

УДК 519.725;007.001.362;528.85/.87(15)

## СИСТЕМА СЖАТИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ

*Перцев Д. Ю.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Беларусь*

*Научный руководитель: доктор техн. наук, профессор Дудкин А. А.*

Представлена система сжатия гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли. Рассмотрены основные этапы, которые должны быть использованы при сжатии.

*Ключевые слова:* дистанционное зондирование Земли, гиперспектральная съемка, система сжатия.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в дистанционном зондировании Земли широко применяется гиперспектральная съемка, при которой данные фиксируются в виде непрерывного диапазона спектра с определенным шагом и представляющие собой трехмерный куб со следующими характеристиками: пространственное, спектральное и радиометрическое разрешения. Например, гиперспектральные данные AVIRIS [1], считающиеся стандартом для проведения исследований, обладают следующими техническими характеристиками:

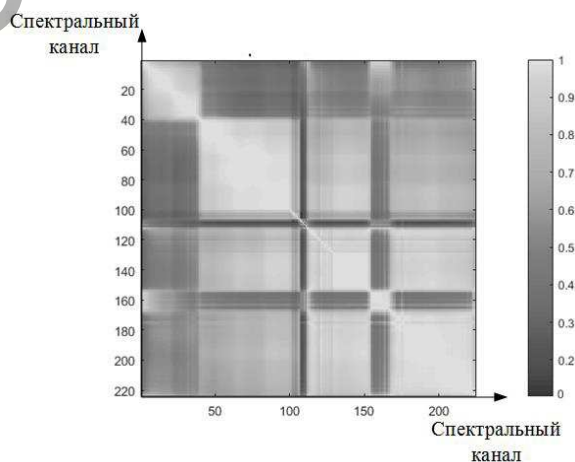
– пространственное разрешение – 512x677 пикселей (1 пиксель охватывает площадь 20x20 м);

– спектральное разрешение – 224 полосы (от 400 до 2500 нм);

– радиометрическое разрешение – 12 бит.

Отсюда следует, что размер одного куба около 110 Мб, что является достаточно большим объемом для передачи в условиях съемки из космоса.

Кроме того, анализ матрицы спектральной корреляции для гиперкуба AVIRIS Moffett Field показывает (рис. 1), что корреляция стремится к единице.



**Рисунок 1 – Матрица спектральной корреляции для гиперкуба AVIRIS Moffett Field**

## СИСТЕМА СЖАТИЯ

В результате проведенных исследований, результаты которых систематизированы в таблице 1, была разработана система сжатия гиперспектральных данных (рис.2), включающая следующие шаги:

- блок восстановления гиперспектрального куба;
- блок декорреляции в пространственной и спектральной плоскостях;
- блок выбора энтропийного кодека, на основе которого выбирается один из двух подходов к кодированию.

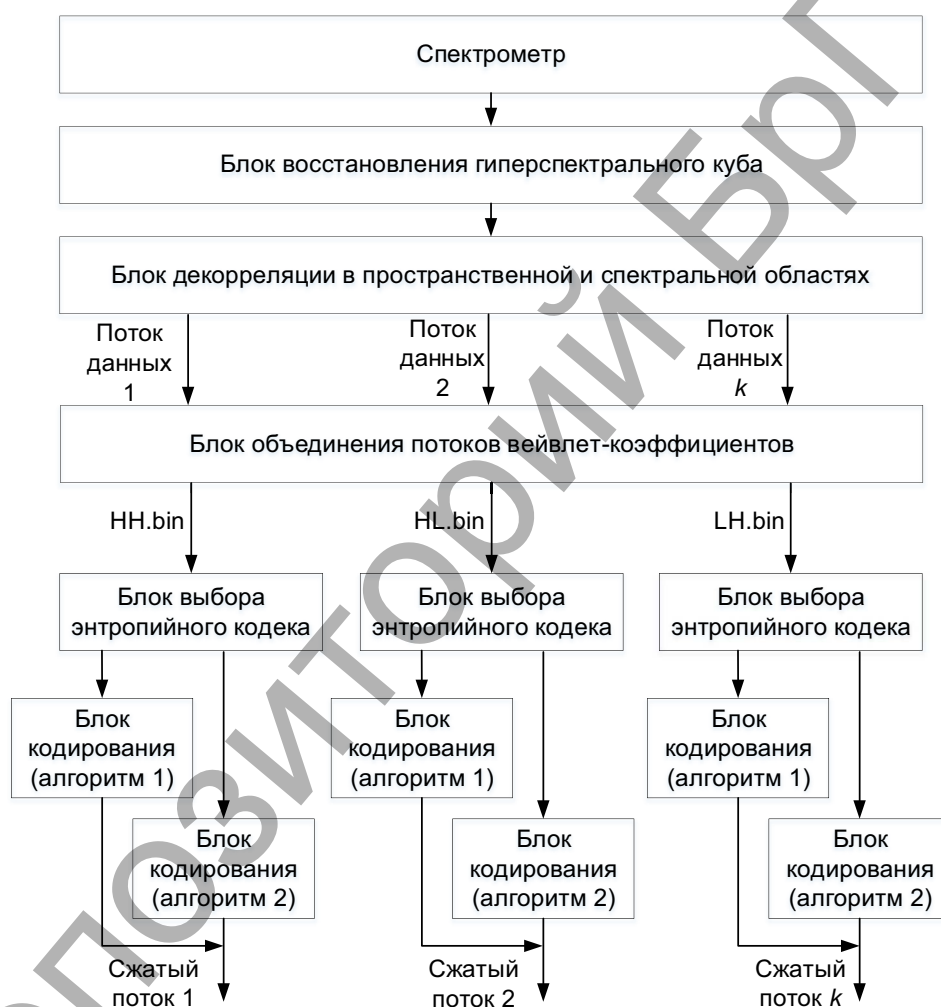


Рисунок 2 – Структура системы сжатия

Таблица 1 – Результаты оценки коэффициента сжатия

Программный кодек	Коэффициент сжатия, раз	
	AVIRIS	Фурье-интерферограмма
Полная версия алгоритма 1 [2]	1,90	1,90
Вейвлет-преобразование с кодом Голомба-Райса	2,84	4,01
Вейвлет-преобразование с арифметическим кодеком	2,65	3,79
Вейвлет-преобразование с упаковкой, без арифметического кодека	1,995	1,997
Вейвлет-преобразование с упаковкой и арифметическим кодеком	3,71	5,95
Полная версия алгоритма 2 [3]	3,99	6,16

Полученные от спектрометра данные восстанавливаются в трехмерную структуру гиперспектрального куба и подготавливаются для дальнейшего сжатия. Затем осуществляется декорреляция в пространственной и спектральной составляющей куба. Для этого выполняется разбиение каждого кадра на блоки 128x128 пикселей, к каждому из которых независимо применяются следующие операции:

- вычитание опорного кадра;
- 2D вейвлет-преобразование.

Из-за разбиения кадра на блоки образуется к потоков, осуществляющих декорреляцию. После этого выполняется объединение потоков в три новых, каждый из которых хранит строго определенный набор вейвлет-коэффициентов, каждый из которых сохраняется в отдельный бинарный файл:

- HH.bin, хранящий последовательно все HH и LL вейвлет-коэффициенты всех потоков декорреляции;
- HL.bin – все HL вейвлет-коэффициенты всех потоков декорреляции;
- LH.bin – все LH вейвлет-коэффициенты всех потоков декорреляции.

После того, как сформировались 3 бинарных файла, для каждого из них выбирается один из двух кодеков:

- энтропийный кодек с элементами контекстного моделирования (на рис.2 обозначен как алгоритм 1);
- арифметический кодек с контекстным моделированием (на рис.2 обозначен как алгоритм 2).

В разработанной системе для всех трех бинарных файлов применяется один и тот же кодек. Результатом работы блока является сжатый поток данных, который записывается в соответствующий результирующий файл.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлена система сжатия является универсальной и может быть применена к гиперспектральным данным дистанционного зондирования Земли.

### Список цитированных источников

1. Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer [Электронный ресурс]. – 1998. – Официальный портал AVIRIS. – Режим доступа : <http://aviris.jpl.nasa.gov/>. – Дата доступа : 01.10.2019.
2. Перцев, Д. Ю. Блочно-субполосный вложенный алгоритм сжатия гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли / Д. Ю. Перцев, А. А. Дудкин // Цифровая обработка сигналов и теория кодирования : материалы научно-технического семинара, Минск, 26 апреля 2018 года. – Минск: БГУИР, 2018. – С. 78-82.
3. Pertsau, D. Compression of Earth Remote Sensing Hyperspectral Data Using Context Modeling / A. Doudkin, D. Pertsau // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2019): Proceedings of the 14th International Conference (May 21-23, Minsk, Republic of Belarus). – Minsk : Bestprint, 2019. – P. 139-142.