

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

М. Ф. Курьянович, аспирант

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»
г. Минск, Беларусь

Ключевые слова: аэрокосмические снимки, аэрофототалоны, ключевой участок, почвенные карты

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 %, тогда как на остальной части республики — 8,9 %, или почти в два раза меньше. Природные ландшафты претерпели существенные изменения и представлены агроландшафтами. Таким образом, для региона Полесья сохранение и использование мелиорированных агроландшафтов должно быть направлено не только на достижение высокой биологической продуктивности сельскохозяйственных земель, но и на обеспечение экологической устойчивости территории к деградации. При этом особую роль играет сохранение агроландшафтов с органогенными почвами, наиболее динамичными и чувствительными к антропогенным воздействиям [3].

Отличительной особенностью мелиорированных полесских ландшафтов является сложность микрорельефа, что значительно усложняет их картографирование. Почвенные карты данных территорий, составленные традиционными методами, не всегда отображают сложность и неоднородность почвенного покрова. Правильное планирование мероприятий по рациональному использованию данных земель возможно только на основе высококачественных почвенно-картографических материалов, отображающих все разнообразие почвенного покрова — материалов дистанционного зондирования, дающие объективное отображение земной поверхности и обладающие высокими изобразительными и информационными свойствами.

Объекты и методы исследований

Цель исследования заключалась в изучении эффективности использования материалов дистанционных съемок при составлении почвенных карт и отображении на них неоднородности почвенного покрова. Объектом исследования послужил почвенный покров мелиорированных водно-ледниковых и древне-аллювиальных низин Белорусского Полесья. Выбор объекта исследования обусловлен высокой пестротой почвенного покрова, отображение которого на почвенных картах без использования материалов дистанционных съемок весьма затруднительно. Исследования проводились на ключевых участках, которые были заложены в Брагинском районе Гомельской области, Малоритском, Лунинецком и Пинском районе Брестской области. Главным фактором определения места за-

кладки ключевых участков была неоднородность почвенного покрова. Для исследования использовались аэрофотоснимки масштаба 1:10 000—1:50 000 и космические снимки с пространственным разрешением 2,1 м, полученные в панхроматическом режиме и 10 м в многозональном, полученные с белорусского космического аппарата.

Для количественной характеристики почвенных комбинаций аэрофотоэталонных использовались коэффициенты структуры почвенного покрова (расчленения, контрастности и неоднородности). Коэффициент расчленения вычислялся путем деления сумм длин контуров на площадь ключевого участка. Контрастность, характеризующая степень различия свойств почв, устанавливалась по соответствующей шкале. Так как в данной шкале отсутствуют деградированные торфяные почвы, то при расчете коэффициента контрастности все деградированные торфяные почвы приравнивались к торфяно-глеевым почвам с коэффициентом 1. По шкале контрастности определяли коэффициент торфянисто-глеевой почвы по отношению к фоновой и далее по мере уменьшения содержания органического вещества в деградированной почве умножали на понижающий коэффициент. Например, коэффициент контрастности торфянисто-глеевой по отношению к торфяно-глеевой почве (30—50 см) по шкале контрастности равен 5,3. Следовательно, для определения коэффициента контрастности для деградированных торфяно-минеральных с содержанием органического вещества 40—50 % коэффициент 5,3 умножается на 0,8, с содержанием органического вещества 30—40 % — на 0,6, 20—30 % — 0,4, 10—20 % — 0,2. При определении степени контрастности почвенной комбинации, в границах которой находятся несколько разновидностей почв, использовалась формула Ю.К. Юодиса:

$$K_k = (ax + by + \dots cz) / 20,$$

где K_k — коэффициент контрастности почвенного покрова;

a, b, c — площади почв в % от общей площади ПК территории участка;

x, y, z — степень контрастности соответствующих почв по отношению к доминирующей почве, определяемой по шкале.

Деление на условную величину коэффициента контрастности 20 позволяет получить удобную для пользования величину. Коэффициент неоднородности определялся как произведение коэффициента расчленения на коэффициент контрастности.

Почвенные комбинации выражены в виде формулы в зависимости от процентного состава почвенных разновидностей.

Для компьютерной обработки аэрокосмических снимков использовался программный продукт ENVI, в котором была выполнена привязка, трансформирование космических снимков, а также классификация их изображения.

Результаты и обсуждение

Изучение эффективности использования материалов дистанционного зондирова-

ния при составлении почвенных карт проводилось на трех ключевых участках. На двух из них («Кобринский», «Огинский») преобладали осушенные торфяные, на третьем («Тульговичи») — дерново-глеевые почвы. На территорию данных участков были составлены почвенные карты как традиционным методом, так и на основе аэрофотоснимков.

В основу картометрического анализа почвенных карт участков было положено общее количество почвенных контуров на них и в зависимости от их размера. Размер является одним из важнейших признаков как при дешифрировании почв, так и при количественной характеристике структуры почвенного покрова. Кроме того, размер почвенных контуров играет существенную роль при определении размера и границ рабочих участков.

Сравнительный анализ почвенных карт, составленных на основе плана землепользования и аэрофотоснимка показывает, что общее количество контуров на данных картах существенно различаются. Кроме того, данные табл. 1 показывают, что на почвенных картах, составленных по аэрофотоснимкам, существует тесная зависимость между величиной контура и их количеством. С уменьшением величины контура увеличивается их количество и наоборот, что не всегда имеет место на почвенных картах, составленных традиционным методом. Это объясняется тем, что границы почв на материалах дистанционных съемок оптимального сезона уже отображены и требуется только определение их генетической принадлежности. При использовании в качестве картографической основы плана землепользования нанесение границ почв усложняется из-за маскировки растительностью и недостатка объектов для их привязки.

Для определения соответствия взаимосвязи размера и количества почвенных контуров на почвенных картах, составленных различными методами, был использован математико-статистический метод. Статистические функции распределения количества почвенных контуров в соответствии с их размером рассмотрены на примере почвенных карт ключевого участка «Огинский».

С помощью критерия А.Н. Колмагорова мы провели проверку согласия теоретического и эмпирического распределения размера контуров. В результате был определен критерий согласия распределения почвенных контуров, который для почвенной карты, созданной на основе плана землепользования, составил 0,7112, и аэрофотоснимка — 0,9972. Отсюда видно, что наиболее достоверно распределение почвенных контуров на

Таблица 1 — Распределение количества почвенных контуров ключевых участков в зависимости от их размера

	Ключевой участок	Общая площадь, га	Общее количество контуров	Площадь контуров, га										
				0,1—1,0		1,1—5,0		5,1—10,0		10,1—30,0		>30		
				кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	
1	Кобринский	A	305	65	9	14,1	33	50,1	5	7,7	7	10,1	11	17,0
		B	305	98	47	48	36	36,7	9	9,2	4	4,1	2	2,0
2	Огинский	A	465	65	3	4,6	17	26,2	33	50,8	8	12,3	4	6,1
		B	465	92	28	30,4	46	50,0	11	12,0	6	6,5	1	1,1
3	Тульговичи	A	408	47	7	15,0	30	63,8	6	12,7	1	2,1	3	6,4
		B	408	150	118	78,7	24	16,0	3	2	2	1,3	3	2,0

А-традиционный метод; Б-дистанционный метод

Таблица 2 — Количественные характеристики почвенных карт аэрофотоэталонов

	Вид рисунка аэроизображения почвенных комбинаций	Аэрофото-эталоны почвенных комбинаций	Почвенные карты аэрофотоэталонов	Площадь островов		Количество контуров	Почвенные комбинации аэрофото-эталонов	Коэффициенты структуры почвенного покрова		
				га	%			Кр	Кк	Кн
1	однородные			0	0	0	T ₂	0	0	0
2	однородные			2,41	4,46	10	T _{2 95} + T _{д 5}	0,12	0,2	0,02
3	слабонеоднородные			12,9	23,9	19	T _{2 76} + T _{д 1 14} + T _{д 3 10}	0,26	1,1	0,3
4	среднеоднородные			11,36	22,3	19	T _{2 77} + T _{д 1 3} + ДБ _{д 1 10}	0,23	3,7	0,84
5	сильнеоднородные			16,86	30,0	20	T _{1 65} + T _{д 1 9} + ДБ _{д 1 16}	0,36	5,9	2,12
6	Очень Сильнеоднородные			22,23	44,5	36	T _{1 55} + ДБ _{д 40} + T _{д 5}	0,44	11,8	5,2

Условные обозначения: T₁ – торфяно-глеевые почвы с мощностью торфа 30-50 см; T₂ – торфяно-глеевые почвы с мощностью торфа 50-100 см; T_{д1} – слабоминерализованные почвы с содержанием органического вещества 40-50%; T_{д2} – среднеминерализованные почвы с содержанием органического вещества 30-40%; T_{д3} – сильноминерализованные почвы с содержанием органического вещества 20-30%; ДБдт – минеральные, остаточнo-торфянистые почвы; ДБд1 – минеральные почвы, после сработки торфа; ДБ – дерново-глееватые почвы.

почвенной карте, составленной по аэрофотоснимку, так как значение близко к 1. Считается, что если критерий согласия больше 0,05, то теоретическое распределение контуров не противоречит опытным данным.

Исследования показывают, что на почвенных картах, составленных на основе материалов дистанционных съемок, значительно увеличивается контурная нагрузка, а вместе с ней и неоднородность почвенного покрова. Неоднородность почвенного покрова является одним из важнейших факторов, осложняющих использование мелиорированных территорий, что обуславливает необходимость ее обязательного учета.

Для исследования неоднородности почвенного покрова мелиорированных торфяно-болотных почв использовались аэрофотоснимки и космические снимки очень высокого разрешения. На основании анализа почвенных карт и аэрокосмических снимков на территории исследования были выделены почвенные комбинации, различающиеся по составу почв и их рисунку изображения.

Рисунок изображения является одним из основных и устойчивых дешифровочных признаков почвенных комбинаций. Особенно хорошо он проявляется на снимках распаханых территорий в масштабе 1:50 000. На основании различий в рисунке изображения было подобрано 13 аэрофотоэталонов почвенных комбинаций с различным соотношением торфяных и антропогеннопреобразованных почв. Для почвенных карт аэрофотоэталонов была выполнена картометрическая обработка с вычислением площадей, коэффициентов расчленения, контрастности и неоднородности. В зависимости от рисунка изображения почвенных комбинаций и их количественных показателей они были ранжированы на пять групп: однородные (кн 0,00—0,05), слабонеоднородные (кн 0,06—0,5), средне-

однородные (кн 0,6—1,0), сильнонеоднородные (кн 1,1—2,5) и очень сильнонеоднородные (кн > 2,6).

Выделенные почвенные комбинации существенно различаются по рисунку изображения, составу почв и их количественного соотношения, доли фоновой почвы по отношению к их общей площади, что существенно влияет на их использование.

Наиболее характерные аэрофотоэталонны приведены в табл. 2. Они наглядно демонстрируют высокую взаимосвязь количественных показателей почвенных комбинаций с рисунком изображения. Особенно выразительно это отражают коэффициенты контрастности и неоднородности.

Следует отметить, что у всех почвенных комбинаций, кроме сильнонеоднородных, фоновыми почвами являются различные по мощности торфяные почвы, которые на снимках изображаются темным тоном изображения. Однако контурная нагрузка почвенных карт и количественные показатели структуры почвенного покрова изменяются в сторону увеличения от слабонеоднородных к сильнонеоднородным. Это разнообразие рисунка изображения на снимках создают деградированные почвы, которые изображаются в виде различного оттенка серых пятен. Коэффициент неоднородности у сильнонеоднородных и очень сильнонеоднородных почвенных комбинаций в 17 раз выше, чем у слабонеоднородных.

Различия продуктивности между торфяными и минеральными разновидностями достигли 6,8—22,1 ц/га к.ед., или 5—18 % [4]. Поэтому при определении сельскохозяйственной направленности использования данных почвенных комбинаций одним из важнейших показателей должна служить неоднородность почвенного покрова, а не преобладающая по площади фоновая почва.

Учет влияния неоднородности на производительную способность почв осуществляется посредством введения понижающих поправочных коэффициентов к баллу почв, установленному по шкале, в зависимости от степени неоднородности почвенного покрова.

Согласно методике кадастровой оценки земель первичной территориальной единицей оценки являются рабочие участки, в пределах которых выполняются все полевые работы на сельскохозяйственных предприятиях [2]. Отсюда следует, что при формировании полей и рабочих участков целесообразно учитывать неоднородность почвенного покрова, которая выражается соответствующими коэффициентами.

Во всех выделенных нами группах почвенных комбинаций преобладают различной мощности торфяные почвы. Однако неоднородность почвенного покрова резко контрастирует между группами. Если у слабонеоднородных коэффициент неоднородности колеблется в пределах от 0,2 до 0,3, то у средненеоднородных он составляет от 0,62 до 1,5, а очень сильнонеоднородных — 5,2—6,8. Эти количественные различия находят свое отражение в пятнистости рисунка изображения на аэрокосмических снимках (табл. 1).

В соответствии с рекомендациями по составлению проектов внутрихозяйственного землеустройства на осушенных торфяно-болотных почвах с глубиной залегания торфа

более 1 м (однородных почвенных комбинаций) могут возделываться многолетние травы — до 50 %, зерновые — до 40 %, пропашные — до 10 %.

Слабонеоднородные и среднееднородные, у которых фоновой почвой являются торфянисто- и торфяно-глеевые в соответствии со статьей 21 Закона Республики Беларусь «О мелиорации земель» должны использоваться под многолетние травы длительного пользования. Сильнееднородные могут использоваться для возделывания всех сельскохозяйственных культур: многолетние травы — до 40 %, зерновые — до 40 %, кукуруза на силос и на зерно — до 10 %, другие пропашные — до 10 % [1].

Выводы

Почвенные карты, составленные с использованием материалов дистанционных съемок, обладают по отношению к почвенным картам, составленным традиционными методами, более высокой точностью и детальностью в отображении почвенного покрова и могут служить надежной основой для разработки мероприятий по рациональному использованию мелиорированных земель.

Установлена тесная взаимосвязь между рисунком изображения неоднородности почвенного покрова и количественными показателями структуры почвенного покрова. Если у слабонеоднородных площадь островов составляет 12,9 %, коэффициент контрастности — 1,1, а неоднородности — 0,3, то у очень сильнееднородных соответственно 22,23, 11,8 и 5,2 %.

Типичные аэрокосмозаталоны почвенных комбинаций мелиорированных торфяных почв могут эффективно использоваться для экстраполяции данных при корректировке почвенных карт, почвенном районировании, автоматизированном дешифрировании почв в учебных целях.

Выделенные почвенные комбинации могут служить основой при разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства для сельскохозяйственного использования территорий с осушенными торфяными почвами.

Библиографический список

1. Закон Республики Беларусь № 423-З «О мелиорации земель» от 12 августа 2008 г.
2. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий: метод. указания / Г.И.Кузнецов [и др.]: Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Республики Беларусь. — Минск, 2001. — 116 с.
3. Методические указания по дифференцированному использованию и охране агроландшафтов Полесья с органогенными почвами / РУП «Науч.-практ.центр НАН Беларуси по земледелию»; РУП "Ин-т мелиорации", УО "Белорус. гос. ун-т". — Минск.: Изд. цент БГУ, 2008. — 71 с.
4. Черныш, А. Ф. Закономерности изменения компонентного состава почвенного покрова дефляционноопасных мелиоративных земель Полесья по данным мониторинговых наблюдений / А. Ф. Черныш, А. Э. Радюк, Н. А. Лихацевич // Почвоведение и агрохимия. — 2008. — №2. — С. 25—35.

Summary

M. Kuryanovich

USE OF MATERIALS OF REMOTE SENSING WHEN STUDYING THE SOIL COVER OF THE RECLAIMED LANDS

Research results of efficient use of materials for Aerospace Survey in the preparation of soil maps and mapping of soil cover of reclaimed land Belarusian Polesye was detected.

Поступила 20.03.14