

Ф. Н. Лисецкий, *д.геогр. н., профессор, зав. кафедрой природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного университета*

Л. В. Марциневская, *к.геогр. н., доцент кафедры природопользования и земельного кадастра*

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЛИНЕЙНОЙ ЭРОЗИИ И ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Территория Среднерусской возвышенности характеризуется активным развитием поверхностного смыва почв и линейной эрозии, а также широким распространением продуктов выветривания мела, часто выступающих почвообразующими породами. Анализ литературных источников, связанных с проблемой классификации эродированных почв, показал, что при их диагностике пока еще недостаточно учитываются геологические особенности территории и длительность развития эрозии. В результате происходит искажение истинных масштабов развития эрозионных процессов: часть маломощных дерново-карбонатных почв на территории Белгородчины в практике крупномасштабного картографирования диагностируют как эродированные.

Используя материалы аэрофотосъемок, и опираясь на установленные дешифровочные признаки, нами была построена карта распространения эрозионных форм рельефа, сильноэродированных и маломощных почв на территории Белгородской области (рис.). Она позволила зафиксировать и выделить динамические формы рельефа, созданные эрозионно-аккумулятивными процессами, определить тенденцию и стадийность их развития; с достаточно высокой точностью очертить границы ареалов сильносмывтых почв и выходы меловых пород. Однако короткопрофильность этих почв зависит не только от развития антропогенно обусловленных эрозионных процессов, но и от особенностей почвообразования в пределах разно ориентированных склонов с крутизной более 3⁰. Поэтому при разработке указанной карты, основная цель создания которой заключалась в картографическом отображении форм рельефа, обусловленных развитием эрозионных процессов, и ареалов сильносмывтых почв, мы сочли необходимым выделить также контуры маломощных почв. На наш взгляд, это позволит избежать ряда ошибок в оценке деградации почвенного покрова, вызванного водной эрозией.

Карта распространения сильноэродированных и маломощных почв на территории Белгородской области.

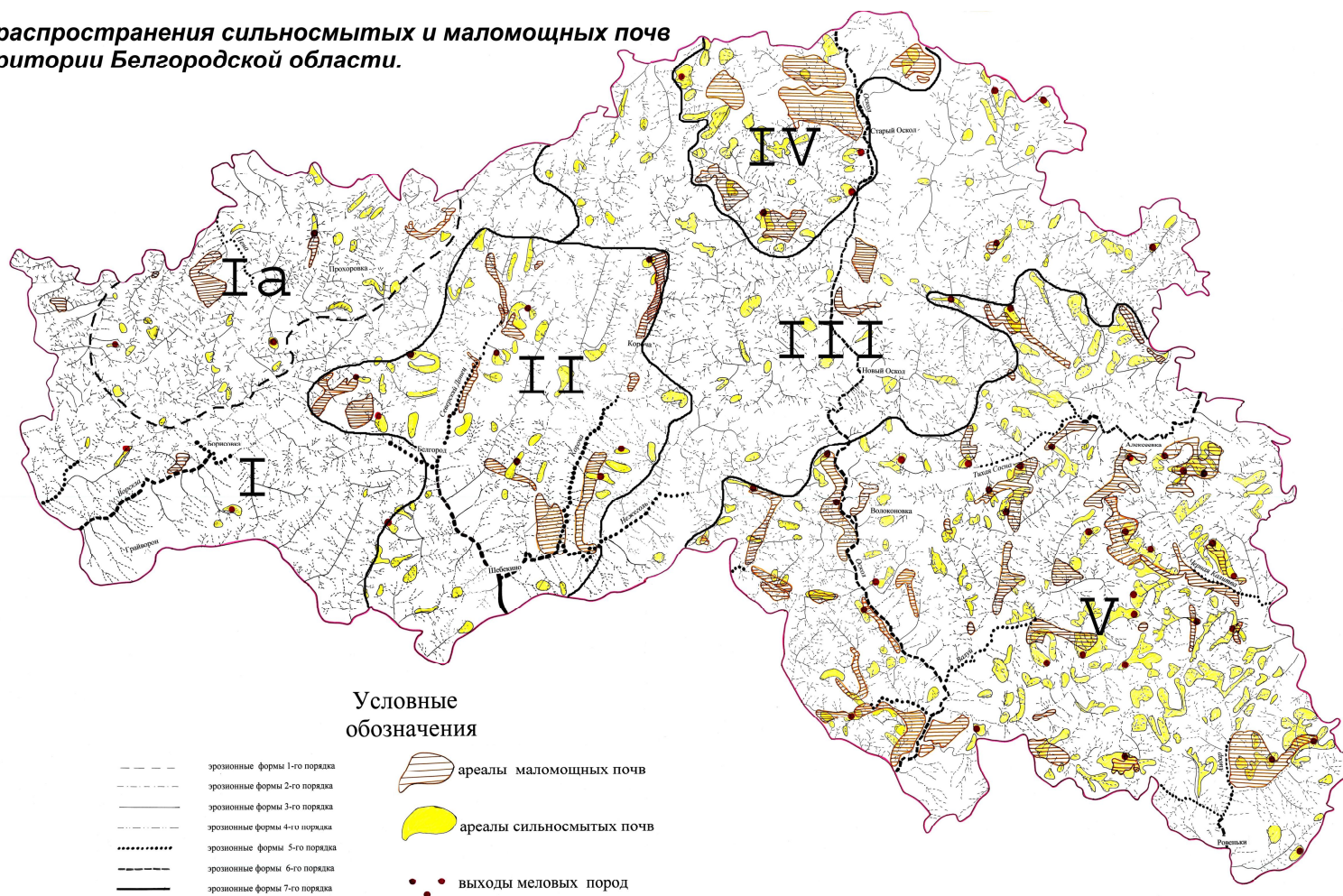


Рис. Карта распространения сильноэродированных и маломощных почв на территории Белгородской области

Работу проводили в следующей последовательности.

1. В результате дешифрирования аэрофотоснимков была нанесена на картографическую основу овражно-балочно-долинная сеть (ОБДС) и выделены разнопорядковые эрозионные формы рельефа (от 1 до 7 порядков). Определены генетическая разновидность эрозионных форм, их количество и морфометрические характеристики.

2. На втором этапе работы, основываясь на прямых и косвенных дешифровочных признаках и используя альбом эталонных аэрофотоснимков, были выделены и нанесены ареалы сильноэродированных почв и выходы меловых пород.

3. Используя литологическую карту распространения карбонатных пород верхнего мела (масштаба 1:200 000) были выделены ареалы маломощных почв, подстилаемых мелом на глубинах менее 5 м.

В пределах Белгородской области, используя результаты дешифрирования аэрофотоснимков (съемка 1988 г.) масштаба 1: 200 000 (всей территории) и 1:50 000 (на ключевых участках), выделено 9490 эрозионных форм от 1 до 7 порядков. Соотношение между различными порядками эрозионных форм представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение по порядкам и генезису эрозионных форм рельефа

Порядки	Генетическая разновидность эрозионных форм	Количество, шт.	% от всех эрозионных форм
1	Рытвины, водороины, ложбины	7532	79,4
2	Эрозионные борозды, водороины, лоцины	1531	16,1
3	Вершинные и склоновые овраги	298	3,1
4	Балки и донные овраги	103	1,1
5, 6, 7	Суходолы, речные долины с четко выраженными руслом, поймой и террасами	26	0,3

Из анализа табл. 1 следует, что наибольшее распространение в пределах Белгородской области получили эрозионные формы первого порядка, составляющие первооснову эрозионной сети. Распространены эти молодые эрозионные формы в пределах агроландшафтов, занимающих ныне 74% территории области.

Эрозионные формы 2-го порядка занимают по распространению второе место, их средняя длина составляет 2 км, а максимальная длина достигает 5–8 км.

Таким образом, в пределах Белгородской области, на долю эрозионных форм рельефа, не имеющих отчетливой морфометрической выраженности (1–4-й порядки), приходится 99,73% от суммарного количества эрозионных форм. Ранее было замечено (Zernitr, 1932), что при консеквентном заложении эрозионной системы доминирует перистый ее тип. Следуя классификации эрозионных форм, адаптированной к АФС И.С. Гудиным (1970), овражно-балочная и речная сети в целом имеют древовидный тип рисунка.

Обобщив различные дистанционные критерии сильноэродированных земель в пределах водосборов, нами было выделено 371 ареал сильноэродированных почв общей площадью 170,1 тыс. га, что составляет 6,3% от общей площади Белгородской области, а также выходы меловых пород, которые являются крайним проявлением процесса как линейной, так и поверхностной эрозии. В целом для почвенного покрова, трансформированного поверхностной эрозией, характерен пятнистый рисунок. Ареалы сильноэродированных почв, как правило, имеют изогнуто-полосчатую или округло-лопастную текстуру.

Оценку площадей ареалов сильноэродированных почв проводили по тем снимкам, где контур располагался симметрично относительно центра снимка. Относительная ошибка измерений в условиях равнинного рельефа при условии расположения измеряемого площадного объекта в центре снимка с площадью до 25 га составляет – 4%, 25–100 га – 5% (Смирнов, 1975).

Так как камеральные условия не могут обеспечить полную достоверность получаемой информации, то на заключительном этапе мы провели полевое дешифрирование, при этом был использован метод ключевого (выборочного) дешифрирования. В течение двух полевых сезонов были уточнены границы ареалов сильноэродированных почв, нанесенных нами на фотоинтерпретационную карту. В качестве ключевых участков были выбраны ареалы сильноэродированных почв на территории Алексеевского, Белгородского, Вейделевского, Красногвардейского административных районов, имеющие спорные и не вызывающие сомнения дешифровочные признаки. Средняя площадь ключевого участка составляла 1,5 тыс. га. В пределах каждого ключевого участка было заложено по 5 разрезов (прикопок). Всего было заложено 60 разрезов. Сравнительный анализ результатов камерального и полевого дешифрирования представлен в таблице 2.

Таблица 2

Верификация полевыми методами ареалов сильноэродированных почв, выявленных по результатам дистанционного зондирования

Административный	Доля правильно диагностированных ареалов
------------------	--

район	сильноэродированных почв в камеральных условиях к окончательному варианту карты, %
Алексеевский	80
Белгородский	85
Вейделевский	83
Красногвардейский	84

Таким образом, натурная съемка подтвердила достаточно высокую объективность диагностики сильноэродированных почв, что отразилось в приемлемом уровне совпадении границ ареалов почв, которые морфологически изменены сильным смывом, с ареалами таких почв, диагностированными при камеральном дешифрировании.

Распространение ареалов сильноэродированных почв на территории области крайне неравномерно, однако при пространственном анализе четко прослеживается следующая закономерность: по направлению с запада на восток, наряду с возрастанием расчлененности рельефа и континентальности климата, а также снижением противоэрозионной устойчивости почв, возрастает и количество, и площадь единичных ареалов сильноэродированных почв, максимум приходится на восточные и юго-восточные районы. Средняя площадь единичных ареалов колеблется от 0,2 га на западе до 5 га на севере и юго-востоке области. Максимальные площади (до 31 га) также приурочены к юго-востоку области.

Используя построенную карту, мы проанализировали приуроченность данных ареалов к склонам различной крутизны и экспозиции. Анализ показал следующую закономерность: в большей степени сильноэродированные почвы приурочены к слабопокатым, покатым, сильнопокатым и крутым склонам с крутизной более 5° (363 ареала (81,7%)) и в меньшей степени к выпуклым склонам от 3 до 5° (68 ареалов (13,3%)), они соответствуют резким перегибам, на склонах крутизной менее 3° сильноэродированные почвы не выявлены. При этом половина выделенных ареалов расположена в пределах теплых (южных) склонов. Экспозиционные различия в распространении сильноэродированных почв Белгородской области представлены в таблице 3.

Таблица 3

Распределение сильноэродированных почв по склонам различных экспозиций

Экспозиция склонов	Количество ареалов	% от общего числа
Северная	91	24,5
Южная	188	50,7

Западная	52	14,0
Восточная	40	10,8

На следующем этапе работы путем анализа литолого-прогнозной карты карбонатных пород верхнего мела (масштаба 1:200000) были выделены 64 контура маломощных почв, подстилаемых мелом и мергелем на глубинах менее 5 м. В пределах Белгородской области их общая площадь составила 150,5 тыс. га (5,5% от общей площади). В географии маломощных почв сохраняется четкая закономерность: и количество ареалов, и их площадь увеличивается с запада на восток, максимум приходится на юго-восточный район области: здесь площадь отдельных контуров достигает 102-110 га. Средние значения по области варьируют от 2,2 га на западе до 33,8 га на севере и 43,2 га на востоке. Однако, в отличие от большинства районов распространения сильноэродированных почв, маломощные почвы приурочены к террасам и склонам речных долин. Это четко прослеживается по правым и левым берегам рек Черной Калитвы, Оскола, Ураева, Демина, правобережью Тихой Сосны, Пены, и Козинки, по левым берегам Усердца и Полатовки.

При сопоставлении двух тематических слоев: ареалов маломощных и сильноэродированных почв, нами было установлено важное обстоятельство: часть площади морфологически неполноразвитых почв (10,6%), имеющих все соответствующие диагностические признаки и выделяемые по результатам почвенной съемки как сильноэродированные, накладываются на ареалы изначально маломощных почв. Мы считаем, что короткопрофильность этих почв зависит не столько от интенсивности проявления эрозионных процессов, сколько от первоначальных особенностей почвообразования в пределах разно ориентированных склонов с крутизной более 3°. Несомненно, что в последние 200 лет при земледельческом освоении водосборных площадей произошла эрозионная сработка гумусового профиля маломощных почв, и они приобрели облик сильноосмытых. Однако, очевидно, что сопоставление их морфологического строения с общим эталоном – полнопрофильными почвами водоразделов на рыхлых отложениях не вполне корректно. Для районов распространения дерново-карбонатных почв, площадь которых в Белгородской области достигает 150,5 тыс. га, необходимо обоснование собственных эталонов для более точной диагностики степени их эродированности. Остается спорным вопрос: чем обусловлено низкое содержание гумуса в пределах этих почвенных контуров? Сильным смывом или недостаточным временем для реализации почвообразования в условиях склонового рельефа со слабовыветренными карбонатными породами?

Некорректность методики определения степени эродированности почв, разработанной в начале XX века и активно используемой и в настоящее время, основанной на сопоставлении профилей склонов и плато подчеркивали многие ученые (Сурмач, 1954; Наумов, 1955; Полупан, 1998 и др.). Для решения данного вопроса необходим концептуально новый подход к построению модели формирования почв в пределах склонов, который в полной мере будет отражать условия и факторы формирования этих почв.

Результаты проявления водно-эрозионного процесса на склонах можно рассматривать как парагенетическую систему распространения почв разных категорий эродированности. К примеру, на основе изучения почвенных карт масштаба 1 : 50000 для черноземных почв (пяти подтипов) территории Молдовы при общей эродированности 22,5% отношение между площадями слабосмытых – среднесмытых – сильносмытых составляет 1:0,47:0,11.

Доля почв разной степени эродированности составляет 53,6% от общей площади почв Белгородской области (2713,4 тыс. га). Распределение между площадями отдельных категорий эродированности: слабосмытыми – среднесмытыми – сильносмытыми отражает отношение 1:0,36:0,16. Другими словами, площади среднесмытых почв в 2,8 раз уступают площади слабосмытых, а сильносмытых почв в 6,2 раза меньше, чем слабосмытых. Можно предположить, что при дальнейшем развитии эрозионных процессов в данных геоморфологических условиях соотношение между категориями эродированности будет обладать определенным постоянством.

По результатам дешифрирования площадь сильносмытых почв за 30 лет увеличилась на 18,15 тыс. га (со 151,95 тыс. га до 170,1 тыс. га). Используя ранее указанные соотношения между категориями эродированности, прогнозные площади слабосмытых и среднесмытых почв оцениваются в 1063 и 387 тыс. га соответственно. Таким образом, общая эродированность почвенного покрова Белгородской области за счет нарастания процесса эрозии за 30 лет и более точного учета его проявления увеличилась на 6% и может составлять 59,7%.

В последние годы (Ries, Marzloff, 2003) пришло понимание того, что пространственное и временное разрешения спутниковых датчиков, а также обычной аэрофотосъемки не соответствуют масштабам и динамике геоморфологических процессов. Однако дальнейшей разработке этой проблематики способствуют революционные изменения последнего времени, связанные с широкой доступностью результатов дистанционного зондирования Земли, в том числе данных высокого разрешения и цифровых моделей поверхности, созданных на основе стереопар космоснимков и данных радарного сканирования земной поверхности. Депозитарии Университета Мериленда, Terralook,

Glovis, WIST, FTP-серверы NASA и другие сервисы предоставляют пользователям сети Интернет доступ к космической съемке Landsat-5/7, Aster, цифровым моделям поверхности SRTM и Aster Dem. При этом большинство данных является бесплатными, а давность некоторых космических снимков исчисляется месяцами с момента съемки. В этой связи большой потенциал имеет интеграция результатов дистанционного зондирования Земли с ГИС-технологиями. Появляется возможность не только визуально дешифровать эрозионную сеть и ареалы эродированных почв, но и применять автоматизированные процедуры морфометрического анализа цифровых моделей рельефа для повышения достоверности дешифрирования.

Литература

1. Гудилин И.С. Дешифрирование рельефа как индикатора элементов геологического строения // Труды Моск. об-ва испытателей природы. 1970. Т. 36. С. 105-118.
2. Наумов С.В. К вопросу классификации смытых почв карт // Почвоведение. 1955. №5. С. 60-68.
3. Полупан Н.И. Влияние микрорельефа склоновых земель на процессы эрозии // Почвоведение. 1998. №6. С. 753-762.
4. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований. Л.: Изд-во Ленинградского университета. 1975. 303 с.
5. Сурмач Г.П. Классификация смытых почв и ее применение при составлении крупномасштабных почвенно-эрозионных карт // Почвоведение. 1954. №1. С. 71-80.
6. Ries J. B., Marzolf I. Monitoring of gully erosion in the Central Ebro Basin by large-scale aerial photography taken from a remotely controlled blimp // Catena. 2003. V. 50. Issues 2-4. P. 309-328.
7. Zernit E.R. Drainage patterns and their significance // Journal of Geology. 1932. Xd-6. P. 498-521.

Ключевые слова: водная эрозия почв, эродированность почв, аэрофотоснимки, прогноз.

Ф. Н. Лисецкий, Л. В. Марциневская. Оценка развития линейной эрозии и эродированности почв по результатам аэрофотосъемки

В работе представлены результаты дешифрирования аэрофотоснимков, позволившие выявить распространение эрозионных форм рельефа, сильноэродированных и маломощных почв на территории Белгородской области. Используя соотношения между категориями эродированности, авторами получены прогнозные площади слабосмытых и среднесмытых почв, а также более точные оценки общей эродированности Белгородской области.

Lisetskii F.N., Martsinevskaya L.V. Assessment of development of linear erosion and soil erosion as a result of aerial photo shooting

The results of decoding of aerial photographs, which helped to highlight the spread of erosion forms of relief, severely eroded soils, and little-power soils in the territory of the Belgorod region represented in the work. On the relation between the categories of eroded soils projected area of weak and medium erosion washed soils, as well as more accurate estimates of the total erosion of Belgorod region, obtained authors.