

ГЕНЕЗИС  
И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

ДИАГНОСТИКА, ГЕНЕЗИС И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЕДОСЕДИМЕНТОВ  
В ПРЕДЕЛАХ МАЛОГО ВОДОСБОРА  
(СРЕДНЕРУССКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ)

© 2019 г. Т. С. Кошовский<sup>1</sup>, \*, А. П. Жидкин<sup>1</sup>, А. Н. Геннадиев<sup>1</sup>, Н. Н. Иванова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

\*e-mail: tkzv@ya.ru

Поступила в редакцию 16.08.2018 г.

После доработки 30.10.2018 г.

Принята к публикации 28.11.2018 г.

Статья посвящена детальному анализу педоседиментов – отложений, состоящих из перенесенного материала гумусовых горизонтов почв. Обосновано 5 основных морфологических признаков, диагностирующих намывтый материал почв, показана их локализация и приуроченность к различным типам педоседиментов. На основе морфологического анализа построена карта распространения педоседиментов в пределах малого водосбора, расположенного в Тульской области. По особенностям морфологического строения и характера расположения выделены типы педоседиментов: 1) нивелирующие, заполняющие понижения рельефа, 2) покрывающие, простирающиеся на склонах балки, 3) выступающие над поверхностью склона, представленные напашами – положительной формой рельефа в виде вала на границе пашни. Показано, что преобладающими по занимаемой площади (60%) и по объему аккумулярованного материала (45%) являются покрывающие педоседименты, сформированные на склонах. Нивелирующие педоседименты в днище балки занимают 25% площади и задерживают около 35% всех наносов малого водосбора. На долю выступающих педоседиментов приходится только 2% от всего материала, аккумулярованного в педоседиментах. Однако зафиксирована существенная роль напашей в их формировании и локализации. Материал, перераспределенный в пределах малого водосбора, составил 12% от общей массы гумусовых горизонтов почв-доноров. Педоседименты играют существенную роль в почвенном покрове, занимая 10% от всей площади водосбора.

*Ключевые слова:* эрозионно-аккумулятивные процессы, почвенные катены, микроарены, стратоземы, Luvic Greyzemic Phaeozems, Luvic Chernic Phaeozems, Chernic Phaeozems (Colluvic, Pachic)

DOI: 10.1134/S0032180X19050058

## ВВЕДЕНИЕ

Последствиями эрозионно-аккумулятивных процессов, протекающих в районах с высокой степенью сельскохозяйственного освоения, являются как смыв поверхностных почвенных горизонтов на пашнях, так и отложение смытого твердофазного вещества почв в подчиненных геохимических позициях [18]. Согласно оценкам, большая часть твердофазного вещества почв, смываемого с пашен, откладывается в верхних звеньях флювиальной сети, не достигая русел рек. Для бассейнов Среднерусской возвышенности доля откладываемого материала составляет более 70% [9]. Аккумуляция на поверхности почв смытого с пашен материала приводит к изменению строения и почв, и структуры почвенного покрова [23]. Несмотря на широкую распространенность явления, работ, посвященных анализу распространения почвенных тел с аккумуляцией твердофазного вещества, недостаточно. Большая

часть исследований намывтых почв сосредоточена на днищах балок и поймах [1, 2], намывтые почвы на склоновых позициях исследованы в значительно меньшей мере. Единичными являются работы с комплексным исследованием аккумуляции твердофазного вещества в малом водосборе [25, 31]. Продукты аккумуляции почвенного вещества, снесенного с эродированных склонов, были названы Герасимовым педолитами [6]. Позднее, Глазовской для обозначения этих образований были введены уточняющие понятия – педоседименты и педолитоседименты [7]. Педоседименты (ПДС) формируются за счет материала гумусовых горизонтов, то есть при денудации таких почв как черноземы, темно-серые, темно-каштановые, а педолитоседименты – за счет материала элювиальных и срединных горизонтов, что происходит при эрозии таких почв, как дерново-подзолистые, светло-серые и др. В дальнейшем Глазовская выделяет дополнительные типы почвенно-породных образований: педолито-

циклиты, педолитокомплексы и педолитоформации [8]. Под ними понимаются толщи, состоящие из серии отложений и почв, сформированных на седиментах различного возраста. По Сычевой, голоценовые педолитоциклиты образовались при климатически обусловленном циклическом чередовании стадий аккумуляции с накоплением поверхностных отложений и стадий стабилизации с формированием разделяющих отложения почв. Накопление педоседиментов, в отличие от педолитоциклитов, по большей части приурочено к периодам массовой распашки [25].

Отметим, что термин ПДС также используется при расшифровке строения толщ почв и рыхлых отложений в палеопочвенных исследованиях, где под ним понимаются слои аллохтонного (перенесенного) материала, содержащего признаки почвообразования, не обязательно полностью состоящего из вещества гумусовых горизонтов [11, 17, 25, 26]. В почвенно-археологических исследованиях ПДС могут рассматриваться как природно-антропогенное образование, сходное с понятием “культурный слой” [12, 24]. В данной статье понятие ПДС использовалось в терминологии Глазвской [8].

Актуальность исследования ПДС обуславливается не только важностью получаемой информации для понимания роли эрозионно-аккумулятивных процессов в формировании структуры почвенного покрова, но и их значением для консервации гумусированного материала и техногенных загрязняющих веществ [8]. Кроме того, учет доли привнесенного материала в почвенном профиле необходим для корректировки моделей почвообразования и уточнения балансовых оценок миграционных процессов на целостных водосборах [25].

Выделение и систематика ПДС реализованы в различных классификационных системах. В классификации почв СССР [16] выделяются “намытые” или “навешанные” виды почв для случаев с мощностью привнесенного материала не более 30 см (термин добавляется к названию погребенной почвы), и “переотложенные и искусственно аккумулярованные почвогрунты”, если мощность привнесенного материала превышает 30 см. Разделение переотложенных почвогрунтов осуществляется по отдельным критериям, указанным в приложении к классификации: мощности намытой части, степени слоистости, гранулометрическому составу, гумусированности, содержанию карбонатов, и прочим особенностям материала. При мощности привнесенной части менее 100 см в названии указывается и погребенная почва.

В классификации почв России [15, 21] выделяются: “стратифицированные” и “гумусово-стратифицированные” подтипы различных почв при мощности привнесенного материала менее 40 см,

а при мощности намытой части более 40 см почвы диагностируются в отделе стратоземов ствола синлитогенных почв. Стратоземы разделяются на типы по характеру привнесенного материала (серо-, светло- и темногумусовые), на подтипы – по генезису наноса (водно-, эолово-аккумулятивные и урбо-стратифицированные). При мощности привнесенной толщи менее 100 см при диагностике учитывается тип погребенной почвы.

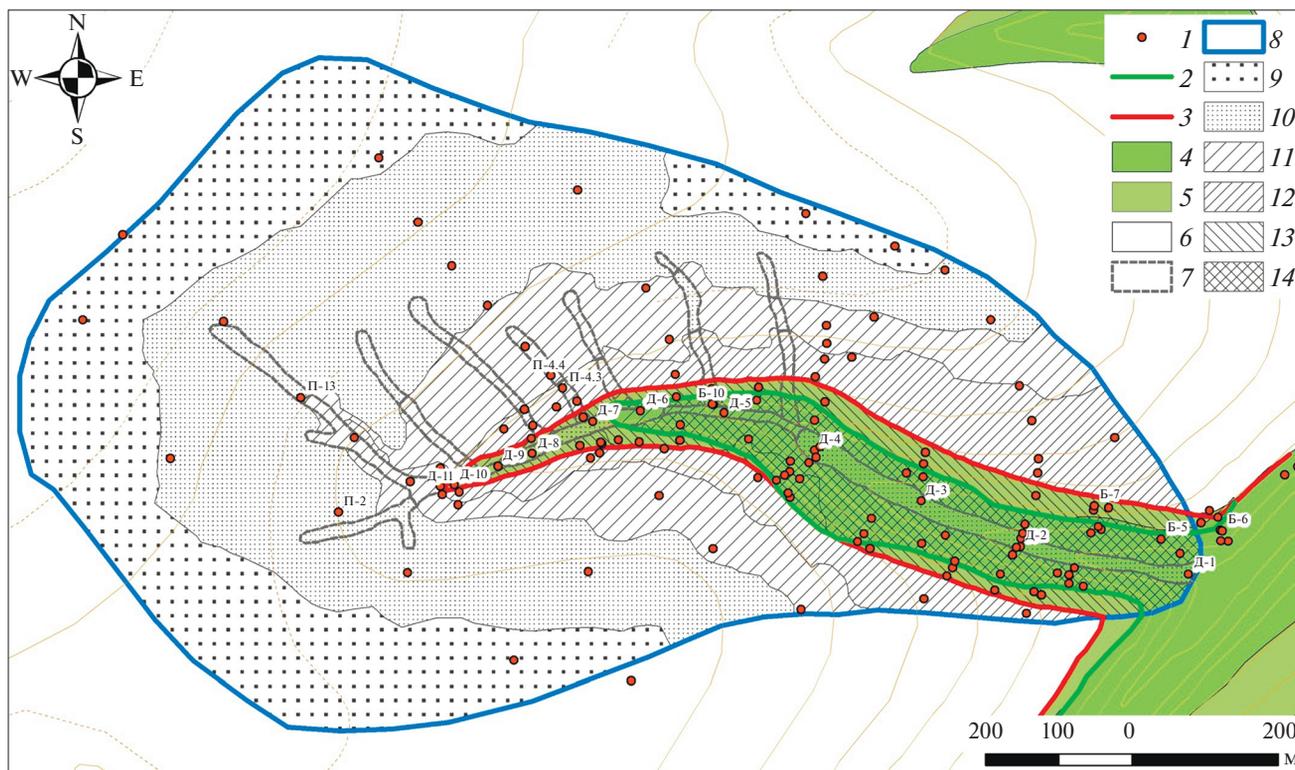
В международной классификации почв WRB для учета привнесенного на земную поверхность вещества применяется квалификатор *colluvic*, используемый при мощности привнесенной части более 20 см. Материал *colluvic* имеет признаки перемещения вниз по склону и характеризуется более низкой плотностью в сравнении с погребенной почвой [19, 32].

Целью работы являлось детальное исследование происхождения, диагностики и локализации ПДС, сформированных в результате эрозионно-аккумулятивных процессов в пределах малого водосбора с высокой степенью сельскохозяйственного освоения.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования был малый водосбор первого порядка площадью 96 га, расположенный в Плавском районе Тульской области в бассейне балки Часовенков Верх (37.16° в. д., 53.63° с. ш.). Рельеф и характер землепользования водосбора типичен для условий Среднерусской возвышенности.

Ранее на исследуемой территории господствовали луговые степи и участки широколиственных лесов [28]. Массовое сельскохозяйственное освоение бассейна р. Локна (территория бывшего Крапивенского уезда), согласно литературным и косвенным историческим данным, началось в середине XVI в. [10, 22, 28]. На картах Генерального межевания все междуречные склоны в бассейне балки Часовенков Верх, притоком которой является исследуемая малая долина, показаны распашанными [3]. Соответственно, длительность распашки исследуемого водосбора составляет не более 450 лет. В настоящее время водораздельные пространства и пологие склоны междуречий распашаны до бровок малой долины, на полях выращиваются зерновые и корнеплодные культуры. Днище и склоны балки покрыты луговой злаковой (*Bromopsis inermis*) и лугово-степной злаково-разнотравной (*Poa angustifolia*, *Fragaria vesca*, *Euphorbia* sp., *Agrostis* sp., *Hypericum perforatum*, *Tanacetum vulgare*) растительностью с примесью сорных rudеральных видов (*Carduus crispus*, *Urtica dioica*, *Cirsium arvense*). В нераспахиваемой в настоящее время части балки выделяются участки залежи, распаиваемые до 1990-х гг., и целинные участки.



**Рис. 1.** Карта-схема фактического материала. Обозначения: 1 – почвенные разрезы и буровые колонки, 2 – граница пашни до 1990-х гг.; 3 – современная граница пашни с наличием напаш; 4 – луговая растительность на целинных участках, 5 – луговая растительность на залежных участках, 6 – современная пашня; геоморфологические элементы: 7 – ложбины, 8 – границы водосбора, 9 – субгоризонтальные участки; склоны: 10 – крутизной 1°–2°, 11 – крутизной 2°–3°, 12 – 3°–6°, 13 – 6°–12°, 14 – 8°–18°. Сплошные горизонталы проведены через 5 м.

Залежи расположены на покатых склонах и в верховьях балки, целинные участки занимают крутые склоны балки и ее днище.

Территория водосбора по морфометрическим характеристикам была разделена на семь геоморфологических единиц – субгоризонтальные участки, пологие склоны крутизной 1°–2° и 2°–3°, покатые склоны крутизной 3°–6°, крутые склоны с крутизной более 6°, склоновые ложбины, днище. Особое внимание было уделено выявлению пространственного положения и морфометрических характеристик напашей – своеобразных форм микрорельефа природно-антропогенного происхождения в виде линейно вытянутых валов, образующихся на нижней границе пашни (рис. 1).

Изучение распространения и формирования ПДС базировалось на анализе морфологического строения почвенных профилей. В пределах малого водосбора было описано 150 точек. Для определения эталонных значений мощностей генетических горизонтов исследовалось строение почв приводо-раздельных субгоризонтальных участков; для оценки интенсивности смыва – почвенные профили распашанных склонов. Для выявления пространственного распределения ПДС изучались

почвы задернованных участков, включающих склоны и днище малой долины (табл. 1).

Камеральная обработка материала проводилась с использованием ГИС пакетов ArcGIS 9.2 и SAGA. Для проведения пространственного анализа были использованы: а) морфологические описания почв в точках опробования, б) цифровая модель рельефа, составленная по данным детальной топографической съемки водосбора, проведенной авторами статьи, в) данные дистанционного зондирования разных лет. По полученным материалам были построены картосхемы мощностей почвенных горизонтов. Интерполяция проводилась в пакете ArcGIS инструментом “Топо в растр”, где в качестве входных данных были использованы точки почвенных описаний с фактически определенными мощностями и изолинии, проведенные вручную для повышения качества интерполяции.

Почвенный покров исследованного водосбора на водораздельных позициях и приводораздельных склонах представлен агрочерноземами глинисто-иллювиальными оподзоленными (Luvic Greyzemic Phaeozems (Loamic, Aric, Pachic), 38% от площади водосбора) и типичными (Luvic Chernic Phaeozems (Loamic, Aric, Pachic), 15%), агрозе-

**Таблица 1.** Разделение водосбора по характеру землепользования и рельефу

Тип землепользования	Характеристика рельефа	Площадь, га	Количество разрезов
Распахиваемая территория	Субгоризонтальные участки, 0°–1°	27.4	9
	Пологие склоны, 1°–2°	29.6	12
	Пологие склоны, 2°–3°	13.8	11
	Покатые склоны, 3°–6°	8.3	18
	Ложбины	2.9	10
Современная граница пашни Залежь (распашка до 1990-х гг.)	Итого, пашня:	83.0	60
	Напашь	0.41	2
	Склоны, 2°–6°	0.43	6
	Склоны, 6°–12°	3.43	18
	Ложбины	0.08	2
Нераспахиваемые земли	Днище	0.28	4
	Итого, залежь:	4.2	30
	Склоны	6.31	34
	Ложбины	0.15	1
	Днище	1.79	12
Итого, водосбор	Итого, целина	8.2	47
		95.6	150

мами темными глинисто-иллювиальными типичными (Luvic Chernic Phaeozems (Loamic, Aric), 10%) и оподзоленными (Luvic Chernic Phaeozems (Loamic, Aric), 5%). В нижних частях склонов в почвенном покрове встречаются агро-темносерые почвы (Luvic Greyzemic Phaeozems (Epi-loamic, Endoclayic, Aric, Differentic, Episiltic)) и агроземы темные мицелярно-карбонатные (Luvic Kastanozems (Loamic, Aric, Protocalcic)), характеризующиеся профилем PU–(bi + au)–BCAmc со смытыми верхними горизонтами (менее 5% от площади водосбора). Подробная характеристика почвенного покрова на распахиваемых участках данного водосбора приведена в предыдущей публикации [5]. Локализация почв-доноров, являющихся источниками твердофазного вещества для ПДС, была определена по данным морфологических описаний почв пахотной части водосбора. Для выявления степени смытости проводили сравнение с мощностями генетических горизонтов почв, расположенных на приводораздельных позициях и не обладающих признаками эродированности (табл. 2). Мощность гумусированной части профиля (гор. А + АВ) менее 56.7 см (величина  $M - \sigma$ ) отмечена в почвах на 57% площади пашни; в том числе, менее 49.5 см ( $M - 2\sigma$ ) – на 19% площади пашни, менее 42.3 см ( $M - 3\sigma$ ) – на 11% пашни. Мощность гор. А + АВ превышает 71.1 см ( $M + \sigma$ ) только на 6.6% площади. В пределах распаханных склонов выделяется 3 основных ареала смытых почв. Наибольший по площади ареал (10% от площади пашни) приурочен к склону южной экспозиции на левом борту балки от его средней части до устья; второй ареал (8% от площади пашни) располагается в нижней части склона юго-восточной экспозиции в верховьях водосбора; третий ареал приурочен к нижней тре-

ти склона северной и северо-восточной экспозиций в приустьевой части водосбора.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Полевая диагностика педоседиментов.** На исследованном водосборе педоседименты сложены, в основном, материалом гумусовых горизонтов почв. Этот материал имеет много общих морфологических черт с автохтонными непемещенными гумусовыми горизонтами, в частности – темно-серый цвет, агрегированность, рыхлое или слабоуплотненное сложение. Близость морфологических свойств гумусовых горизонтов, сформированных *in situ*, и намывных отложений затрудняет их разделение в профилях ПДС, в том числе, вследствие почвообразовательных процессов, протекающих в привнесенном материале. Для выделения ПДС авторами использованы следующие диагностические признаки (обозначения по [21]): gh – повышенная мощность гумусированной части профиля по сравнению со средними значениями для водосбора; w1 – светлые (отмытые) субгоризонтальные слои и линзы (авторский индекс); ~ – горизонтальная слоистость, образованная прослоями из материала различного состава, в том числе контрастно отличающегося по цвету от вмещающей толщи; gx – артефакты, материал антропогенного происхождения в глубине почвы; abg – наличие резкого перехода между горизонтами на глубине, превышающей залегание подплужной подошвы.

Для диагностики педоседиментов по признаку gh (большой мощности гумусированной части профиля) был определен граничный уровень мощности, превышение которого позволяло от-

**Таблица 2.** Статистические показатели распределения мощностей горизонтов в почвах на приводораздельных участках, принятых за эталонные значения

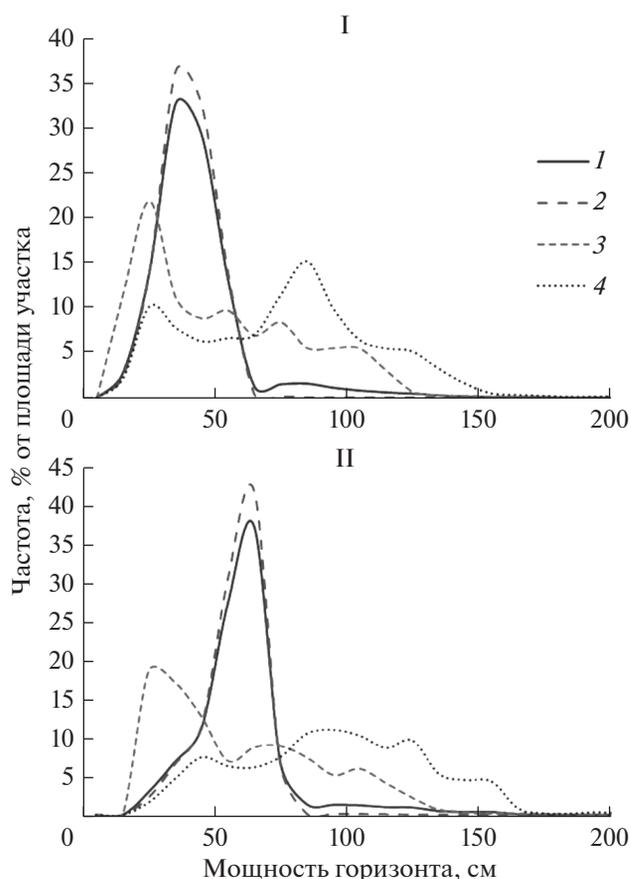
Горизонты [16]	Горизонты [15]	<i>N</i>	<i>M</i>	Min	Max	$\sigma$	<i>CV</i>
A	PU, AU	9	48.1	35	56	6.8	14.2
A + AB	PU, AU, (au + bi)	9	63.9	50	76	7.2	11.3
A + AB + BA	PU, AU, (au + bi), (bi + au)	9	85.3	63	102	13.4	15.7

Примечание. *N* – количество разрезов, *M* – среднее значение глубин по медиане, Min – минимум, Max – максимум,  $\sigma$  – стандартное отклонение, *CV* – коэффициент вариации.

нести почву к ПДС с минимальной погрешностью. Определение пороговых значений проводилось двумя путями. На основании полевых описаний почв приводораздельных позиций была рассчитана средняя величина мощностей несмытых гумусовых горизонтов (табл. 2). Почвы с мощностями горизонтов, превышающими величину  $M + 2\sigma$  (61.7 см для гор. A и 78.3 см для гор. A + AB), рассматривались как потенциально намывные. Во-вторых, анализировался характер статистического распределения площадей, занятых почвами с различной мощностью гумусовых горизонтов (рис. 2). Выявлено одномодальное распределение мощностей гумусовых горизонтов для пахотной части водосбора, и полимодальное распределение для залежной и целинной частей. Для всего водосбора наблюдается преобладающий колоколообразный пик для почв со стандартными мощностями и меньший по размеру второй пик с почвами повышенных мощностей. Глубина, на которой происходит переход кривой от колоколообразной формы ко второму малому пику, принята в качестве порогового значения, разделяющего почвы постлитогенного генезиса с автохтонным характером гумусообразования и почвы синлитогенного генезиса с привнесом гумусированного материала. Пороговое значение мощности составило 67 см для гор. A и 80 см для гор. A + AB, что несколько больше величин, рассчитанных как среднее для неизмененных почв. Почва диагностировалась как педоседимент при превышении больших (то есть определенных по второму варианту) значений.

Светлые (отмытые) прослои и линзы в почвенном профиле имеют вид тонких (от 0.5 до 3 мм) полос белесого цвета, расположенных субгоризонтально или под небольшим уклоном, волнистых или слабоволнистых, часто в виде серии прослоев. По визуальным наблюдениям, гранулометрический состав прослоев обычно облегчен по сравнению с вмещающей массой. Отмытые зерна кварца в подобных прослоях имеют размерность крупной пыли, то есть алевроитовой фракции [14]. Происхождение прослоев может быть связано с отмыванием почвенных частиц от гумусовых пленок в переотложенном материале поверхностными потоками во время стоковых ливней или снеготаяния. Также дополнительным

фактором отбеливания минеральных зерен в горизонтах из темно-серых почв и черноземов оподзоленных могут служить процессы элювирования, проходящего при слабокислой реакции среды. Величина pH водной суспензии наносов в днице варьирует в пределах значений 5.3–6.0. Модельные эксперименты показывают, что имеет место и селективный отбор: при ручейковом потоке происходит вынос прогумусированных агрегатов, в том числе копролитов, а в русле откладываются обломки менее гумусированных агрегатов и минеральные зерна [20]. Белесовато-серая присыпка на поверхности почвы наблюдается



**Рис. 2.** Распределение площадей, занятых почвами с мощностями: I – гумусового гор. A, II – гумусового и переходного гор. A + AB, для: 1 – всего водосбора; частей водосбора: 2 – пахотной, 3 – залежной, 4 – целинной.

также после сильных дождей. В этом случае отмывка минеральных зерен происходит за счет действия дождевых капель [29].

Наличие в гумусированной части профиля ясно выраженной горизонтальной делимости и прослоев из менее гумусированного вещества также свидетельствует об аллохтонности материала педоседимента. Такие прослои формируются при переотложении материала из глинисто-иллювиальных и текстурных горизонтов вследствие размыва почв до срединных горизонтов на выше расположенных участках водосбора.

Погребенные под намытой толщей почвы могут быть как ненарушенными, так и в различной степени эродированными. Когда отложение гумусированного материала происходит на ненарушенной поверхности, разделение почвенного профиля на погребенную и намытую части не всегда очевидно, так как намытый материал имеет сходные морфологические характеристики с материалом гумусового горизонта погребенной почвы. Если намытый гумусовый материал аккумулируется на частично смытую почву, с экспонированными на поверхность срединными горизонтами с низким содержанием гумуса, переход между постлитогенной почвой и намытым слоем оказывается ясным, иногда до резкого, что и является признаком выделения нижней границы педоседимента. При этом для диагностики ПДС необходимо отличать подобный переход от резкой границы между пахотным и подстилающими горизонтами сильно смытой почвы. По данному признаку диагностику ПДС проводили в тех случаях, когда глубина залегания резкого перехода превышала максимальную глубину вспашки.

Отметим, что для диагностирования намытой почвенной толщи достаточно наличия хотя бы одного из перечисленных признаков. Соответственно, возможно выделение педоседимента и при мощности намытого слоя менее 40 см, за счет наличия других диагностических признаков.

Дополнительными признаками намытого гумусированного материала является его структура, отличающаяся от автохтонного гумусового горизонта меньшим размером агрегатов, округлой (чечевицеобразной) формой, однопорядковостью и слабой степенью выраженности [25].

При проведении картографирования педоседиментов и интерполяции материалов почвенной съемки на всю территорию водосбора использовался метод фитоиндикации пространственного распределения смытых и намытых почв [9]. Почвы с повышенными мощностями гумусовых горизонтов диагностировались по густой крапивно-шалфейево-кострецовой луговой растительности. Землянично-полевициево-мятликовые ассоциации указывали на почвы с пониженными мощностями гумусовых горизонтов.

Вероятно, начало формирования исследуемых ПДС коррелирует с началом массовой распашки территории, так как, согласно многочисленным исследованиям, почвы под естественными луговыми степями и участками широколиственных лесов не подвергаются ускоренной эрозии [4, 13]. Кроме того, по предыдущим исследованиям авторов, агрогенное формирование ПДС в днище водосбора подтверждается обнаружением сферических магнитных частиц на глубине до полутора метров [27].

**Характеристика педоседиментов.** *Педоседименты в днище балки.* Мощность намытой части профиля в почвах днища балки колеблется в пределах от 80 до 215 см, в среднем составляя 150 см (рис. 3). Намытая толща представлена стратифицированным темногумусовым гор. RU. Глубина залегания нижней границы гор. RU повсеместно, за исключением привершинного участка днища, превышает 100 см. Для горизонта характерны основные морфологические признаки переотложения материала: отмытые прослои, хорошо выраженная горизонтальная делимость, слабая степень выраженности структуры (агрегаты меньше по размеру и менее прочные, чем в автохтонном темногумусовом гор. AU). Встречаются, хотя и редко, прослои негумусированного желто-бурого материала срединных горизонтов почв-доноров, а также различные артефакты антропогенного происхождения (стекло, полиэтиленовая пленка).

В процессе исследований выявлена общая тенденция увеличения мощности намытого материала в направлении от вершины к устью балки. Локально, в зависимости от формы днища в плане и профиле, эта тенденция нарушается: узкие участки днища с повышенными уклонами (рис. 1, разр. Д-2, Д-5) характеризуются меньшими мощностями намытой части профиля, а широкие участки днища с малыми уклонами имеют повышенные мощности (разр. Д-4, Д-1). Во всех почвах днища обнаружены светлые отмытые прослои (признак w1), их выраженность и обилие возрастает на участках с повышенными уклонами днища.

Намытый материал в днище балки откладывается на следующих вариантах неэродированных погребенных почв: черноземы глинисто-иллювиальные оподзоленные квазиглеевые (Luvic Greyzemic Endostagnic Phaeozems (Loamic, Cutanic)) с профилем AU-(au + bi)el-(bi + au)q-BIel,q, гумусовые квазиглеевые почвы (Mollic Gleysols (Loamic)) с профилем AU-AUq-Q-Qel-CQ и темно-серые глеевые почвы (Стг, Luvic Glossic Greyzemic Endogleyic Phaeozems (Loamic, Cutanic)) с профилем AU-AUel,g-AEL-BELg-BTg-Ge,i. На участках днища балки с повышенными уклонами и суженной шириной описаны погребенные эродированные профили, представленные следующими вариантами: субэлювиально-тек-

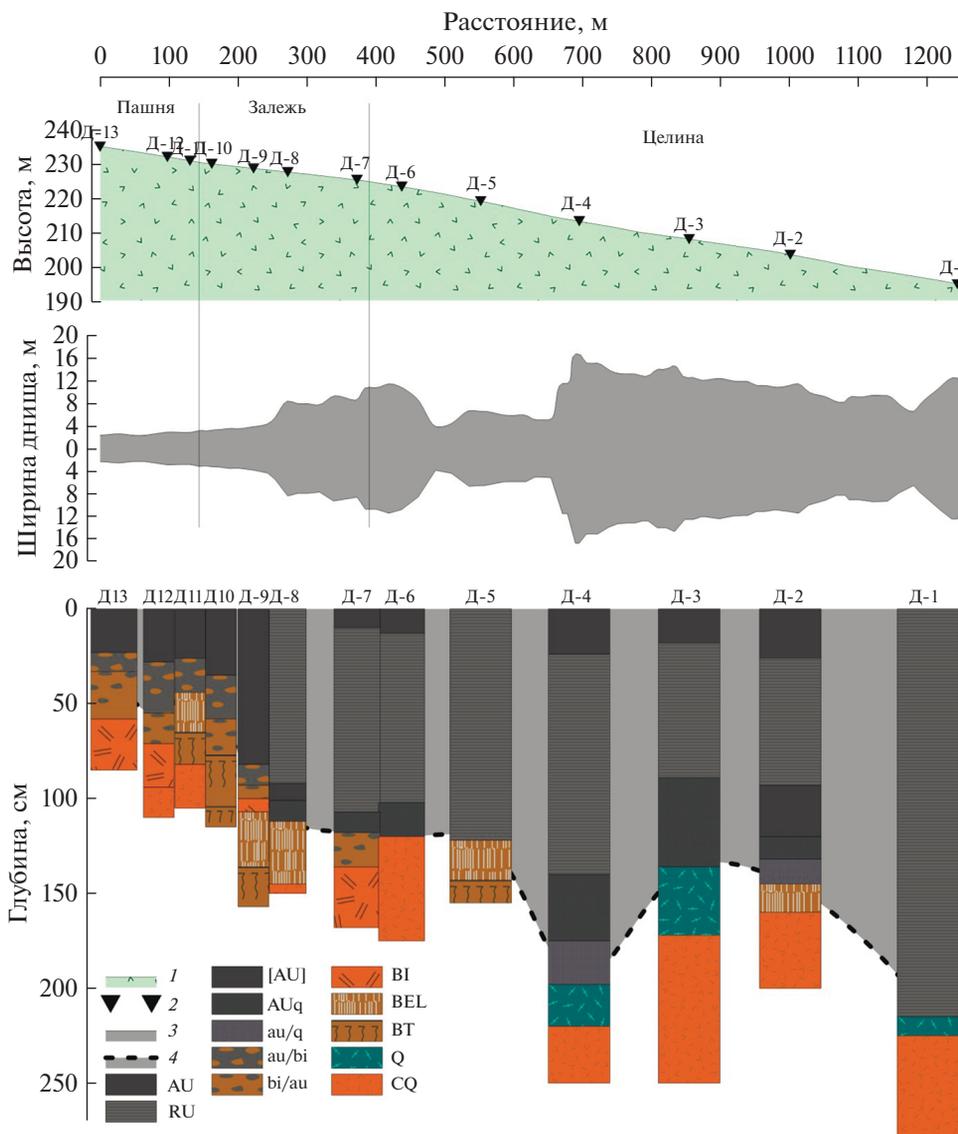


Рис. 3. Строение почв в днище балки. Обозначения: 1 – гипсометрический профиль дна, 2 – точки почвенных описаний, 3 – очертания дна в плане, 4 – общая мощность гумусированных горизонтов.

стурным с профилем BEL–BT, глинисто-иллювиально-квасиглеевыми с профилем BIq–Cq, квазиглеевым Q–CQ, и некоторыми другими. Погребенный под отложениями педоседиментов почвенный покров дна балки отличается значительной неоднородностью: в верхушке (на участке залежи) погребенные почвы представлены черноземами глинисто-иллювиальными оподзоленными (разр. Д-10, Luvic Greyzemic Endogleyic Phaeozems (Loamic, Cutanic)); ниже они сменяются темно-серыми квазиглеевыми (разр. Д-9, Д-8, Luvic Glossic Greyzemic Endogleyic Phaeozems (Loamic, Cutanic)). Еще ниже по простиранию балки, на суженном участке дна, в исходных почвах эрозией уничтожены гумусовые горизонты (разр. Д-7, Д-6, Д-5), поэтому намытая гумусированная толща имеет резкий пе-

реход к погребенным срединным горизонтам. Участок широкого дна характеризуется преобладанием квазиглеевых почв (разр. Д-4, Д-3, Д-1, Mollic Gleysols (Loamic)), в редких случаях прерываемых оподзоленными вариантами (разр. Д-2). В поперечном сечении дна также выявлена смена почв: погребенные почвы, расположенные у подножия (тылового шва) склона северной экспозиции, представлены темно-серыми сверхглубокооподзоленными (Luvic Glossic Greyzemic Phaeozems (Loamic, Cutanic, Differentic)); почвы подножия склона южной экспозиции представлены черноземами глинисто-иллювиальными (Luvic Phaeozems (Loamic, Cutanic, Huperhumic)).

В классификационном отношении [21] почвенные образования дна относятся к единому подтипу стратоземов темногомусовых водно-ак-

кумулятивных (Сз, Chernic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Pachic)), тип погребенной почвы при мощности стратифицированного темногумусового горизонта более 100 см не учитывается при диагностике. Лишь в привершинной части днища выделяются иные варианты: черноземы глинисто-иллювиальные гумусово-стратифицированные ( $Ч_{ги}^{гy}$ , Luvic Chernic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Pachic)) сменяющиеся стратоземами темногумусовыми водно-аккумулятивными на черноземе глинисто-иллювиальном (Сз-[ $Ч_{ги}$ ], Chernic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Pachic) over Luvic Chernic Phaeozems (Loamic)). В днище у тыловых швов диагностированы  $Ч_{ги}^{гy}$  и темно-серые гумусово-стратифицированные (Ст<sup>гy</sup>, Luvic Glossic Greyzemic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Cutanic, Pachic)).

*Педоседименты нераспахиваемых бортов балки.* На целинных бортах балки южной экспозиции постлитогенные почвы представлены черноземами глинисто-иллювиальными бескарбонатными (Ч, Luvic Chernic Phaeozems (Loamic, Cutanic, Humic)), черноземами глинисто-иллювиальными оподзоленными (Чоп, Luvic Greyzemic Phaeozems (Loamic, Cutanic)), темно-серыми глубокооподзоленными (Ст, Luvic Glossic Greyzemic Phaeozems (Loamic, Cutanic, Differentic)). На целинных бортах балки северной экспозиции распространены Чоп, Ст, а также серые сверхглубокоосветленные (С, Eutric Retisols (Episiltic, Endoclayic, Cutanic, Differentic, Ochric)). Также на этих склонах были описаны переходные варианты между Чоп и Ст – черноземы глинисто-иллювиальные оподзоленные текстурно-дифференцированные с профилем AUw-AU-AUel-(bi + au)-BTel (Luvic Greyzemic Phaeozems (Episiltic, Endoclayic, Cutanic, Differentic)). Почвы залежного участка на крутом склоне сильно эродированы. Повышенные темпы эрозии в период распашки были обусловлены большой крутизной склонов и длиной линий тока. Здесь распространены: агроземы глинисто-иллювиальные постагрогенные (Luvic Phaeozems (Anthric, Loamic, Cutanic)) с профилем PUpa-(bi + au)-BI-BC, агроземы глинисто-иллювиальные аккумулятивно-карбонатные постагрогенные (Luvic Endocalcic Phaeozems (Anthric, Loamic, Cutanic)) с профилем PUpa-(bi + au)-BCAmc-BCca, темно-серые постагрогенные (Luvic Glossic Phaeozems (Anthric, Loamic, Cutanic)).

Педоседименты на нераспахиваемых бортах балки имеют меньшую мощность намытой части профиля в сравнении с почвами днища, она варьирует в пределах от 20 до 130 см (рис. 4). В отличие от ПДС днища, на нераспахиваемых бортах морфологические признаки намыва выражены значительно слабее, переходы между намытой толщей и погребенным гумусовым горизонтом

очень постепенные или вообще не могут быть выделены. Светлые (отмытые) прослой встречаются здесь значительно реже по сравнению с ПДС днища. Остаются характерными для толщи ПДС структурная однопорядковость и меньшие размеры почвенных агрегатов в сравнении с погребенным и современным гумусовыми горизонтами.

В пространственном распределении ПДС выделяется ряд особенностей, в основном обусловленных миграционной структурой потоков воды и наносов в пределах водосбора. Целинные участки склонов чаще заняты ПДС, по сравнению с залежными (рис. 5). Наиболее крупные ареалы педоседиментов целинных участков приурочены к склону южной экспозиции; на склоне северной экспозиции они встречаются реже и имеют меньшую мощность – вероятно, за счет пониженных скоростей эрозии на пахотной части в сравнении со склонами южной экспозиции [13]. Мощность ПДС склонов максимальна вблизи исторической границы пашни, а далее вниз по склону к днищу мощность уменьшается вплоть до полного исчезновения намытой толщи (рис. 4). В направлении поперек склона мощность ПДС меняется неравномерно: максимальная (более 120 см) встречается в днищах ложбин, на поверхностях нерасчлещенных склонов она сокращается, в среднем составляя 50–60 см, местами достигая 80–90 см.

Только 23% площади залежи занято ПДС, а на большей ее части почвы эродированы и не перекрыты намытой толщей (рис. 5). Выделены 3 основных местоположения ПДС на залежи: в днищах склоновых ложбин, где мощность намытой части составляет в среднем 65 см, в привершинной части балки, где мощность намытой части варьирует от 43 до 128 см, и небольшой участок с мощностью ПДС 40 см находится в приустевой части водосбора ниже края современной пашни. Как правило, ПДС на залежах перекрывают эродированные почвы (признак abr).

В классификационном отношении почвы бортов балки представлены пятью подтипами, различающимися характером погребенной почвы: стратоземами темногумусовыми водно-аккумулятивными на абразе глинисто-иллювиальном (Сз-[Аб<sub>ги</sub>], Naplic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Pachic) over Luvisols (Cutanic, Humic)); на черноземе глинисто-иллювиальном (Сз-[ $Ч_{ги}$ ], over Luvic Chernic Phaeozems); на черноземе глинисто-иллювиальном оподзоленном (Сз-[ $Ч_{ги}^{оп}$ ], over Luvic Greyzemic Chernic Phaeozems); на темно-серой почве (Сз-[Ст], over Luvic Retic Greyzemic Phaeozems (Clayic, Cutanic)); на серой почве (Сз-[С], over Eutric Retisols (Cutanic, Differentic, Ochric)). Также распространены варианты гумусово-стратифицированных подтипов исходных почвенных типов.

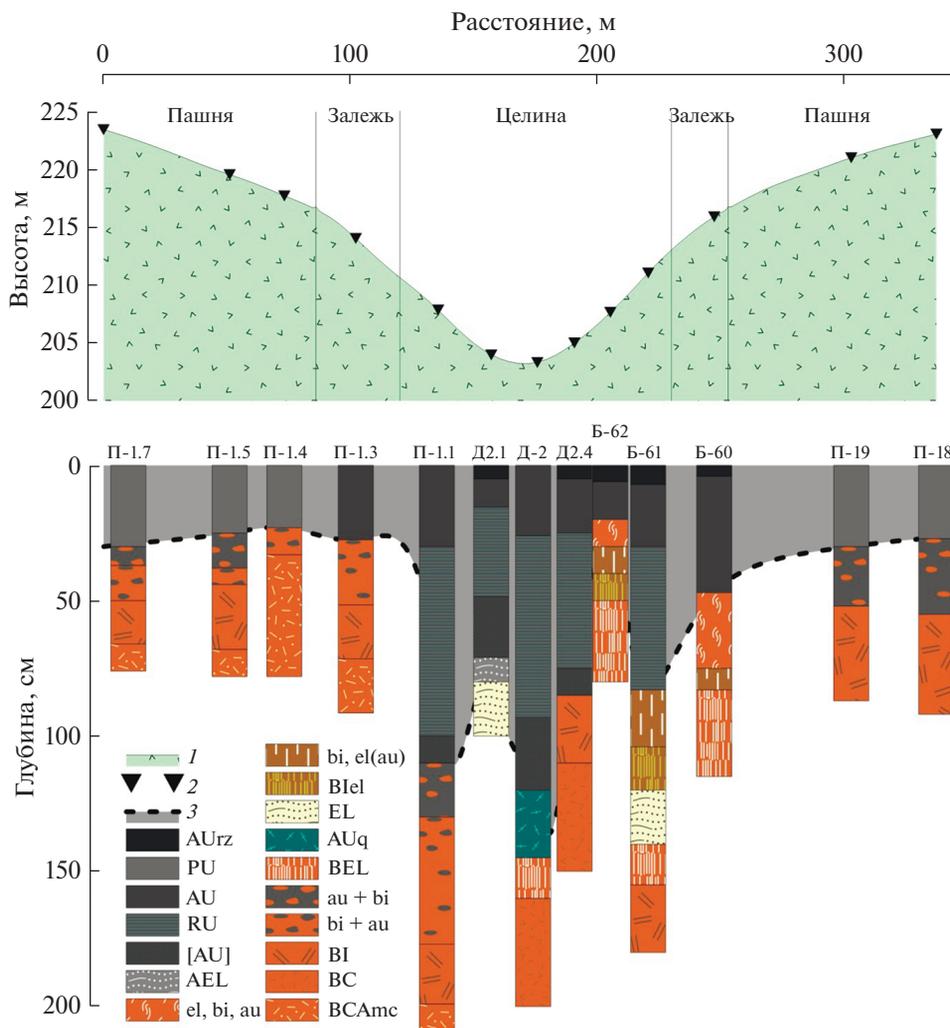
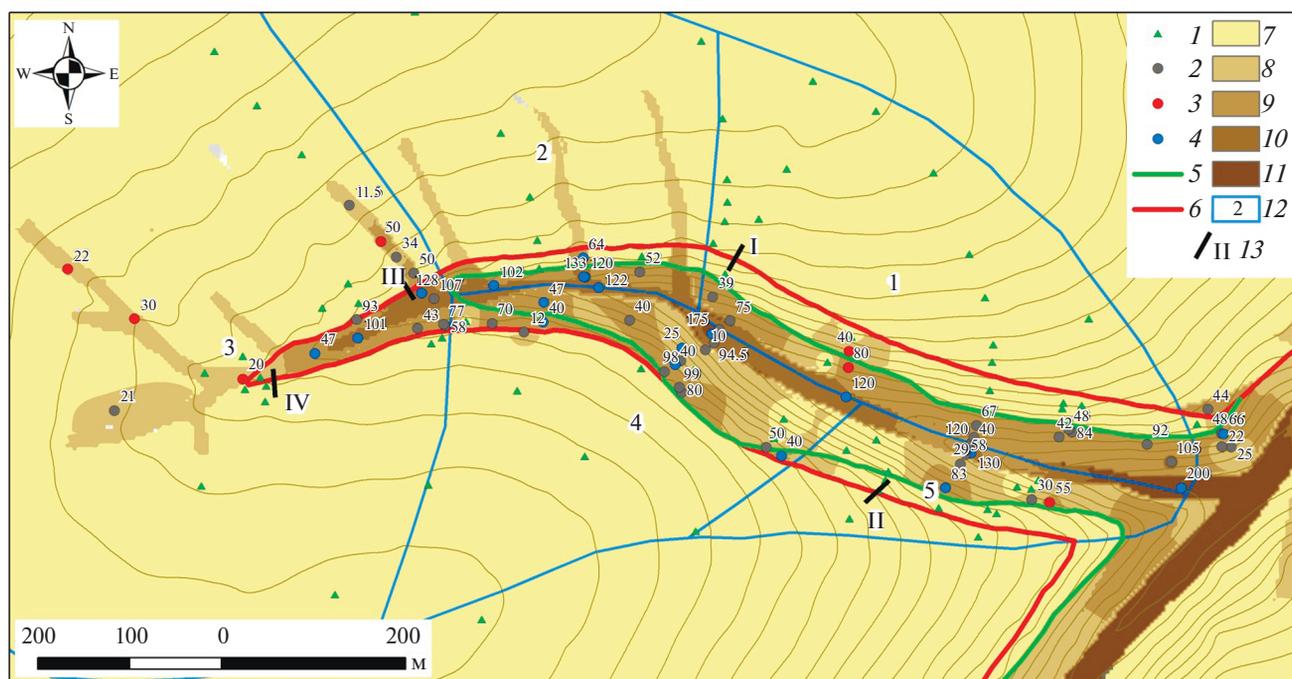


Рис. 4. Строение почв вдоль поперечного профиля через балку. Обозначения: 1 – гипсометрический профиль дна, 2 – точки почвенных описаний, 3 – общая мощность гумусированных горизонтов.

Напаша как педоседименты и как факторы их формирования. Напашам как специфическим для агроландшафтов образованиям, отдельное внимание уделяла Глазовская, указывая, что “территории, издавна используемые в земледелии, часто характеризуются наличием в нижних частях склонов террасовидных уступчиков, целиком образованных снесенным в результате ускоренной эрозии гумусовым горизонтом почв” [8, с. 25]. Такие участки она предложила выделять в качестве трансаккумулятивных фаций, хорошо маркируемых и формами рельефа, и почвами. К указанному добавим, что напаша выполняют двойную роль. Во-первых, они сами являются педоседиментами и должны учитываться в балансовых оценках эрозионно-аккумулятивных процессов. Во-вторых, напаша, являясь рубежами стока, существенно меняют миграционную структуру поверхностных водных потоков [9], тем самым во

многом определяя пространственное распределение педоседиментов в пределах водосбора [30].

Тело напаша является педоседиментом механично-водно-аккумулятивного происхождения, формирующимся у нижней границы распаханного склона за счет не только аккумуляции поступающего с пашни материала, но и механического наваливания грунта при отвальной вспашке. Вследствие этого для ПДС напашей редко характерна горизонтальная слоистость и светлые прослой. Мощность гумусированного слоя в них высокая, на исследованном водосборе составляет около 120 см. При формировании напаша на ранее смытых почвах граница с нижележащими горизонтами может быть четкой. В классификационном отношении педоседименты напашей формируют стратоземы темногумусовые агростратифицированные (Haplic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Pachic, Transportic)).



**Рис. 5.** Педоседименты исследуемого водосбора. Обозначения: 1 – разрезы, постлитогенные почвы; 2 – ПДС, выделенные по признаку rh, 3 – ПДС, выделенные по признаку w1, 4 – ПДС, выделенные по признаку abr; напаша: 5 – современная, 6 – историческая; мощность педоседиментов: 7 – менее 10 см, 8 – от 10 до 40 см, 9 – от 40 до 100 см, 10 – от 100 до 150 см, 11 – от 150 до 200 см; 12 – варианты локализаций ПДС (пояснения в тексте), 13 – профили через напашь.

Общая длина современной напаша составляет 2,2 км. Ширина зоны напаша за счет ежегодного незначительного смещения границы поля при вспашке варьирует от 2 до 5 м. В поперечном профиле ее строение может быть различным (рис. 6). Наиболее распространенным вариантом, выявленным на большом протяжении границы пашни, является напашь в виде вала, выступающего над поверхностью склона. Вторым по частоте встречаемости вариантом является напашь в виде небольшого повышения, практически не выраженного в рельефе. Этот вариант наблюдается в привершинной части балки, а также в понижениях рельефа – днищах склоновых ложбин и участках склонов с вогнутым продольным профилем.

Роль напаша в перераспределении наносов определяется ее положением относительно форм рельефа. Если напашь следует не строго вдоль горизонталей, а пересекает их под некоторым углом, то преднапашное понижение будет характеризоваться некоторым уклоном, что способствует не накоплению вещества перед напашью, а перенаправлению его в сторону уклона. Перемещение вещества вдоль напаша происходит до момента, когда уклон преднапашного понижения не исчезнет или не сменит направление на обратное. В местах смены уклона будет происходить заполнение преднапашного понижения и перелив потоков с взвешенными наносами на задернованные

борта. Места переливов приурочены, таким образом, к днищам секущих склонов ложбин, к углам пашни, к участкам склонов с вогнутым продольным профилем. На задернованных бортах ниже мест перелива формируются мощные ПДС (рис. 5). Напротив, задернованные борта в местах с экранирующей ролью напаша не получают наносы с пашни, несмотря на близость к ней, что подтверждается отсутствием на них педоседиментов (разр. Б-7).

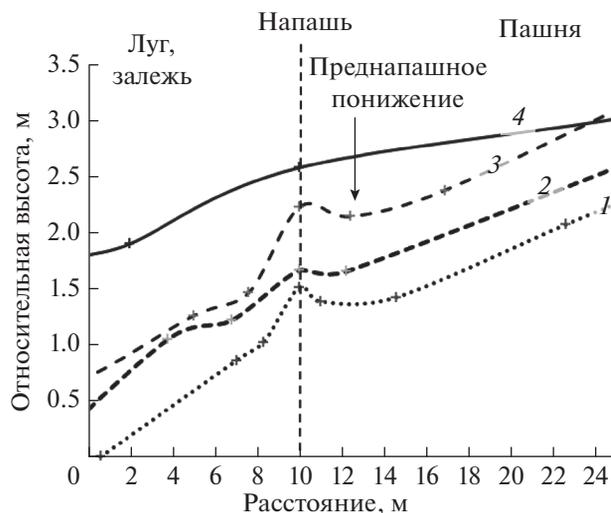
Историческая напашь, приуроченная к границе пашни до 1990-х гг., в настоящее время практически не выражена как положительная форма микрорельефа. На участке склона балки ниже исторической напаша педоседименты встречаются почти повсеместно, что свидетельствует об отсутствии ее барьерного эффекта.

*Педоседименты на распаханых склонах водосбора.* В пределах современной пашни педоседименты встречаются значительно реже, чем на задернованных бортах балки. Диагностика их затруднена за счет перепахивания и утраты таких признаков как горизонтальная слоистость и светлые прослои. По остальным признакам на пашне выделяется два варианта ПДС: 1) ПДС с повышенной мощностью гумусового профиля и постепенным переходом к погребенной почве; 2) ПДС с малыми мощностями гумусового профиля и четким переходом к погребенной почве.

Первый вариант ПДС формируется, вероятно, за счет аккумуляции вещества на поверхности несмытой или слабо-смытой почвы. Суммарная мощность гумусового профиля (гор. А + АВ) достигает в этом случае 125 см (разр. П-4.2). Почвы классифицируются как черноземы глинисто-иллювиальные гумусово-стратифицированные квазиглеевые (разр. П-4.2, П-4.3, Luvic Stagnic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Pachic)), а также темносерые гумусово-стратифицированные (разр. П-2, Luvic Glossic Greyzemic Phaeozems (Loamic, Colluvic, Cutanic, Pachic)). Местонахождение их приурочено к подножиям распаханых склонов с уклонами около 3°–4°. Причиной формирования ПДС на пашне может быть существование на данном участке межи – границы между двумя сельскохозяйственными полями. Межа имеет ширину около 2–3 м, и, благодаря отвальной вспашке и наличию густой сорной растительности, могла выступать в качестве барьера, задерживающего наносы.

Второй вариант ПДС на распахиваемых склонах водосбора формируется путем погребения эродированных почв, смытых до горизонтов (bi + au) или VI (разр. П-13, П-4.4). Почвы диагностированы как абраземы глинисто-иллювиальные гумусово-стратифицированные (Nudiargic Luvisols (Aric, Colluvic, Cutanic, Humic, Novic)), их профиль PU–rh–(bi + au)–VI–BC. Почвы хотя и имеют сходное с постлитогенными почвами строение (смену агротемногумусового горизонта средним), но характеризуются аллохтонным происхождением темного гумусового горизонта, что диагностируется по наличию слоистости (признаков w1) в нижней части пахотного горизонта и U-образному характеру нижней границы пахотного горизонта, заполняющего эрозионный врез. ПДС, сформированные на эродированных почвах, приурочены преимущественно к тальвегам ложбин. Здесь концентрируется сток воды и наносов с прилегающих склонов, поэтому велика вероятность как размыва почв, так и отложения наносов.

**Характеристика педоседиментов и предложения к их классификации.** Изученные педоседименты могут быть дифференцированы по нескольким параметрам – морфологическим свойствам намывного слоя, расположению на различных формах рельефа, удаленности от распахиваемых территорий, свидетельствующим об особенностях их формирования. Распространенность морфологических признаков намыва в профилях педоседиментов неодинакова. Наиболее часто встречается повышенная мощность гумусированной части профиля – 81% изученных ПДС обладают данным признаком. Отмытые прослойки встречаются в 27% случаях; резкие переходы между горизонтами – в 16% случаях, а артефакты в составе гумусового горизонта – только в 6%.



**Рис. 6.** Гипсометрические профили через напашу, выполненные по данным нивелировки. (1–4 – номера профилей – местоположение профилей указано на рис. 3).

В профилях ПДС возможно наличие как одного, так и сочетание нескольких признаков (табл. 3). Педоседименты, выделенные только по повышенной мощности гумусового профиля – мощные – описаны в 58% разрезов ПДС. Они распространены на задернованных нераспахиваемых бортах, а также на пологом участке залежи, расположенном в вершине балки. Педоседименты, выделенные по сочетанию повышенной мощности и по наличию светлых (отмытых) прослоев – мощные перемытые – составляют 19% от описанных ПДС, в основном они приурочены к днищу балки и ложбинам, реже встречаются и на склонах балки. Педоседименты, не характеризующиеся повышенной мощностью темного гумусового слоя, но имеющие в своем профиле прослой отмытого материала – перемытые – описаны на задернованных склонах балки. ПДС, сочетающие повышенную мощность и наличие резкой границы – мощные смыто-намывные – встречены в трех разрезах, и приурочены они к узким участкам днища. Наличие отдельных признаков и их сочетаний может быть использовано при классификации ПДС.

По типу локализации ПДС по отношению к мезо- и микрорельефу выделяются 3 группы. Первая группа ПДС – “заполняющие” – объединяет педоседименты, в которых наносы переотлагаются в понижениях рельефа, и морфометрические параметры тела ПДС лимитируются конфигурацией вмещающей отрицательной формы. Эта группа представлена ПДС, расположенными в днищах балки и склоновых ложбин. Такие ПДС обладают обычно максимальными мощностями, характеризуются частым наличием светлых от-

Таблица 3. Распространенность морфологических признаков ПДС

ПДС	Признаки, диагностирующие ПДС		Количество разрезов	% от общего числа
	gh*	иные признаки*		
Мощные	+	—	37	58
Мощные перемытые	+	wl	12	19
Мощные смыто-намытые	+	abr	1	2
Мощные перемытые смыто-намытые	+	abr, wl	2	3
Перемытые	—	wl	2	3
Смыто-намытые перемытые	—	abr, wl	1	2
Смыто-намытые	—	abr	6	9

\* gh — повышенная мощность гумусированной части профиля, wl — светлые (отмытые) прослои, abr — резкая граница между горизонтами, погребенная.

мытых прослоев за счет высоких расходов воды, проходящих по понижениям рельефа. Для этой группы обыкновенны артефакты в намытом слое. Нередко наблюдается отложение материала на ранее смытую почву, которая образовалась за счет эродирующей деятельности концентрирующихся здесь водных потоков. Приуроченность к подчиненным ландшафтным позициям — основное условие формирования ПДС данной группы. Вторая группа ПДС — “покрывающие” — включает педоседименты, плащеобразно располагающиеся на поверхности склонов. Особенности данной группы является слабое проявление морфологических признаков намыва вещества, редкая встречаемость светлых отмытых прослоев, постепенные переходы между погребенной почвой и привнесенным материалом. Мощность такого рода ПДС средняя, расположены они обычно на задернованных склонах; травянистая растительность, задерживающая наносы — основной фактор формирования этих ПДС. Третья группа ПДС — “выступающие над поверхностью склона” — это педоседименты, создающие микроформы рельефа. На исследованном водосборе они представлены напашами. Происхождение ПДС этой группы обусловлено и непосредственными действиями сельскохозяйственной техники (наваливание пластов), и процессами аккумуляции твердофазного вещества, привнесенного водными потоками. В морфологическом строении ПДС обладают повышенной мощностью и, как правило, не имеют признаков намыва. Выступающие ПДС характеризуются относительно малыми объемами, но играют очень существенную роль в формировании миграционной структуры водосбора за счет своей барьерно-экранной функции.

Весьма важным представляется характеристика времени формирования ПДС. В настоящем исследовании определение времени формирования ПДС — начала и окончания — с некоторой долей условности можно произвести на основе их местоположения относительно источников наносов и траекторий их доставки. ПДС, в данный мо-

мент непосредственно граничащие с пашней, являются современными перманентными, то есть и в настоящее время, и в течение предшествующего периода с момента распашки пополняются поступающим материалом. Такого рода ПДС располагаются в днищебалки и склоновых ложбин и ряде других мест. ПДС залежных участков ниже границы современной пашни отличаются известным временем начала формирования — после сдвига границы полей в 1990-е гг. — то есть являются современными постзалежными. ПДС, отделенные от пашни участком залежи без наличия наносов, скорее всего, являются реликтовыми, то есть характеризуются отсутствием поступления наносов в настоящее время. Вероятно, они были образованы в период до 1990-х гг., когда распаивалась современная залежь. Более четкое разделение ПДС по времени формирования может быть осуществлено с использованием разновременных маркеров эрозионно-аккумулятивных процессов.

**Анализ распространности педоседиментов.** ПДС исследованного водосбора занимают 7% от его площади (табл. 4). Самая большая площадь ПДС отмечена на целинных склонах (50% от всех выявленных ПДС), на втором месте днище балки (30% от всех ПДС), далее — склоны под залежью (9% от всех ПДС) и задернованные участки склоновых ложбин (3% от всех ПДС).

В пределах изученного водосбора выделяется несколько вариантов пространственной структуры педоседиментов на бортах балки (рис. 3).

1. В приустьевой части левого борта балки имеет место поясное расположение ПДС: сформирован мощный ПДС современной напаша, отсутствует ПДС на полосе залежи, а вся поверхность целинного склона ниже залежи вплоть до днища занята покрывающими ПДС. В предшествующий период, до изменения границ угодий, здесь на всем протяжении целинного борта балки происходила аккумуляция поступающего с вышележащей пашни материала гумусовых горизонтов. В настоящее время за счет барьерной роли современной напаша наносы выносятся вдоль нее за

**Таблица 4.** Доля педоседиментов в общей структуре водосбора

Тип землепользования	Площадь, занятая ПДС, га/%	Средняя мощность гумусовых горизонтов А/А + АВ, см	Почвы	
Пашня	1.07/1.3	78/104	Aз <sub>ги</sub> , АЧ <sub>ги</sub> <sup>гу</sup> , АС <sub>т</sub> <sup>гу</sup>	
Залежь	склоны	0.78/21	Cз-[Ч <sub>ги</sub> <sup>оп</sup> ]	
	ложбины	0.10/82	Cз-[C <sub>т</sub> ], Cз-[C <sub>т</sub> <sub>г</sub> ]	
	днище	0.46/100	Cз, Cз-[Гг]	
	итого	1.34/31	90/106	
Целина	склоны	4.85/75	88/105	Cз-[Ч <sub>ги</sub> ], Cз-[C <sub>т</sub> ], Cз-[C], Cз-[Аб <sub>ги</sub> ]
	ложбины	0.35/92	88/120	Cз-[Ч <sub>ги</sub> <sup>оп</sup> ], Cз-[C <sub>т</sub> ]
	днище	1.65/100	119/140	Cз, Cз-[Гг], Cз-[C <sub>т</sub> <sub>г</sub> ], Cз-[Аб <sub>гд</sub> ]
	итого	6.86/81	98/117	
Итого, водосбор	9.27/10	96/115		

пределы естественных границ водосбора, отложение материала на задернованных бортах ниже напаша не происходит.

2. Левый борт в средней части балки расчленен склоновыми ложбинами, по которым потоки со взвешенными наносами пересекают напашу и поступают в днище балки, а также частично перетлагаются на залежи и в пределах целинных склонов.

3. Участок залежи в верховьях балки почти полностью занят ПДС, покрывающими (на склонах) и нивелирующими (в днище балки). Также здесь наблюдаются покрывающие ПДС на пахотных склонах, примыкающих к границе пашни, и нивелирующие ПДС на пашне в днище склоновых ложбин. Вероятно, в данной зоне продолжится повсеместное современное формирование ПДС, напаша не выполняет барьерную функцию из-за ее сглаженной формы (рис. 6, профиль 4), и потоки наносов во многих местах поступают на участки залежи.

4. Участок правого борта балки в среднем течении, где граница пашни с четким валом напаша не меняла своего положения и длительное время проходила по бровке малой долины (то есть отсутствует участок залежи). Здесь ПДС расположены по всей длине задернованного склона, однако ПДС с повышенной мощностью гумусированного профиля (более 40 см) располагаются неширокой полосой на задернованном борту ниже границы пашни. Отличия от левого борта, вероятно, обусловлены меньшими объемами наносов, поступающих с пахотных склонов, за счет их северной экспозиции, определяющей более низкие темпы эрозии [13].

5. В приустьевой части правого борта балки, как и на участке 1, имеются две генерации напашей разного возраста. Покрывающие ПДС на целинном борту балки, однако, не спускаются до днища

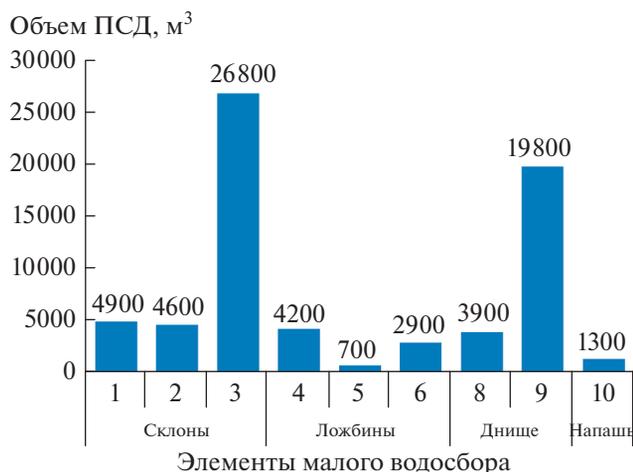
малой долины, а располагаются в виде неровной полосы вдоль исторической границы пашни.

На основе построенной с использованием интерполяционных методов карты-схемы мощностей гумусовых горизонтов были рассчитаны общие объемы гумусированного вещества, аккумулярованного в ПДС малого водосбора (рис. 7). Общий объем ПДС, накопленный на всей исследуемой территории, составил 69100 м<sup>3</sup>, или 12% от общего объема гумусовых горизонтов почв водосбора. Выявлено, что объемы гумусированного материала, накопленного в склоновых покрывающих ПДС, несколько превышают объемы, накопленные в заполняющих ПДС днища. Объемы вещества в склоновых ложбинах на порядок меньше покрывающих ПДС на склоновых позициях, объем вещества в ПДС напашей в 3 раза меньше ПДС склоновых ложбин.

## ВЫВОДЫ

1. Выделена группа морфологических признаков, каждый из которых может использоваться для диагностирования педоседиментов: 1) повышенная мощность гумусированной части профиля; 2) наличие светлых субгоризонтальных прослоев с отмытым материалом; 3) наличие контрастных по цвету и составу прослоев, состоящих из привнесенного материала; 4) четкий переход между намытой и погребенной частями профиля, заметный в случае аккумуляции материала на смытой почве; 5) погребенные включения антропогенного происхождения.

2. Выделяются несколько типов ПДС по их локализации по отношению к мезо- и микрорельефу: 1) *нивелирующие* педоседименты, заполняющие понижения рельефа (днища балок и ложбин); 2) *покрывающие* педоседименты, расположенные на поверхности склонов; 3) педоседименты, *вы-*



**Рис. 7.** Объемы вещества почв-доноров, аккумулярованного педоседиментами в различных частях водосбора. Обозначения: склоновые позиции: 1 – пахотная часть, 2 – залежная часть, 3 – целинная часть; ложбины: 4 – пахотная часть, 5 – залежная часть, 6 – целинная часть; днище: 8 – залежная часть, 9 – целинная часть; 10 – напашь.

ступающие над поверхностью склона, представляющие собой положительную форму микрорельефа (валы напашей).

3. В пределах малого водосбора выявлены следующие особенности локализации педоседиментов. Нераспахиваемые днища балки и ложбин полностью – на 100% – перекрыты педоседиментами. Целинные склоны балки покрыты педоседиментами на 75% площади. В пределах залежных склонов ПДС распространены только на 20% площади. На пахотной части водосбора ПДС занимают около 1,5% площади. Суммарная площадь, занятая ПДС, составляет 10% поверхности водосбора.

4. Педоседименты днищ балок отличаются наиболее полным набором диагностических признаков намыва: максимальной мощностью намывной толщи, обилием светлых прослоев с отмытым материалом и др. Мощность ПДС увеличивается к устью балки и возрастает на участках расширения днища. Педоседименты нераспахиваемых склонов в меньшей степени отличаются от политогенных почв вследствие вовлечения намывного материала в процесс почвообразования. Повышенная мощность ПДС более характерна для склонов южной экспозиции, чем для северных, и для участков склонов балки, приближенных к границе пашни, по сравнению с участками склонов балки, находящимися в отдалении от нее.

5. Выступающие ПДС (напашь), являясь педоседиментами механогенно-водно-аккумулятивно-го происхождения, могут либо задерживать поток наносов, либо изменять траекторию его движения. В первом случае происходит аккумуляция веще-

ства перед напашью и в дальнейшем перелив через нее; во втором – вынос вещества вдоль напашь в направлении, поперечном склону.

**Благодарности.** Работа выполнена за счет Российского научного фонда – проект РНФ № 14-27-00083.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровский А.Л. Этапы и скорость развития почв в поймах рек центра Русской равнины // Почвоведение. 2004. № 11. С. 1285–1295.
2. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.
3. Атлас Тульского наместничества со статистическими замечаниями. Рук. 1784. ЦГВИА, № 19121.
4. Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Олсон К.Р., Качинский В.Л. Эрозия почв в различных условиях земледользования: оценка методом магнитного трассера // Почвоведение. 2010. № 9. С. 1126–1134.
5. Геннадиев А.Н., Кошовский Т.С., Жидкин А.П., Ковач Р.Г. Латеральная миграция твердофазного вещества почв в пределах ландшафтно-геохимической арены // Почвоведение. 2013. № 10. С. 1–12.
6. Герасимов И.П. Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения. М.: Наука, 1977. 299 с.
7. Глазовская М.А. Денудационно-аккумулятивная структура почвенного покрова как форма педолитогенеза // Почвоведение. 2000. № 2. С. 134–147.
8. Глазовская М.А. Педолитогенез и континентальные циклы углерода. М.: Кн. дом “Либроком”, 2009. 440 с.
9. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 540 с.
10. Готье Ю.В. Замосковский край в XVII в. Опыт исследований по истории экономического быта Московской Руси. М.: ОГИЗ, 1937. 410 с.
11. Григорьева Т.М., Сычева С.А., Беляев Ю.Р., Шеремецкая Е.Д. Текстуры и микроморфология ранневалдайских педоседиментов и их значение для реконструкции природных условий в период первого послемиленинского похолодания (МИС 5d) // Почвоведение. 2012. № 2. С. 200–210.
12. Долгих А.В., Александровский А.Л. Почвы и культурный слой Великого Новгорода // Почвоведение. 2010. № 5. С. 512–526.
13. Жидкин А.П. Количественная оценка механической миграции вещества почв методом магнитного трассера. Автореф. дис. ... канд. геогр. н., 2010. 25 с.
14. Иванова Н.Н., Тишкина Э.В. Трансформация профиля агросерой почвы на склоне, осложненном ложбинами (на примере бассейна р. Зуша) // Почвоведение. 2008. № 7. С. 877–888.
15. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
16. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 221 с.
17. Колесников Р.А. Методы изучения палеопочв как основа реконструкции природных условий плейстоцена и экологического прогнозирования // На-

- учный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2016. № 2(91). С. 22–28.
18. *Маккавеев Н.И.* Взаимная связь процессов эрозии и аккумуляции // Эрозионные процессы (Географическая наука практике). М.: Мысль, 1984. 255 с.
  19. Мировая реферативная база почвенных ресурсов 2014. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и создания легенд почвенных карт. ФАО и Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова / Под ред. М.И. Герасимовой и П.В. Красильникова. 2017.
  20. *Плотникова О.О., Демидов В.В., Лебедева М.П.* Действие мелководных потоков на поверхностные горизонты чернозема типичного различной степени смытости // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 94. С. 74–100.
  21. Полевой определитель почв. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
  22. Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Т. 2. Среднерусская черноземная область. СПб: Изд-во А.Ф. Девриена, 1902. 717 с.
  23. *Сорокина Н.П.* Элементарные почвенные структуры пахотных земель: опыт картографирования // Почвоведение. 2000. № 2. С. 158–168.
  24. *Столпникова Е.М., Ковалева Н.О.* Характеристика палеопочв и педоседиментов стоянок первобытного человека в долине р. Дзорагет (Армения) // Поволжский экологический журн. 2014. № 4. С. 628–641.
  25. *Сычева С.А.* Морфолитопедогенез в аккумулятивных и трансаккумулятивных ландшафтах как особый механизм почвенно-литогенной памяти // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. С. 128–161.
  26. *Сычева С.А., Седов С.Н., Хохлова О.* Брянская палеопочва на Среднерусской возвышенности: 14С-возраст, длительность и история развития // Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода. 2015. № 74. С. 53–68.
  27. *Фомичева Д.В.* Динамика темпов аккумуляции твердофазного вещества почв в подчиненных ландшафтах (Тульская область) // Материалы по изучению русских почв. СПб., 2018. Вып. 11(38). С. 176–180.
  28. *Цветков М.А.* Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 г. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 213 с.
  29. *Mücher H., Steijn H. Van, Kwaad F.* Colluvial and Mass Wasting Deposits // Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. 2010. P. 37–48.
  30. *Sarapatka B., Cap L., Bila P.* The varying effect of water erosion on chemical and biochemical soil properties in different parts of Chernozem slopes // Geoderma. 2018. V. 314. P. 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.10.037>
  31. *Smetanová A., Verstraeten G., Notebaert B., Dotterweich M., Létal A.* Landform transformation and long-term sediment budget for a Chernozem-dominated lowland agricultural catchment // Catena. 2017. V. 157. P. 24–34. <https://doi.org/10.1016/J.CATE-NA.2017.05.007>
  32. *Záborová T., Penížek V., Šefrna L., Rohošková M., Borůvka L.* Spatial delineation of organic carbon-rich Colluvial soils in Chernozem regions by Terrain analysis and fuzzy classification // Catena. 2011. V. 85(1). P. 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.11.006>

## Diagnostics, Genesis and Localization of Pedosediments within Small Catching Area (Central Russian Upland)

T. S. Koshovskii<sup>a,\*</sup>, A. P. Zhidkin<sup>a</sup>, A. N. Gennadiev<sup>a</sup>, and N. N. Ivanova<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Lomonosov Moscow State University, 119991 Moscow, Russia

\*e-mail: tkzv@ya.ru

Results of a detailed analysis of pedosediments are discussed; these are sediments composed of transported material of humus soil horizons. Five main morphological features were identified confirming the origin of the transported soil material, their localization and confinement to certain types of pedosediments. A map of pedosediments for a small catchment area in Tula oblast based on their morphological properties was compiled. Three types of pedosediments are specified by their morphological features and location: 1) *leveling*, filling depressions, 2) *covering*, extending on the slopes of the ravine, 3) *protruding* above the surface of the slope, represented by “napash” — agrogenic earthwork at the edges of fields. The covering pedosediments formed on the slopes are shown to be predominant both by area (60%) and by the volume of accumulated material (45%). The leveling pedosediments at the bottom of the ravine occupy 25% of the area and retain about 35% of all sediments of the small catchment. Only 2% of the total material accumulated in all pedosediments accounted fall on the protruding ones. However, their significant role in the formation and localization of all pedosediments was recorded: within the small catchment, they accumulated up to 12% of the total mass of humus horizons of the soils-donors. Pedosediments play a significant role in the soil cover, occupying 10% of the total catchment area.

**Keywords:** erosion-accumulation processes, soil catenas, microarenes, colluvial soil, Luvic Greyzemic Phaeozems, Luvic Chernic Phaeozems, Chernic Phaeozems (Colluvic, Pachic)