

И. С. Ковенько^{1✉}, А. Ю. Чермошенцев¹

Оценка состояния экосистем с использованием гиперспектральных и мультиспектральных данных

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: kovenkoila@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения гиперспектральных и мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли для оценки состояния экосистем. Приводится сравнение результатов расчета вегетационного индекса NDVI, как одного из основных показателей состояния растительности. Показаны преимущества применения гиперспектральных данных по сравнению с мультиспектральными. Установлено, что гиперспектральные данные обеспечивают более сглаженное и стабильное значение вегетационного индекса NDVI, что позволяет точнее отразить структуру растительности.

Ключевые слова: гиперспектральная съемка, экосистема, вегетационный индекс NDVI

I. S. Kovenko^{1✉}, A. Yu. Chermoshentsev¹

Assessment of ecosystem conditions using hyperspectral and multispectral data

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: kovenkoila@gmail.com

Abstract. The article discusses the possibilities of using hyperspectral and multispectral data of remote sensing of the Earth to assess the state of ecosystems. A comparison of the results of calculating the NDVI vegetation index, as one of the main indicators of the state of vegetation, is given. The advantages of using hyperspectral data compared to multispectral data are shown. It is established that hyperspectral data provide a smoother and more stable value, which allows for a more accurate reflection of the vegetation structure.

Keywords: hyperspectral survey, ecosystem, vegetation index NDVI

Введение

Современные средства дистанционного зондирования Земли из космоса отличаются большим разнообразием как самих съемочных систем, так и их характеристик. Одной из тенденций их развития является увеличение количества спектральных каналов, что привело ко все большему распространению гиперспектральных съемочных систем. Наличие сотен узких спектральных диапазонов позволяет значительно повысить спектральную разделимость объектов, имеющих близкие значения яркости, например, разные типы растений или состав почвы. Тем не менее, данные, получаемые мультиспектральными системами, обладающими более высокой разрешающей способностью, остаются актуальными, поскольку имеют большой архив, обеспечивают глобальный охват и высокую пе-

риодичность съемки. И те, и другие системы находят применение в различных областях, основными из которых являются сельское хозяйство, археология, охрана окружающей среды, лесное хозяйство, мониторинг территорий. Гиперспектральные данные также помогают анализировать такие параметры, как загрязнение воды или содержание влаги в почве.

Целью данной работы является оценка состояния экосистем с использованием гиперспектральных и мультиспектральных данных, сравнительный анализ мультиспектральных и гиперспектральных данных с использованием индекса NDVI.

Методы и материалы

Одним из наиболее часто используемых спектральных индексов для оценки состояния растительности и изменений в экосистемах является индекс NDVI, который рассчитывается как разница между отражением света в красном и ближнем инфракрасном диапазонах спектра, что позволяет выделить особенности растительности и ее состояния [1]. На мультиспектральных снимках NDVI обычно рассчитывают по двум фиксированным каналам [2]. Это позволяет получить общее представление о состоянии растительного покрова, например, определить зоны засухи или вырубки. Гиперспектральные данные дают больше возможностей для глубокого анализа экосистем благодаря высокой спектральной разрешающей способности [3].

В данном исследовании в качестве исходных данных использовались спутниковые снимки, охватывающие территорию Новосибирской и Иркутской областей. Мультиспектральные снимки получены из открытого источника Sentinel Hub [4], гиперспектральные снимки с геопортала Роскосмоса [5]. Характеристики использованных снимков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики используемых снимков

Параметры	Гиперспектральные снимки		Мультиспектральные снимки	
Территория	Новосибирская область	Иркутская область	Новосибирская область	Иркутская область
Дата съемки	16.05.2024	14.06.2024	16.04.2024	17.06.2024
Разрешающая способность, м	30	30	30	30
Количество каналов	111	111	12	12

Для данных гиперспектральной съемки индекс NDVI рассчитывается по формуле

$$NDVI = NIR+RED / NIR-RED, \quad (1)$$

где RED – красный спектральный канал (канал 21);
NIR – ближний инфракрасный (канал 93).

Расчет выполнен в программном продукте QGIS при помощи инструмента «Калькулятор растров», показанном на рис. 1.

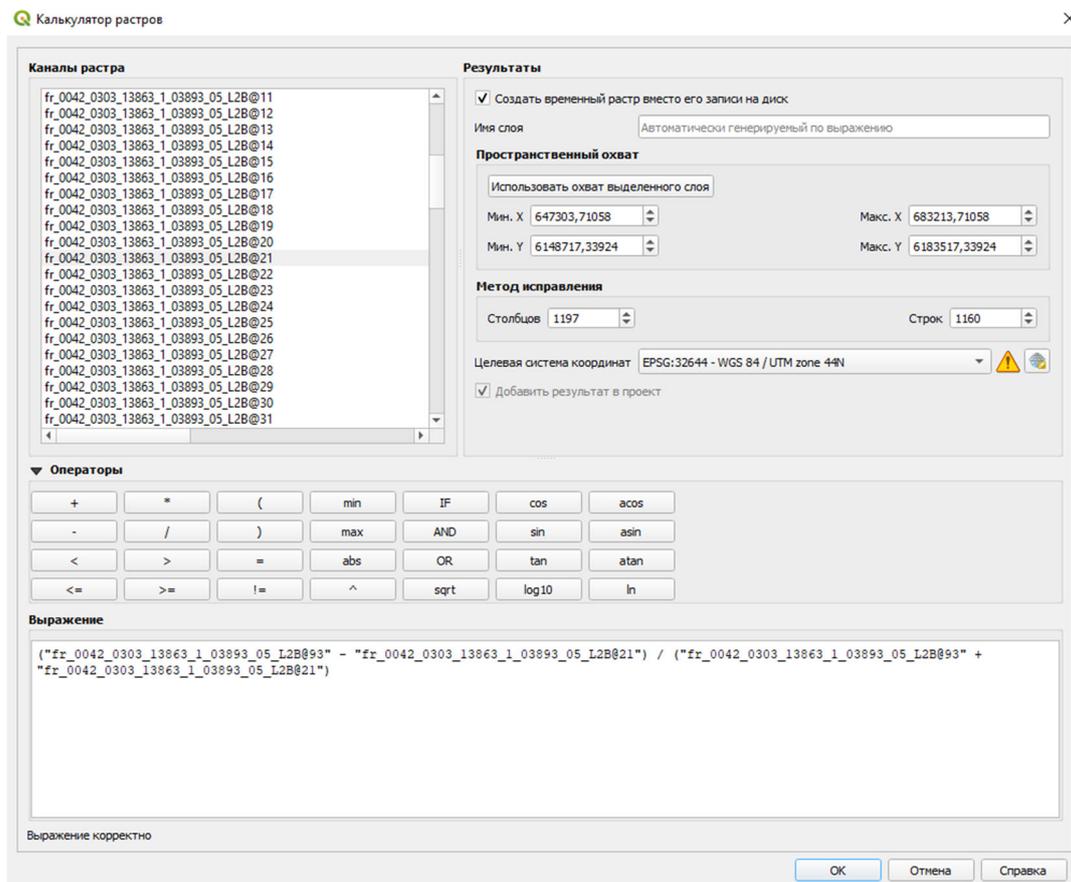


Рис. 1. Калькулятор растров

Для расчета индекса NDVI на гиперспектральном снимке были использованы каналы с номерами 93 и 21, соответствующие ближнему инфракрасному и красному диапазонам.

Результат расчета индекса NDVI для гиперспектрального снимка представлен на рис. 2.

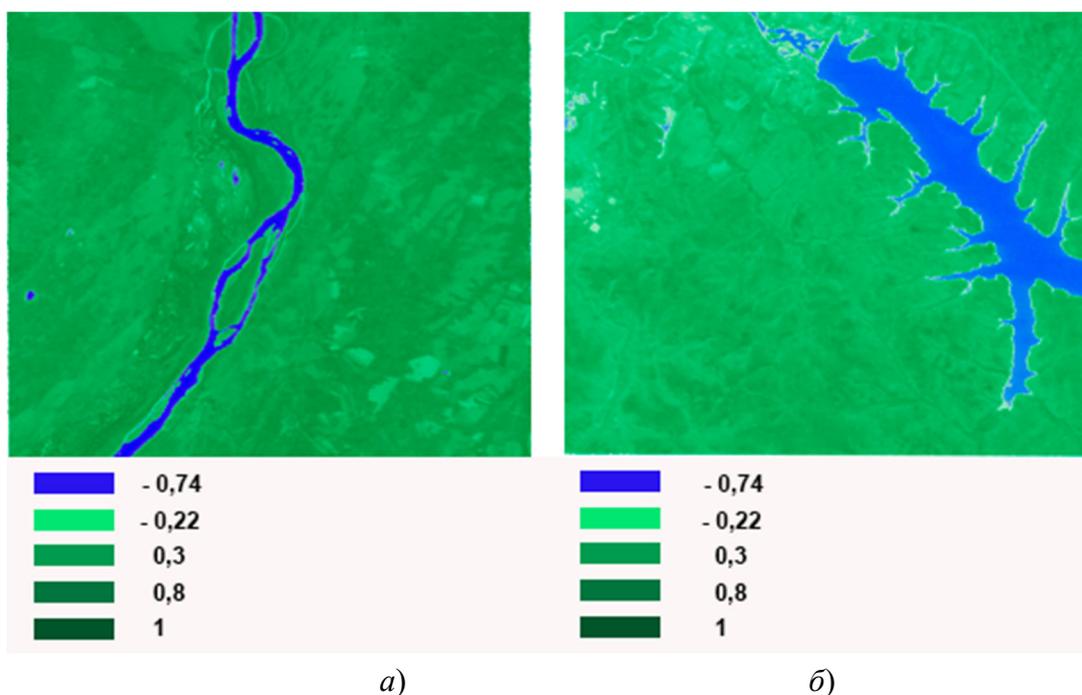


Рис. 2. Расчет NDVI для гиперспектрального снимка:
 а) Новосибирская область; б) Иркутская область

Для мультиспектрального изображения использовались стандартные каналы, охватывающие красный и ближний инфракрасный диапазоны. Результат расчета индекса NDVI для мультиспектрального снимка представлен на рис. 3.

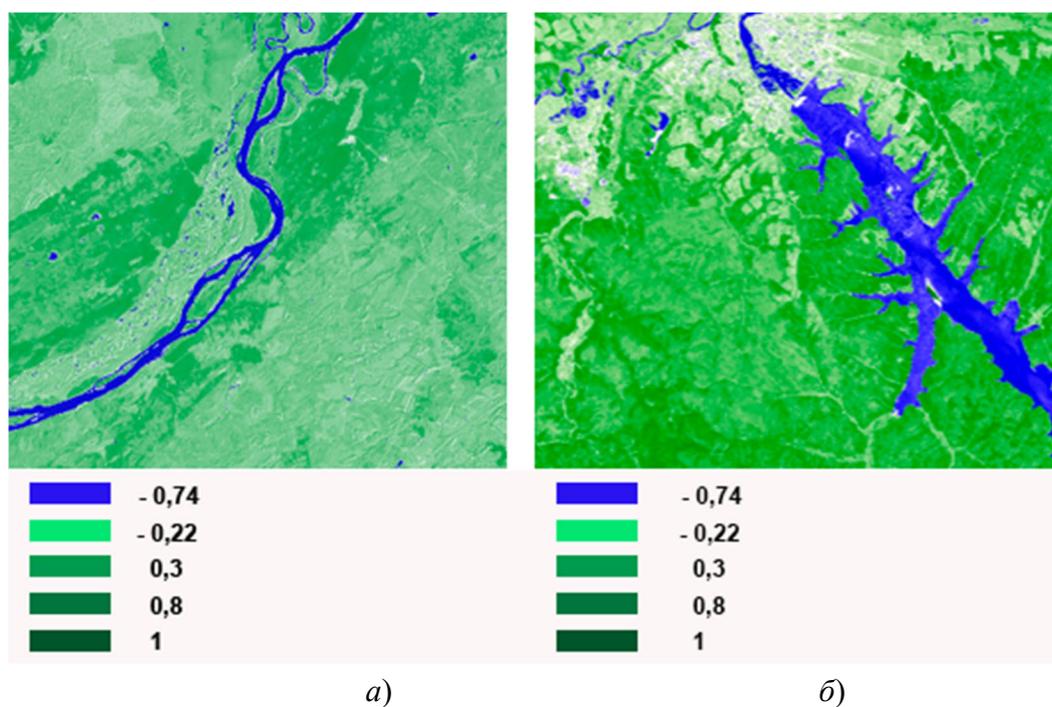


Рис. 3. Вегетационный индекс NDVI:
 а) Новосибирская область; б) Иркутская область

Результаты

Результаты сравнения индексных изображений по данным мульти- и гиперспектральной съемки позволяют сделать вывод о том, что основное различие между ними заключается в детализации, за счет чего гиперспектральный NDVI обеспечивает сглаженное изображение с меньшей зашумленностью. Преимуществом в данном случае является возможность выделить отдельные типы растительного покрова. Диапазон значений вегетационного индекса, полученного по мультиспектральным данным, отличается более сильным контрастом, что делает его более удобным для первоначальной оценки растительного покрова, в то время как гиперспектральный лучше подходит для более точного анализа. На основании анализа полученных результатов была составлена сравнительная таблица спектральных и аналитических параметров двух типов съемки (табл. 2).

Таблица 2

Спектральные и аналитические параметры

Критерий	Гиперспектральный NDVI	Мультиспектральный NDVI
Точность спектральных диапазонов	Очень высокая – можно точно выбрать нужные длины волн для Red и NIR	Ограниченная – используется стандартный канал Red и NIR
Спектральная чувствительность	Тонкая – позволяет видеть микродетали различий в растительности	Грубая – сглаживает различия из-за ширины каналов
Шум и артефакты	Обычно ниже (при хорошей калибровке), но может быть чувствителен к условиям съемки	Может быть более контрастным, но и шумным (резкие границы)
Интерпретация	Ближе к научным и точным оценкам параметров	Удобен для быстрой оценки, мониторинга и классификации

Заключение

В ходе исследования была осуществлена обработка и анализ гиперспектральных и мультиспектральных данных, с целью оценки состояния экосистемы на различных территориях. Применение спектральных индексов позволило выявить существенные различия в чувствительности и детализации информации в зависимости от типа исходных данных. Гиперспектральные данные обеспечивают более высокую точность за счет узких спектральных диапазонов. Мультиспектральные данные, в свою очередь, показали высокую оперативность и практичность при проведении массовых оценок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Аншаков Г. П. Эффективность использования мультиспектральных и гиперспектральных данных дистанционного зондирования в задачах мониторинга окружающей среды / Г. П. Аншаков, А.А. Федосеев. – Текст : непосредственный // Вестник самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева. – 2020.– № 4. – С. 38–48.
- 2 Рыбников П. А. Использование мультиспектральных и гиперспектральных данных авиационных и космических аппаратов для изучения горнопромышленных территорий / П. А. Рыбников, Д. А. Бузина. – Текст : непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021.– № 11. – С. 55–70.
- 3 Sentinel Hub. – Текст : электронный // Sentinel Hub EO Browser : [сайт]. – 2025. – URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser> (дата обращения: 16.04.2025). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
- 4 Бучнев А. А. Классификация гиперспектральных данных дистанционного зондирования земли / А. А. Бучнев. – Текст : непосредственный // Техника и технология. – 2019. – Т. 12. – № 5. – С. 536–541.
- 5 Роскосмос. Геопортал данных ДЗЗ Роскосмоса. . – Текст : электронный // Роскосмос: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.roskosmos.ru> (дата обращения: 15.04.2025). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
- 6 Тультемирова Г. У. Возможности использования мультиспектральных данных для анализа состояния сельскохозяйственных земель и посевов / Г. У. Тультемирова. – Текст : непосредственный // Научный журнал физика. – 2021.– № 1. – С. 262–265.

© И. С. Ковенько, А. Ю. Чермошенцев, 2025