

ДИСТАНЦИОННАЯ ИНДИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

А. А. ТОПАЗ¹⁾, Ф. Е. ШАЛЬКЕВИЧ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Республика Беларусь

Представлены результаты экспериментальных исследований по цифровой обработке космических снимков для индикации и количественной оценки структуры почвенного покрова мелиорированных земель. Выявлены особенности дешифрирования различных почвенных комбинаций мелиорированных земель Белорусского Полесья. Показано, что использование космо-эталонов почвенных комбинаций позволяет дифференцировать почвенный покров мелиорированных земель в зависимости от степени неоднородности на пять классов: однородные, слабонеоднородные, среднееднородные, сильнонеоднородные и очень сильнонеоднородные.

Ключевые слова: структура почвенного покрова; почвенные комбинации; мелиорированные земли; космические снимки; дешифрирование; методы цифровой обработки изображения.

REMOTE INDICATION OF TOP-SOIL OF RECLAIMED LANDS OF THE BELARUSIAN POLESIE

A. A. TAPAZ^a, F. E. SHALKEVICH^a

^aBelarusian State University, Nezavisimosti avenue, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus

The results of experimental research on the digital processing of space imagery for indication and quantification of top-soil structure of reclaimed lands are presented. The features of deciphering of various soil combinations of meliorated lands of the Belarusian Polesie are revealed. It is indicated that the use of space reference imagery of soil combinations allows us to differentiate the top-soil of meliorated lands, depending on the degree of heterogeneity into five classes: homogeneous, weakly heterogeneous, medium heterogeneous, strongly heterogeneous and very strongly heterogeneous.

Key words: top-soil structure; soil combinations; meliorated lands; space imagery; deciphering; methods of digital processing delineation.

Интенсивный характер использования земель в настоящее время требует постоянного контроля за динамикой и характером землепользования, качеством почвенно-земельных ресурсов Республики Беларусь в связи с влиянием все возрастающей техногенной нагрузки. Эта проблема наиболее остро стоит для мелиорированных территорий, особенно для Белорусского Полесья.

Образец цитирования:

Топаз А. А., Шалькевич Ф. Е. Дистанционная индикация структуры почвенного покрова мелиорированных земель Белорусского Полесья // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2016. № 3. С. 149–153.

For citation:

Tapaz A. A., Shalkevich F. E. Remote indication of top-soil of reclaimed lands of the Belarusian Polesie. *Vestnik BGU. Ser. 2, Khimiya. Biol. Geogr.* 2016. No. 3. P. 149–153 (in Russ.).

Авторы:

Антонина Анатольевна Топаз – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры геодезии и картографии географического факультета.

Франц Емельянович Шалькевич – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры геодезии и картографии географического факультета.

Authors:

Antanina Tapaz, PhD (geography), docent; associate professor at the department of geodesy and cartography, faculty of geography.

topaz_antonina@mail.ru

Frants Shalkevich, PhD (biology), docent; associate professor at the department of geodesy and cartography, faculty of geography.

mash_a@tut.by

В Белорусском Полесье в сельскохозяйственном использовании находится 1,6 млн га мелиорированных земель, в том числе 0,7 млн га торфяных почв. Осушенность территории региона составляет 26,2 % [1]. Широкомасштабная осушительная мелиорация заболоченных земель, проводившаяся здесь в 1960–80-х гг., привела как к положительным, так и негативным последствиям. Эти негативные результаты осушительной мелиорации, а также нерациональное сельскохозяйственное использование осушенных земель обусловили деградацию торфяно-болотных почв и повышение неоднородности почвенного покрова. В связи с этим для региона Белорусского Полесья сохранение и использование мелиорированных агроландшафтов должны быть направлены не только на достижение высокой биологической продуктивности сельскохозяйственных земель, но и на обеспечение экологической устойчивости территории к деградации.

Цель настоящих исследований – выявление эффективности использования материалов дистанционного зондирования Земли и методов их цифровой обработки для индикации структуры почвенного покрова (СПП) мелиорированных земель.

Объектом исследования служил почвенный покров мелиорированных земель Белорусского Полесья. Выбор объекта исследования был обусловлен высокой пестротой почвенного покрова на данной территории, отображение которого на почвенных картах без использования материалов дистанционных съемок достаточно затруднительно. На аэрокосмических снимках данные территории уверенно дешифрируются в виде широких вытянутых долинообразных понижений с хорошо выраженным пятнистым рисунком изображения. Эти земли преимущественно мелиорированы и заняты культурными лугами. Косвенным дешифровочным признаком, подтверждающим осушенность территории, является наличие гидромелиоративной сети, изображенной в виде прямолинейного рисунка. Дерново-глееватые и глеевые почвы служат фоном для этих территорий, на котором в виде различных по размеру пятен, чаще округлой формы, отображаются дерново-подзолистые почвы различной степени увлажнения. Тон изображения данных почв изменяется от светлого к серому с нарастанием степени увлажнения от оглеенных внизу до глееватых.

Для изучения неоднородности почвенного покрова мелиорированных земель был заложен ключевой участок в Хойникском районе Гомельской области. В исследованиях использовались космические снимки (КС) Белорусского космического аппарата (БКА). Уровень обработки спутниковых данных – С, т. е. ортотрансформированные изображения в проекции UTM и системе координат WGS-84.

Технология цифровой обработки изображений включала следующие операции: импорт изображений из формата TIFF; объединение многоканальных данных в единый файл; выбор оптимального варианта синтеза спутниковых данных; слияние изображений с различным разрешением; фрагментирование (вырезание части изображения); классификацию изображений (неконтролируемую и контролируемую); расчет количественных показателей структуры почвенного покрова (коэффициенты расчленения (КР), контрастности (КК), неоднородности (КН)); интерпретацию полученных результатов, отраженных на картах классификаций.

Оценка информативности космоизображений выполнялась по снимкам в синем, зеленом, красном и ближнем инфракрасном каналах (пространственное разрешение – 10,5 м), панхроматическом канале (разрешение – 2,1 м), по синтезированным снимкам (разрешение – 10,5 м), а также по синтезированным снимкам с улучшенным пространственным разрешением (2,1 м). В результате было выявлено, что почвы мелиорированных территорий, в зависимости от зоны электромагнитного спектра, хорошо дифференцируются по степени увлажнения. В диапазонах 0,46–0,52 мкм (синяя зона) и 0,63–0,69 мкм (красная зона) четко отображаются дерново-подзолистые оглеенные внизу, временно избыточно увлажненные и глееватые почвы, где они достаточно уверенно распознаются по тону изображения: от светло-серого до серого соответственно. Дерново-глееватые и глеевые почвы наиболее контрастно выражены на снимках инфракрасной зоны (0,75–0,84 мкм), где они дешифрируются по темному тону фотоизображения.

Однако наиболее эффективной формой одновременной передачи информации, содержащейся на отдельных зональных черно-белых КС одной и той же территории, является синтез материалов многозональной съемки, так как при синтезировании небольшие спектральные различия в яркости объектов могут быть переведены в более отчетливо видимые цветовые различия. Анализ вариантов синтеза показал, что оптимальными для целей дешифрирования почв мелиорированных земель оказались следующие сочетания каналов: 3–2–1 и 4–3–1, которые и были использованы для дальнейшей обработки и проведения классификации.


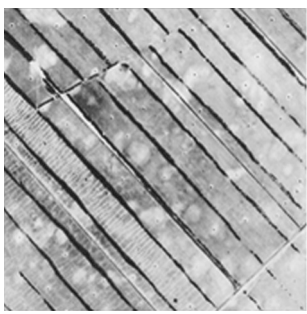
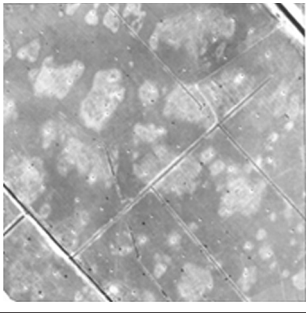
Тематическая цифровая обработка КС осуществлялась с помощью специализированного программного обеспечения Erdas Imagine. Для предварительной оценки исследуемой территории в целях подбора оптимального количества классов была проведена неконтролируемая классификация с использованием итеративного алгоритма ISODATA. Классификация с обучением выполнялась с использованием метода Maximum Likelihood (максимальное правдоподобие). Для выполнения контролируемой классификации были созданы обучающие выборки, соответствующие основным почвенным разновидностям. В целях

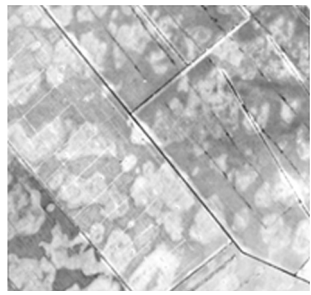
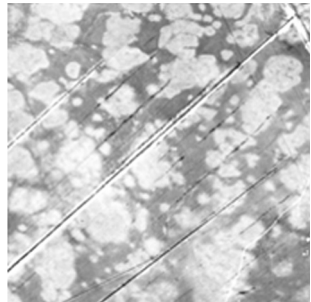
большей точности классификации для каждого класса задавалось не менее двух эталонных участков, расположенных в разных частях снимка. Качество эталонных участков оценивалось по усредненным кривым спектрального образа. Классификация дала в целом достоверные результаты распознавания для всех почвенных комбинаций, включающих значительные площади «островов» с дерново-подзолистыми оглееными внизу, временно избыточно увлажненными и глееватыми почвами.

Экспериментальная компьютерная обработка многозональных КС показала, что для индикации компонентного состава почвенных комбинаций мелиорированных земель наиболее эффективно использовать снимки отдельных зон спектра, а для выявления особенностей структуры почвенного покрова – синтезированных изображений, передающих особенности пространственной организации почвенных комбинаций.

Комплексный анализ оптико-структурной характеристики КС, цветокодированных кластерных карт и количественных показателей СПП позволил выявить особенности различных почвенных комбинаций мелиорированных земель (таблица). Исследования показали, что неоднородность почвенных комбинаций изменяется из-за соотношения фоновой почвы и «островов» с дерново-подзолистыми почвами. По рисунку изображения и коэффициентам СПП почвенные комбинации ключевого участка были ранжированы в пять групп: однородные, слабонеоднородные, средненеоднородные, сильнонеоднородные и очень сильнонеоднородные. Выделенные почвенные комбинации существенно различаются по рисунку изображения, составу почв и их количественному соотношению, доле фоновой почвы по отношению к их общей площади. Данные таблицы наглядно демонстрируют высокую взаимосвязь количественных показателей почвенных комбинаций и рисунка изображения. Особенно выразительно это отражают коэффициенты контрастности и неоднородности.

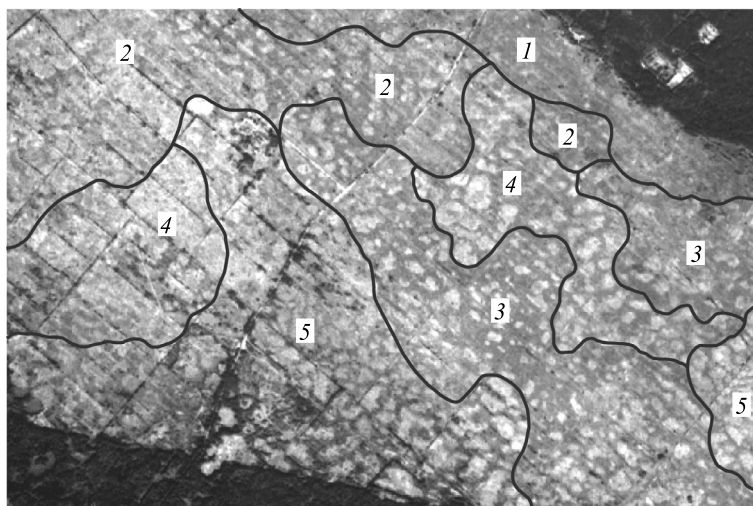
Количественные характеристики почвенных комбинаций мелиорированных земель Белорусского Полесья

№ п/п	Группа почв	Космоэталон почвенных комбинаций	Средний размер контура, га	Почвенная комбинация (формула)	Площадь «островов», га	Коэффициент структуры почвенного покрова		
						КР	КК	КН
1	Однородные		14,3	ДБ ₃ + ДПБ ₂ + ДПБ ₁	3,5	0,1	0,2	0,02
2	Слабонеоднородные		4,7	ДБ ₃ + ДПБ ₂ + ДПБ ₀	9,3	0,2	2,0	0,4
3	Средне-неоднородные		2,4	ДБ ₂ + ДПБ ₂ + ДПБ ₀	16,0	0,4	3,4	1,4

№ п/п	Группа почв	Космоэталон почвенных комбинаций	Средний размер контура, га	Почвенная комбинация (формула)	Площадь «островов», га	Коэффициент структуры почвенного покрова		
						КР	КК	КН
4	Сильно-неоднородные		2,6	ДБ ₃ + ДПБ ₁ + ДПБ ₂	48,6	0,4	5,6	2,2
5	Очень сильно-неоднородные		2,1	ДБ ₃ + ДПБ ₂ + ДПБ ₀	55,6	0,5	6,0	3,0

Примечание. ДПБ₀ – дерново-подзолистые оглеенные внизу; ДПБ₁ – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные; ДПБ₂ – дерново-подзолистые глееватые; ДБ₂ – дерново-глееватые; ДБ₃ – дерново-глеевые.

Использование космоэталонов почвенных комбинаций позволило дифференцировать почвенный покров мелиорированных земель ключевого участка в зависимости от степени неоднородности (рисунок).



Фрагмент космического снимка БКА (25.09.2014 г.) с различными почвенными комбинациями мелиорированных земель:
 1 – однородные; 2 – слабонеоднородные; 3 – среднееоднородные;
 4 – сильноеоднородные; 5 – очень сильноеоднородные

Следует отметить, что неоднородность почвенного покрова является одним из важнейших показателей при определении сельскохозяйственной направленности мелиорированных земель. С учетом того, что согласно методике кадастровой оценки земель первичной территориальной единицей оценки являются рабочие участки, в пределах которых выполняются все полевые работы на сельскохозяйственных предприятиях [2], разработанные космоэталоны почвенных комбинаций и их количественные показатели СПП могут служить основой как для планирования рабочих участков, так

и рационального использования и охраны мелиорированных земель. С практической точки зрения очевидно, что если однородные и слабонеоднородные почвенные комбинации можно использовать в сельскохозяйственном производстве, то сильнонеоднородные и очень сильнонеоднородные целесообразно оставить в естественном состоянии.

Таким образом, настоящие исследования свидетельствуют о том, что предложенный технологический подход к анализу КС, основанный на методах цифровой обработки изображений, позволяет выделить системы контуров и рисунков космоизображений, отражающих закономерности пространственной организации СПП мелиорированных территорий. Оптико-структурная характеристика КС, которая проявляется в рисунке изображения почвенных комбинаций, а также количественные показатели СПП могут служить основой для создания их космоэталонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (*REFERENCES*)

1. Методические указания по дифференцированному использованию и охране агроландшафтов Полесья с органогенными почвами. Минск, 2008.
2. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий : метод. указания / Г. И. Кузнецов [и др.]. Минск, 2001.

*Статья поступила в редколлегию 15.06.2016.
Received by editorial board 15.06.2016.*