

шить проблему положения динамической оси пойменного потока. Однако этой величины явно недостаточно для окончательного решения проблемы пойменных потоков. Поэтому необходимы разработки принципиально новых морфометрических характеристик пойм, охватывающих не только участки ограниченной длины, но и участки значительной протяженности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков Б.В. Гидрологический анализ и расчеты. Л.: Гидрометеиздат, 1946. 454 с.
2. Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2007. 314 с.
3. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 363 с.
4. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 347 с.
5. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 280 с.

РГГМУ, С.-Петербург

Поступила в редакцию  
18.03.2011

#### RIVER CHANNEL AND FLOOD-PLAIN MORPHOLOGY AS DETERMINATIVE FACTOR OF CHANNEL AND FLOOD-PLAIN FLOWS

N.B. BARYSHNIKOV, M.V. SOBOLEV, E.A. POTASHKO, E.M. SKOMOROKHOVA

#### Summary

Morphometric characteristics of the flood-plain are not integral variables and cannot adequately reflect the features of the flood-plain morphological structure. We used the angle between the geometric axes of channel and flood-plain as a measure of the angle between the dynamic axes of the channel and flood-plain flows. It gives the possibility of calculating the hydraulic characteristics of the channel and the flood-plain flows. However this morphometric parameter can't characterize thoroughly the features of the morphological structure of the flood-plains. Therefore further research is needed to develop new parameters, which would characterize the morphology of the flood-plains not only in transverse sections but also in longitudinal ranges.

УДК 551.435.1 → 551.438:631.6(470.323)

© 2012 г. В.Н. ГОЛОСОВ, В.Р. БЕЛЯЕВ, М.В. МАРКЕЛОВ, Е.Р. ШАМШУРИНА

#### ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОСОВ НА МАЛОМ ВОДОСБОРЕ ЗА РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ЕГО ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ (ВОДОСБОР ГРАЧЁВА ЛОЩИНА, КУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)<sup>1</sup>

#### Введение

Водосборы долин первых порядков являются основными компонентами бассейновой структуры рельефа поверхности суши по занимаемой площади, количеству водотоков и их суммарной длине [1]. В ландшафтно-геоморфологических условиях равнин гумидных областей умеренного климатического пояса они являются основным

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-05-00976) и грантов Президента РФ для поддержки молодых ученых – кандидатов наук (МК-8023.2010.5) и ведущих научных школ (НШ-3284.2010.5).

связующим звеном между комплексом междуречного рельефа и флювиальной сетью, через которое перемещается большая часть потоков вещества [2]. В то же время малые долины первых порядков являются буфером, перехватывающим и задерживающим существенную часть наносов, вынесенных с водосборных склонов, препятствуя их поступлению в речную сеть [3].

Повсеместная распашка водосборных склонов ведет к увеличению интенсивности эрозионных процессов в среднем на 3–4 порядка по сравнению с естественными условиями. В то же время смыв почв на распаханых склонах характеризуется значительной временной изменчивостью. Это обусловлено, в первую очередь, непостоянством гидрометеорологических условий (количеством осадков, распределением их слоя и интенсивности по сезонам, глубиной зимнего промерзания почвы, характером весеннего снеготаяния) и антропогенной деятельностью (изменением планировки угодий, севооборотов, методов обработки почв, внедрением противоэрозионных мероприятий). К настоящему времени выполнено не так много исследований, в которых прослеживается динамика перераспределения наносов за весь период земледельческого освоения [4–11]. Настоящая работа посвящена определению динамики темпов эрозии и аккумуляции на малом водосборе за 150 лет активного сельскохозяйственного землепользования на основании совместного применения радиоцезиевого и традиционных методов изучения темпов почвенного массопереноса.

### Характеристика объекта исследования

Юго-западная часть Среднерусской возвышенности характеризуется относительно контрастным рельефом, что определяется существенным размахом абс. высот (до 70–100 м, а местами и более) и значительной густотой долинно-балочной сети (до 1.3–1.5 км/км<sup>2</sup>). Склоны междуречий имеют преимущественно выпуклую форму, относительно плоские участки занимают незначительные площади в приводораздельных частях склонов. Большая часть междуречных поверхностей и их склонов распахана, доля пашни в целом по районам Курской области достигает 60–80%. При этом значительную часть в севооборотах занимают наиболее эрозионноопасные агрофиты – пропашные культуры и пары.

Район исследования относится к зоне лесостепи. Климат территории умеренно-континентальный с относительно холодной зимой и жарким летом. Среднегодовое количество осадков (за 100-летний период) составляет 585 мм, с колебаниями в интервале от 400 до 800 мм. Более 60% годового слоя осадков выпадает в теплое время года. Региональные значения среднесезонных темпов смыва достигают, согласно расчетам по эрозионным моделям, 15–20 т/га×год [12]. Смыв почвы отмечается как в период весеннего снеготаяния, так и при выпадении ливневых осадков. При экстремальных ливнях отмечались случаи катастрофического смыва – до 200 т/га за ливень [13].

Для изучения динамики перераспределения наносов за период земледельческого освоения был выбран малый водосбор Грачёва лощина, имеющий площадь 1.98 км<sup>2</sup> и расположенный в 20 км к ЮЮВ от г. Курска в истоках бассейна р. Воробжи, левого притока р. Сейм (рис. 1А). Водосбор, имеющий каплевидную форму, в настоящее время практически полностью распахан, за исключением днища и бортов долины первого порядка и впадающих в ее верховья двух хорошо выраженных в рельефе ложбин с участками врезанного русла (рис. 1Б, 2). Склоны междуречий имеют выпуклую форму с максимальной крутизной у подножий до 5–7°.

Согласно картам генерального межевания, еще в начале XIX в. водосбор не распахан. Повышенное содержание сферических магнитных частиц (по неопубликованным данным А.П. Жидкина) на поверхности погребенной почвы в днище долины позволяет предположить, что активная распашка водосбора произошла после 1858 г., т.к. накопление магнитных частиц обусловлено началом эксплуатации железной дороги Курск–Харьков (сферические магнитные частицы являются продуктами горения угля, в частности, в топках паровых локомотивов) [14, 15].

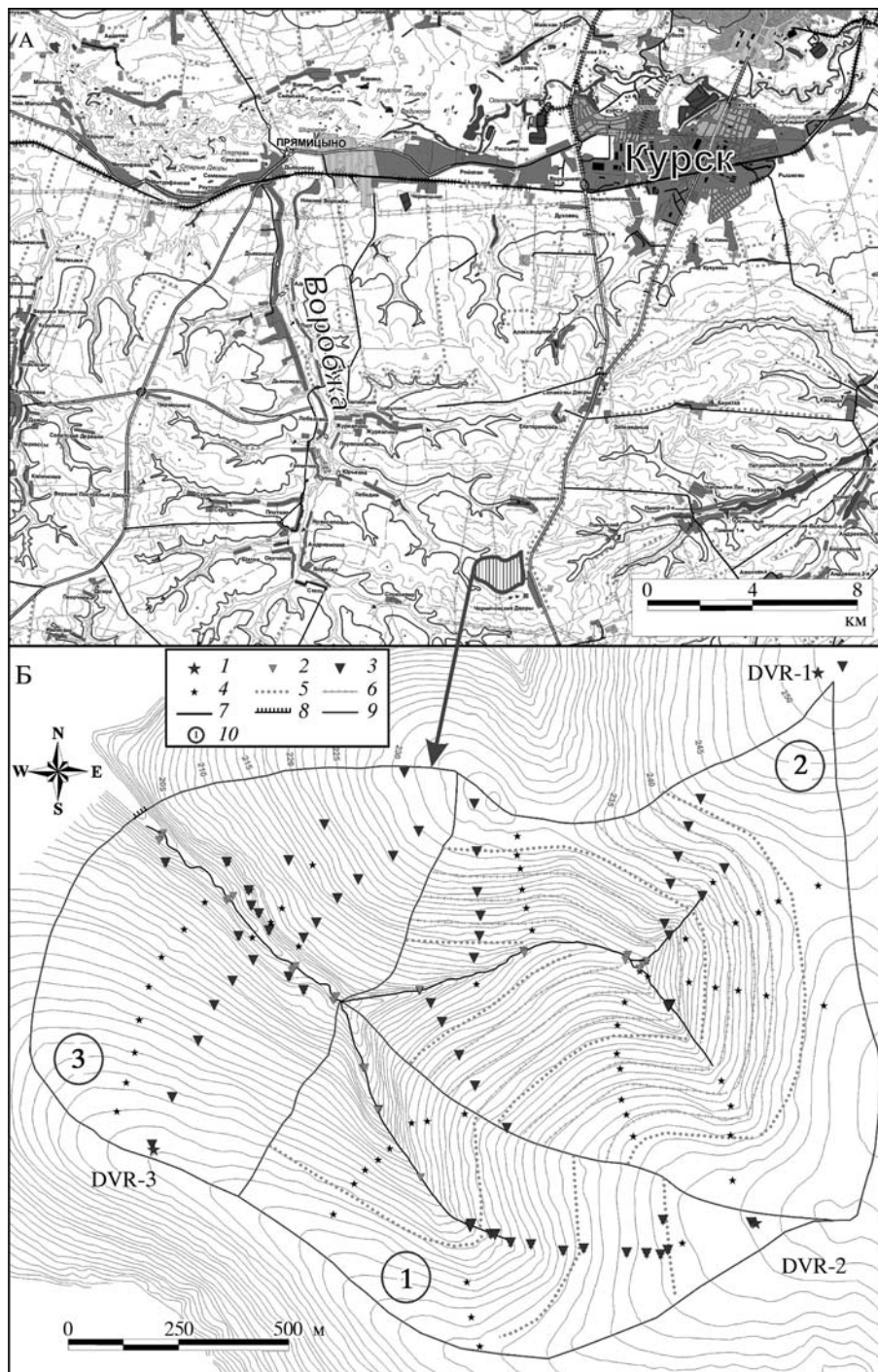


Рис. 1. Расположение (А) объекта исследований – малого водосбора Грачёва лощина (заштрихованный контур) и его строение (Б)  
 1 – положение опорных участков; почвенные разрезы: 2 – в днище малой долины и ложбин-отвершков, 3 – на склонах; 4 – места отбора интегральных проб на  $^{137}\text{Cs}$ ; 5 – контурные лесополосы с водозадерживающими канавами; 6 – валы-террасы; 7 – тальвеги; 8 – земляная плотина; 9 – границы водосбора и подбассейнов; 10 – номера подбассейнов

Севообороты несколько раз изменялись в течение второй половины XX в. Пятипольный севооборот с равными долями озимой и яровой пшеницы, пропашных культур, однолетних трав и полей под паром использовался примерно до 1960 г., после чего существенно возросла доля посевов кукурузы. В период 1970–1980 гг. до 40% пахотных земель занимала сахарная свекла.

К началу 1986 г. примерно на 70% площади водосборных склонов был внедрен комплекс противоэрозионных мероприятий, охватывающий полностью подбассейны обеих ложбин-отвершков (1 и 2 на рис. 1Б). Там была создана система двурядных контурных лесополос, дополненных водозадерживающей канавой в междурядном пространстве, а также постоянно залуженные водосбросы по днищам ложбин. На подбассейне 2 дополнительно были оборудованы валы-террасы, расположенные параллельно горизонталям рельефа между контурными лесополосами (рис. 1Б, 2В). В устьевой части долины в начале 1986 г. была сооружена наносоудерживающая земляная плотина (рис. 1Б). Таким образом, с 1986 г. все наносы, сформированные в пределах водосбора, переоткладывались внутри него.

На оставшихся 30% площади водосбора обработка почвы продолжала проводиться традиционным способом. Со второй половины 1980-х гг. здесь применялся шестипольный севооборот, включавший кукурузу, яровой ячмень, однолетние травы, озимую пшеницу, сахарную свеклу, горох и некоторое количество многолетних трав и паров. На части водосбора с противоэрозионными мероприятиями использовался почвозащитный пятипольный севооборот, включавший значительные доли многолетних и однолетних трав (до 50%), озимую пшеницу, яровой ячмень и незначительную долю паров. Средняя глубина вспашки в период машинной обработки составляла 25–27 см.

### Методы исследования

На первом этапе по результатам полевого обследования водосбора и морфометрического анализа цифровой модели рельефа (ЦМР), построенной на основе векторизованной топографической карты м-ба 1 : 10 000, была составлена крупномасштабная геоморфологическая схема, на которой были выделены различные элементы рельефа (рис. 2А). Кроме того, были воссозданы схемы землепользования в периоды до и после 1986 г. (рис. 2Б–В), которые послужили основой для размещения точек отбора проб (рис. 1В) и расчета площадей участков эрозии и аккумуляции.

Темпы перераспределения наносов за различные интервалы времени оценивались тремя независимыми методами: 1) по балансу  $^{137}\text{Cs}$  (для периода после 1986 г.), 2) по расчету смыва почвы по эрозионным моделям одновременно с оценкой величины суммарной аккумуляции наносов по данным анализа эпюр вертикального распределения  $^{137}\text{Cs}$  (для периода 1964–1986 гг.), 3) по результатам почвенно-морфологического анализа совместно с изучением погребенных почв и магнитных сферул (за весь период землепользования).

Значение плотности выпадения  $^{137}\text{Cs}$  было определено на четырех опорных площадках по периметру водосбора: 3 из них были расположены непосредственно по его границам (рис. 1В), а 1 – вне водосбора (на удалении порядка 1.5 км к СЗ от него). Все они располагались на плоских междуречных пространствах, которые характеризуются минимальными потерями почвы. На каждой площадке из верхнего горизонта (0–30 см) было отобрано 12 интегральных образцов для радиоизотопного анализа. На каждом из выделенных морфологических типов эродируемых пахотных склонов в разных частях водосбора вдоль линий тока были отобраны интегральные образцы почвы из того же горизонта. Послойные образцы для радиоизотопного анализа были отобраны из 7 разрезов, расположенных в зонах аккумуляции в днищах малой долины и ложбин-отвершков.

Почвенно-морфологический метод применялся для количественной оценки интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов за весь период активного земле-

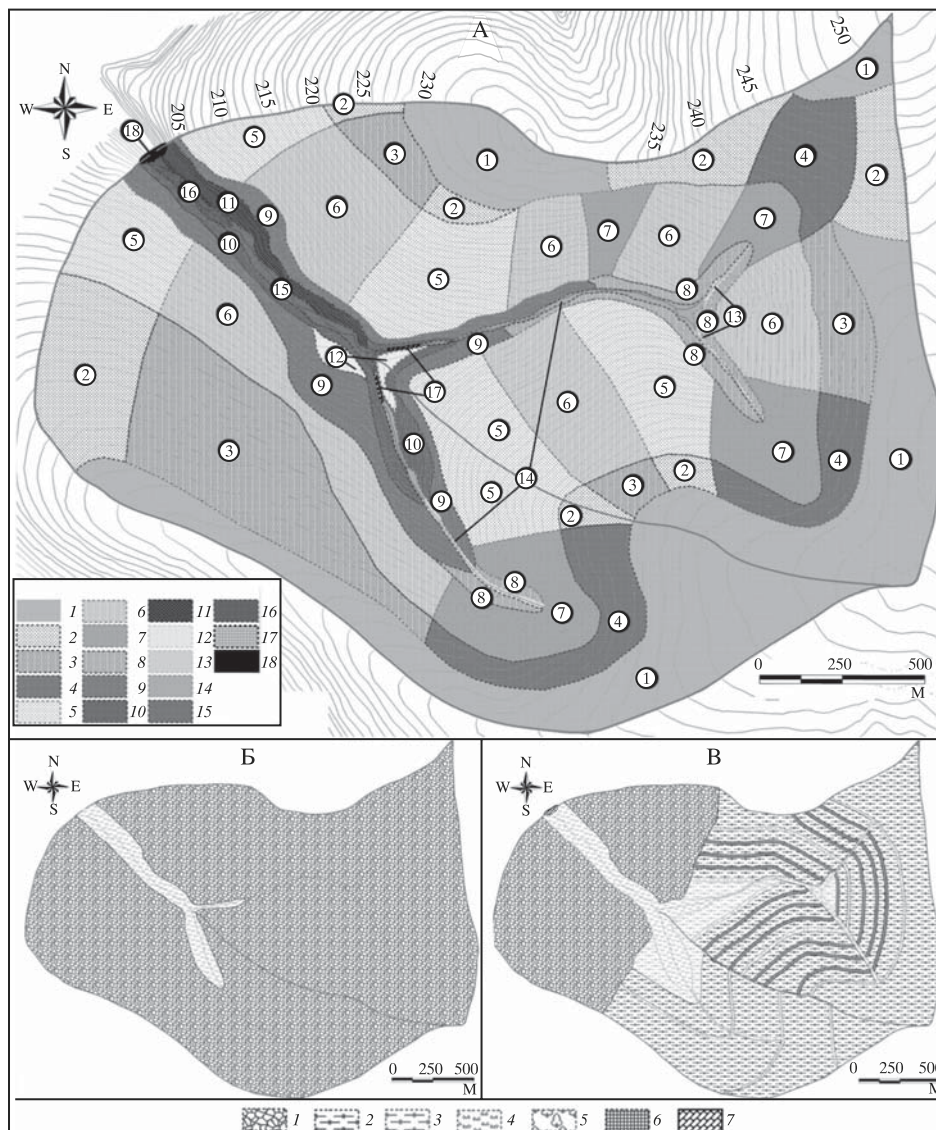


Рис. 2. Геоморфологическая схема водосбора Грачёва лощина (А) и схемы землепользования (Б–В)  
 1 – плоские водораздельные пространства; склоны водоразделов с уклонами: (2–3°) – 2 – рассеивающие, 3 – прямые, 4 – собирающие; (3–5°) – 5 – рассеивающие, 6 – прямые, 7 – собирающие; 8 – борта ложбин с уклонами 3–5°; 9 – относительно крутые нижние части склонов водоразделов и борта ложбин с уклонами 5–10°; борта балки с уклонами: 10 – 5–10°, 11 – >10°, 12 – 2–5° (балочная терраса); днища: 13 – склоновых потяжин, 14 – ложбин, 15 – балки, 16 – пруда; 17 – бетонные лотки, места измерения расходов воды в устьях ложбин; 18 – земляная плотина.

Схемы землепользования: Б – до 1986 г., В – после 1986 г.

Расписка: 1 – традиционная, 2 – почвозащитная; 3 – участки под посевными травами, водосборные днища ложбин; 4 – пастбища и сенокосы в днище балки и вдоль водосборных ложбин; 5 – лесополосы с водозадерживающими канавами; 6 – валы-террасы; 7 – земляная плотина

пользования [10, 11]. Для расчета использовались данные по 64 почвенным разрезам, расположенным на водосборных склонах. Темпы аккумуляции наносов в днищах основной долины и ее притоков за весь период освоения были выявлены по методу погребенных почв по 18 разрезам и 8 скважинам.

Таблица 1

**Средние значения и характеристики вариабельности плотности загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  на опорных участках (положение участков см. рис. 1Б)**

| Опорные участки | Число образцов | Среднее            | Доверительный интервал среднего (для допустимой ошибки ±10%) | Медиана | Min  | Max  | Коеф-фициент вариации, % | Средне-квадратическое отклонение, кБк/м <sup>2</sup> |
|-----------------|----------------|--------------------|--------------------------------------------------------------|---------|------|------|--------------------------|------------------------------------------------------|
|                 |                | кБк/м <sup>2</sup> |                                                              |         |      |      |                          |                                                      |
| DVR1            | 12             | 30.0               | ±1.96                                                        | 31.0    | 21.0 | 33.0 | 11.6                     | 3.46                                                 |
| DVR2            | 12             | 23.5               | ±2.14                                                        | 21.7    | 21.1 | 32.2 | 16.2                     | 3.79                                                 |
| DVR3            | 12             | 27.8               | ±2.08                                                        | 27.6    | 23.9 | 33.1 | 13.3                     | 3.68                                                 |
| DVR4            | 12             | 25.8               | ±1.92                                                        | 26.3    | 19.0 | 29.9 | 13.2                     | 3.40                                                 |
| Вся выборка     | 48             | 26.7               | ±1.20                                                        | 26.8    | 18.5 | 33.1 | 15.9                     | 4.24                                                 |

Эмпирическая эрозионная модель, разработанная Г.А. Ларионовым [16] на основе модифицированного для условий России универсального уравнения эрозии почв (для оценки ливневого смыва) и модели Государственного гидрологического института (для оценки смыва при снеготаянии), была использована для расчета смыва почв со склонов за различные временные интервалы, соответствующие документированным изменениям применяемых севооборотов.

### Основные результаты

Плотность атмосферного загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  приводится в табл. 1. Следует учитывать, что часть  $^{137}\text{Cs}$  все же могла быть перемещена с данных площадок, например, при уборке корнеплодов. В то же время некоторый пылевой привнос его возможен на участках, расположенных относительно недалеко от грунтовых дорог. Вариабельность запасов  $^{137}\text{Cs}$  по отдельным площадкам изменяется в интервале 13–22%, что достаточно типично для территорий с глобальными выпадениями цезия [17]. В расчетах баланса  $^{137}\text{Cs}$  на водосборе использовалось среднее значение его запаса, равное  $8.7 \text{ кБк/м}^2$ .

Общий баланс наносов  $^{137}\text{Cs}$  был определен исходя из его средних запасов в пределах каждого морфологического элемента рельефа для трех подбассейнов (табл. 2). Отрицательная невязка балансов обусловлена недоучетом предшествующего перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  глобального происхождения в период до 1986 г. Согласно имеющейся информации [18], соотношение между запасами  $^{137}\text{Cs}$  чернобыльского и глобального происхождения колеблется в интервале 8 : 1–10 : 1. Совершенно очевидно, что часть  $^{137}\text{Cs}$  глобального происхождения была вынесена совместно с наносами за пределы водосбора до сооружения плотины в 1986 г. Также из анализа результатов расчетов, представленных в табл. 2, следует, что основной поток наносов со склонов в днище главной долины поступил с немелиорированной части водосбора. Значительные перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  внутри подбассейна 2 обусловлены механическими перемещениями грунта при сооружении контурных террас. Основное перераспределение изотопа в пределах подбассейна 1 обусловлено эрозией на распахиваемой части водосбора и переотложением материала по залуженным потяжинам.

Совместное использование эрозионной модели и оценок темпов аккумуляции на основе анализа эпюр вертикального перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  в разрезах, расположенных в различных частях днища основной долины и двух ложбин-отвершков, позволило оценить темпы перераспределения наносов внутри водосбора для двух временных интервалов – 1964–1986 и 1986–2006 гг. Потери почвы для данных интервалов времени были определены на основе расчетов с использованием эрозионной модели по 72 трансектам. Было установлено, что после внедрения системы почвозащитных ме-

Таблица 2

Баланс  $^{137}\text{Cs}$  за период после 1986 г. для трех подбассейнов внутри водосбора Грачёва лошина (положение подбассейнов см. рис. 1Б)

| № | Подбассейн                                                 | Общая площадь, га | Потери $^{137}\text{Cs}$ , кБк | Эродируемые земли, га | Переотложение $^{137}\text{Cs}$ , кБк / % от потерь $^{137}\text{Cs}$ | Площадь зоны аккумуляции, га                        | Невязка баланса, кБк/% |
|---|------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|
|   |                                                            |                   |                                |                       | внутри пашни (включая залуженные днища ложбин)                        | в днищах ложбин за пределами пашни и в днище долины |                        |
| 1 | С лесополосами и залуженными водосборами                   | 52.8              | 189 606                        | 42.3                  | 154 620 / 82%                                                         | 7 954 / 4%                                          | -27 032 / 14%          |
| 2 | С лесополосами, залуженными водосборами и валами-террасами | 88.1              | 926 885                        | 73.3                  | 834 195 / 90%                                                         | 24 650 / 3%                                         | -68 040 / 7%           |
| 3 | Пашня без противоэрозионных мероприятий и днище долины     | 56.9              | 236 786                        | 48.6                  | 22 061 / 9%                                                           | 200 508 / 85%                                       | -14 217 / 6%           |

Таблица 3

**Оценка перераспределения наносов внутри водосбора Грачёва лощина и выноса за его пределы для различных временных интервалов**

| Интервал времени, годы | Метод                                                                                    | Смыв со склонов | Переотложение внутри пашни | Аккумуляция внутри днищ ложбин и долины | Вынос наносов за пределы водосбора |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
|                        |                                                                                          | т / %           |                            |                                         |                                    |
| 1857–2006              | Почвенно-морфологический метод (склоны), погребенные почвы и магнитные сферулы (днища)   | 400 375 / 100   | 33 650 / 8.4               | 39 220 / 9.8                            | 327 505 / 81.8                     |
| 1964–1986              | Эрозионная модель (склоны) и эпюры вертикального распределения <sup>137</sup> Cs (днища) | 62 257 / 100    | 6 226 / 10**               | 15 757 / 25.3                           | 402 74 / 64.7                      |
| 1986–2006              | Баланс <sup>137</sup> Cs*                                                                | 50 989 / 100    | 33 778 / 82.8              | 8 766 / 17.2                            | 0                                  |
| 1986–2006              | Эрозионная модель (склоны) и эпюры вертикального распределения <sup>137</sup> Cs (днища) | 26 374 / 100    | 20 818 / 78.9              | 5 556 / 21.1                            | 0                                  |

\* – без учета глобального <sup>137</sup>Cs; \*\* – определено по аналогии с данными почвенно-морфологического метода и баланса <sup>137</sup>Cs.

Таблица 4

**Оценка среднегодовой интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов (т/га × год) на водосборе Грачёва лощина для различных временных интервалов**

| Процесс              | Метод                                                     | Интервал времени, годы |           |           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
|                      |                                                           | 1868–2006              | 1964–1986 | 1986–2006 |
| Смыв с пашни         | Почвенно-морфологический                                  | 13.9                   |           |           |
| Вынос в днища        | Почвенно-морфологический                                  | 12.8                   |           |           |
| Смыв с пашни         | Расчеты по эрозионной модели                              |                        | 14.4      | 7.0       |
| Вынос в днища        | Баланс <sup>137</sup> Cs                                  |                        |           | 2.4       |
| Аккумуляция в днищах | Анализ эпюр вертикального распределения <sup>137</sup> Cs |                        | 3.7*      | 1.5       |

\* – без учета выноса наносов за пределы водосбора.

роприятий потери почвы сократились примерно в 2.1 раза по сравнению с периодом 1964–1986 гг. (табл. 3, 4).

Переотложение наносов вдоль нашей оценивалось на основании анализа почвенных разрезов (для всего периода землепользования), а также по содержанию <sup>137</sup>Cs в образцах, отобранных вдоль нижней границы пашни. В последнем случае невозможно разделить толщу на два временных интервала ввиду регулярного перемешивания почвы при ее обработке. Аккумуляция в днищах основной долины и двух ложбин-отвершков оценивалась на основе детального анализа эпюр вертикального распределения <sup>137</sup>Cs в семи разрезах для периодов времени 1964–1986 и после 1986 г. (рис. 3). Установлено, что соотношения интенсивности склонового смыва и аккумуляции для двух интервалов времени близки, несмотря на сооружение дамбы в приустьевой части днища основной долины (табл. 4). Абс. значения интенсивности аккумуляции сократились после 1986 г. примерно в 2.5 раза. Следует учитывать, что в период 1963–1986 гг. часть наносов, поступавших в днище долины, выносилась далее благодаря регрессивному отступанию вершин донных врезков.

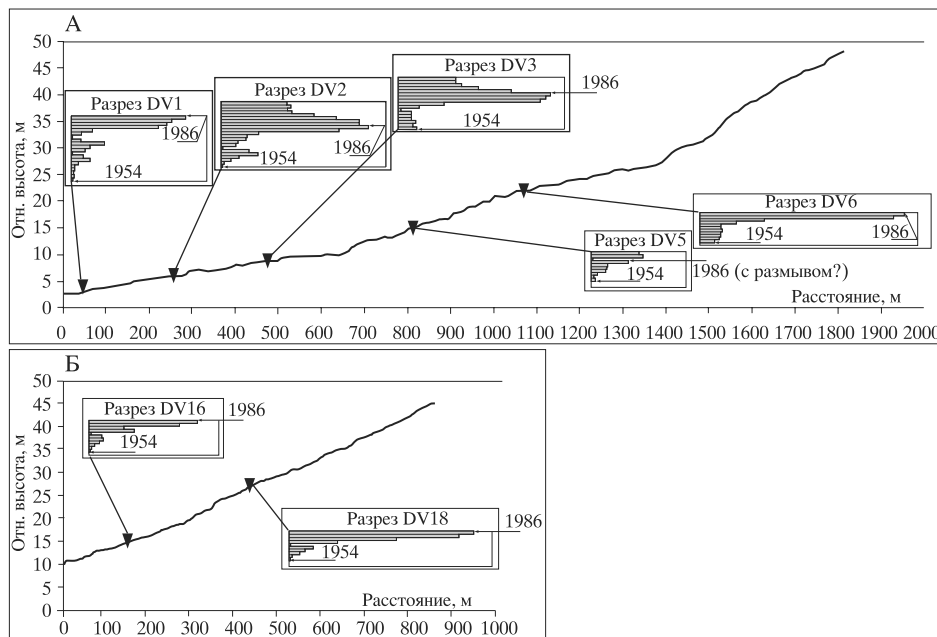


Рис. 3. Продольные профили основной долины с правым оттершком-ложбиной (А) и левым оттершком-ложбиной с эпюрами вертикального распределения  $^{137}\text{Cs}$  в опробованных разрезах в их днищах (Б) На эпюрах по оси Y – активность  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/кг), по оси X – глубина по разрезу (см)

Использование почвенно-морфологического метода позволяет определить перераспределение наносов в пределах водосбора за весь период его распашки. Согласно эпюре вертикального распределения магнитных сферул в зоне аккумуляции, период распашки составляет не более 150 лет (неопубликованные данные А.П. Жидкина). При этом выявлены их повышенные концентрации на поверхности погребенной почвы в днище главной долины. Следовательно, агрогенные наносы со склонов стали поступать в днища примерно 150 л. н. Среднегодовое темпы смыва, оцененные за весь период распашки на основе почвенно-морфологического метода ( $13.9 \text{ т/га} \times \text{год}$ ), близки по величине к темпам смыва, установленным для периода 1964–1986 гг. на основе расчетов по эрозионной модели ( $15.3 \text{ т/га} \times \text{год}$ ) (табл. 4). Расчеты по эрозионной модели обычно несколько завышают темпы смыва из-за того, что недоучитывают аккумуляцию наносов на склонах. Почвенно-морфологический метод лишен этого недостатка. В данном случае, с учетом ошибки обоих методов, можно предположить, что темпы смыва после 1964 г. по сравнению с предшествующим периодом изменились несущественно.

Аккумуляция наносов вдоль подножий нижних частей распахиваемых склонов составила, по данным почвенно-морфологического метода,  $\approx 8\%$  от суммарного смыва (табл. 3), что хорошо согласуется с расчетами бюджета наносов для аналогичных морфологических элементов рельефа, полученных на основе баланса  $^{137}\text{Cs}$  для подбассейна без проведения почвозащитных мероприятий (табл. 2). Следовательно, правомерно использовать данную величину и для приблизительной оценки доли аккумуляции наносов у подножий распахиваемых склонов для интервала 1964–1986 гг. (табл. 3).

Анализ динамики интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов с момента начала сельскохозяйственного освоения позволил выявить их относительное постоянство за 130 лет традиционного землепользования и значительное сокращение в период после внедрения почвозащитных мероприятий в 1986 г. Последние способс-

товали, в первую очередь, резкому снижению поступления наносов со склонов в днище долины. На существенное снижение темпов смыва также повлияло изменение севооборотов, которое произошло в 1994 г., когда доля пропашных культур резко сократилась.

Вторичное перераспределение осадков, отложившихся в днище, происходит в результате циклов формирования и заполнения донных врезов. Оценка за весь период землепользования показывает, что более 80% наносов было вынесено за пределы водосбора и лишь менее 20% переотложилось на склонах и в днище долины. Аналогичное соотношение для периода 1964–1986 гг. составило  $\approx 66\%$  и  $\approx 34\%$ , соответственно (табл. 3). Таким образом, переоткладывающиеся в днищах долин первых порядков наносы достаточно быстро выносятся за пределы водосбора за счет активного развития донных врезов.

Полученные выводы о снижении темпов смыва в пределах исследуемого водосбора в период после 1986 г. хорошо согласуются с результатами мониторинговых наблюдений ВНИИЗиЗПЭ в период весеннего снеготаяния на парных водосборах (один с традиционной обработкой почвы, второй – часть исследуемого водосбора с почвозащитными мероприятиями). Согласно этим данным, темпы смыва на мелиорированном водосборе сократились в 3 раза по сравнению с водосбором с традиционной обработкой [19].

### Заключение

Таким образом, использование интегрального подхода к оценке перераспределения наносов на малом водосборе позволило во многом устранить ограничения каждого из используемых методов и выявить изменения темпов эрозии и аккумуляции за три временных интервала, начиная с момента распахки водосбора. Применение радиоцезиевого метода дало возможность детально оценить баланс наносов за период с 1986 г. для индивидуальных подбассейнов и всего водосбора в целом, а также выявить динамику темпов аккумуляции за два временных интервала. Значительное сокращение интенсивности склонового смыва отмечается в период после 1986 г., когда на водосборе был внедрен комплекс почвозащитных мероприятий<sup>2</sup>.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доманицкий А.П., Дубровина Р.Г., Исаева А.И. Реки и озера Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 103 с.
2. Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю., Кружалин В.И. Речные бассейны как объекты исследования в эколого-геоморфологическом анализе // Эколого-геоморфологические исследования. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 184–192.
3. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 296 с.
4. Trimble S.W. Man-induced soil erosion on the Southern Piedmont, 1700–1970. Ankeny, Iowa, Soil Conservation Society of America. 1974. 180 p.
5. Trimble S.W. A sediment budget for Coon Creek, the Driftless Area, Wisconsin, 1853–1977 // Am. J. Science. 1983. V. 283. P. 454–474.
6. Montgomery J.A., Busaca A.J., Frazier B.E., McCool D.K. Evaluating soil movement using cesium-137 and the revised universal soil loss equation // Soil Sci. Soc. Am. J. 1997. V. 61. P. 571–579.
7. Turnage K.M., Lee S.Y., Foss J.E. et al. Comparison of soil erosion and deposition rates using radiocesium, RUSLE and buried soils in dolines in East Tennessee // Environmental Geology. 1997. V. 29. P. 1–10.

---

<sup>2</sup> Авторы выражают благодарность Борисенко Н.В., Жидкину А.П., Жуковой О.М., Ивановой Н.Н., Кисленко К.С., Кузнецовой Ю.С., Прончеву И.Б. и Тишкиной Э.В. за содействие в полевых работах и обработке результатов.

8. Иванова Н.Н., Голосов В.Н., Жохова А.В., Тишкина Э.В. Агрогенная трансформация почвенного покрова малого водосбора (на примере лесостепной части Окско-Донской равнины) // Почвоведение. 1998. № 2. С. 213–222.
9. Беляев Ю.Р., Беляев В.Р., Голосов В.Н., Маркелов М.В. Особенности трансформации рельефа малого освоенного водосбора северо-запада Русской равнины за период агрикультурного освоения // Геоморфология. 2004. № 1. С. 50–63.
10. Кузнецова Ю.С., Беляев В.Р., Маркелов М.В., Иванова Н.Н. Анализ пространственно-временной неоднородности эрозионно-аккумулятивных процессов на пахотном склоне (ч. 1) // Геоморфология. 2007. № 1. С. 71–84.
11. Кузнецова Ю.С., Беляев В.Р., Маркелов М.В., Иванова Н.Н. Анализ пространственно-временной неоднородности эрозионно-аккумулятивных процессов на пахотном склоне (ч. 2) // Геоморфология. 2007. № 2. С. 60–69.
12. Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: ИКЦ “Академкнига”, 2002. 255 с.
13. Герасименко В.П., Рожков А.Г. Выдающийся ливень в ЦЧО и проявления эрозионных процессов // Науч.-технич. бюл. “Защита почв от эрозии”. 1976. Вып. 4 (11). С. 6–21.
14. Olson K.P., Gennadiev A.N., Jones R.L., Chernyansky S.S. Erosion patterns on cultivated and reforested hillslopes in Moscow region, Russia // Soil Sci. Soc. Am. J. 2002. V. 66. P. 1911–1921.
15. Геннадиев А.Н., Голосов В.Н., Чернянский С.С. и др. Анализ сопряженного использования радиоактивного и магнитного трассеров для количественной оценки эрозии почв // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1080–1093.
16. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. М.: Изд-во МГУ, 1993. 200 с.
17. Walling D.E., Quine T.A. Calibration of cesium-137 measurements to provide quantitative erosion rate data // Land Degrad. Rehabil. 2002. V. 2. P. 161–175.
18. Атлас радиоактивного загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины / Ю.А. Израэль. М.: Росгидромет, Роскартография, 1998. 142 с.
19. Здоровцев И.П., Дощечкина Г.В. Актуальные вопросы рационального регулирования эрозионно-гидрологических процессов в агроландшафтах Среднерусской возвышенности // 18-е пленарн. межвуз. координац. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Курск: Изд-во КГУ, 2003. С. 123–124.

Московский государственный университет  
Географический факультет

Поступила в редакцию  
26.01.2010

# **SPECIFICS OF SEDIMENT REDISTRIBUTION WITHIN A SMALL ARABLE CATCHMENT DURING DIFFERENT PERIODS OF ITS CULTIVATION (GRACHEVA LOSCHINA CATCHMENT, THE KURSK REGION)**

V.N. GOLOSOV, V.R. BELYAEV, M.V. MARKELOV, E.N. SHAMSHURINA

## Summary

The paper discusses results of quantitative assessment of sediment redistribution within a small arable catchment during a few different time intervals. Application of several independent methods allowed more reliable determination of individual components of the local sediment budget. The results show that during approximately 130 years of traditional cultivation about 90% of sediment from eroded arable slopes reached the small valley bottom. After introduction of soil conservation measures this value decreased to less than 20%. At the same time, average annual soil loss rate for the entire catchment have decreased by more than 2 times – from 13.9–14.4 t/ha × year to 7.0 t/ha × year.