

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

УДК 004.932

Рамазанов Рамик Рафиг оглы

Алгоритм формирования изображений для мультidisплейных систем

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

*(указать отрасль наук)*

по специальности Системный анализ, управление и обработка информации

*(шифр и название специальности согласно учебному плану)*

---

*(подпись магистранта)*

Научный руководитель

Шемаров Александр Иванович

*(фамилия, имя, отчество)*

Доцент, кандидат технических наук

*(ученая степень, ученое звание)*

---

*(подпись научного руководителя)*

Минск, 2021

## **ВВЕДЕНИЕ**

Актуальность диссертационного исследования обусловлена, во-первых, распространением мультidisплейных систем в рамках разных областей личного и профессионального применения, во-вторых, тем, что существующие методы формирования изображений решают далеко не все проблемы, актуальные в настоящее время, в частности, не все из них способны эффективно решить задачу, характерную для мультимедийных комплексов, – разделение и передача итогового изображения на несколько дисплейных устройств с оптимальной скоростью и без потери качества.

Библиотека БГУИР

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель магистерской диссертации – разработка алгоритма формирования изображений для мультидисплейных систем и оценка его эффективности по сравнению с имеющимися методами через проведение вычислительного эксперимента.

Задачи магистерской диссертации:

- изучение теоретических аспектов формирования изображений для мультидисплейных систем;
- разработка алгоритма формирования изображения для мультидисплейных систем;
- применение разработанного алгоритма в рамках эксперимента и анализ экспериментальных данных.

Личный вклад магистранта – разработка алгоритма гибридного метода формирования изображений для мультидисплейных систем и оценка его эффективности посредством проведения вычислительного эксперимента.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В рамках Главы 1 было осуществлено изучение теоретических аспектов формирования изображений для мультидисплейных систем (далее – МДС). Был выявлено, что МДС – это система отображения фото- и видеоинформации на экране, состоящем из множества устройств отображения фото и видео.

Данная система требует определенной аппаратной и программной составляющей формирования изображений, а также значительных вычислительных мощностей (при необходимости использовать МДС в различных отраслях).

Также в рамках Главы 1 был проведен сравнительный анализ существующих алгоритмов формирования изображений для МДС: последовательный метод, метод бинарных обменов, метод параллельного конвейера, метод циклического разделения. На основе данного анализа был сделан вывод о необходимости формирования определенного гибридного метода формирования изображения для МДС, основанного на изученных методах формирования изображений.

В рамках Главы 2 в целях формирования изображений в условиях мультидисплейности было предложено использование метода гибридной сборки для параллельной компоновки изображения (гибридное формирование изображений). Стратегия гибридной сборки представляет собой объединение шагов компоновки изображения и распределения итогового изображения по процессорам для отображения на мультидисплейном комплексе.

Предлагаемый гибридный метод формирования изображений в условиях МДС в большей степени основан на следующих методах: параллельном методе построения изображений и методе объемного построения изображений. В соответствии с рисунком 1 представлена схема работы алгоритма формирования изображений для МДС в различных форматах.

Предлагаемый гибридный метод подразумевает также корректировку процесса многопоточного сжатия изображений. Предложенный метод основан на блочном кодировании изображений. В рамках гибридного метода был сформирован быстрый алгоритм оценки визуальной сложности блоков изображения, позволяющий априори оценить временные затраты на кодирование блока и осуществить разбиение блоков изображения по процессорам в зависимости от этого времени для минимизации общего времени сжатия. Для каждого блока подбирается оптимальный способ его кодирования в зависимости от посчитанной визуальной сложности.

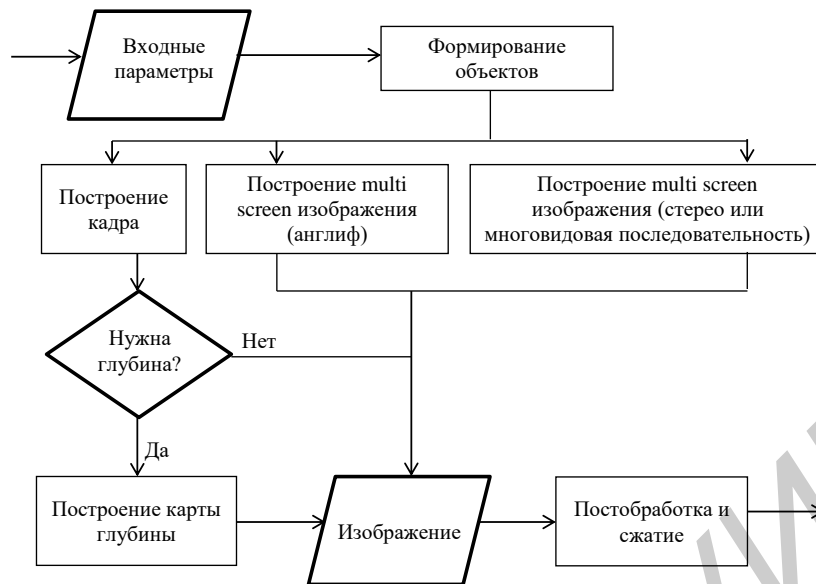


Рисунок 1 – Алгоритм формирования изображения для МДС с помощью гибридного метода

Блок-схема алгоритма кодирования изображения при гибридном методе и формирования для МДС представлена в соответствии с рисунком 2.

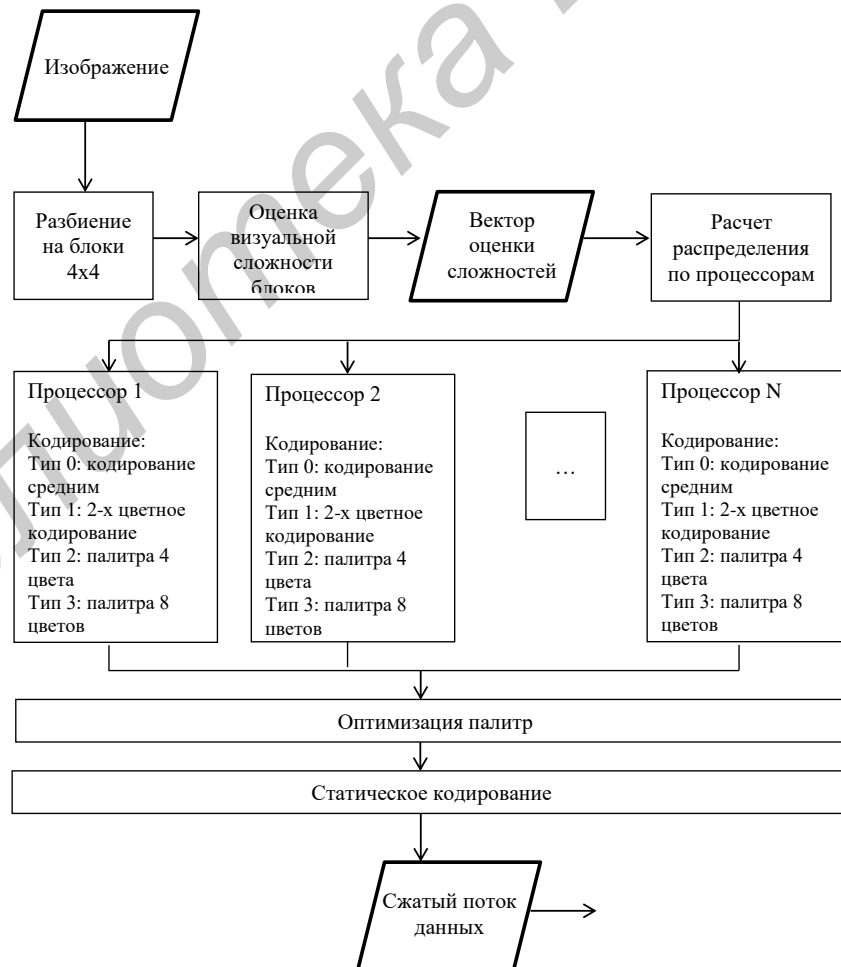


Рисунок 2 – Алгоритм сжатия изображения для МДС с помощью гибридного метода

Для сокращения времени вычислений в рамках применения гибридного метода был предложен метод оптимального распределения блоков по вычислительным процессорам, основанный на оценке визуальной сложности блока.

Для улучшения качества изображений в рамках гибридного метода был разработан быстрый алгоритм, который может быть эффективно распараллелен. На первом шаге алгоритм находит ступенчатые границы на изображении. Для областей изображения со ступенчатыми границами предложена математическая модель распределения цветов. В соответствии с этой моделью предложены необходимые и достаточные условия, позволяющие выделить такие области на изображении. Необходимое условие включает в себя построение вектора значений абсолютных попарных разностей соседних строк. В качестве достаточного условия используется проверка соответствия выделенных областей предложенной математической модели. При этом выделяются только ступенчатые края, а не все границы на изображении. Далее к этим областям применяется метод изменения выделенных краев, чтобы устранить эффект ступенчатости границ на изображении. Для каждого блока изображений подбирается оптимальная палитра. После вычисления оптимальной палитры осуществляется ее сжатие посредством статистического кодирования. Для многовидового кодирования только первое изображение сжимается в цветовом пространстве, далее сжимаются покадровые разности. При передаче карты глубины используется простое кодирование блока средним значением, так как необходимость точно передавать карту глубины отсутствует.

Важным элементом сохранения качества изображений в рамках их формирования является их интерполяция, что является составной частью предлагаемого гибридного метода формирования изображений. Метод интерполяции будет использован для решения двух задач: интерполяция данных при формировании изображений в условиях мультидисплейности; увеличение разрешения изображений после построения в целях сокращения времени построения изображения.

В рамках данного диссертационного исследования предлагается специализированный метод интерполяции, основанный на вейвлетах и триангуляции, позволяющий сохранять визуальные особенности изображений, получаемых при научной визуализации.

Предлагаемый алгоритм состоит из двух шагов: с помощью вейвлет-анализа определяется тип интерполируемой области; интерполяция значений пикселей. Тип интерполяции определяется из оценки направления и интенсивности границ в окрестности пикселя и частотной характеристики окрестности пикселя.

Данный составной алгоритм увеличения разрешения последовательности блоков изображений может быть эффективно применен для решения задачи

изменения разрешения изображения на локальной машине пользователя. Помимо низкой вычислительной сложности, особенность предложенного метода состоит в том, что он обеспечивает высокое визуальное качество за счет сохранения границ. Данный составной алгоритм также адаптирован для работы с последовательностями блоков изображения.

В рамках Главы 3 был проведен вычислительный эксперимент по следующему алгоритму, представленному в соответствии с рисунком 3.

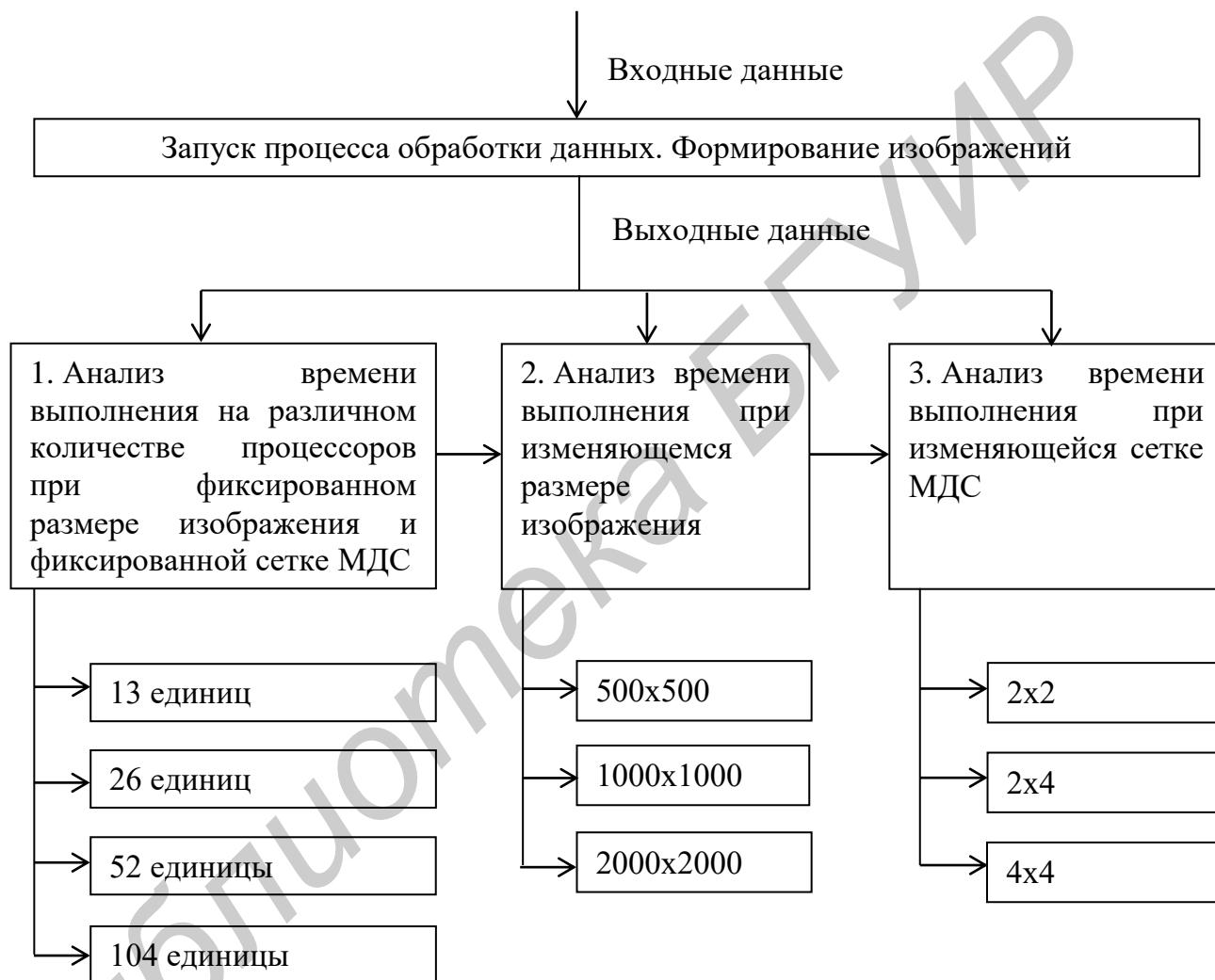


Рисунок 3 – Ход вычислительного эксперимента

В результате данного эксперимента были получены следующие результаты, представленные в соответствии с рисунком 4.

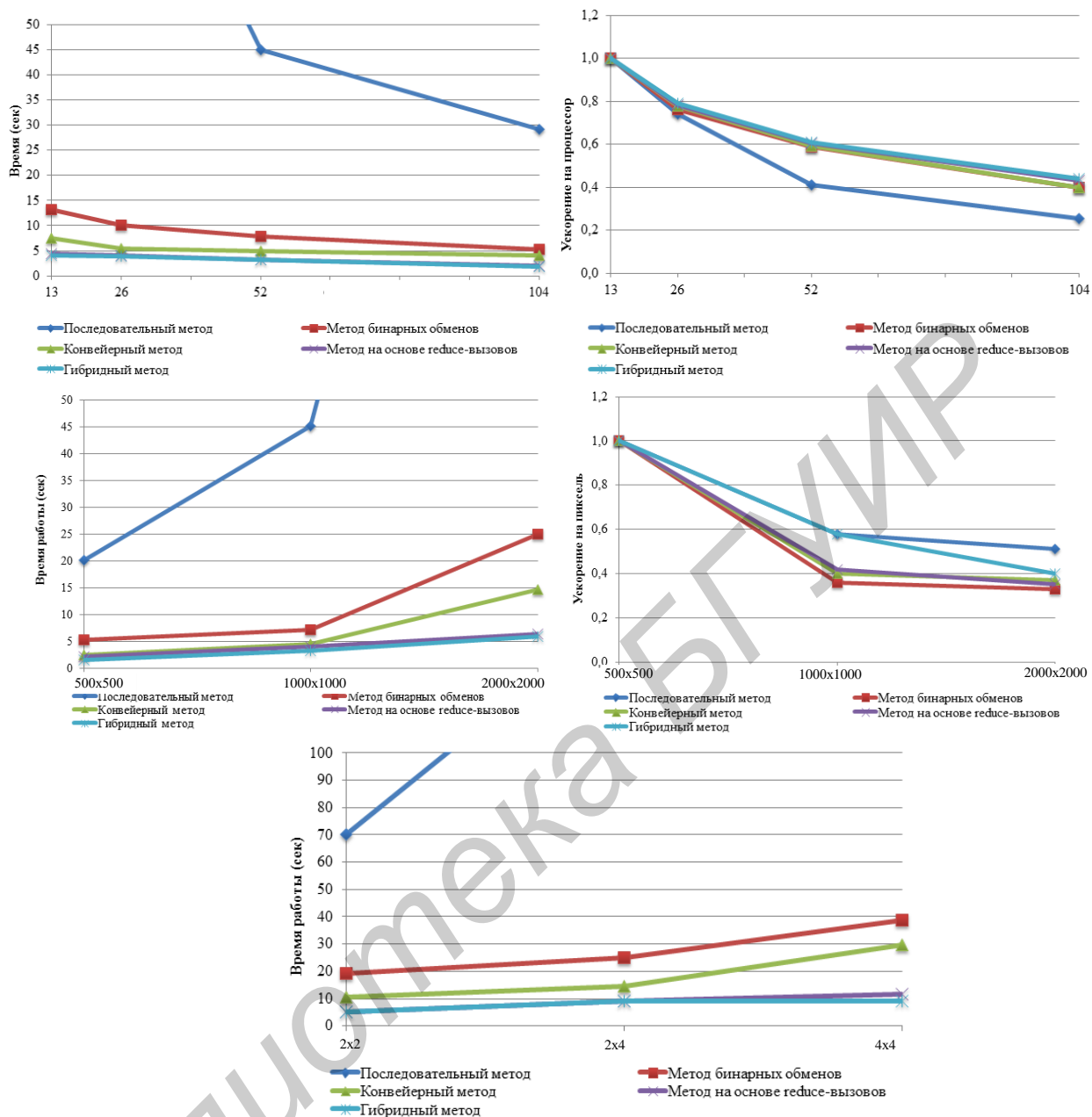


Рисунок 4 – Результаты вычислительного эксперимента

В результате анализ экспериментальных данных было выявлено следующее:

1. Время формирования изображения гибридным методом при размере 1000x1000 пикселей для каждого дисплея для МДС с сеткой 2x4 превосходит базовый метод, на котором основан предлагаемый. Это выражается в меньшем количестве затрачиваемого времени: при минимальном объеме задействованных вычислительных мощностей – на 11,1 %; при максимальном объеме задействованных вычислительных мощностей – на 55,0 %.

2. По параметру ускорения на процессор (при размере изображения 1000x1000 пикселей для каждого дисплея для МДС с сеткой 2x4) базовый метод на основе reduce-вызовов и гибридный метод, предлагаемый в рамках



диссертационного исследования, являются более эффективными, чем последовательный, конвейерный методы, а также метод бинарных обменов.

Показатель ускорения на процессор при применении гибридного метода формирования изображений для МДС больше аналогичных показателей на 72,5 % по сравнению с последовательным методом, на 10,0 % по сравнению с методом бинарных обменов и конвейерным методом и на 2,3 % по сравнению с методом на основе reduce-вызовов.

3. Время работы при обработке максимального из имевшихся размера изображений при использовании гибридного метода и при фиксированном максимальном количестве процессоров и сетке МДС 2x4 меньше, чем при применении последовательного метода на 97,1 %, метода бинарных обменов – на 76,3 %, конвейерного метода – на 59,9 % и метода на основе reduce-вызовов – на ли 6,3 %. Таким образом, был сделан вывод о незначительном преимуществе гибридного метода перед базовым методом (метод на основе reduce-вызовов) в рамках скорости формирования изображения в зависимости от его разрешения.

4. В рамках полученных результатов по показателю ускорения на пиксель при максимальном имеющемся размере изображении, максимальном количестве вычислительных процессоров и сетке дисплеев МДС 2x4, было выявлено, что данный показатель больше аналогичных показателей на 21,2 % по сравнению с методом бинарных обменов, на 8,1 % по сравнению с конвейерным методом и на 14,3 % по сравнению с методом на основе reduce-вызовов.

5. В рамках исследования зависимости времени работы метода от изменения сетки дисплеев МДС было выявлено, что применение гибридного метода позволило существенно уменьшить время работы алгоритма (по сравнению с базовым методом – на основе reduce-вызовов) на сетке из 12 дисплеев.

В целом, формирование изображений при использовании гибридного метода быстрее, чем формирование изображений при применении последовательного метода – на 96,9 %, метода бинарных обменов – на 76,2 %, конвейерного метода – на 69,1 %, метода на основе reduce-вызовов – на 20,0 %.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках магистерской диссертации для совершенствования существующих методов формирования изображений для МДС был предложен гибридный метод, который осуществлял параллельную компоновку изображения. Данный метод представляет собой объединение шагов компоновки изображения и распределения итогового изображения по процессорам для отображения на мультидисплейном комплексе.

Оптимизации процесса формирования изображения (в частности, ускорение данного процесса) по сравнению с базовым методом достигается посредством использования неблокирующих вызовов «reduce» (стандарт MPI). Предполагается, что выполнение операции «reduce» на каждой конкретной параллельной архитектуре будет выполняться быстрее, чем произвольный алгоритм компоновки изображения.

В рамках диссертационного исследования был разработан алгоритм гибридного метода формирования изображения для МДС и алгоритм процесса многопоточного сжатия изображений. Предложенный метод основан на блочном кодировании изображений. В рамках гибридного метода был также сформирован быстрый алгоритм оценки визуальной сложности блоков изображения, позволяющий априори оценить временные затраты на кодирование блока и осуществить разбиение блоков изображения по процессорам в зависимости от этого времени для минимизации общего времени сжатия. Для каждого блока подбирается оптимальный способ его кодирования в зависимости от посчитанной визуальной сложности. Для сокращения времени вычислений в рамках применения гибридного метода был предложен метод оптимального распределения блоков по вычислительным процессорам, основанный на оценке визуальной сложности блока.

Проведенный вычислительный эксперимент по сформированному алгоритму позволил сделать вывод об эффективности предлагаемого гибридного метода формирования изображений в МДС. Так, время формирования изображения гибридным методом при размере 1000x1000 пикселей для каждого дисплея для МДС с сеткой 2x4 превосходит базовый метод, на котором основан предлагаемый. Это выражается в меньшем количестве затрачиваемого времени: при минимальном объеме задействованных вычислительных мощностей – на 11,1 %; при максимальном объеме задействованных вычислительных мощностей – на 55,0 %. По параметру ускорения на процессор (при размере изображения 1000x1000 пикселей для каждого дисплея для МДС с сеткой 2x4) базовый метод на основе reduce-вызовов и гибридный метод, предлагаемый в рамках диссертационного

исследования, являются более эффективными, чем последовательный, конвейерный методы, а также метод бинарных обменов. Так, показатель ускорения на процессор при применении гибридного метода формирования изображений для МДС больше аналогичных показателей на 72,5 % по сравнению с последовательным методом, на 10,0 % по сравнению с методом бинарных обменов и конвейерным методом и на 2,3 % по сравнению с методом на основе reduce-вызовов. Время работы при обработке максимального размера изображений при использовании гибридного метода меньше, чем при применении последовательного метода на 97,1 %, метода бинарных обменов – на 76,3 %, конвейерного метода – на 59,9 % и метода на основе reduce-вызовов – на 6,3 %. Также в рамках полученных результатов по показателю ускорения на пиксель при максимальном имеющемся размере изображений было выявлено, что показатель ускорения на пиксель больше аналогичных показателей на 21,2 % по сравнению с методом бинарных обменов, на 8,1 % по сравнению с конвейерным методом и на 14,3 % по сравнению с методом на основе reduce-вызовов. В рамках исследования зависимости времени работы метода от изменения сетки дисплеев МДС было выявлено, что применение гибридного метода позволило существенно уменьшить время работы алгоритма (по сравнению с базовым методом – на основе reduce-вызовов) на сетке из 12 дисплеев. В целом, формирование изображений при использовании гибридного метода быстрее, чем формирование изображений при применении последовательного метода – на 96,9 %, метода бинарных обменов – на 76,2 %, конвейерного метода – на 69,1 %, метода на основе reduce-вызовов – на 20,0 %.

**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

<https://studvestnik.ru/journal/stud/herald/193>

Библиотека БГУИР