

В. Р. Понтус, зав. отделом; Е. Н. Горбачева, инженер;  
А. Р. Понтус, канд. биол. наук, директор; В. Ю. Давыдова, инженер

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

The basic methodical approaches of water erosion and deflation processes revealing and analysis using retrospective as well as modern aerospace information and GIS-technologies of their processing are stated. The interpretation signs of soils which subject to water erosion and deflation considering the extent of erosion processes are identified using space images of high resolution, applying the special software on ArcGIS, Erdas Imagine, ENVI platform and the sampling field classification. The evaluation of possibility and expediency of space methods application at studying of processes of erosion is subject.

**Введение.** Самой выраженной и значимой из всех видов деградации земель на территории Беларуси является эрозия почвенного покрова (водная и ветровая). Из общей площади эродированных земель – 556 тыс. га, водной эрозии подвержено 85%, ветровой – 15%, кроме этого, 2108,2 тыс. га, или 41,2%, пахотных земель относятся к эрозионно-опасным землям, которые при неправильном использовании могут быть вовлечены в процессы эрозии. Интенсивность протекания эрозионных процессов определяется климатическими факторами, характером рельефа, подстилающих пород и растительного покрова, а также особенностями функционального использования земель. Протеканию эрозионных процессов благоприятствуют в первую очередь широкое распространение склоновых земель (на склонах, например, находится более 60% пашни, причем на наиболее эрозионно-опасных склонах с крутизной более 3° – около 35%). Более 50% почвообразующих пород на пашне представлены эрозионно-неустойчивыми отложениями (в особенности это касается лесов и лессовидных пород, которые могут подвергаться смыву уже на склонах около 1°). Проявление эрозионных процессов в республике имеет региональные особенности. В Северной и Центральной почвенно-географических провинциях наиболее активно протекают водно-эрозионные процессы, в Южной (Полеской) провинции, где была осуществлена крупномасштабная осушительная мелиорация и преобладают осушенные торфяные почвы, заметное развитие получила ветровая эрозия.

Водная и ветровая эрозия почв наносят существенный экономический и экологический ущерб. Эрозия почв изменяет структуру и состав почв, а часто приводит к смыванию или сдуванию всего верхнего плодородного слоя. Продукты эрозии почв приводят к загрязнению водных объектов, ухудшению качества поверхностных и грунтовых вод, негативно влияют на биологическое разнообразие водных и околоводных экосистем.

Для более рационального и экологически безопасного использования почвенных ресур-

сов на эрозионно-опасных участках необходимы оперативные данные о состоянии почвенного покрова по степени деградации. Традиционные методы исследования территорий, затронутых эрозионными процессами, основанные на аналитических данных полевых обследований, являются трудоемкими и недостаточно оперативными. Таким требованиям отвечают данные дистанционного зондирования высокого разрешения, в т. ч. аэрофотоснимки и космическая информация высокого разрешения, получаемая с искусственных спутников Земли, таких как Terra (Aster), Ikonos, QuickBird, ALOS и др. Применение дистанционных методов для изучения динамики почвенного покрова приобретает все большую актуальность в связи с постоянным увеличением интенсивности сельскохозяйственного производства и естественных трансформаций природных экосистем.

**Основная часть.** Наличие данных дистанционного зондирования (ДДЗ) различного уровня генерализации (детализации, разрешающей способности), различных спектральных диапазонов и времени съемок, а также широкие возможности тематической компьютерной обработки, многократно повышающей информативность ДДЗ, позволяют оптимизировать процесс исследований.

Плоскостной смыв приводит к изменению окраски пахотного слоя, различному у почв разных генетических типов и при разной степени смыва. Так, дерново-подзолистые суглинистые почвы даже при слабом смыве имеют обычно белесую окраску. При среднем, а также сильном смыве за счет выхода на поверхность подпахотного горизонта пахотный слой этих почв получает бурую или желто-бурую окраску, что находит отображение на цветных или многозональных синтезированных космических снимках [1]. Изучение отражательной способности смытых почв показало, что эродированные почвы в связи с меньшим содержанием гумуса и иловатых частиц изображаются на аэрокосмических снимках более светлыми тонами по сравнению с неподверженными смыву. При этом опыт дешифрирования показывает, что

наибольшая контрастность в тонах изображения наблюдается на свежеспаханных участках или участках с молодыми всходами. На полях с развитыми посевами на смывость почв может указывать состояние посевов (изреженность), однако она может быть обусловлена и другими факторами. На участках, занятых естественным растительным покровом значительной сомкнутости, прямые признаки плоскостного смыва почв использовать не удастся. При слабом смыве почв смывается только часть горизонта А, оставшаяся его часть сохраняет тот же темный оттенок, который характерен для несмытых гумусированных горизонтов. Поэтому у слабосмытых почв не происходит изменений в окраске и они не имеют специфического рисунка изображения на снимках. Среднесмытые почвы характеризуются значительной степенью смывости горизонта А, поэтому при их распашке местами неравномерно припахивается и горизонт В. Поверхность пашен на участках среднесмытых почв оказывается пестрой. Сильносмытые почвы характеризуются полностью смытым горизонтом А и затронутым смывом горизонтом В. Поэтому на снимках сильносмытые почвы имеют пестрый, нечетко пятнистый рисунок с преобладанием более светлых тонов по сравнению с рисунком изображения среднесмытых и слабосмытых почв.

На аэрофотоснимках хорошо дешифрируются линейные формы эрозии (рис. 1, б). Детали и формы овражной эрозии (водоросны, отвершки оврагов) изображаются только на космоснимках самого высокого разрешения (1–2 м) в виде узких, четко очерченных контуров зазубренной формы. Из-за смыва почв тон изображения растущих оврагов обычно очень светлый. По форме, размеру и особенностям изображения оврагов можно судить о стадии оврагообразования и степени активности эро-

зионного рельефа. Активно растущие водоросны и овраги в начальной стадии развития имеют широкую овальную вершину с крутой задней стенкой, а овраги, прекратившие линейный рост, имеют остrokонечную в плане вершину, полого спускающуюся заднюю стенку, задерживающие более пологие склоны [2].

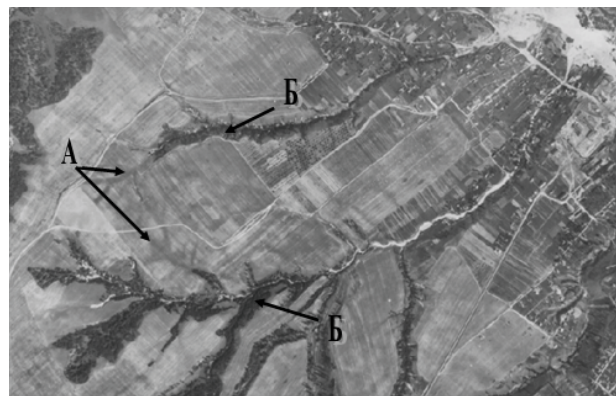
На космических снимках с разрешением более 10 м детали овражно-балочной системы, как правило, не отображаются, но хорошо выделяется сеть балок, имеющих вытянутую извилистую древовидную форму [1]. Днища и склоны балок обычно заняты естественной растительностью, более густой влаголюбивой в нижних частях склонов и по днищам, что обуславливает более темный тон их изображения. Характерную особенность снимков овражно-балочной сети в целом составляет древовидный рисунок изображения, обусловленный интенсивным развитием эрозионных процессов. Особенно рельефно выделяется балочная сеть с естественной травянистой растительностью в весеннее и осеннее время при максимальной распашке полей, еще не занятых всходами.

В районах, характеризующихся развитием почв легкого механического состава, сильными ветрами и наличием мелиорированных торфяно-болотных почв, существуют предпосылки для развития дефляции почв, которую может спровоцировать уничтожение естественного растительного покрова и интенсивная распашка территории. Выдувание почв отображается на снимках осветлением фототона (рис. 2).

Светлые пятна дефлированных почв имеют расплывчатые контуры. Характерна вытянутость этих пятен в ленты и ориентировка их по направлению преобладающих ветров. В результате ветрового перераспределения материала и формирования эолового микрорельефа образуется струйчатый или ячеистый рисунок изображения.



а



б

Рис. 1. Фрагменты аэрофотоснимков Брагавской гряды (а) и Волковисской возвышенности (б): А – сильноэродированные почвы; Б – среднеэродированные почвы; В – слабоэродированные почвы; Г – заросшие днища и склоны балок; Д – эрозионно-опасные участки овражной сети (ложбины стока)

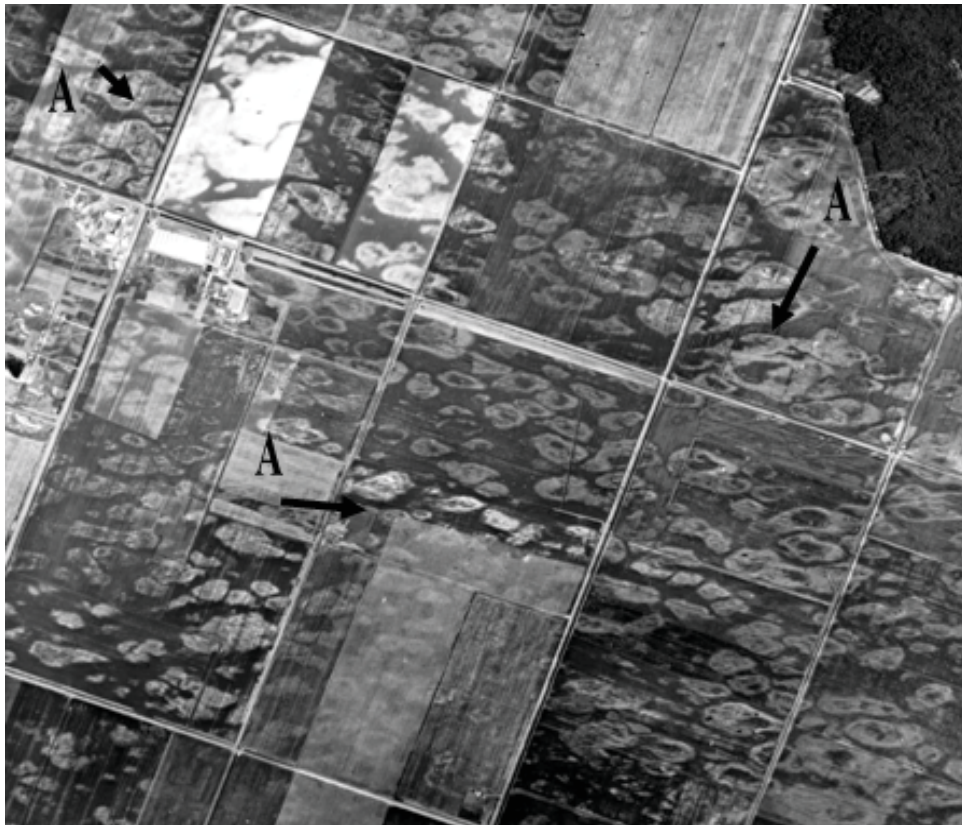


Рис. 2. Фрагмент КС (IRS-панхром) «Лунинец-ПОМС»: А – участки дефлированных почв

**Заключение.** Космические снимки позволяют не только судить об интенсивности процессов водной и ветровой эрозии почв, но и оперативно разрабатывать и применять комплекс противоэрозионных мероприятий в пределах целого региона. Кроме того, материалы дистанционной съёмки позволяют контролировать эффективность разработанных мероприятий. Важным моментом в дистанционных исследованиях, связанных с почвенно-эрозионным мониторингом, является сопряженное проведение периодических наземных комплексных наблюдений (полевые работы) на постоянных пробных площадях и увязка этих материалов с данными разновременных дистанционных съемок. Это дает возможность определить уровень нарушений (степень развития эрозионных процессов) и прогнозировать их развитие. Причем, чем за более длительный срок наблюдений имеются данные дистанционного зондирования, тем достоверней будет оценка современного состояния почвенного покрова и прогноз развития эрозионных процессов.

Следует также отметить, что в связи с нарастающей интенсивностью антропогенных изменений окружающей среды материалы космической съёмки становятся главенствующим источником информации для оперативного составления карт современного состояния природно-территориальных комплексов и отдельных компонентов ландшафта на отдельные регионы. Тематические карты занимают ведущее место по значению среди картографических материалов для планирования мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов, поскольку именно они объективно отражают те или иные изменения природных экосистем в результате хозяйственной деятельности.

#### Литература

1. Космические методы исследования почв: учеб. пособие для студентов вузов / В. И. Кравцова. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 с.
2. Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. – М.: Наука, 1990. – 247 с.