(1, y, x) = i(y, x) + 1$ . В каждом цикле формируются матрицы дилатации  $I_D(t_{-1}) = \left\| i_D(t_{-1}, y, x) \right\|_{(y=\overline{0, Y-1}, x=\overline{0, X-1})}$  и эрозии  $I_E(t_{+1}) = \left\| i_E(t_{+1}, y, x) \right\|_{(y=\overline{0, Y-1}, x=\overline{0, X-1})}$ , значения элементов которых вычисляются с помощью выражений

$$i_D(t_{-1}, y, x) = \max(i_{-1}(t_{-1}, y + y', x + x')), \quad (2.4)$$

$$i_E(t_{+1}, y, x) = \min(i_{+1}(t_{+1}, y + y', x + x')) \quad (2.5)$$

при  $y = \overline{0, Y-1}$ ,  $x = \overline{0, X-1}$ ,  $(y' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (x' \in \{-1, 0, 1\}) \wedge (|y'| + |x'| \neq 0)$ .

На основе исходной матрицы  $I$ , матриц  $I_D(t_{-1})$  и  $I_E(t_{+1})$  формируются смещенные по яркости изображения  $I_{-1}(t_{-1} + 1)$  и  $I_{+1}(t_{+1} + 1)$ , значения элементов которых вычисляются с помощью выражений

$$i_{-1}(t_{-1} + 1, y, x) = \begin{cases} i_D(t_{-1}, y, x) & \text{при } i_D(t_{-1} + 1, y, x) \leq i(y, x), \\ i(y, x) & \text{при } i_D(t_{-1} + 1, y, x) > i(y, x), \end{cases} \quad (2.6)$$

$$i_{+1}(t_{+1} + 1, y, x) = \begin{cases} i_E(t_{+1}, y, x) & \text{при } i_E(t_{+1} + 1, y, x) \geq i(y, x), \\ i(y, x) & \text{при } i_E(t_{+1} + 1, y, x) < i(y, x) \end{cases} \quad (2.7)$$

при  $y = \overline{0, Y-1}$ ,  $x = \overline{0, X-1}$ .

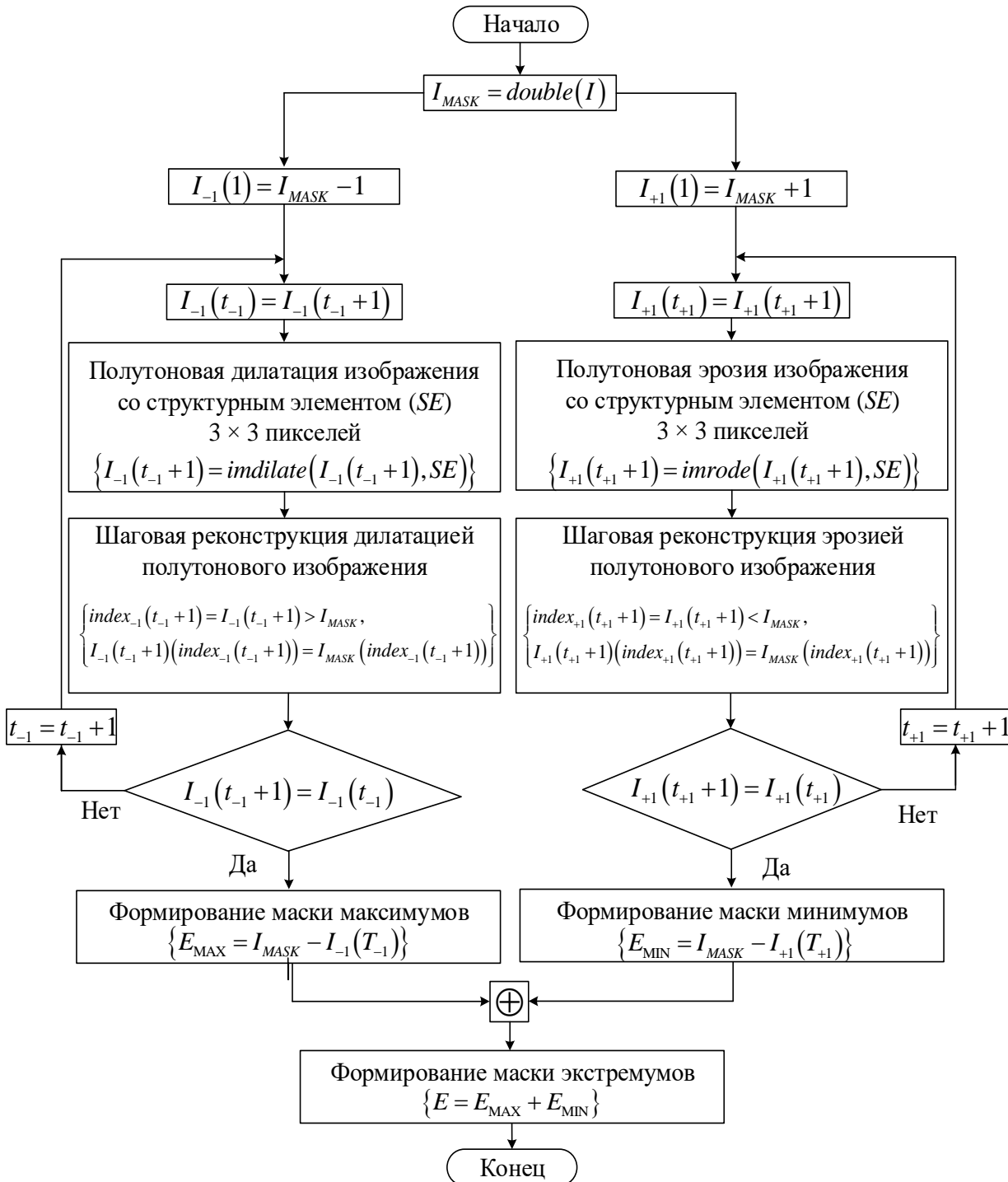


Рис. 2.9. Алгоритм морфологического поиска локальных максимумов и минимумов на полутонных изображениях

Циклы поиска повторяются до тех пор, пока  $I_{-1}(t_{-1}) \neq I_{-1}(t_{-1}+1)$  и  $I_{+1}(t_{+1}) \neq I_{+1}(t_{+1}+1)$ . При  $I_{-1}(t_{-1}) = I_{-1}(t_{-1}+1)$  и  $I_{+1}(t_{+1}) = I_{+1}(t_{+1}+1)$   $t_{-1}$ -й и  $t_{+1}$ -й циклы являются последними:  $t_{-1} = T_{-1}$ ,  $t_{+1} = T_{+1}$ . В этом цикле формируются матрицы локальных максимумов  $E_{\text{MAX}}$  и минимумов  $E_{\text{MIN}}$ , значения элементов которых вычисляются с помощью выражений

$$e_{\text{MAX}}(y, x) = \begin{cases} 1 & \text{при } i_D(T_{-1}, y, x) < i(y, x), \\ 0 & \text{при } i_D(T_{-1}, y, x) \geq i(y, x), \end{cases} \quad (2.8)$$

$$e_{\text{MIN}}(y, x) = \begin{cases} -1 & \text{при } i_E(T_{+1}, y, x) > i(y, x), \\ 0 & \text{при } i_E(T_{+1}, y, x) \leq i(y, x) \end{cases} \quad (2.9)$$

при  $y = \overline{0, Y-1}$ ,  $x = \overline{0, X-1}$ .

На основе матриц  $E_{\text{MAX}}$  и  $E_{\text{MIN}}$  формируется матрица  $E$  локальных экстремумов. Пример морфологического поиска локальных экстремумов в одномерном представлении приведен на рис. 2.10.

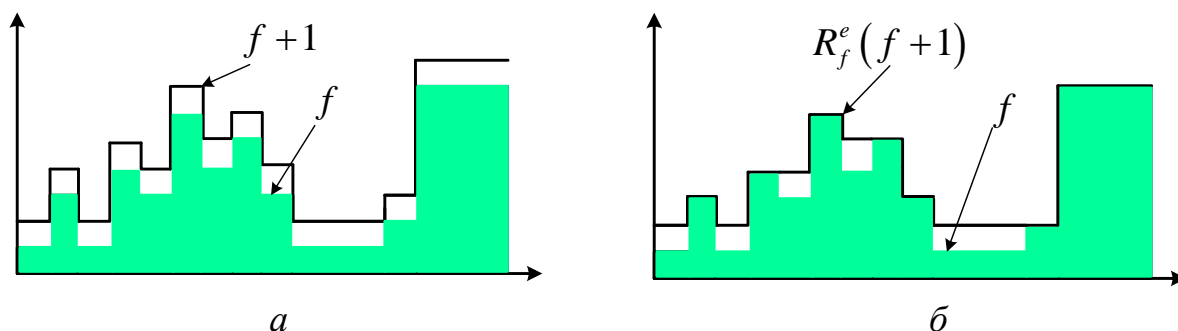


Рис. 2.10. Морфологический поиск локальных минимумов в одномерном представлении:  
 $a$  – исходный сигнал;  $b$  – реконструкция эрозией

Из выражений (2.4)–(2.9) следуют основные недостатки морфологических алгоритмов поиска локальных экстремумов:

- 1) раздельная обработка максимумов и минимумов;
- 2) итеративная обработка окрестностей всех пикселей изображения;
- 3) необходимость дополнительной сегментации результирующей матрицы  $E$  локальных экстремумов для присвоения номеров экстремальным областям.

Из приведенных недостатков следует высокая вычислительная сложность морфологического поиска. Однако морфологические алгоритмы дают точные результаты, в отличие от алгоритмов блочного поиска, выделяя как однопиксельные, так и многопиксельные экстремумы.



### 3. СХЕМНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БЛОЧНОГО ПОИСКА ЛОКАЛЬНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ

На рис. 3.1 приведена структура блочного поиска однопиксельных локальных экстремумов для реализации на ПЛИС. Структура включает: 1) входной буфер; 2) строчный буфер, содержащий оконный буфер; 3) блок оконного поиска локального экстремума; 4) строку локальных экстремумов, содержащую оконный буфер; 5) выходной буфер; 6) блок синхронизации и управления.

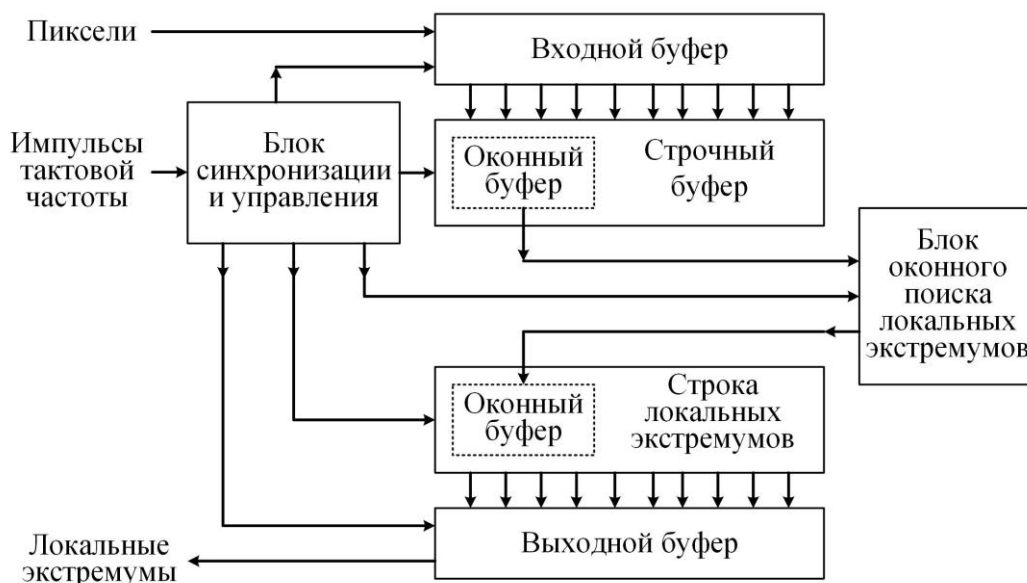


Рис. 3.1. Структура блочного поиска однопиксельных локальных экстремумов

Пиксели изображения последовательно и построчно загружаются во входной буфер (рис. 3.2), который строится по двухтактной схеме сдвига и состоит из  $X$  ячеек памяти (ЯП). Каждая ячейка памяти содержит два параллельных последовательно соединенных  $D$ -разрядных регистра. Загрузка пикселей во входной буфер осуществляется по импульсам сдвига, начиная с конца строки. В каждой ячейке памяти значение пикселя сначала записывается в первый регистр по фронту импульса сдвига, а затем переносится во второй регистр по срезу импульса сдвига.

Из входного буфера строка пикселей параллельно переписывается в строчный буфер. Строчный буфер состоит из  $3 \times X$  двухсвязанных  $D$ -разрядных ячеек памяти и коммутации (ЯПК) (рис. 3.3). Горизонтальные связи соединяют ЯПК в три циклических  $D$ -разрядных регистра сдвига. Вертикальные связи соединяют ЯПК в  $X$  регистров сдвига ( $D$ -разрядных). Каждая ЯПК имеет  $D$ -разрядный вход горизонтальной загрузки,  $D$ -разрядный вход вертикальной загрузки,  $D$ -разрядный выход, связывающий каждую ЯПК с двумя смежными ЯПК (за исключением верхней строки), и двухразрядный вход синхронизации и управления, который включает линию выбора режима сдвига (вертикальный или горизонтальный) и линию подачи импульсов сдвига. Девять ЯПК образуют оконный буфер, с  $D$ -разрядных выходов которого значения пикселей параллельно подаются на входы блока оконного поиска локальных экстремумов.

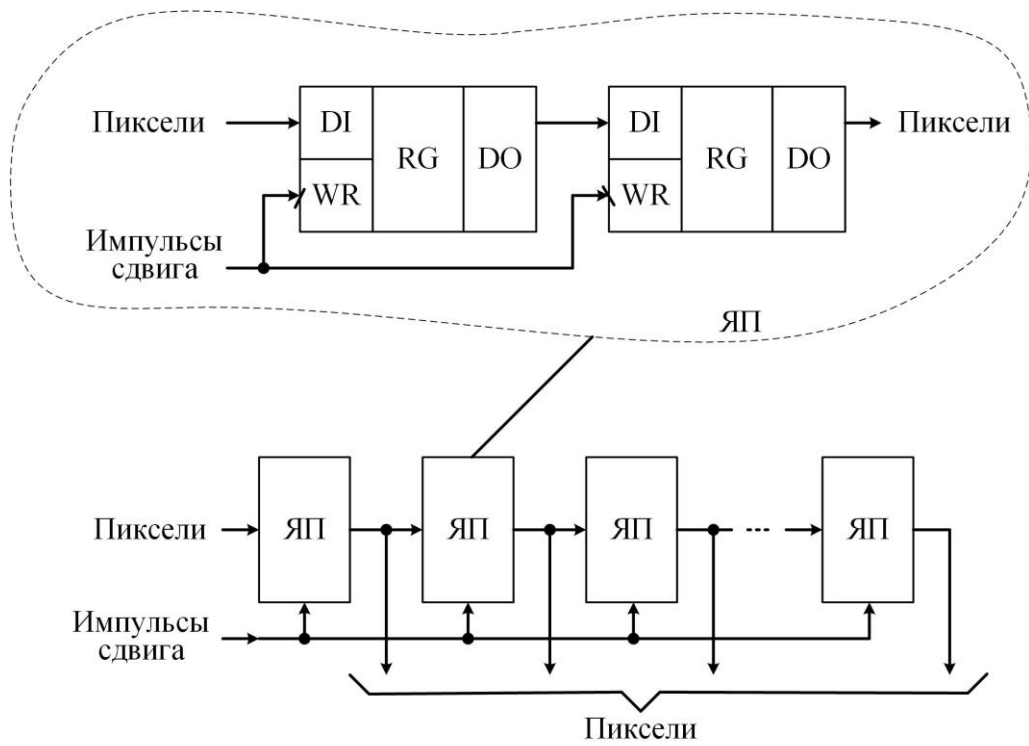


Рис. 3.2. Структура входного буфера

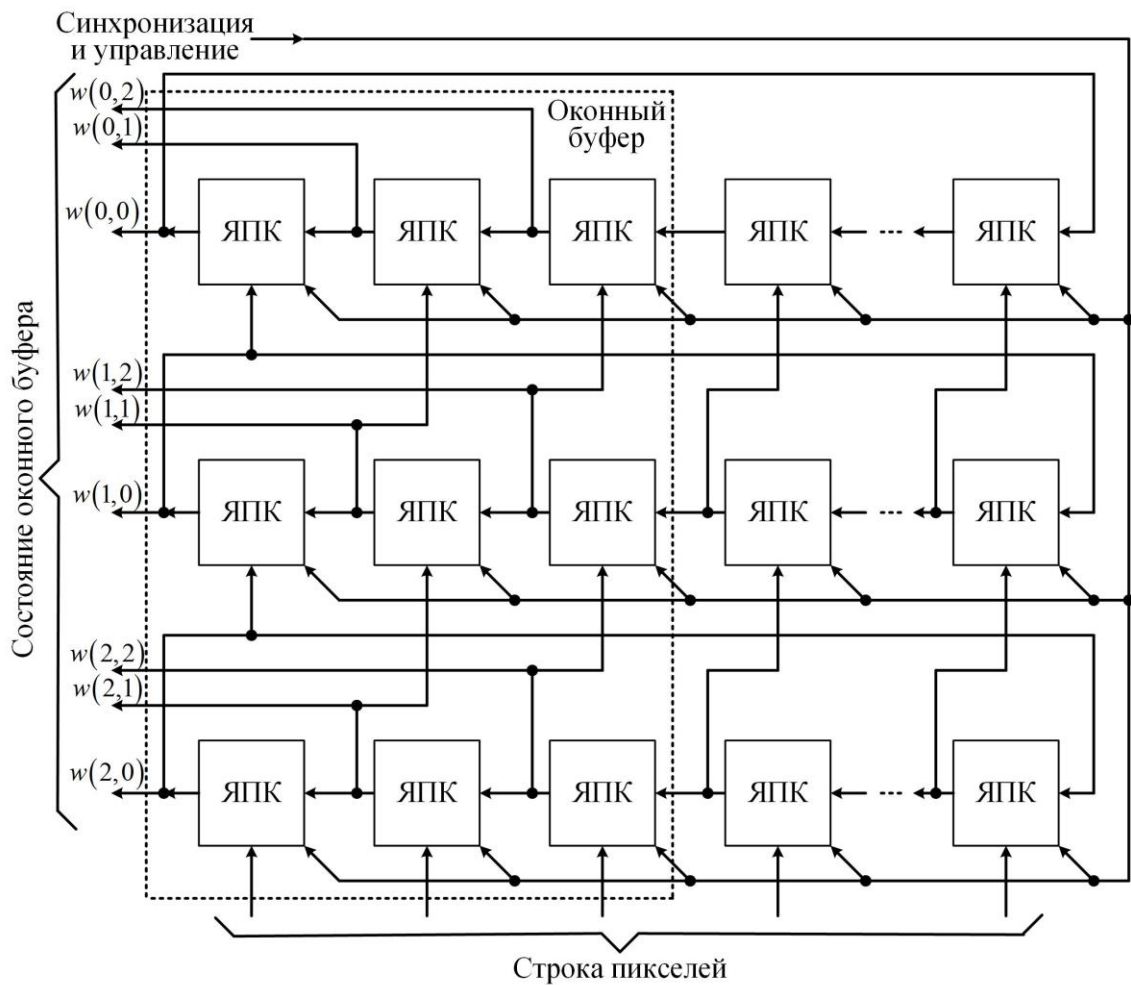


Рис. 3.3. Структура строчного буфера

Структура ЯПК приведена на рис. 3.4. Она включает двухвходовый  $D$ -разрядный мультиплексор, обеспечивающий вертикальную или горизонтальную загрузку значений пикселей в зависимости от уровня сигнала на адресном входе  $AI$ , соединенный с линией управления режимом сдвига. С выхода мультиплексора значения пикселей записываются в первый  $D$ -разрядный регистр по фронту импульса сдвига, а затем фиксируются во втором  $D$ -разрядном регистре по срезу этого импульса.

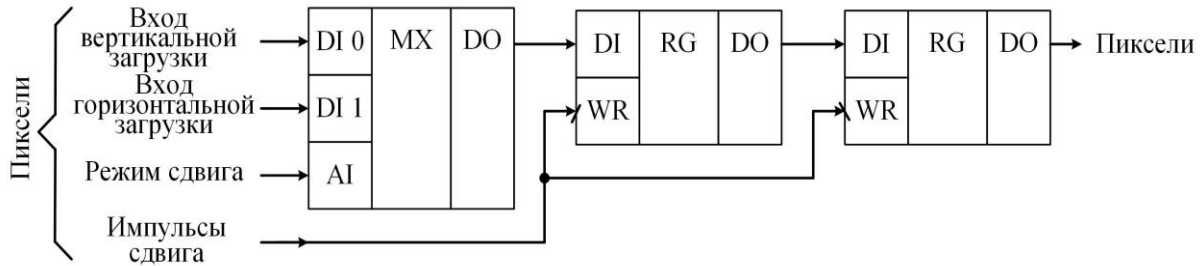


Рис. 3.4. Структура ячейки памяти и коммутации

Блок оконного поиска локальных экстремумов состоит из восьми компараторов, трех восьмивходовых элементов «ИЛИ» и блока фиксирования локального экстремума (рис. 3.5).

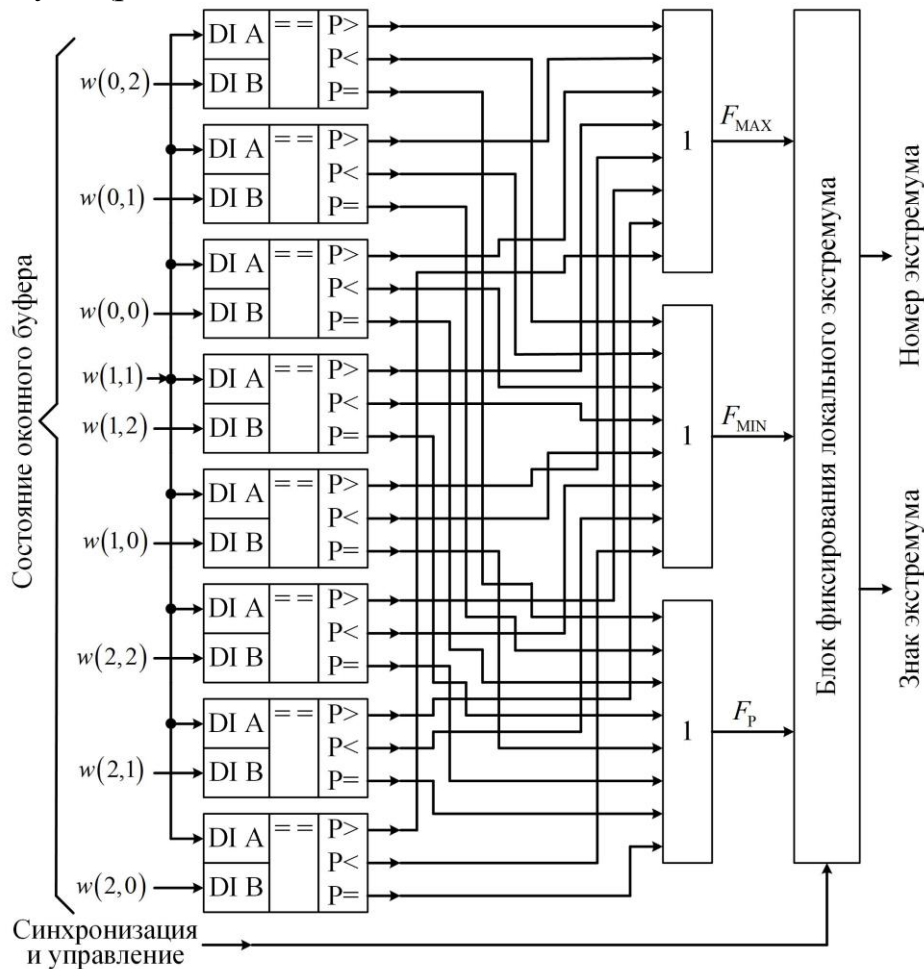


Рис. 3.5. Структура блока оконного поиска локальных экстремумов

Компараторы имеют по два  $D$ -разрядных входа, на которые подаются сравниваемые значения пикселей, и по три одноразрядных выхода, на которых формируются результаты сравнения: больше ( $P >$ ), меньше ( $P <$ ) или равно ( $P =$ ). Первые входы компараторов объединены. На них подается значение центрального пикселя оконного буфера. На вторые входы компараторов подаются значения остальных восьми пикселей из оконного буфера. Соответствующие выходы компараторов собраны через три логических элемента «ИЛИ», на выходах которых формируются сигналы  $F_{MAX}$ ,  $F_{MIN}$ ,  $F_P$ . Эти сигналы, а также сигналы управления и синхронизации подаются на входы блока фиксирования локального экстремума.

Блок фиксирования локального экстремума состоит из: 1) детектора локального экстремума, определяющего наличие и тип локального экстремума (максимум или минимум) и устанавливающего на соответствующем выходе высокий логический уровень; 2) двоичного счетчика, определяющего номер очередного локального экстремума и увеличивающего значение на единицу по фронту импульса записи; 3)  $R$ -разрядного параллельного регистра, фиксирующего номер локального экстремума по срезу импульса записи, где  $R \leq \lceil \log_2(YX) \rceil$ ; 4) триггера типа  $D$ , фиксирующего знак локального экстремума по срезу импульса записи; 5) двухвходового элемента «ИЛИ», объединяющего выходы детектора локального экстремума; 6) двухвходового элемента «И», разрешающего прохождение импульса записи на двоичный счетчик, параллельный регистр и триггер (рис. 3.6). На входы блока фиксирования локального экстремума подаются сигналы  $F_{MAX}$ ,  $F_{MIN}$ ,  $F_P$ , а также сигналы управления и синхронизации (сброс и импульсы записи).

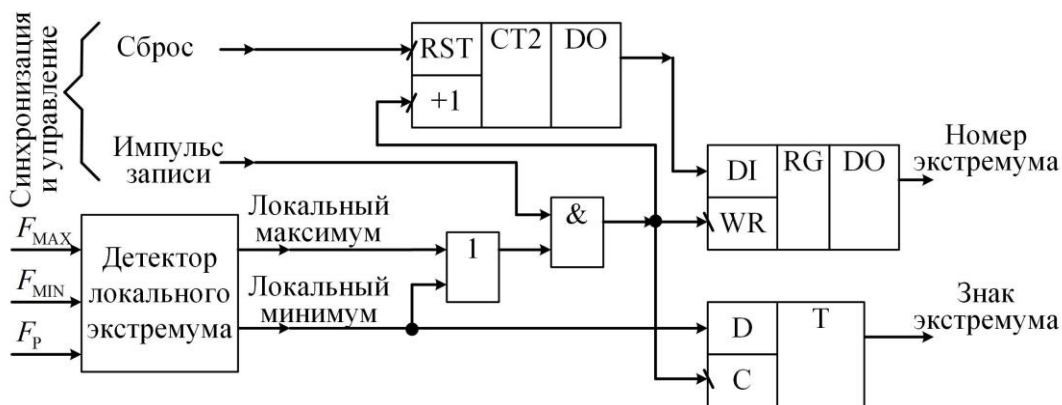


Рис. 3.6. Структура блока фиксирования локального экстремума

Детектор локального экстремума состоит из трех инверторов и двух трехвходовых элементов «И» (рис. 3.7). На входы детектора локального экстремума подаются сигналы  $F_{MAX}$ ,  $F_{MIN}$ ,  $F_P$ . На выходах детектора локального экстремума формируются сигналы, высокие логические уровни которых свидетельствуют о детектировании локального максимума или минимума.

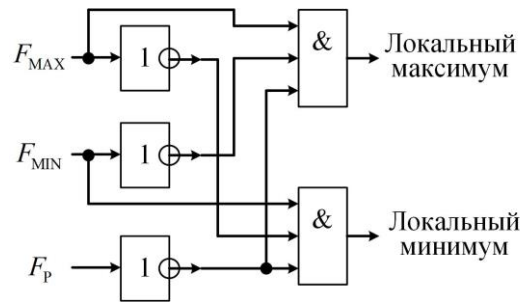


Рис. 3.7. Структура детектора локального экстремума

Номер и знак локального экстремума под управлением сигнала «Режим загрузки» поступают на входы оконного буфера строки локальных экстремумов, который состоит из  $X$  ячеек памяти и коммутации (ЯПК), связанных в циклический регистр сдвига с параллельной загрузкой, и мультиплексора, позволяющего коммутировать  $R$ -разрядные номера и одноразрядные знаки локальных экстремумов или константы 0 на входы центральной ЯПК оконного буфера, состоящего из трех крайних ЯПК (рис. 3.8). На выходе мультиплексора формируется  $(R + 1)$ -разрядный параллельный код. Сигнал «Режим загрузки» позволяет сбросить ЯПК в нулевое состояние в начале поиска локальных экстремумов в очередной строке. На выходах регистра локальных экстремумов формируются номера и знаки локальных экстремумов в текущей обрабатываемой строке, которые поступают на входы выходного буфера.

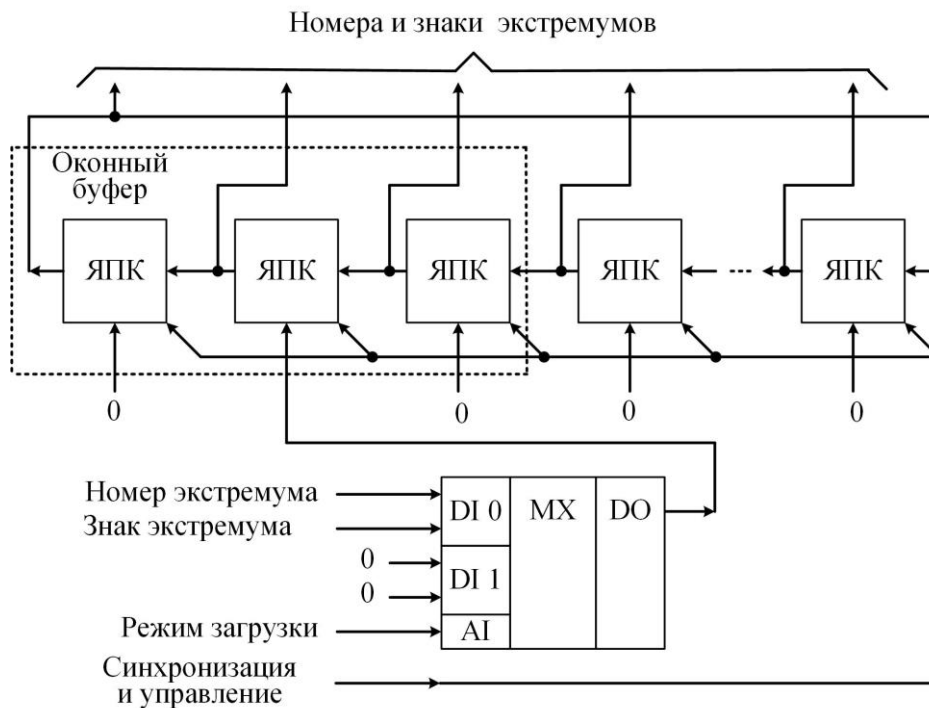


Рис. 3.8. Структура регистра локальных экстремумов

Структура ЯПК строки локальных экстремумов приведена на рис. 3.9. ЯПК состоит из двух последовательно соединенных  $(R + 1)$ -разрядных параллельных регистров и  $(R + 1)$ -разрядного мультиплексора. Входы первого регистра соединены с выходами мультиплексора. На выходах второго регистра, являющегося вы-

ходами ЯПК, формируются номер и знак локального экстремума. Запись в первый регистр осуществляется по фронту импульса записи, а во второй регистр – по срезу. Сигнал «Режим сдвига» управляет источником данных для загрузки первого регистра. В зависимости от состояния этого сигнала мультиплексор коммутирует на входы первого регистра номер и знак экстремума с выхода соседней ЯПК (вход горизонтальной загрузки) или со входов строки локальных экстремумов (вход вертикальной загрузки).

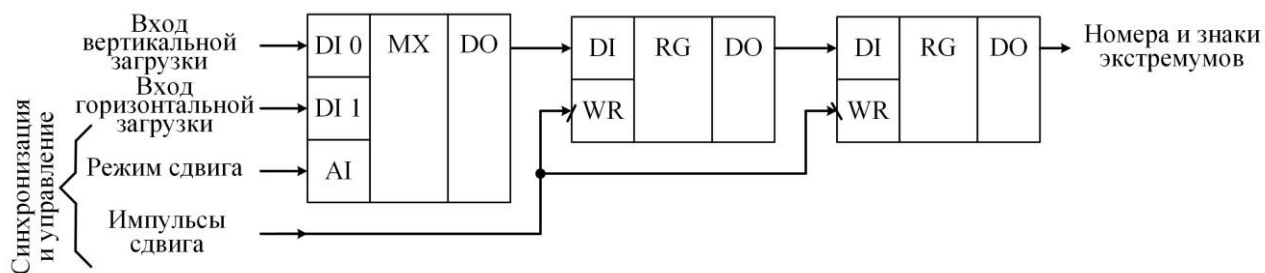


Рис. 3.9. Структура строки локальных экстремумов

Выходной буфер является регистром сдвига с параллельной загрузкой, строится по двухтактной схеме сдвига и состоит из  $X$  ячеек памяти и коммутации (ЯПК) (рис. 3.10). Каждая ЯПК содержит два параллельных последовательно соединенных  $(R + 1)$ -разрядных регистра и мультиплексор. Запись номеров и знаков локальных экстремумов в ЯПК выходного буфера осуществляется в режиме параллельной загрузки через первый вход мультиплексора (вход вертикальной загрузки). Выгрузка номеров и знаков локальных экстремумов из выходного буфера осуществляется по импульсам сдвига с начала строки. При этом передача данных между ЯПК производится через вторые входы мультиплексоров ЯПК.

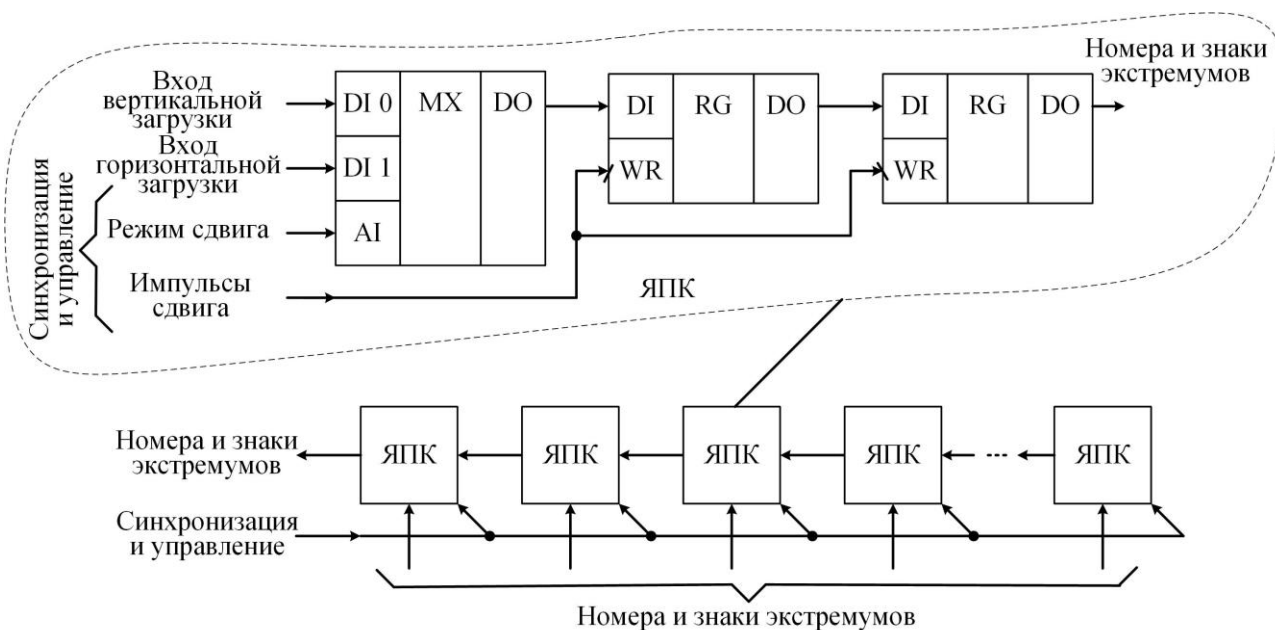


Рис. 3.10. Структура выходного буфера

Схема предназначена для реализации на ПЛИС. В ней процессы загрузки пикселей, поиска локальных экстремумов, выгрузки их номеров и знаков осуществляются параллельно. Это обеспечивает блок синхронизации и управления, вырабатывающий соответствующие сигналы для всех остальных блоков. Сигналы управления и синхронизации формируются на основе импульсов тактовой частоты с помощью делителей частоты на базе двоичных счетчиков и формирователей импульсов на базе комбинаторной логики.

## **4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО БЛОЧНОМУ ПОИСКУ ЛОКАЛЬНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ**

### **4.1. Практические задания по изучению схемы блочного поиска локальных экстремумов**

1. Изучить схемотехническую реализацию блочного поиска в разд. 3.
2. Построить временные диаграммы входных и выходных сигналов входного буфера, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1).
3. Построить временные диаграммы входных и выходных сигналов строчного буфера, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1).
4. Построить временные диаграммы входных и выходных сигналов блока оконного поиска локальных экстремумов, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1).
5. Построить временные диаграммы входных и выходных сигналов регистра локальных экстремумов, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1).
6. Построить временные диаграммы входных и выходных сигналов выходного буфера, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1).
7. Разработать структурную схему блока синхронизации и управления, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1).
8. Построить временные диаграммы входных и выходных сигналов блока синхронизации и управления, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1).
9. Разработать принципиальную схему блока синхронизации и управления, приведенного на структурной схеме блочного поиска локальных экстремумов (см. рис. 3.1). Уточнить и скорректировать (при необходимости) временные диаграммы входных и выходных сигналов блока синхронизации и управления.

### **4.2. Практические задания по изучению алгоритма блочного поиска локальных экстремумов**

1. Изучить алгоритм блочного поиска локальных экстремумов с окном  $3 \times 3$  пикселя. Сформировать блок-схему этого алгоритма.
2. Привести состояния строчного и оконного буферов при загрузке первых трех строк изображения, приведенного на рис. 4.1 (поиск в окне  $3 \times 3$  пикселя).
3. Для изображения, приведенного на рис. 4.1, проиллюстрировать процесс блочного поиска локальных экстремумов в окне  $3 \times 3$  пикселя для заданных строк (выбираются в соответствии с вариантом задания по табл. 4.1, нумерация строк с нуля), приводя состояния строчного и оконного буферов.



14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70
14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65
14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65
14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58
14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60
14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43
14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25
11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65
31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46
30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50
21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65
15	92	44	11	10	32	30	89	22	1	35	44

Рис. 4.1. Матрица пикселей изображения

Таблица 4.1

Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Строки	2, 5	3, 6	4, 7	5, 8	6, 9	7, 10	1, 8	2, 10	3, 9	4, 8	5, 7	4, 6	3, 7	2, 8	1, 9	5, 10

4. Ознакомиться с приведенным ниже описанием процесса блочного поиска. Сравнить состояния строчного и оконного буферов с полученными в п. 3 результатами.

1) Инициализация:  $n_s \leftarrow 1$ .

2) Загрузка строки 0. Считывание 0-й строки изображения в строчный буфер.

	Состояние строчного буфера	Состояние оконного буфера																																													
$i$	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>14</td><td>14</td><td>19</td><td>19</td><td>19</td><td>45</td><td>45</td><td>45</td><td>60</td><td>60</td><td>70</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>14</td><td>14</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	14	14	14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																				
14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70																																				
0	0	0																																													
0	0	0																																													
14	14	14																																													
$e$	<table border="1"> <tr><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td><td>~</td></tr> </table>	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	<table border="1"> <tr><td>~</td><td>~</td><td>~</td></tr> </table>	~	~	~																														
~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~																																				
~	~	~																																													

3) Загрузка строки 1.

3.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 1-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

	Состояние строчного буфера	Состояние оконного буфера																																													
$i$	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>14</td><td>14</td><td>19</td><td>19</td><td>19</td><td>45</td><td>45</td><td>45</td><td>60</td><td>60</td><td>70</td></tr> <tr><td>14</td><td>15</td><td>19</td><td>22</td><td>25</td><td>28</td><td>29</td><td>15</td><td>19</td><td>20</td><td>30</td><td>65</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70	14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>14</td><td>14</td></tr> <tr><td>14</td><td>15</td><td>19</td></tr> </table>	0	0	0	14	14	14	14	15	19
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																				
14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70																																				
14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65																																				
0	0	0																																													
14	14	14																																													
14	15	19																																													
$e$	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0																														
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																				
0	0	0																																													

3.2) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4) Загрузка строки 2, обработка строки 1.

4.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 2-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

	Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>	14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70	14	14	14			
	14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65				14	15	19
	14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65				14	17	15
<i>e</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

4.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow 1, x_E \leftarrow 1$ .

4.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 1).

	Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>	14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70	14	14	14			
	14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65				14	15	19
	14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65				14	17	15
<i>e</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(2,2) \Rightarrow F_P \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

4.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 2).

	Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70	14	14	14	19			
	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14				15	19	22
	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14				17	15	21
<i>e</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_P \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

4.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 3).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		14	19	19	19	45	45	45	60	60	70	14	14	14 19 19		
		19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	15	19 22 25		
		15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15 21 20		
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0		

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

4.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 4).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		19	19	19	45	45	45	60	60	70	14	14	14	19 19 19		
		22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	15	19	22 25 28		
		21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15	21 20 15		
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0		

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

4.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 5).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		19	19	45	45	45	60	60	70	14	14	14	19	19 19 45		
		25	28	29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25 28 29		
		20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20 15 15		
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0		

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

4.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 6).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
$i$		19	45	45	45	60	60	70	14	14	14	19	19			
		28	29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	19	45	45
		15	15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	28	29	15
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	45
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

4.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 7).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
$i$		45	45	45	60	60	70	14	14	14	19	19	19			
		29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	28	45	45	45
		15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	29	15	19
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	45	20
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) = w(2,0) \Rightarrow F_P \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

4.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 8).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
$i$		45	45	60	60	70	14	14	14	19	19	19	45			
		15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	28	29	45	45	60
		45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	15	19	20
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	20	30
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$   
 $w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$   
 $w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

4.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 9).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		45	60	60	70	14	14	14	19	19	19	45	45			
		19	20	30	65	14	15	19	22	25	28	29	15	45	60	60
		20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	19	20	30
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	30	30
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0.$

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$   
 $w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$   
 $w(1,1) = w(2,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

4.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (1, 10).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		60	60	70	14	14	14	19	19	19	45	45	45			
		20	30	65	14	15	19	22	25	28	29	15	19	60	60	70
		30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	20	20	30	65
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	65
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0.$

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$   
 $w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$   
 $w(1,1) = w(2,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) = w(2,1) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

4.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		14	14	14	19	19	19	45	45	45	60	60	70			
		14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	14	14
		14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	15	19
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	17	15
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5) Загрузка строки 3, обработка строки 2.

5.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 3-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

	Состояние строчного буфера	Состояние оконного буфера																																													
<i>i</i>	<table border="1"> <tr><td>14</td><td>15</td><td>19</td><td>22</td><td>25</td><td>28</td><td>29</td><td>15</td><td>19</td><td>20</td><td>30</td><td>65</td></tr> <tr><td>14</td><td>17</td><td>15</td><td>21</td><td>20</td><td>15</td><td>15</td><td>45</td><td>20</td><td>30</td><td>30</td><td>65</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>20</td><td>60</td><td>57</td><td>60</td><td>29</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>54</td><td>58</td></tr> </table>	14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	<table border="1"> <tr><td>14</td><td>15</td><td>19</td></tr> <tr><td>14</td><td>17</td><td>15</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>20</td></tr> </table>	14	15	19	14	17	15	14	19	20
14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65																																				
14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65																																				
14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58																																				
14	15	19																																													
14	17	15																																													
14	19	20																																													
<i>e</i>	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0																														
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																				
0	0	0																																													

5.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

5.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 1).

	Состояние строчного буфера	Состояние оконного буфера																																													
<i>i</i>	<table border="1"> <tr><td>14</td><td>15</td><td>19</td><td>22</td><td>25</td><td>28</td><td>29</td><td>15</td><td>19</td><td>20</td><td>30</td><td>65</td></tr> <tr><td>14</td><td>17</td><td>15</td><td>21</td><td>20</td><td>15</td><td>15</td><td>45</td><td>20</td><td>30</td><td>30</td><td>65</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>20</td><td>60</td><td>57</td><td>60</td><td>29</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>54</td><td>58</td></tr> </table>	14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	<table border="1"> <tr><td>14</td><td>15</td><td>19</td></tr> <tr><td>14</td><td>17</td><td>15</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>20</td></tr> </table>	14	15	19	14	17	15	14	19	20
14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65																																				
14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65																																				
14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58																																				
14	15	19																																													
14	17	15																																													
14	19	20																																													
<i>e</i>	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0																														
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																				
0	0	0																																													

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 2).

	Состояние строчного буфера	Состояние оконного буфера																																													
<i>i</i>	<table border="1"> <tr><td>15</td><td>19</td><td>22</td><td>25</td><td>28</td><td>29</td><td>15</td><td>19</td><td>20</td><td>30</td><td>65</td><td>14</td></tr> <tr><td>17</td><td>15</td><td>21</td><td>20</td><td>15</td><td>15</td><td>45</td><td>20</td><td>30</td><td>30</td><td>65</td><td>14</td></tr> <tr><td>19</td><td>20</td><td>60</td><td>57</td><td>60</td><td>29</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td><td>54</td><td>58</td><td>14</td></tr> </table>	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	<table border="1"> <tr><td>15</td><td>19</td><td>22</td></tr> <tr><td>17</td><td>15</td><td>21</td></tr> <tr><td>19</td><td>20</td><td>60</td></tr> </table>	15	19	22	17	15	21	19	20	60
15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14																																				
17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14																																				
19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14																																				
15	19	22																																													
17	15	21																																													
19	20	60																																													
<i>e</i>	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0																														
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																				
0	0	0																																													

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) = w(0,0) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 3).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера							
$i$		19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25			
		15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	17				15	21	20
		20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19				20	60	57
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 4).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера							
$i$		22	25	28	29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	28			
		21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15				21	20	15
		60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20				60	57	60
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 5).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера							
$i$		25	28	29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	28	29			
		20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15	21				20	15	15
		57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	60				57	60	29
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) = w(1,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 6).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		28	29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25			
		15	15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	28	29	15
		60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	15	15	45
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	29	25
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) = w(1,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 7).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	28			
		15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	29	15	19
		29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	15	45	20
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	25	30
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 1; F_{\text{MAX}} = 1 \Rightarrow$  локальный максимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow n_s; n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		29	15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	28			
		15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	29	15	19
		29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	15	45	20
<i>e</i>		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	25	30
		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0



Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 8).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		15	19	20	30	65	14	15	19	22	25	28	29			
		45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	15	19	20
		25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	45	20	30
<i>e</i>		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	30	35
														1	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 9).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		19	20	30	65	14	15	19	22	25	28	29	15			
		20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	19	20	30
		30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	25	20	30	30
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	35	54
														0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(1,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1$ .

$w(1,1) = w(2,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (2, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		20	30	65	14	15	19	22	25	28	29	15	19			
		30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	20	20	30	65
		35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	25	30	30	30	65
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	35	54	58
														0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,1) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) = w(1,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

5.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера													
<i>i</i>		14	15	19	22	25	28	29	15	19	20	30	65	<table border="1"> <tr><td>14</td><td>15</td><td>19</td></tr> <tr><td>14</td><td>17</td><td>15</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>20</td></tr> </table>			14	15	19	14	17	15	14	19	20
	14	15	19																						
	14	17	15																						
14	19	20																							
	14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65													
	14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58													
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>			0	0	0						
0	0	0																							

5.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

б) Загрузка строки 4, обработка строки 3.

6.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 4-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера													
<i>i</i>		14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	<table border="1"> <tr><td>14</td><td>17</td><td>15</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>14</td><td>0</td><td>12</td></tr> </table>			14	17	15	14	19	20	14	0	12
	14	17	15																						
	14	19	20																						
14	0	12																							
	14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58													
	14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60													
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>			0	0	0						
0	0	0																							

6.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

6.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 1).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера													
<i>i</i>		14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	<table border="1"> <tr><td>14</td><td>17</td><td>15</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>14</td><td>0</td><td>12</td></tr> </table>			14	17	15	14	19	20	14	0	12
	14	17	15																						
	14	19	20																						
14	0	12																							
	14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58													
	14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60													
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>			0	0	0						
0	0	0																							

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 2).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14			
		19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	17	15	21
		0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	19	20	60
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 3).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	17			
		20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	15	21	20
		12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	20	60	57
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10	70
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 4).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15			
		60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	21	20	15
		10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	60	57	60
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	70	65
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 5).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15	21			
		57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	20	15	15
		70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	57	60	29
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	65	25
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 6).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		15	15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20			
		60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	15	15	45
		65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	60	29	25
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	25	25
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 7).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		15	45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	15			
		29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	15	45	20
		25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	29	25	30
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	20
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) = w(2,0) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) = w(2,1) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 8).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		45	20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	15			
		25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	45	20	30
		25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	30	35
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	45
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_P \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 9).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		20	30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45			
		30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	25	20	30	30
		20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	30	35	54
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	45	52
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (3, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		30	30	65	14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65			
		35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	25	30				35	54	58
		45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	20				45	52	60
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

6.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		14	17	15	21	20	15	15	45	20	30	30	65	14	17	15			
		14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58				14	19	20
		14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60				14	0	12
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

6.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7) Загрузка строки 5, обработка строки 4.

7.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 5-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20			
		14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60				14	0	12
		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43				14	2	25
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

7.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

7.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 1).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58			
		14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	19	20
		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	0	12
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	25
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MIN} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_s; n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58			
		14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	19	20
		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	0	12
<i>e</i>		0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	25
		0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 2).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14			
		0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	19	20	60
		2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	0	12	10
<i>e</i>		-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25	10
		-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 3).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19			
		12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	20	60	57
		25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	12	10	70
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	25	10	10
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(2,1) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) = w(2,2) \Rightarrow F_P \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 4).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера												
<i>i</i>		60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	<table border="1"> <tr><td>60</td><td>57</td><td>60</td></tr> <tr><td>10</td><td>70</td><td>65</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>60</td></tr> </table>			60	57	60	10	70	65	10	10	60
	60	57	60																						
	10	70	65																						
10	10	60																							
	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12													
	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25													
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>			0	0	0						
0	0	0																							

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MAX} = 1 \Rightarrow$  локальный максимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow n_s; n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера												
<i>i</i>		60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	<table border="1"> <tr><td>60</td><td>57</td><td>60</td></tr> <tr><td>10</td><td>70</td><td>65</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>60</td></tr> </table>			60	57	60	10	70	65	10	10	60
	60	57	60																						
	10	70	65																						
10	10	60																							
	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12													
	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25													
<i>e</i>		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>3</td><td>0</td></tr> </table>			0	3	0						
0	3	0																							

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 5).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера											
<i>i</i>		57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	<table border="1"> <tr><td>57</td><td>60</td><td>29</td></tr> <tr><td>70</td><td>65</td><td>25</td></tr> <tr><td>10</td><td>60</td><td>30</td></tr> </table>			57	60	29	70	65	25	10	60	30
	57	60	29																						
	70	65	25																						
10	60	30																							
	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10													
	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10													
<i>e</i>		3	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	<table border="1"> <tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>			3	0	0						
3	0	0																							

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .



$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 6).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		60	29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	57			
		65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	60	29	25
		60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	65	25	25
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	3	60	30	45
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(1,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 7).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		29	25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60			
		25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	29	25	30
		30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	25	25	20
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	3	0	30	45	22
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,1) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) = w(1,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 8).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	29			
		25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	30	35
		45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	25	20	45
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	-2	0	0	3	0	0	45	22	21
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MIN} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_S; n_S \leftarrow n_S + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		25	30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	29			
		25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	30	35
		45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	25	20	45
<i>e</i>		0	-4	0	0	0	0	-2	0	0	3	0	0	45	22	21
														0	-4	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 9).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		30	35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	25			
		20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	30	35	54
		22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45	20	45	52
<i>e</i>		-4	0	0	0	0	-2	0	0	3	0	0	0	22	21	35
														-4	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (4, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		35	54	58	14	19	20	60	57	60	29	25	30			
		45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	20	35	54	58
		21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45	22	45	52	60
<i>e</i>		0	0	0	0	-2	0	0	3	0	0	0	-4	21	35	43
														0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

7.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

	Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>	14	19	20	60	57	60	29	25	30	35	54	58	14	19	20
	14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12
	14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25
<i>e</i>	0	-2	0	0	3	0	0	0	-4	0	0	0	0	-2	0

7.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	-4	0	0	0	0

8) Загрузка строки 6, обработка строки 5.

8.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 6-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

	Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>	14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12
	14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25
	14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24
<i>e</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

8.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

8.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 1).

	Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>	14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12
	14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25
	14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24
<i>e</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 2).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10			
		2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14				2	25	10
		1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14				1	24	15
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1$ ;  $F_{MAX} = 1 \Rightarrow$  локальный максимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow n_s$ ;  $n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10			
		2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14				2	25	10
		1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14				1	24	15
<i>e</i>		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0			

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 3).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		12	10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	70			
		25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2				25	10	10
		24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1				24	15	18
<i>e</i>		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) = w(0,1) \Rightarrow F_p \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) = w(1,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 4).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера										
<i>i</i>		10	70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	<table border="1"> <tr><td>10</td><td>70</td><td>65</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>60</td></tr> <tr><td>15</td><td>18</td><td>80</td></tr> </table>	10	70	65	10	10	60	15	18	80
	10	70	65																				
	10	10	60																				
15	18	80																					
	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60								
	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80								
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0						
0	0	0																					

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) = w(0,0) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) = w(1,0) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 5).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера										
<i>i</i>		70	65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	<table border="1"> <tr><td>70</td><td>65</td><td>25</td></tr> <tr><td>10</td><td>60</td><td>30</td></tr> <tr><td>18</td><td>80</td><td>90</td></tr> </table>	70	65	25	10	60	30	18	80	90
	70	65	25																				
	10	60	30																				
18	80	90																					
	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30								
	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90								
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0						
0	0	0																					

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 6).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера										
<i>i</i>		65	25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	<table border="1"> <tr><td>65</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>60</td><td>30</td><td>45</td></tr> <tr><td>80</td><td>90</td><td>34</td></tr> </table>	65	25	25	60	30	45	80	90	34
	65	25	25																				
	60	30	45																				
80	90	34																					
	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45								
	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34								
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0						
0	0	0																					

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 7).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		25	25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	65			
		30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	25	25	20
		90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	30	45	22
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	90	34	60
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 8).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера		
<i>i</i>		25	20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	25			
		45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	25	20	45
		34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	45	22	21
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	34	60	10
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 9).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера		
<i>i</i>		20	45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25			
		22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45	20	45	52
		60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	22	21	35
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	60	10	86
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (5, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		45	52	60	14	0	12	10	70	65	25	25	20			
		21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45	22	45	52	60
		10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	60	21	35	43
<i>e</i>		0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	10	86	25
		0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

8.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	0	12	10	70	65	25	25	20	45	52	60			
		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	0	12
		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	2	25
<i>e</i>		0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	24
		0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

8.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	0	-4	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9) Загрузка строки 7, обработка строки 6.

9.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 7-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43			
		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	2	25
		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	14	1	24
<i>e</i>													11	29	20	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

9.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 1).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43			
		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	2	25
		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	14	1	24
<i>e</i>													11	29	20	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MIN} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_s; n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43			
		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	2	25
		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	14	1	24
<i>e</i>													11	29	20	
		0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

9.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 2).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14			
		1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	2	25	10
		29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	1	24	15
<i>e</i>													29	20	9	
		-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .



Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

9.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 3).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10
		24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18
		20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

9.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 4).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера		
<i>i</i>		10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60
		15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80
		9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

9.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 5).

		Состояние строчного буфера													Состояние оконного буфера		
<i>i</i>		10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	
		18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	
		10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

9.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 6).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		60	30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10			
		80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	60	30	45
		11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	80	90	34
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0	0	11	5	90
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0.$

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) = w(2,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

9.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 7).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		30	45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60			
		90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	30	45	22
		5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	90	34	60
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0	5	90	90
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0.$

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

9.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 8).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		45	22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30		45	22	21
		34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90		34	60	10
		90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5		90	90	85
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

9.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 9).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45		22	21	35
		60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34		60	10	86
		90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90		90	85	70
<i>e</i>		0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MIN} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_s; n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		22	21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45		22	21	35
		60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34		60	10	86
		90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90		90	85	70
<i>e</i>		0	-7	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	-7	0	

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

9.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (6, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45	22		21	35	43
		10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	60		10	86	25
		85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90	90		85	70	65
<i>e</i>		-7	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	-7	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MAX} = 1 \Rightarrow$  локальный максимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow n_s; n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		21	35	43	14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43
		10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25
		85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65
<i>e</i>		-7	8	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

9.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	2	25	10	10	60	30	45	22	21	35	43	14	2	25
		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24
		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20
<i>e</i>		0	-6	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0	0	-6	0

9.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	-4	0	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-6	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0	0

10) Загрузка строки 8, обработка строки 7.

10.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 8-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24
		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20
		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

10.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

10.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 1).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24			
		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65				11	29	20
		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46				31	89	40
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

10.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 2).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера					
<i>i</i>		1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15			
		29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11				29	20	9
		89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31				89	40	18
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

10.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 3).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера					
<i>i</i>		24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18			
		20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29				20	9	10
		40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89				40	18	17
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 1$ ;  $F_{\text{MIN}} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_s$ ;  $n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24 15 18		
		20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20 9 10		
		40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40 18 17		
<i>e</i>		0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 -9 0		

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

10.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 4).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15 18 80		
		9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9 10 11		
		18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18 17 5		
<i>e</i>		-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9 0 0		

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0$ ,  $F_{\text{MIN}} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

10.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 5).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18 80 90		
		10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10 11 5		
		17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17 5 19		
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	0 0 0		

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0$ ,  $F_{\text{MIN}} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

10.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 6).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		80	90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34			
		11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10				11	5	90
		5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17				5	19	10
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) = w(2,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

10.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 7).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		90	34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	60			
		5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11				5	90	90
		19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5				19	10	12
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) = w(0,0) \Rightarrow F_p \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) = w(1,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

10.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 8).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		34	60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	60	10			
		90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5				90	90	85
		10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5	19				10	12	13
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$$w(1,1) = w(1,0) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

10.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 9).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		60	10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86			
		90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90				90	85	70
		12	13	55	46	31	89	40	18	17	5	19	10				12	13	55
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0.$

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

10.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (7, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		10	86	25	14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25			
		85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90	90				85	70	65
		13	55	46	31	89	40	18	17	5	19	10	12				13	55	46
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0.$

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1.$

10.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		14	1	24	15	18	80	90	34	60	10	86	25	14	1	24			
		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65				11	29	20
		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46				31	89	40
<i>e</i>		0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			



10.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	0	-4	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0
0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

11) Загрузка строки 9, обработка строки 8.

11.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 9-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

	Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера		
<i>i</i>	11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20
	31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40
	30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25
<i>e</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

11.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1$ ,  $x_E \leftarrow 1$ .

11.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 1).

	Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера		
<i>i</i>	11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20
	31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40
	30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25
<i>e</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0$ ,  $F_{MIN} \leftarrow 0$ ,  $F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ ,  $w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0$ ;  $F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1$ ;  $F_{MAX} = 1 \Rightarrow$  локальный максимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow n_s$ ;  $n_s \leftarrow n_s + 1$ .

	Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера		
<i>i</i>	11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20
	31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40
	30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25
<i>e</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 2).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9			
		89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31				89	40	18
		20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30				20	25	8
<i>e</i>		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 3).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера					
<i>i</i>		20	9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10			
		40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89				40	18	17
		25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20				25	8	27
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 4).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера					
<i>i</i>		9	10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11			
		18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40				18	17	5
		8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25				8	27	55
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 5).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера										
<i>i</i>		10	11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	<table border="1"> <tr><td>10</td><td>11</td><td>5</td></tr> <tr><td>17</td><td>5</td><td>19</td></tr> <tr><td>27</td><td>55</td><td>19</td></tr> </table>	10	11	5	17	5	19	27	55	19
	10	11	5																				
	17	5	19																				
27	55	19																					
	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18											
	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8											
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0						
0	0	0																					

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 6).

		Состояние строчного буфера												Состояние оконного буфера									
<i>i</i>		11	5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	<table border="1"> <tr><td>11</td><td>5</td><td>90</td></tr> <tr><td>5</td><td>19</td><td>10</td></tr> <tr><td>55</td><td>19</td><td>8</td></tr> </table>	11	5	90	5	19	10	55	19	8
	11	5	90																				
	5	19	10																				
55	19	8																					
	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17											
	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	27											
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0						
0	0	0																					

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0, F_{\text{MIN}} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,2) \Rightarrow F_p \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 7).

		Состояние строчного буфера													Состояние оконного буфера								
<i>i</i>		5	90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>90</td><td>90</td></tr> <tr><td>19</td><td>10</td><td>12</td></tr> <tr><td>19</td><td>8</td><td>99</td></tr> </table>	5	90	90	19	10	12	19	8	99
	5	90	90																				
	19	10	12																				
19	8	99																					
	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5											
	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55											
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0						
0	0	0																					

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 8).

		Состояние строчного буфера										Состояние оконного буфера					
<i>i</i>		90	90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5		90	90	85
		10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5	19		10	12	13
		8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19		8	99	14
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 9).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		90	85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90		90	85	70
		12	13	55	46	31	89	40	18	17	5	19	10		12	13	55
		99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	8		99	14	12
<i>e</i>		0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (8, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		85	70	65	11	29	20	9	10	11	5	90	90		85	70	65
		13	55	46	31	89	40	18	17	5	19	10	12		13	55	46
		14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	8	99		14	12	50
<i>e</i>		0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

11.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		11	29	20	9	10	11	5	90	90	85	70	65			
		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	11	29	20
		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	31	89	40
<i>e</i>		0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	20	25
		0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0

10.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	0	-4	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0
0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

12) Загрузка строки 10, обработка строки 9.

12.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 10-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46			
		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	31	89	40
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	30	20	25
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	87	36
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

12.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

12.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 1).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46			
		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	31	89	40
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	30	20	25
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	87	36
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MIN} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_S; n_S \leftarrow n_S + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46		31	89	40
		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50		30	20	25
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65		21	87	36
<i>e</i>		0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 2).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31		89	40	18
		20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30		20	25	8
		87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	21		87	36	21
<i>e</i>		11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 3).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера				
<i>i</i>		40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89		40	18	17
		25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20		25	8	27
		36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	21	87		36	21	20
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 1$ ;  $F_{\text{MIN}} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_s$ ;  $n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89			
		25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	40	18	17
		36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	21	87	25	8	27
<i>e</i>		0	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	36	21	20
														0	-12	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 4).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		18	17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40			
		8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	18	17	5
		21	20	15	15	45	20	30	9	65	21	87	36	8	27	55
<i>e</i>		-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	21	20	15
														-12	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0$ ,  $F_{\text{MIN}} \leftarrow 0$ ,  $F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MIN}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 5).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18			
		27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	17	5	19
		20	15	15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	27	55	19
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	-12	20	15	15
														0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{\text{MAX}} \leftarrow 0$ ,  $F_{\text{MIN}} \leftarrow 0$ ,  $F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{\text{MAX}} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0$ ;  $F_{\text{MAX}} \oplus F_{\text{MIN}} = 1$ ;  $F_{\text{MAX}} = 1 \Rightarrow$  локальный максимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow n_s$ ;  $n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		17	5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18			
		27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	17	5	19
		20	15	15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	27	55	19
<i>e</i>		0	13	0	0	0	0	0	0	0	11	0	-12	20	15	15
														0	13	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 6).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		5	19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17			
		55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	5	19	10
		15	15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	55	19	8
<i>e</i>		13	0	0	0	0	0	0	0	11	0	-12	0	15	15	45
														13	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) = w(0,1) \Rightarrow F_P \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 7).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5			
		19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	10	12
		15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	19	8	99
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	11	0	-12	0	13	15	45	20
														0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MIN} = 1 \Rightarrow$  локальный минимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow -n_S; n_S \leftarrow n_S + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		19	10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5			
		19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	10	12
		15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	19	8	99
<i>e</i>		0	-14	0	0	0	0	0	11	0	-12	0	13	15	45	20
														0	-14	0



Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 8).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5	19			
		8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	10	12	13
		45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	15	8	99	14
<i>e</i>		-14	0	0	0	0	0	11	0	-12	0	13	0	45	20	30
														-14	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 1; F_{MAX} = 1 \Rightarrow$  локальный максимум  $\Rightarrow e(1,1) \leftarrow n_s; n_s \leftarrow n_s + 1$ .

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		10	12	13	55	46	31	89	40	18	17	5	19			
		8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	10	12	13
		45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	15	8	99	14
<i>e</i>		-14	15	0	0	0	0	11	0	-12	0	13	0	45	20	30
														-14	15	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 9).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		12	13	55	46	31	89	40	18	17	5	19	10			
		99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	8	12	13	55
		20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	15	45	99	14	12
<i>e</i>		15	0	0	0	0	11	0	-12	0	13	0	-14	20	30	9
														15	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (9, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		13	55	46	31	89	40	18	17	5	19	10	12	13 55 46		
		14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	8	99	14 12 50		
		30	9	65	21	87	36	21	20	15	15	45	20	30 9 65		
<i>e</i>		0	0	0	0	11	0	-12	0	13	0	-14	15	0 0 0		

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

12.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		31	89	40	18	17	5	19	10	12	13	55	46	31 89 40		
		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30 20 25		
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	21 87 36		
<i>e</i>		0	11	0	-12	0	13	0	-14	15	0	0	0	0 11 0		

12.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	-4	0	0	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0	0
0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	11	0	-12	0	13	0	-14	15	0	0	0	0	0

13) Загрузка строки 11, обработка строки 10.

13.1) Вертикальный сдвиг вверх строчного буфера, считывание 11-й строки изображения в строчный буфер. Сброс строки локальных экстремумов.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30 20 25		
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	21 87 36		
		15	92	44	11	10	32	30	89	22	1	35	44	15 92 44		
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0		

13.2) Инициализация координат проверяемого пикселя:  $y_E \leftarrow y_E + 1, x_E \leftarrow 1$ .

13.3) Обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 1).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50			
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	30	20	25
		15	92	44	11	10	32	30	89	22	1	35	44	21	87	36
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92	44
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50			
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	30	20	25
		15	92	44	11	10	32	30	89	22	1	35	44	21	87	36
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	92	44
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

13.4) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 2).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30			
		87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	21	20	25	8
		92	44	11	10	32	30	89	22	1	35	44	15	87	36	21
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	44	11
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

13.5) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 3).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20			
		36	21	20	15	15	45	20	30	9	65	21	87	25	8	27
		44	11	10	32	30	89	22	1	35	44	15	92	36	21	20
<i>e</i>													44	11	10	
													0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

13.6) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 4).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25			
		21	20	15	15	45	20	30	9	65	21	87	36	8	27	55
		11	10	32	30	89	22	1	35	44	15	92	44	21	20	15
<i>e</i>													11	10	32	
													0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_P = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

13.7) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 5).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
<i>i</i>		27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8			
		20	15	15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	27	55	19
		10	32	30	89	22	1	35	44	15	92	44	11	20	15	15
<i>e</i>													10	32	30	
													0	0	0	

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_P \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) = w(1,2) \Rightarrow F_P \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

13.8) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 6).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
$i$		55	19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	27			
		15	15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	55	19	8
		32	30	89	22	1	35	44	15	92	44	11	10	15	15	45
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	30	89
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) = w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 1 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

Приращение координат проверяемого пикселя:  $x_E \leftarrow x_E + 1$ .

13.9) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 7).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
$i$		19	8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55			
		15	45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	19	8	99
		30	89	22	1	35	44	15	92	44	11	10	32	15	45	20
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	89	22
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1$ .

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

13.10) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 8).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера			
$i$		8	99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19			
		45	20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	15	8	99	14
		89	22	1	35	44	15	92	44	11	10	32	30	45	20	30
$e$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	22	1
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0$ .

$$w(1,1) > w(0,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(2,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

13.11) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 9).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		99	14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12			
		20	30	9	65	21	87	36	21	20	15	15	45				20	30	9
		22	1	35	44	15	92	44	11	10	32	30	89				22	1	35
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0.$

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(0,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(1,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(1,2) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) > w(2,1) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

13.12) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера, обработка оконного буфера. Координаты проверяемого пикселя: (10, 10).

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		14	12	50	30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50			
		30	9	65	21	87	36	21	20	15	15	45	20				30	9	65
		1	35	44	15	92	44	11	10	32	30	89	22				1	35	44
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Инициализация флагов:  $F_{MAX} \leftarrow 0, F_{MIN} \leftarrow 0, F_p \leftarrow 0.$

$$w(1,1) < w(0,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(0,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) < w(1,0) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(1,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

$$w(1,1) > w(2,0) \Rightarrow F_{MAX} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,1) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1, w(1,1) < w(2,2) \Rightarrow F_{MIN} \leftarrow 1.$$

Анализ флагов:  $F_p = 0; F_{MAX} \oplus F_{MIN} = 0 \Rightarrow$  пропуск пикселя.

13.13) Горизонтальный циклический сдвиг влево строчного буфера на 3 элемента.

		Состояние строчного буфера											Состояние оконного буфера						
<i>i</i>		30	20	25	8	27	55	19	8	99	14	12	50	30	20	25			
		21	87	36	21	20	15	15	45	20	30	9	65				21	87	36
		15	92	44	11	10	32	30	89	22	1	35	44				15	92	44
<i>e</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

### 13.14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	-4	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-6	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0
0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0
0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	11	0	-12	0	13	0	-14	15	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 14) Вывод строки локальных экстремумов.

Матрица локальных экстремумов:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	3	0	0	0	-4	0	0	0
0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-6	0	0	0	0	0	0	0	-7	8	0
0	0	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	0
0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	11	0	-12	0	13	0	-14	15	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5. Для изображения (см. рис. 4.1) проиллюстрировать процесс блочного поиска локальных экстремумов в окне  $5 \times 5$  пикселей для заданных строк (выбираются в соответствии с вариантом задания по табл. 4.1, нумерация строк с нуля), приводя состояния строчного и оконного буферов. Сравнить результаты с результатами, полученными в п. 3.

## **5. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО БЛОЧНОМУ ПОИСКУ ЛОКАЛЬНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ**

### **5.1. Лабораторная работа № 1. Синтез входного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС**

**Цель работы:** развитие навыков проектирования цифровых устройств на ПЛИС, освоение процессов разработки и тестирования входного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС.

#### **Предварительное задание**

1. Выполнить пп. 1–2 практического задания.
2. Изучить порядок разработки и тестирования цифровых схем в системе проектирования ПЛИС.

#### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. В графическом или программном редакторе системы проектирования ПЛИС разработать принципиальную схему входного буфера.
2. Произвести компиляцию разработанной схемы входного буфера в системе проектирования ПЛИС. При наличии ошибок внести правки в схему входного буфера в графическом или программном редакторе и повторить компиляцию.
3. В редакторе временных диаграмм системы проектирования ПЛИС сформировать сигналы на входах входного буфера.
4. С помощью системы проектирования ПЛИС сформировать диаграммы на выходах входного буфера, соответствующие подготовленным временным диаграммам входных сигналов.
5. Сопоставить полученные временные диаграммы с временными диаграммами, построенными при выполнении п. 2 практического задания. При наличии расхождений внести необходимые правки в схему входного буфера в графическом или программном редакторе, повторить компиляцию и формирование выходных временных диаграмм.

#### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение входного буфера в схеме блочного поиска локальных экстремумов?
2. От каких параметров алгоритма блочного поиска локальных экстремумов зависит размер входного буфера?



3. Почему в состав каждой ячейки памяти входного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов входят два параллельных регистра?

4. Сколько тактовых импульсов необходимо для загрузки значений пикселей во входной буфер схемы блочного поиска локальных экстремумов?

5. Какие характеристики будет иметь входной буфер схемы блочного поиска локальных экстремумов с размером окна поиска  $5 \times 5$  пикселей?

## **5.2. Лабораторная работа № 2. Синтез строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС**

**Цель работы:** развитие навыков проектирования цифровых устройств на ПЛИС, освоение процессов разработки и тестирования строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС.

### **Предварительное задание**

1. Выполнить пп. 1–3 практического задания.
2. Изучить порядок разработки и тестирования цифровых схем в системе проектирования ПЛИС.

### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. В графическом или программном редакторе системы проектирования ПЛИС разработать принципиальную схему строчного буфера.

2. Произвести компиляцию разработанной схемы строчного буфера в системе проектирования ПЛИС. При наличии ошибок внести правки в схему строчного буфера в графическом или программном редакторе и повторить компиляцию.

3. В редакторе временных диаграмм системы проектирования ПЛИС сформировать сигналы на входах строчного буфера.

4. С помощью системы проектирования ПЛИС сформировать диаграммы на выходах строчного буфера, соответствующие подготовленным временным диаграммам входных сигналов.

5. Сопоставить полученные временные диаграммы с временными диаграммами, построенными при выполнении п. 3 практического задания. При наличии расхождений внести необходимые правки в схему строчного буфера в графическом или программном редакторе, повторить компиляцию и формирование выходных временных диаграмм.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение строчного буфера в схеме блочного поиска локальных экстремумов?

2. От каких параметров алгоритма блочного поиска локальных экстремумов зависит размер строчного буфера?

3. Почему в состав каждой ячейки памяти и коммутации строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов входят два параллельных регистра?

4. Для чего в составе каждой ячейки памяти и коммутации строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов используется мультиплексор?

5. Сколько тактовых импульсов необходимо для загрузки значений пикселей в строчный буфер схемы блочного поиска локальных экстремумов?

6. Сколько тактов необходимо для продвижения значения каждого пикселя со входа строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на выход?

7. Каково назначение оконного буфера в составе строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на выход?

8. Какие характеристики будет иметь строчный буфер схемы блочного поиска локальных экстремумов с размером окна поиска  $7 \times 7$  пикселей?

9. Какие преимущества дает увеличение размера окна поиска в схеме блочного поиска локальных экстремумов?

### **5.3. Лабораторная работа № 3. Синтез блока оконного поиска локального экстремума схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС**

**Цель работы:** развитие навыков проектирования цифровых устройств на ПЛИС, освоение процессов разработки и тестирования блока оконного поиска локального экстремума схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС.

#### **Предварительное задание**

1. Выполнить пп. 1–4 практического задания.
2. Изучить порядок разработки и тестирования цифровых схем в системе проектирования ПЛИС.

#### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. В графическом (программном) редакторе системы проектирования ПЛИС разработать принципиальную схему блока оконного поиска локального экстремума.

2. Произвести компиляцию разработанной схемы блока оконного поиска локального экстремума в системе проектирования ПЛИС. При наличии ошибок внести правки в схему блока оконного поиска локального экстремума в графическом или программном редакторе и повторить компиляцию.

3. В редакторе временных диаграмм системы проектирования ПЛИС сформировать сигналы на входах блока оконного поиска локального экстремума.

4. С помощью системы проектирования ПЛИС сформировать диаграммы на выходах блока оконного поиска локального экстремума, соответствующие подготовленным временным диаграммам входных сигналов.

5. Сопоставить полученные временные диаграммы с временными диаграммами, построенными при выполнении п. 4 практического задания. При наличии расхождений внести необходимые правки в схему блока оконного поиска локального экстремума в графическом или программном редакторе, повторить компиляцию и формирование выходных временных диаграмм.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение блока оконного поиска локального экстремума?
2. От каких параметров алгоритма блочного поиска локальных экстремумов зависит структура блока оконного поиска локального экстремума?
3. Почему в состав каждой ячейки памяти и коммутации строчного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов входят два параллельных регистра?
4. Как устроен и работает компаратор?
5. Сколько тактовых импульсов необходимо для формирования номера и знака локального экстремума?
6. Почему увеличение значения двоичного счетчика в составе блока оконного поиска локального экстремума происходит по фронту импульса записи, а фиксирование номера и знака локального экстремума в регистре и триггере – по срезу?
7. Как функционирует *D*-триггер?
8. Как функционирует двоичный счетчик?
9. Какие структуру и характеристики будет иметь блок оконного поиска локального экстремума при размере окна поиска  $5 \times 5$  пикселей?

### **5.4. Лабораторная работа № 4. Синтез регистра локальных экстремумов схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС**

**Цель работы:** развитие навыков проектирования цифровых устройств на ПЛИС, освоение процессов разработки и тестирования регистра локальных экстремумов схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС.

#### **Предварительное задание**

1. Выполнить пп. 1–5 практического задания.
2. Изучить порядок разработки и тестирования цифровых схем в системе проектирования ПЛИС.

## **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. В графическом или программном редакторе системы проектирования ПЛИС разработать принципиальную схему регистра локальных экстремумов.
2. Произвести компиляцию разработанной схемы регистра локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС. При наличии ошибок внести правки в схему регистра локальных экстремумов в графическом или программном редакторе и повторить компиляцию.
3. В редакторе временных диаграмм системы проектирования ПЛИС сформировать сигналы на входах регистра локальных экстремумов.
4. С помощью системы проектирования ПЛИС сформировать диаграммы на выходах регистра локальных экстремумов, соответствующие подготовленным временным диаграммам входных сигналов.
5. Сопоставить полученные временные диаграммы с временными диаграммами, построенными при выполнении п. 5 практического задания. При наличии расхождений внести необходимые правки в схему регистра локальных экстремумов в графическом или программном редакторе, повторить компиляцию и формирование выходных временных диаграмм.

## **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение регистра локальных экстремумов?
2. От каких параметров алгоритма блочного поиска локальных экстремумов зависит структура регистра локальных экстремумов?
3. Почему в состав каждой ячейки памяти и коммутации регистра локальных экстремумов входят два параллельных регистра?
4. Как устроен и работает мультиплексор?
5. Сколько тактовых импульсов необходимо для формирования номеров и знаков локальных экстремумов в регистре локальных экстремумов?
6. Какие структуру и характеристики будет иметь регистр локальных экстремумов при размере окна поиска  $7 \times 7$  пикселей?

## **5.5. Лабораторная работа № 5. Синтез выходного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС**

**Цель работы:** развитие навыков проектирования цифровых устройств на ПЛИС, освоение процессов разработки и тестирования выходного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС.

## **Предварительное задание**

1. Выполнить пп. 1–6 практического задания.
2. Изучить порядок разработки и тестирования цифровых схем в системе проектирования ПЛИС.

## **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. В графическом или программном редакторе системы проектирования ПЛИС разработать принципиальную схему выходного буфера.

2. Произвести компиляцию разработанной схемы выходного буфера в системе проектирования ПЛИС. При наличии ошибок внести правки в схему выходного буфера в графическом или программном редакторе и повторить компиляцию.

3. В редакторе временных диаграмм системы проектирования ПЛИС сформировать сигналы на входах выходного буфера.

4. С помощью системы проектирования ПЛИС сформировать диаграммы на выходах выходного буфера, соответствующие подготовленным временным диаграммам входных сигналов.

5. Сопоставить полученные временные диаграммы с временными диаграммами, построенными при выполнении п. 6 практического задания. При наличии расхождений внести необходимые правки в схему выходного буфера в графическом или программном редакторе, повторить компиляцию и формирование выходных временных диаграмм.

## **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение выходного буфера схемы блочного поиска локальных экстремумов?

2. От каких параметров алгоритма блочного поиска локальных экстремумов зависит структура выходного буфера?

3. Почему в состав каждой ячейки памяти и коммутации выходного буфера входят два параллельных регистра?

4. Как устроен и работает мультиплексор?

5. Сколько тактовых импульсов необходимо для загрузки номеров и знаков локальных экстремумов в выходной буфер?

6. Сколько тактовых импульсов необходимо для выгрузки номеров и знаков локальных экстремумов из выходного буфера?

## **5.6. Лабораторная работа № 6. Синтез блока синхронизации и управления схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС**

**Цель работы:** развитие навыков проектирования цифровых устройств на ПЛИС, освоение процессов разработки и тестирования блоков синхронизации и управления схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС.

## **Предварительное задание**

1. Выполнить пп. 1, 7–9 практического задания.

2. Изучить порядок разработки и тестирования цифровых схем в системе проектирования ПЛИС.

### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. В графическом или программном редакторе системы проектирования ПЛИС разработать принципиальную схему блока синхронизации и управления.

2. Произвести компиляцию разработанной схемы блока синхронизации и управления в системе проектирования ПЛИС. При наличии ошибок внести правки в схему блока синхронизации и управления в графическом или программном редакторе и повторить компиляцию.

3. В редакторе временных диаграмм системы проектирования ПЛИС сформировать сигналы на входах блока синхронизации и управления.

4. С помощью системы проектирования ПЛИС сформировать диаграммы на выходах блока синхронизации и управления, соответствующие подготовленным временным диаграммам входных сигналов.

5. Сопоставить полученные временные диаграммы с временными диаграммами, построенными при выполнении п. 6 практического задания. При наличии расхождений внести необходимые правки в схему блока синхронизации и управления в графическом или программном редакторе, повторить компиляцию и формирование выходных временных диаграмм.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение блока синхронизации и управления схемы блочного поиска локальных экстремумов?

2. От каких параметров алгоритма блочного поиска локальных экстремумов зависит структура блока синхронизации и управления?

3. Как устроен и работает делитель частоты?

4. Как устроен и работает формирователь импульсов?

5. Как формируются импульсы тактовой частоты?

### **5.7. Лабораторная работа № 7. Синтез схемы блочного поиска локальных экстремумов на ПЛИС**

**Цель работы:** развитие навыков проектирования цифровых устройств на ПЛИС, освоение процессов разработки и тестирования схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС.

### **Предварительное задание**

1. Выполнить пп. 1–9 практического задания.

2. Изучить порядок разработки и тестирования цифровых схем в системе проектирования ПЛИС.

## **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. В графическом или программном редакторе системы проектирования ПЛИС разработать принципиальную схему блочного поиска локальных экстремумов. Рекомендуется использовать для этого результаты выполнения лабораторных работ № 1–6.

2. Произвести компиляцию разработанной схемы блочного поиска локальных экстремумов в системе проектирования ПЛИС. При наличии ошибок внести правки в схемы блочного поиска локальных экстремумов в графическом или программном редакторе и повторить компиляцию.

3. В редакторе временных диаграмм системы проектирования ПЛИС сформировать сигналы на входах схемы блочного поиска локальных экстремумов.

4. С помощью системы проектирования ПЛИС сформировать диаграммы на выходах и в контрольных точках (рекомендуется ориентироваться на выходы основных блоков) схемы блочного поиска локальных экстремумов, соответствующие подготовленным временным диаграммам входных сигналов.

5. Сопоставить полученные временные диаграммы с временными диаграммами, построенными при выполнении пп. 1–9 практического задания. При наличии расхождений внести необходимые правки в схему блочного поиска локальных экстремумов в графическом или программном редакторе, повторить компиляцию и формирование выходных временных диаграмм.

## **Контрольные вопросы**

1. Какова тактовая частота работы схемы блочного поиска локальных экстремумов?

2. Какова скорость поиска локальных экстремумов?

3. Какова пространственная сложность схемы блочного поиска локальных экстремумов?

4. Какова задержка обработки данных в схеме блочного поиска локальных экстремумов?

5. Какие структурные изменения необходимо внести в схему блочного поиска локальных экстремумов при увеличении окна поиска до  $5 \times 5$  пикселей?

6. Какие структурные изменения необходимо внести в схему блочного поиска локальных экстремумов при увеличении размера обрабатываемой матрицы пикселей по вертикали?

7. Какие структурные изменения необходимо внести в схему блочного поиска локальных экстремумов при увеличении размера обрабатываемой матрицы пикселей по горизонтали?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Rosenfeld, A. Digital Picture Processing / A. Rosenfeld, A. Kak. – Berlin : Acad. Press, 1976. – 457 p.
2. Kitchen, L. Gray-level Corner Detection / L. Kitchen, A. Rosenfeld // Pattern Recognition Letters. – 1982. – Vol. 1, iss. 2. – P. 92–102.
3. Gil, J. Computing 2-D Min, Median and Max / J. Gil, M. Werman // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1993. – Vol. 15, iss. 5. – P. 504–507.
4. Van Herk, M. A Fast Algorithm for Local Minimum and Maximum Filters on Rectangular and Octagonal Kernels / M. Van Herk // Pattern Recognition Letters. – 1992. – Vol. 13, iss. 7. – P. 517–521.
5. Neubeck, A. Efficient Non-maximum Suppression / A. Neubeck, L. Van Gool // Pattern Recognition : Proc. of the 18<sup>th</sup> Intern. Conf., Hong Kong, Aug. 20–24, 2006. – Hong Kong, 2006. – Vol. 3. – P. 850–855.
6. Förstner, W. A Fast Operator for Detection and Precise Location of Distinct Points, Corners and Centres of Circular Features / W. Förstner, E. Gülch // ISPRS : Proc. of the Intern. Conf. on Fast Processing of Photogrammetric Data, Interlaken, June 2–4 1987. – Interlaken, 1987. – P. 281–305.
7. Gonzales, R. C. Digital Image Processing / R. C. Gonzales, R. E. Woods. – 4<sup>th</sup> ed. – New York : Prentice-Hall, 2008. – 1019 p.
8. Pham, T. Q. Non-maximum Suppression Using Fewer Than Two Comparisons per Pixel / T. Q. Pham // Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems : Proc. of the Conf., Sydney, Australia, Dec. 13–16, 2010. – Sydney, 2010. – Vol. 12. – P. 438–451.
9. Soille, P. Reconstruction Based Operators / P. Soille // Morphological Image Analysis: Principles and Applications / P. Soille. – Berlin : Springer-Verlag, 1999. – P. 166–169.
10. Soille, P. Filtering / P. Soille // Morphological Image Analysis: Principles and Applications / P. Soille. – Berlin : Springer Science & Business Media, 2002. – P. 213–215.



*Учебное издание*

**Цветков Виктор Юрьевич**

**АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ЛОКАЛЬНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ  
ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НА ПЛИС  
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

*Редактор С. Г. Девдера*

*Корректор Е. Н. Батурчик*

*Компьютерная правка, оригинал-макет В. М. Задоля*

Подписано в печать 30.05.2023. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 5,00. Тираж 30 экз. Заказ 175.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014.

№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.

Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск