

На правах рукописи

Букин Роман Николаевич

**Исследование и разработка методов сжатия геоданных для
передачи по каналам связи в глобальные сети**

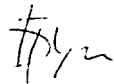
Специальность 25.00.35 - "Геоинформатика"

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва - 2004



Работа выполнена в Московском государственном университете
геодезии и картографии

Научный руководитель: кандидат технических наук,
доцент Гаврилова В.В.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Майоров А.А.,
кандидат технических наук,
доцент Цибульский Л.М.

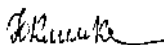
Ведущая организация: Таганрогский Государственный
Радиотехнический Университет

Защита состоится 26 декабря 2004 года, в 12 часов на заседании
диссертационного совета Д 212.143.03 при Московском
государственном университете геодезии и картографии по адресу:
105064 Москва, Гороховский пер., д. 4, ауд. 321.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
государственного университета геодезии и картографии.

Автореферат разослан « » _____ 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Климков Ю.М.

Общая характеристика работы

Актуальность работы

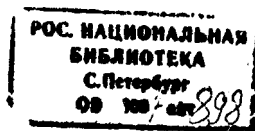
Современное развитие геоинформационных технологий неуклонно ведет к увеличению объемов накапливаемых и обрабатываемых геоданных, передаваемых, преимущественно, по различным каналам связи.

С помощью глобальной сети Интернет сегодня обеспечивается доступ к массивам цифровой информации, к научным документам, в том числе картам, аэро- и космическим снимкам.

Геоизображения, размещенные в Интернете, включают, прежде всего, электронные карты и атласы, а также аэро- и космические снимки, поступающие в цифровой записи. Число таких изображений чрезвычайно велико, например, только государственная картографическая служба США разместила в Интернете сотни тысяч документов.

Кроме того, в компьютерной сети размещены блоки карт, снимков и иных геоизображений, входящих в географические информационные системы (ГИС). С ними можно манипулировать: сопоставлять между собой, накладывать друг на друга, определять по ним взаимосвязи явлений, использовать для оценки и районирования территории и решения других научно-практических или учебных задач.

Основной массив в Интернете образуют оперативные карты, создаваемые в режиме реального времени. Они отражают актуальную справочную информацию. Подсчитано, что наибольшее место в Интернете занимают карты погоды и опасных атмосферных явлений (ураганов, циклонов). Вторые по частоте встречаемости - планы городов



и дорожные карты. Другие геоизображения ориентированы на специализированное применение в научных и практических целях (например, карты динамики окружающей среды или спутниковые снимки, фиксирующие состояние сельскохозяйственных посевов). Популярны карты транспорта и навигации, картосхемы текущих событий, политических конфликтов, горячих точек, карты национальных парков, предназначенные для туризма, отдыха и путешествий.

Развитие современных технологий влечет за собой рост объемов устройств для хранения геоданных и пропускной способности линий связи. Однако количество требуемой геоинформации растет еще быстрее. Основное решение этой проблемы - использование различных методов сжатия аэрокосмических изображений, которые составляют основной объем геоинформации. Это решение позволяет в несколько раз сократить требования к объему устройств хранения геоданных и пропускной способности каналов связи без дополнительных издержек. Условием его применимости является возможность установки специального программного обеспечения как вблизи источника, так и вблизи приемника информации. Как правило, это условие удовлетворяется.

Цель диссертационной работы

Целью диссертационной работы является исследование и разработка методов сжатия аэрокосмических снимков для передачи по каналам связи в глобальные сети.

Задачи работы

Для достижения поставленной цели в работе были поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучение и анализ существующих на настоящий момент методов сжатия растровых изображений и соответствующих им графических форматов файлов, которые в настоящее время наиболее часто используются для передачи изображений по каналам Интернет.
2. Исследование эффективности современных методов сжатия применительно к различным фрагментам аэрокосмических снимков.
3. Исследование эффективности методов дифференциальной импульсно-кодовой модуляции и других методов предварительного преобразования геоизображений с целью увеличения степени сжатия данных.
4. Разработка метода сжатия геоданных, основанного на применении дискретного преобразования Крестенсона-Леви и последующем адаптивном арифметическом кодировании.
5. Разработка программы, реализующей предложенный метод сжатия аэрокосмических снимков.
6. Исследование эффективности разработанного метода сжатия геоданных для различных групп объектов аэрокосмических изображений. Выработка рекомендаций по использованию предложенного метода сжатия геоданных.

Научная новизна работы

Основные результаты диссертационной работы, представляющие научную новизну, заключаются в следующем:

1. исследованы эффективности применения существующих методов сжатия изображений, а также методов предобработки изображений для сжатия геоизображений.
2. разработан метод сжатия аэрокосмических изображений на основе дискретного преобразования Крестенсона-Леви и последующего адаптивного арифметического кодирования.
3. выполнена программная реализация разработанного метода сжатия.
4. исследована эффективность предлагаемого метода сжатия геоизображений, выработаны рекомендации по использованию разработанного метода для различных групп геоизображений.

Апробация работы

По теме диссертации были сделаны доклады на VII-й Международной научно-технической конференции GEOINFOCAD 2003 (Вена, Австрия, 2003) и Международной научно-технической конференции, посвященной 225-летию МИИГАиК (Москва, 2004).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа изложена на 158 страницах, включая 12 рисунков, 10 таблиц и 6 графиков и 1 приложение. Список

используемой литературы включает 98 наименований, в том числе 46 на иностранном языке.

Содержание работы

Введение. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цели и задачи работы, ее научная новизна и практическая значимость.

Глава 1. Современные методы сжатия растровых изображений и соответствующие им графические форматы В первой главе рассматриваются, описанные в отечественной и зарубежной литературе, методы сжатия статических растровых изображений, а также соответствующие им графические форматы. Вначале определены основные понятия, связанные с рассмотрением методов сжатия изображений.

| Алгоритм | Коэффициенты сжатия | Симметричность по времени | Потери | Размерность |
|-----------------------|---------------------|---------------------------|--------|-------------|
| Групповое кодирование | 1/32 1/2 2/1 | 1 | Нет | 1D |
| Метод LZW | 1/100 1/4 7/5 | 1.2-3 | Нет | 1D |
| Метод Хаффмана | 1/8 2/3 1/1 | 1-1.5 | Нет | 1D |
| Lossless JPEG | 1/20 1/2 1/1 | ~1 | Нет | 2D |
| Рекурсивное Сжатие | 2-20 раз | 1.5 | Да | 2D |
| Метод JPEG | 2-200 раз | ~1 | Да | 2D |
| Фрактальный метод | 2-2000 раз | 1000-10000 | Да | 2D |

Таблица 1. Основные характеристики методов сжатия.

Для каждого рассматриваемого метода описывается его алгоритм, классы изображений, на которые он ориентирован, коэффициенты сжатия: минимальный, максимальный и средний, симметричность по

времени работы метода (отношение времени работы кодера ко времени работы декодера, в среднем), на каких изображениях достигается максимальный коэффициент сжатия, есть ли у метода потери информации и, наконец, работает ли метод с одномерной цепочкой данных или использует двумерную модель (что позволяет использовать межстрочковую или межстолбцовую корреляцию). Особое внимание уделено методу JPEG, который на сегодняшний день является наиболее универсальным и широко используемым в глобальной сети Интернет. Проведенный анализ позволяет сделать выводы о перспективах использования рассмотренных методов сжатия применительно к геоизображениям, а также, в последующих главах взять схему метода JPEG, как прототип для разработки нового метода сжатия геоизображений.

На основе проведенного в главе анализа сделаны следующие выводы:

- применение описанных методов сжатия без потери информации к аэрокосмическим изображениям малоэффективно, поскольку сверхбольшие объемы геоизображений требуют существенного сжатия, тогда как от данных методов следует ждать коэффициенты сжатия, максимум, 1,5 - 2.
- использование методов сжатия геоизображений с потерей информации требует тщательного поиска компромиссного решения между коэффициентом сжатия и коэффициентом потери информации для каждой конкретной поставленной задачи.

Глава 2. Сравнение дискретных преобразований по способности сжатия информации при обработке геоизображений

Во второй главе рассматриваются дискретные преобразования Фурье (ДПФ), косинусное (ДКП) и Крестенсона-Леви (ДПКЛ) и проведен анализ их способности сжатия при обработке геоизображений.

Изучение современных методов эффективного кодирования изображений позволяет сказать, что в основе большого числа исследуемых сегодня методов сжатия изображений лежит общий подход: использование на первом шаге дискретных унитарных преобразований. Это связано с тем, что для областей изображения, где изменения яркости невелики, высокочастотных компонент почти нет. Тогда на последующем этапах те высокочастотные составляющие, амплитуда которых мала, обнуляются, а все остальные - кодируются, что позволяет достигать высоких коэффициентов сжатия.

В предположении изотропности (равенство коэффициентов межстрочной и межстолбцовой корреляции $\rho_{row} = \rho_{col} = \rho$) свойств непрерывного изображения и одинаковых шагов дискретизации модель дискретного изображения матрицы $\mathbf{X} = \{x_{j,k}\}$ после нормализации имеет вид:

$$\begin{cases} E(x_{j,k}) = 0, & D(x_{j,k}) = 1, \\ r(x_{j,k}, x_{l,m}) = \rho^{|j-l|} \rho^{|k-m|}, & 0 \leq \rho \leq 1, \\ j, l \in \{0, 1, \dots, N-1\}, & k, m \in \{0, 1, \dots, M-1\}. \end{cases},$$

где $E(X)$ - математическое ожидание, $D(X)$ - дисперсия, ρ - коэффициент межэлементной корреляции.

Прямое и обратное ДПКЛ в двумерном случае (когда X, Y представляют собой матрицы из N строк и M столбцов) определены соответственно:

$$y_{k,l} = \frac{1}{\sqrt{p^{n+r}}} \sum_{m=0}^{p^n-1} \bar{\chi}_k(m/p^n) \sum_{j=0}^{p^r-1} x_{m,j} \bar{\chi}_l(j/p^r),$$

$$k = 0, 1, \dots, p^n - 1, \quad l = 0, 1, \dots, p^r - 1,$$

$$x_{m,j} = \frac{1}{\sqrt{p^{n+r}}} \sum_{k=0}^{p^n-1} \chi_k(k/p^n) \sum_{l=0}^{p^r-1} y_{k,l} \chi_l(l/p^r), \text{ где}$$

$$m = 0, 1, \dots, p^n - 1, \quad j = 0, 1, \dots, p^r - 1.$$

$$\chi_m(x) = \prod_{i=1}^{(n)} \exp\left(\frac{2\pi i}{p} x_i \cdot m_i\right) = \exp\left(\frac{2\pi i}{p} \sum_{i=1}^{(n)} x_i \cdot m_i\right), m = 0, 1, \dots \quad \text{система}$$

функций Крестенсона-Леви, определенная на промежутке $X \in [0, 1)$ в нумерации Пэли, а

$$x_k \equiv [x \cdot p^k] \pmod{p},$$

$$x_{-k} \equiv [x/p^{k-1}] \pmod{p}.$$

Математические ожидания и среднеквадратичные значения модулей элементов матрицы Y , полученной из матрицы исходного изображения X в результате ДПКЛ:

$$m_{k,l} = E(y_{k,l}) = 0, \quad \sigma_{k,l}^2 = \sigma^2(\rho, k, l, p^n, p^r) = \sigma_k^2(p^n) \cdot \sigma_l^2(p^r), \text{ где}$$

$$\sigma_k^2 = \sigma_k^2(p^n) = \frac{1}{p^n} \sum_{j=0}^{p^n-1} \bar{\chi}_k(j/p^n) \sum_{m=0}^{p^n-1} \rho^{|j-m|} \cdot \chi_k(m/p^n).$$

Целесообразность использования дискретных преобразований обусловлена тем, что на областях изображения со слабыми изменениями яркости, значения высокочастотных составляющих близки к нулю. Отсюда следует, что, если эту часть коэффициентов преобразования не

кодировать, заменив их при восстановлении нулями, то среднеквадратичная ошибка восстановленного изображения будет небольшой.

На основе теоретических оценок затрат при кодировании изображений с использованием дискретных преобразований делается вывод, что создание метода сжатия геоизображений с использованием дискретного преобразования Крестенсона-Леви обосновано, поскольку проигрыш по способности к сжатию у ДПКЛ к дискретному косинусному преобразованию составляет в среднем 5-10%, но при этом число вычислительных операций, необходимых для реализации сжатия геоизображений на основе ДПКЛ, может быть намного меньше, чем в случае применения ДКП. Выигрыш в скорости обработки на этапе дискретного преобразования позволяет на последующем этапе статистического кодирования применить более сложный и ресурсоемкий метод адаптивного кодирования, который позволит значительно увеличить итоговый коэффициент сжатия геоизображений.

Глава 3. Разработка метода сжатия аэрокосмических изображений с применением дискретного преобразования Крестенсона-Леви

В третьей главе рассмотрены существующие быстрые алгоритмы ДПКЛ: алгоритм ДПКЛ с прореживанием по времени, алгоритм ДПКЛ с неполным вычислением. Далее в главе рассматривается предлагаемый в диссертации метод сжатия геоизображений на основе ДПКЛ. Из метода сжатия JPEG была заимствована общая схема метода, заключающаяся в разбиении исходного изображения на фрагменты, выполнении с каждым фрагментом дискретного преобразования, квантования и

статистического кодирования полученных спектральных коэффициентов. На этапе дискретного преобразования фрагментов изображения вместо дискретного косинусного преобразования (ДКП) в исходном методе JPEG предлагается применить быстрый алгоритм ДПКЛ с неполным вычислением (рисунки 1, 2). В основе данного быстрого алгоритма лежит рекурсивное построение матрицы $\mathbf{W}_{(n)}$ в

дискретном преобразовании $\mathbf{Y} = \frac{1}{\sqrt{p^n}} \mathbf{W}_{(n)} \cdot \mathbf{X}$. Матрица $\mathbf{W}_{(n)}$

представляется в виде произведения слабо заполненных матриц меньшей размерности: $\mathbf{W}_{(n)} = \mathbf{W}_{(n)}^{(1)} \cdot \mathbf{W}_{(n)}^{(2)} \cdot \dots \cdot \mathbf{W}_{(n)}^{(n-1)} \cdot \mathbf{W}_{(n)}^{(n)}$, где

$$\mathbf{W}_{(n)}^{(j)} = \begin{pmatrix} \mathbf{W}_{(n-1)}^{(j)} & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \mathbf{W}_{(n-1)}^{(j)} \end{pmatrix}, j=1, \dots, n-1 \quad (\text{на диагонали матрицы } \mathbf{W}_{(n)}^{(j)})$$

размерности $p^{n-1} \times p^{n-1}$ находятся p матриц $\mathbf{W}_{(n-1)}^{(j)}$ размера $p^{n-1} \times p^{n-1}$, остальные элементы матрицы $\mathbf{W}_{(n)}^{(j)}$ - нулевые). Матрица

$\mathbf{W}_{(n)}^{(n)} = \mathbf{B} = \{b_{j,k}\} (j, k=0, 1, \dots, p^n-1)$ и имеет следующую структуру:

$$b_{j,k} = \delta_{j \bmod p^{n-1}}^{[k/p]} \cdot q^{j \cdot k \cdot p^{-1}},$$

где $q = \exp(-2\pi i/p)$, $\delta_j^m = \begin{cases} 1, & \text{при } m = j \\ 0, & \text{при } m \neq j \end{cases}$ (символ Кронекера).

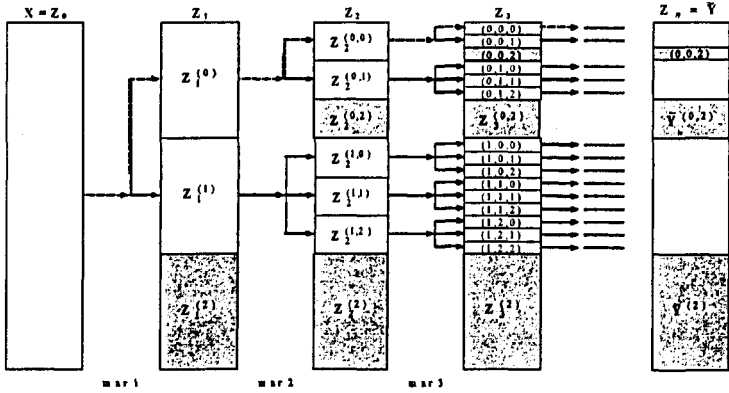
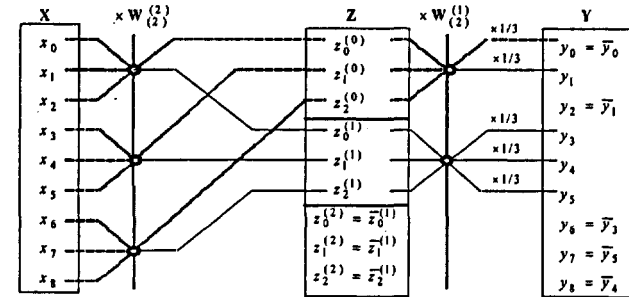


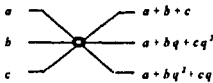
Рисунок 1. Рекурсивный принцип построения алгоритма ДПКЛ с неполным вычислением (указаны только самые крупные блоки) $\tilde{Y} = Y\sqrt{p}^n$

Условные обозначения:

-  - блоки, содержащие только вещественные элементы
-  - невычисляемые блоки
-  - вычисление и действительных и мнимых компонент
-  - вычисление только действительных компонент



полное вычисление:



неполное вычисление:

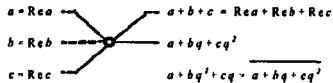


Рисунок 2. Граф 9-ти точечного ДПКЛ с неполным вычислением ($q = \exp(-2\pi i/3)$)

Применение данного алгоритма ДПКЛ влечет коренные изменения в алгоритмах и способах реализации квантования и статистического кодирования спектров.

В предлагаемом методе сжатия спектр ДПКЛ каждого фрагмента обрабатывается более сложным способом, в основе которого лежит алгоритм адаптивного арифметического кодирования.

Данное изменение в сторону усложнения способа обработки спектра ДПКЛ оказалось возможным благодаря значительному выигрышу во времени вычислений, который дает на этапе выполнения преобразования применение алгоритма ДПКЛ с неполным вычислением вместо быстрого алгоритма ДКП.

Окончательная схема алгоритма сжатия изображений выглядит следующим образом:

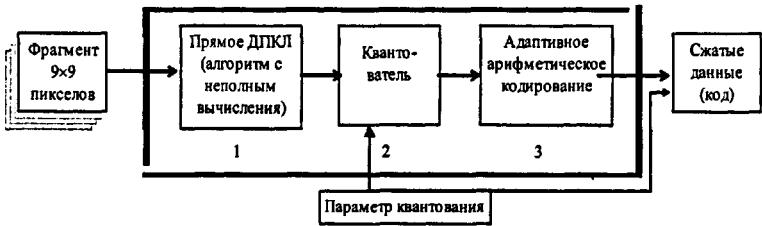


Рисунок 3. Схема разработанного метода сжатия геоизображений.

1. Разбиение исходного изображения на матрицы-фрагменты размера 9×9 пикселей; формирование потока матриц-фрагментов осуществляется «считыванием по зигзагу» (рисунок 4).

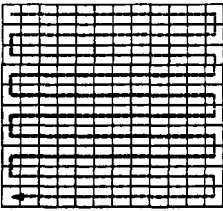


Рисунок 4. Формирование потока матриц-фрагментов 9×9 точек из исходного изображения зигзагообразным считыванием.

Зигзагообразное считывание целесообразно применять для того, чтобы по возможности исключить резкие скачки постоянной составляющей яркости в потоке матриц-фрагментов и тем самым повысить эффективность использования дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ) для постоянной составляющей спектра ДПКЛ (первый элемент при считывании).

2. Вычисление ДПКЛ по алгоритму с неполным вычислением в базисе $(1, q)$, $q = \exp(-2\pi i/3)$. Переход в базис $(1, q)$ позволяет значительно уменьшить число операций, необходимых для вычисления дискретного преобразования Крестенсона-Леви.

3. Перевод в ортогональный комплексный базис $(1, -)$ и квантование.

4. Адаптивное арифметическое кодирование полученного потока данных.

Обратный процесс восстановления изображения имеет вид:

1. Декодирование полученного из файла потока данных.
2. Перевод в базис $(1, q)$ с масштабированием (коэффициент масштабирования хранится в заголовке файла).

3. Вычисление "ненормированного" ОДГОСЛ по алгоритму с неполным вычислением в базисе (\setminus, q) .

4. Формирование восстановленного изображения зигзагообразной записью фрагментов.

Теоретическая оценка вычислительных затрат на сжатие-восстановление геоизображений позволяет сделать вывод, что предлагаемый метод сжатия выигрывает по данному параметру у метода JPEG (таблицы 2 и 3).

| | Вычисление дискретного преобразования | Квантование спектров | Удаление нулей (нулевых областей) | Статистическое кодирование | Всего |
|--------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------|
| Метод JPEG | ≈22 | ≈11 | незначительно | незначительно | ≈33 |
| Схема с ДПКЛ | ≈9 | ≈12 | незначительно | ≈6 | ≈27 |

Таблица 2. Оценка числа арифметических операций, необходимых для обработки одного пиксела при выполнении сжатия изображения (одна операция примерно эквивалентна целочисленному сложению)

| | Статистическое декодирование | Восстановление нулей (нулевых областей) | Дедеквантование спектров | Вычисление обратного преобразования | Всего |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------|
| Метод JPEG | незначительно | незначительно | ≈6 | ≈24 | ≈30 |
| Схема с ДПКЛ | ≈10 | незначительно | ≈7 | ≈11 | ≈28 |

Таблица 3. Оценка числа арифметических операций, необходимых для обработки одного пиксела при восстановлении изображения (одна операция примерно эквивалентна целочисленному сложению)

Глава 4. Экспериментальные исследования эффективности сжатия аэрокосмических изображений при применении разработанного метода сжатия на основе дискретного преобразования Крестенсона-Леви

В четвертой главе производится выбор фрагментов аэрокосмических снимков на основе визуальных признаков, причем исследования статистических параметров данных фрагментов показали соответствие предложенной классификации и диапазонам значений выборочного среднеквадратичного отклонения значений цветов пикселей изображений. По результатам данной классификации выделяются классы фрагментов аэрокосмических снимков, условно получивших названия: «Город» (области антропогенного типа, характеризуется высоким количеством мелких деталей и линий, и малым количеством сильных контрастных переходов, рисунок 5), «Лес» (лесные массивы - достаточно плавные цветовые переходы, практически отсутствуют мелкие детали и контрастные цветовые переходы, рисунок 6), «Река» (очень частые и высокие контрастные цветовые переходы, рисунок 7).

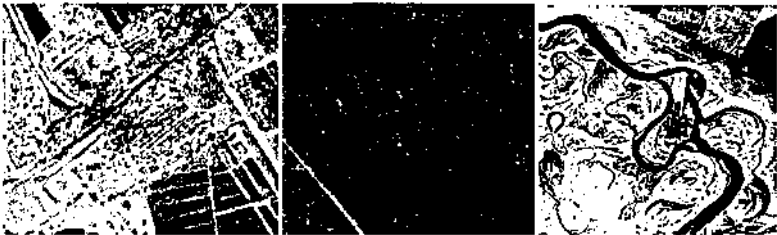


Рисунок 5. Фрагмент «Город №2» Рисунок 6. Фрагмент «Лес №2» Рисунок 7. Фрагмент «Река №1»

Далее описаны проведенные автором исследования: определение эффективности существующих методов сжатия, применительно к аэрокосмическим снимкам (графики 1, 2) и эффективности методов предварительного преобразования геоизображений с целью увеличения степени сжатия графических данных (график 3).

На основе проведенных исследований сделаны выводы о том, что:

- Использование современных методов сжатия изображений без потери информации для геоизображений малоэффективно по причине низкого коэффициента сжатия - в среднем 1.1 - 1.4 от объема исходного изображения.

- Рассмотренные методы предобработки изображений для повышения уровня сжатия: линейно-предсказывающее кодирование и метод разделения мантисс и экспонент - также малоэффективны, поскольку показывают результаты, максимум, в 1.4 раза лучше, чем прямое сжатие графического файла.

- Максимальная степень сжатия при использовании существующих методов достигается при применении метода сжатия JPEG. Однако, в ряде случаев, при достижении существенного снижения объема исходного файла, метод JPEG дает достаточно высокие коэффициенты потери информации (график 2).

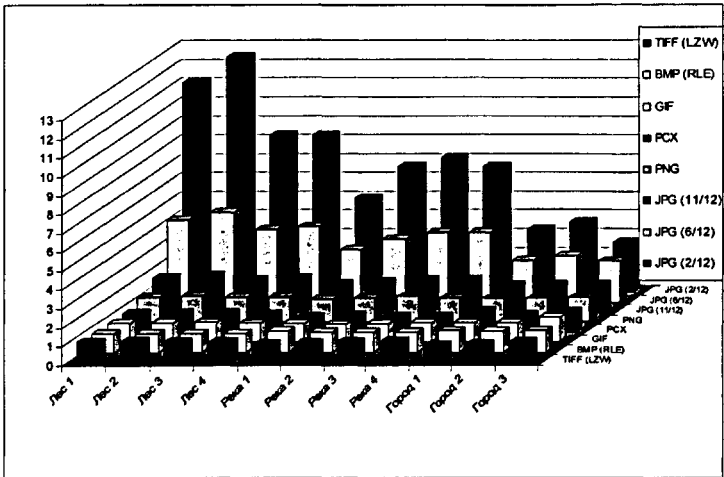


График 1. Кoeffициенты сжатия фрагментов аэрокосмических изображений при применении существующих методов сжатия.

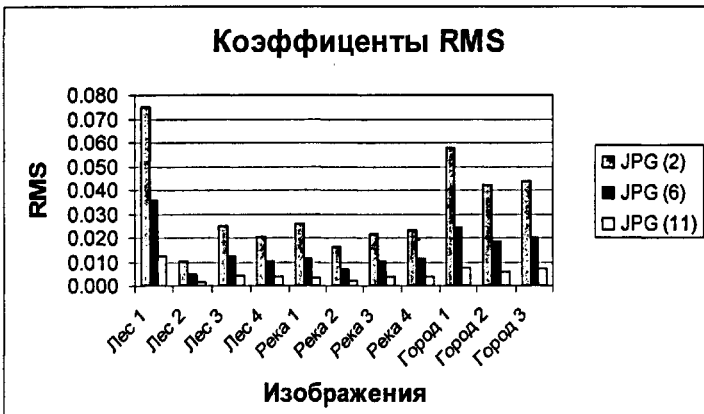


График 2. Кoeffициенты среднеквадратичного отклонения значений пикселей (RMS) для методов JPG с параметрами сжатия 2, 6 и 11 по 12 бальной шкале качества.

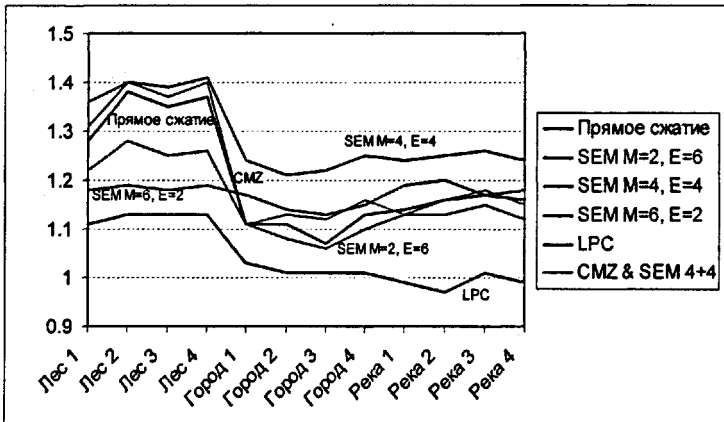


График 3. Коэффициенты сжатия фрагментов аэрокосмических изображений после предобработки методами разделения мантисс и экспонент (SEM) с различными параметрами длины мантиссы и экспоненты, методом линейно-предсказывающего кодирования (LPC) и методом замены наиболее часто встречающихся символов на наименьшие значения с последующим применением метода разделения мантисс и экспонент с параметрами $E=4$ и $M=4$ (CMZ & SEM 4+4).

Далее в главе описаны результаты проведенных автором экспериментов по обработке фрагментов геоизображений при использовании разработанного метода сжатия на основе дискретного преобразования Крестенсона-Леви и метода JPEG (график 4), сравнивается качество восстановленных изображений. Для проведения экспериментальных данных были зафиксированы два значения шага квантования, условно названных «высокое качество» и «низкое качество». По результатам сравнения нового метода со стандартом JPEG делается вывод о том, что для обработки аэрокосмических снимков предложенная схема выигрывает у метода JPEG в коэффициенте сжатия при схожих значениях потери информации.

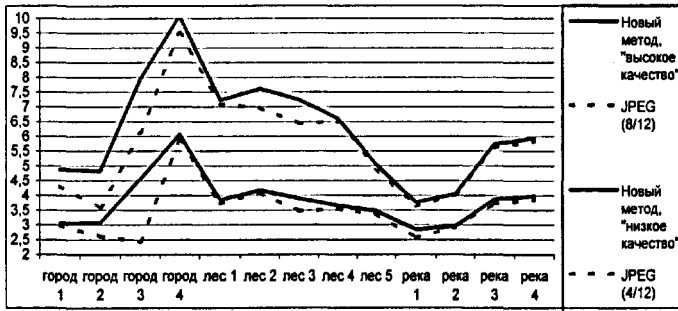


График 4. Коэффициенты сжатия нового метода и метода JPEG.

И, наконец, исследуется зависимость значений коэффициента сжатия изображений, при использовании нового разработанного метода, от статистических характеристик изображений. Результаты исследования позволяют сделать вывод о зависимости коэффициента сжатия изображения и выборочного среднеквадратичного отклонения значений цвета его пикселей, что позволяет выделить группы изображений по статистическим параметрам, на которых достигается максимальная степень сжатия разработанного метода - это изображения с низким выборочным среднеквадратичным отклонением значений цветов пикселей. Этому условию соответствуют изображения из группы «лес» и некоторые изображения класса «город».

Заключение

Выполненные в ходе работы исследования позволяют сформулировать следующие основные результаты:

1. Использование современных методов сжатия изображений без потери информации для геоизображений малоэффективно по причине низкого коэффициента сжатия - в среднем 1.1 - 1.4 от объема исходного изображения.

2. Рассмотренные методы предобработки изображений для повышения уровня сжатия: линейно-предсказывающее кодирование и метод разделения мантис и экспонент - также малоэффективны, поскольку показывают результаты, максимум, в 1.4 раза лучше, чем прямое сжатие графического файла.

3. Разработанный метод сжатия геоизображений, основанный на использовании дискретного преобразования Крестенсона-Леви, показывает результаты по сжатию аэрокосмических снимков, превосходящие наиболее используемый на сегодняшний день метод JPEG по коэффициенту сжатия изображения при таком же уровне потери информации.

4. Наилучших результатов новый разработанный метод сжатия достигает на изображениях с низким выборочным среднеквадратичным отклонением значений цветов пикселей. В большей степени этому условию соответствуют изображения лесных массивов и некоторые изображения антропогенных территорий. На данных изображениях преимущество разработанного метода сжатия над методом JPEG достигает от 10 до 25%, от объема сжатого изображения. На изображениях с максимальными значениями выборочного среднеквадратичного отклонения (им наиболее всего соответствуют изображения рек) предлагаемый метод сжатия также дает результаты, превосходящие результаты работы метода JPEG на несколько процентов. Максимальные значения коэффициентов сжатия нового разработанного метода, достигнутые в результате проведенных экспериментальных исследований, составили 6, при сжатии с достаточно высоким уровнем качества, и 10 при среднем уровне качества. Средние

значения коэффициентов сжатия составили 3,87 и 6,1 соответственно, что является высокими показателями сжатия и позволяет существенно понизить время на передачу данных геоизображений по каналам связи в глобальные сети.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Букин Р.Н., Журкин И.Г. Алгоритмы сжатия растровых изображений и соответствующие им графические форматы. Тенденции развития. //Деп. В ОНТИ ЦНИИГАиК, 19.11.2002, №780-гд, 2002.
2. Букин Р.Н., Гаврилова В.В. Исследования эффективности современных методов сжатия геоданных для передачи по каналам связи в глобальные сети. // VII Международная научно-практическая конференция GEOINFOCAD 2003, Вена, Австрия, тез. докл., М: МИИГАиК, 2003, - Стр.42-45.
3. Букин Р.Н., Гаврилова В.В. Исследование методов построения _____ новых алгоритмов эффективного кодирования аэрокосмических изображений // Международная научно-практическая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК, тез. докл., М: МИИГАиК, 2004, - стр. 61-71.
4. Букин Р.Н., Гаврилова В.В. Исследования эффективности современных методов сжатия аэрокосмических снимков. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка №2 2004, М: МИИГАиК, 2004, - Стр. 96-103.
5. Букин Р.Н., Гаврилова В.В. Исследования эффективности методов предварительного преобразования геоизображений с целью увеличения степени сжатия данных. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка №2 2004, М: МИИГАиК, 2004, -Стр. 104-108.
6. Букин Р.Н. Разработка метода сжатия аэрокосмических изображений с использованием дискретного преобразования Крестенсона-Леви // Международная научно-практическая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК, тез. докл., М: МИИГАиК, 2004, - стр. 71-83.

Р22426

РНБ Русский фонд

2005-4

24111

Поди, к печати 17.11.2004 Формат 60x90/16
Бумага офсетная Печ. л. 1,5 Уч.-изд. л. 1,5
Тираж экз.80 Заказ № 205 Цена договорная

МГУГиК

103064, Москва К-64, Гороховский пер., 4