

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА ДДЗ НА ПРИМЕРЕ ООПТ

А. А. Рауш, Е. Д. Амосов

*Белорусский государственный университет, ул. Ленинградская, 16, 220030, г. Минск,
Беларусь, geo@bsu.by*

В ходе работы был использован инструмент «Метод главных компонент» для выделения различных инвариантов территорий двух ООПТ: республиканского заказника «Бабиновичский» и местного заказника «Осинторфский». Результатом работы выступили картографические материалы частных и общих инвариантов на основе анализа снимков Landsat 4-5, 8-9, на основе которых можно наблюдать различные изменения исследуемой территории.

Ключевые слова: инвариант; ООПТ; дисперсия; метод главных компонент; спектр; ландшафт; диапазон; ДДЗ; Landsat.

APPLICATION OF THE PRINCIPAL COMPONENT METHOD FOR REMOTE SENSING ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF PROTECTED AREAS

A. A. Raush, E. D. Amosov

Belarusian State University, Leningradskaya str., 16, 220030, Minsk, Belarus, geo@bsu.by

In the course of the work the "Principal component method" tool was used to identify various invariants of the territories of two protected areas: "Babinovichi" and "Osintorfsky". The result of the work were cartographic materials of particular and general invariants based on the analysis of Landsat images 4-5, 8-9, on the basis of which various changes in the studied territory can be observed.

Keywords: invariant; protected area; dispersion; principal component method; spectrum; landscape; range; RSD; Landsat.

Появление новых средств измерения свойств ландшафта, таких как ДДЗ, позволило применить к анализу его функционирования методический подход, основой которого является представление о ландшафте как о сложной динамической системе. Согласно теории динамических систем, состояние системы – есть положение ее элементов в пространстве признаков в момент времени, а собственно «динамическая система» – процесс смены этих состояний. Объем данных мультиспектральной съемки позволяет оперировать уже целыми сериями измерений отраженной солнечной радиации в различных спектральных диапазонах. Результат одного такого измерения – набор функциональных

переменных, отражающих процессы преобразования солнечной энергии растительным покровом. Располагая набором состояний, мы получаем возможность «отследить» траекторию как отдельных элементов системы, так и всей системы в целом.

Территория исследования – заказник местного значения «Осинторфский» и республиканский заказник «Бабиновичский» с прилегающими территориями.

Значительную часть Осинторфского заказника занимают торфяники и затопленные карьеры бывших торфопеработок, хвойные и лиственные леса, несколько естественных озёр. Говоря о Бабиновичском заказнике, известно, что леса занимают 90 % его территории. Лесная растительность представлена формациями сосновых (20 %), еловых (19 %), осиновых, черно- и сероольховых (14 %), березовых (32 %) лесов. Гидрографическая сеть заказника представлена верховьями рек Черница, Лучоса, Верхита, Узмейка и многочисленными лесными ручьями, а также озерами Зеленское и Ситнянское.

Площадь Осинторфского заказника – 4017,3 га, Бабиновичского – 11 514,72 га.

В качестве исходных данных были использованы безоблачные сцены Landsat-4, 5, 8, 9 для исследуемой территории. В результате используются все основные каналы (синий (0.45–0.52 μm), зелёный (0.52–0.60 μm), красный (0.63–0.69 μm), ближний инфракрасный (2.08–2.35 μm) и два коротковолновых ИК (0.76–0.90 μm), (1.55–1.75 μm)) для 9 сцен: 1985, 1991, 1996, 2000, 2005, 2009, 2016, 2018 и 2024 года (рис. 1).

Метод главных компонент был использован для анализа временных рядов данных. Этот метод позволяет: уменьшить размерность данных без потери ключевой информации; выделить основные факторы, влияющие на изменения территории; визуализировать изменения через пространственную интерпретацию инвариантов (главных компонент). Далее объяснения методики будут описаны на основе полученных инвариантов.

Общий инвариант (рис. 2) был получен в результате загрузки растровых изображений выбранных спектров за весь период наблюдений в инструмент «Метод главных компонент» в среде ArcGIS Pro. На рис. 2 отображён общий инвариант по первым трём компонентам дисперсии. Ими выступили: яркость (56,82 %); влажность (9,64 %); фотосинтез (5,31 %). График распределения дисперсии компонентов можно наблюдать на рисунке 3, а также в таблице (распределение дисперсии по различным компонентам). С помощью общего инварианта можно наблюдать изменение территорий исследуемых ООПТ, а также прилегающей территории. Основываясь на различных компонентах дисперсии, можно наблюдать различные дешифровочные признаки.

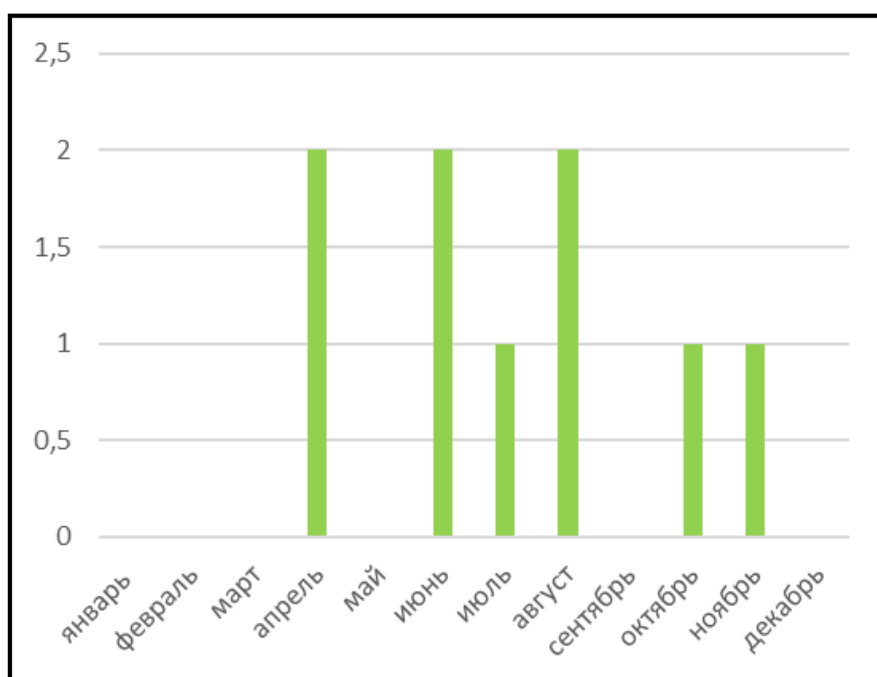


Рис. 1. Диаграмма распределения используемых снимков по месяцам года

Кроме общего инварианта, нами были получены частные инварианты по 6 каналам за каждый выбранный год исследования. При просмотре данных инвариантов в некоторых частях снимков наблюдаются изменения территории, что также отображено на общем инварианте при подробном его изучении. Помимо частных инвариантов по годам, были сделаны инварианты по различным используемым каналам за все годы. Примером могут послужить рисунки 4 и 5.

На основе частных инвариантов, созданных по группировке снимков с одинаковыми спектральными каналами, можно проследить отражаемость различных частей спектра от разных поверхностей, а также более детально рассмотреть изменения территории по отдельным признакам.

Также были получены частные инварианты, созданные из снимков определённых сезонов года (рис. 6, 7, 8).

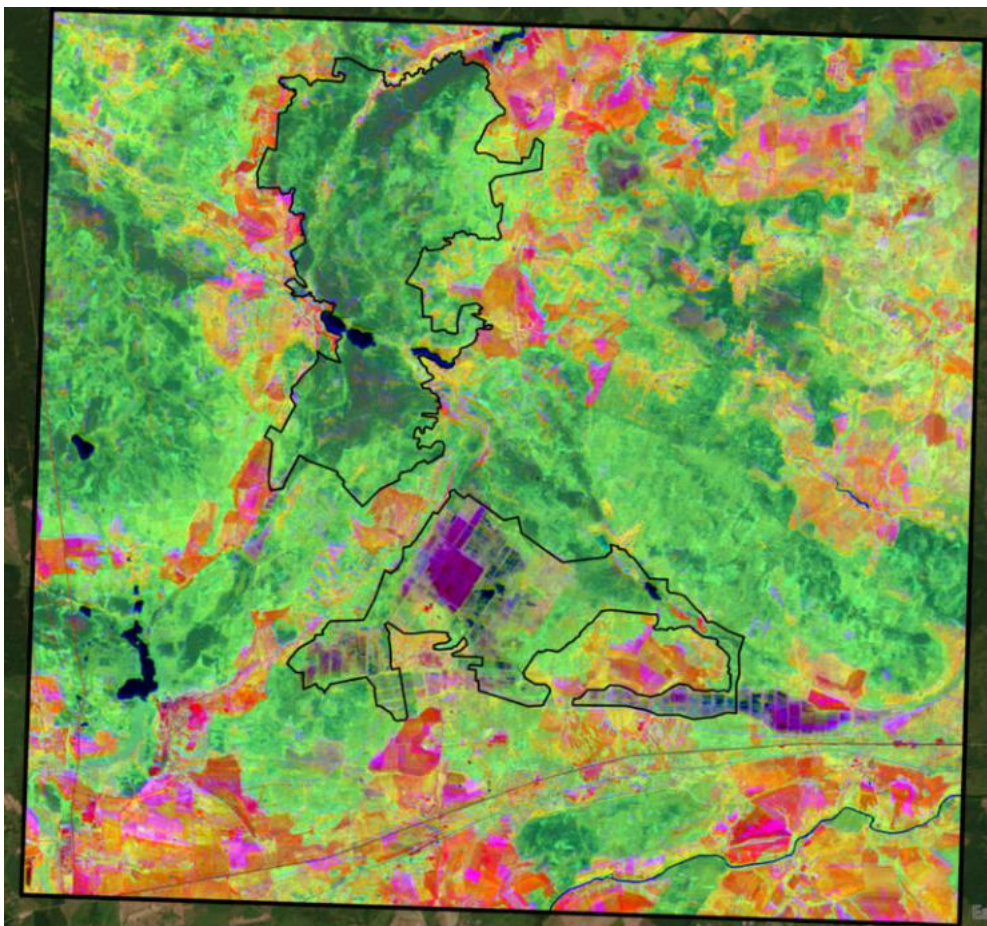


Рис. 2. Общий инвариант первых трёх компонент дисперсии по выделенным каналам за 1985–2024 гг.

Распределение дисперсии по различным компонентам

№ компонента	Дисперсия, %
1	56,82
2	9,64
3	5,31
4	3,61
5	3,45
6	2,74
7	2,63
8	2,15
9	2,05
10	1,67
11	1,64
12	1,53
13	1,18
14	1,04
...	...
52	0,0002

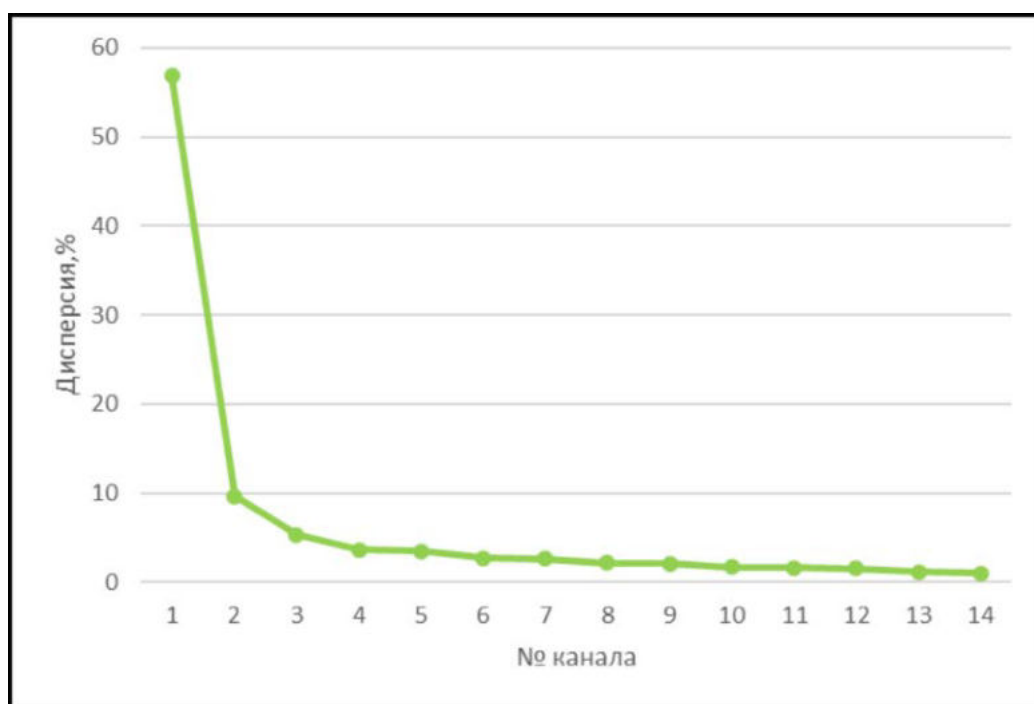


Рис. 3. График распределения дисперсии компонентов общего инварианта

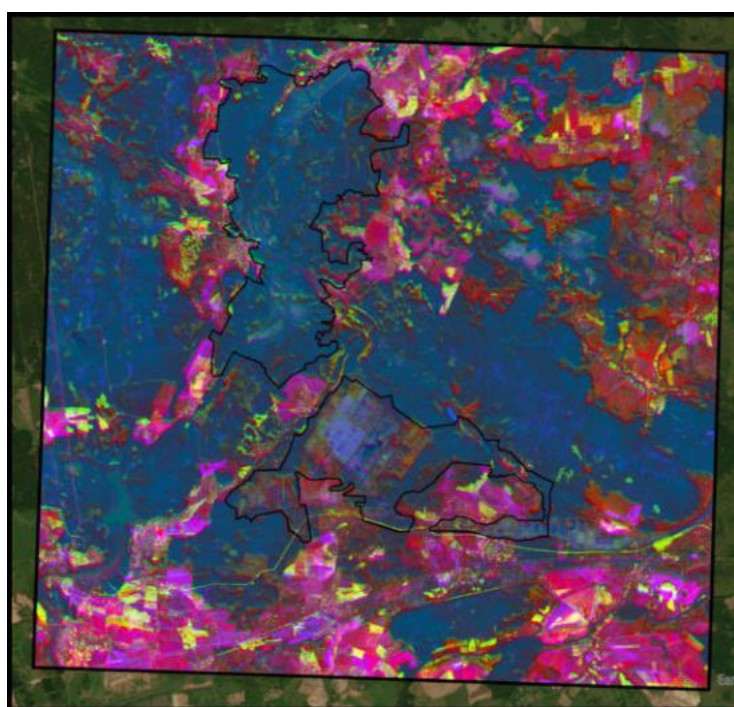


Рис. 4. Частный инвариант по красному каналу спектра за 1985–2024 гг.

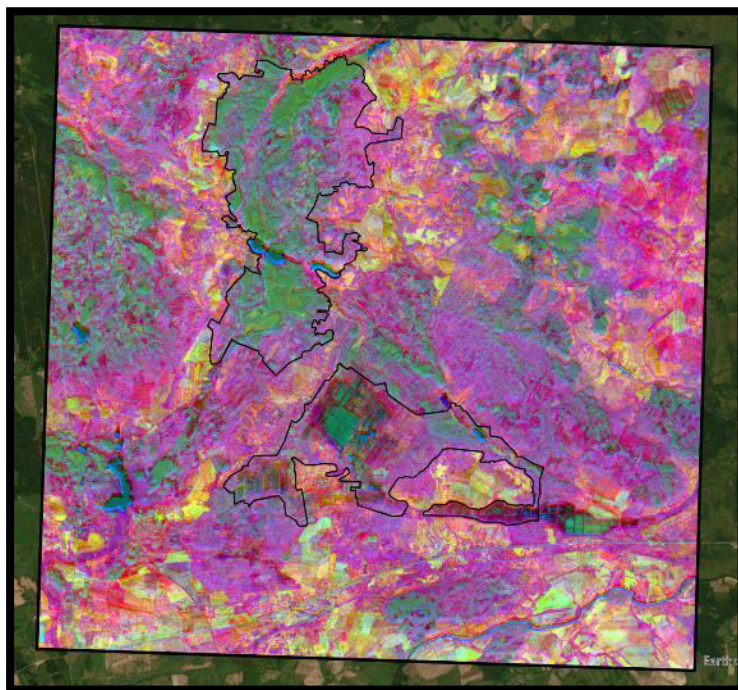


Рис. 5. Частный инвариант по первому коротковолновому инфракрасному каналу (0.76–0.90 μm)

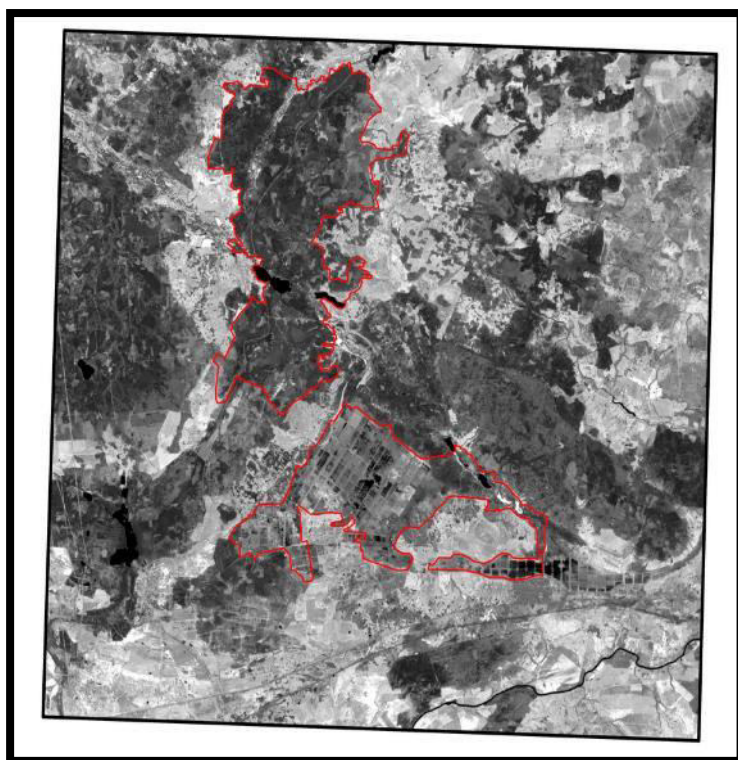


Рис. 6. Частный инвариант, созданный исключительно по весенним снимкам

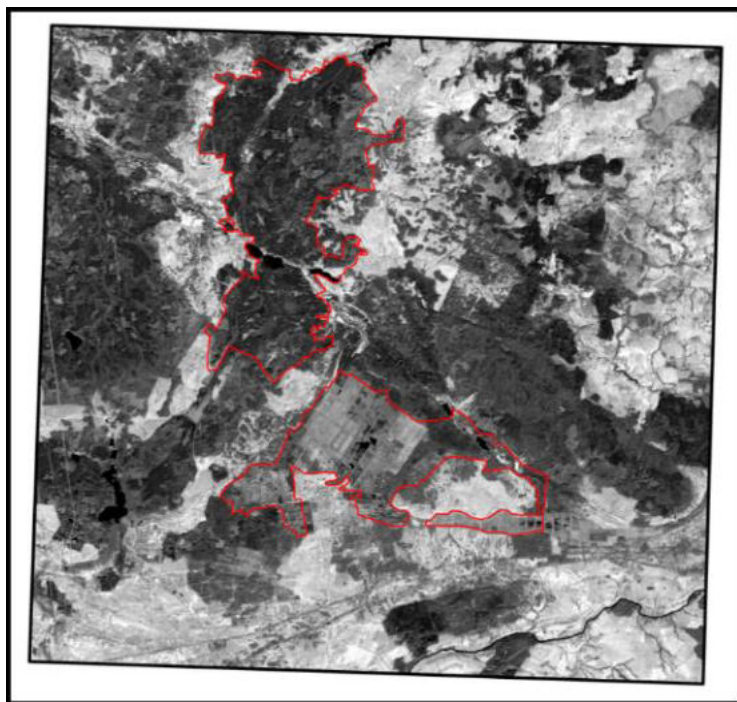


Рис. 7. Частный инвариант, созданный исключительно по летним снимкам

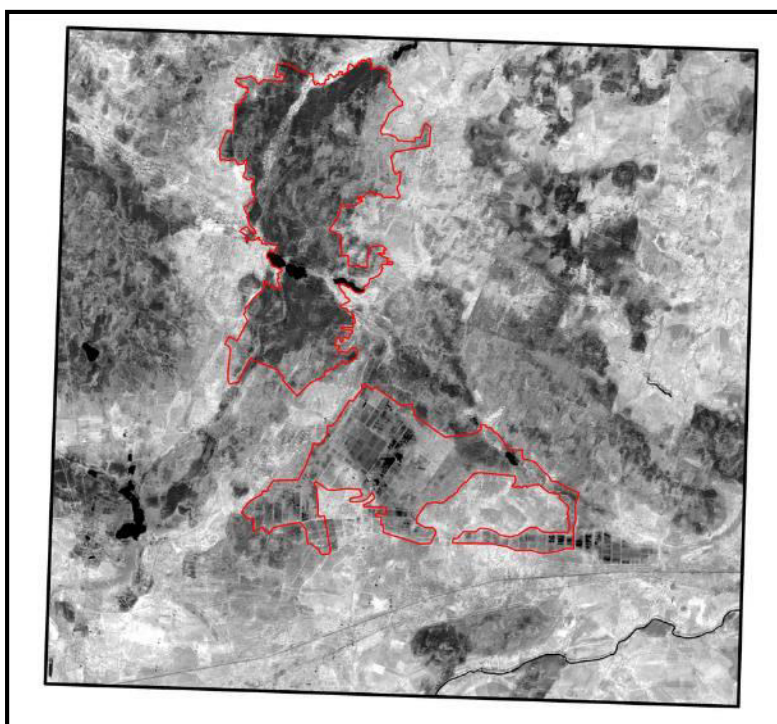


Рис. 8. Частный инвариант, созданный исключительно по осенним снимкам

На примере сезонных инвариантов можно наблюдать изменение зелёного покрова территории, начиная от вида использования поля и заканчивая породным составом деревьев, что проявляется особенно явно на осеннем инварианте (хвойные деревья значительно выделяются).

Таким образом, применение метода главных компонент к данным ДЗЗ позволило:

- выделить ключевые факторы, влияющие на изменения ландшафтов ООПТ;
- создать предпосылки для реализации эффективных инструментов мониторинга динамики территории;
- предложить подходы для интерпретации изменений, применимые в природоохранной практике и управлении территориями.

Данная методика может быть расширена и использована для создания более детализированных ландшафтных карт, а также для принятия решений в сельском хозяйстве, лесном и водном хозяйстве.

Библиографические ссылки

1. Ландшафтные инварианты – параметры порядка динамической системы / А. С. Байбар [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 3. С. 370–390.
2. Ландшафтные инварианты на основе данных дистанционного зондирования и цифровой модели рельефа / М. Ю. Пузаченко [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения. 2023. С. 55–58.
3. Определение пространственно-временных инвариантных состояний ландшафтного покрова (на примере Центрально-Лесного заповедника и прилегающей территории) / А. С. Байбар [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения. 2023. С. 72–75.