

БАЛАНС НАНОСОВ В РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ И ДЕГРАДАЦИЯ РЕК РУССКОЙ РАВНИНЫ

Важнейшей задачей в изучении эрозионно-аккумулятивных процессов является количественная оценка перераспределения наносов на речном водосборе по пути транспортировки со склонов в русла крупных рек. Подобные работы широко проводятся в различных странах мира. Обзор, сделанный Д. Е. Воллингом [1] показал, в частности, многофакторность процессов сноса и аккумуляции.

Большая часть работ по составлению баланса наносов базируется на стационарных или полустационарных наблюдениях в различных звеньях гидрографической сети, что требует значительных временных затрат, но не решает задачи интерполяции результатов на сопредельные территории. Этих издержек можно избежать, используя набор косвенных геолого-геоморфологических, гидрологических и аналитических методов. Благодаря параллельному использованию различных методов определения темпов смыва, размыва и аккумуляции возникает возможность количественно охарактеризовать закономерности образования и перераспределения наносов внутри бассейна и повысить точность результатов.

В наших исследованиях для оценки баланса наносов на речных водосборах использовался комплекс методов, позволяющий с достаточной точностью количественно определить составляющие баланса наносов на склонах, в руслах временных водотоков и руслах рек разных порядков. Кроме того, разработан подход, позволяющий на основе сопоставления разновременных карт выявить интенсивность сокращения протяженности малых рек вследствие заиления.

Методы исследования

Эрозия почв на обрабатываемых склонах оценивалась четырьмя группами методов. Первая основана на оценке объема склоновой эрозии по фактической смывности почв различных генетических типов за весь период сельскохозяйственного освоения [2]. Количественно смыв оценивался по крупномасштабным почвенным картам, отражающим распространение эродированных почв трех степеней смывности. Для этого измерялись площади ареалов эродированных почв разной степени смывности и умножались на величину потерь мощностей морфологических горизонтов, затронутых смывом. На исследуемых водосборах проводились полевые работы по почвенно-геоморфологическому профилированию характерных склонов. Устанавливались конкретные мощности удаленного слоя для каждой степени смыва и для отдельных ареалов с учетом генетического типа почвы. Затем по архивным картографическим материалам определялась доля распашки территории в различные периоды. Максимальная площадь пашни принималась за 100%, а дата первого упоминания о земледельческом освоении — за начало распашки. Строился график динамики площади пашни. Была принята гипотеза о зависимости сроков распашки склонов от их крутизны: чем круче склон, тем более неудобен он для обработки и тем позже стал обрабатываться. По крупномасштабным топографическим картам точечно-статистическим методом измерялась крутизна распаханых склонов, подсчитывалось распределение пашни по крутизне. Определялась величина смыва и зная время земледельческого освоения каждого ареала, можно рассчитать среднюю интенсивность смыва и представить ее распределение по территории.

Второй способ оценки интенсивности смыва заключается в определении абсолютных величин смыва по относительным концентрациям изотопа ^{137}Cs [3]. Принималось, что ежегодно смывается некоторый слой почвы Δh , достигший за весь период с 1954 г. до года измерений мощности h . Концентрация изотопа

Соотношение объемов смыва фактического и рассчитанного по предлагаемой методике (по данным [8])

Название балки	Аккумуляция в днище балки, тыс. т		Ф/Р, %
	фактическая (Ф)	расчетная (Р)	
Сухой Яр (приток р. Калаус)			
1918—1988 гг.	282	386	73
1962—1988 гг.	126	143	88
Сухой Яр (приток р. Айгурка)			
1935—1988 гг.	55	68	81
1962—1988 гг.	33	33	100

и среднюю величину потерь почвы, определенную в полевых условиях почвенно-морфологическим методом.

Объемы выноса из оврагов определялись по данным инструментальных обмеров оврагов различных типов (донные, склоновые, береговые) непосредственно в полевых условиях или при картометрических исследованиях ключевых участков. Для оценки интенсивности овражной эрозии на конкретных водосборах использовался почвенно-геоботанический метод определения возраста овражно-балочных систем [7].

Объем аккумуляции на склонах устанавливался только для случаев значительной задержки здесь наносов. Для этого на карты смыва, составленные для каждого водосбора, наносились рубежи стока, т. е. объекты, перед которыми происходит аккумуляция наносов. Это перегибы склонов от выпуклого к вогнутому, лесополосы, дороги, водозадерживающие валы, границы пашни, удаленные бровки эрозионных форм более чем на 100 м. Принимается, что все наносы поступающие на данные участки склона, полностью аккумулируются и достигают эрозионной сети. Этот метод проверен сопоставлением оценок темпов смыва, установленных по заилению прудов в овражно-балочной сети. Достаточно высокая сходимость, полученная для периодов разной продолжительности, позволяет говорить о правомерности предлагаемого подхода (табл. 1).

Объем аккумуляции наносов в балках и самых малых реках вычислялся при бурении скважин в днищах балок и долин самых малых рек путем определения мощности отложений, накопившихся там за период интенсивного сельскохозяйственного освоения территории. Выделение отложений, которые относятся к этому периоду, возможно на основании либо споро-пыльцевого анализа и установления нижней границы появления пыли культурных растений [9], либо изучения текстуры и окраски отложений и положения погребенных почв [10].

Баланс наносов для водосборов с площадью более 300 км² составлялся с использованием других подходов. Он может быть определен по данным о стоке наносов, полученным на гидрометрических постах Гидрометеослужбы, обобщенным в «Справочниках по водным ресурсам СССР». Однако сеть постов Гидрометеослужбы недостаточно развита, для того чтобы рассчитать объемы аккумуляции во всех реках, особенно малых. Поэтому целесообразнее устанавливать коэффициенты доставки наносов K_d для гидрографических систем разных размеров. Под коэффициентом доставки понимается отношение суммарной эрозии на водосборе к выносу наносов в замыкающем отверстии, для которого рассчитывается баланс наносов.

Нами определены коэффициенты доставки с водосборов рек в бассейнах Днестра, Днепра, Дона и Волги. Величина смыва со склонов определялась на карте «Эрозионноопасные земли Европейской территории СССР» масштаба

Потери количества и общей длины водотоков за счет картографической генерализации (по данным [14])

Масштаб карты	Число водотоков	% от числа водотоков на карте м-ба 1 : 100 000	Длина водотоков, км	% от длины водотоков на карте м-ба 1 : 100 000
1 : 100 000	81	100	450,1	100
1 : 200 000	56	70	387,6	86
1 : 500 000	34	42	304,5	67
1 : 1 000 000	15	18	219,0	49

1 : 1 500 000. На карте показана среднегодовая интенсивность смыва за последние 20—30 лет для крупных массивов сельскохозяйственных земель. Для каждого речного водосбора с замыкающим створом, входящим в систему Гидрометеослужбы, по карте определялись площади ареалов с различной величиной смыва и рассчитывался объем годового стока наносов со склонов. Величина выноса материала в замыкающих створах принималась по данным измерений Гидрометеослужбы. Значения K_d для каждого крупного водосбора осреднялись по грациям площадей водосборов, соответствующих рекам разных размеров. По полученным значениям на разных участках гидросети были рассчитаны объемы наносов, которые аккумулируются в руслах рек разных размеров. По данным А. П. Доманицкого и др. [11] и Р. А. Нежиховского [12] была проведена оценка общей площади русел и пойм этих рек, что позволило вычислить среднюю мощность слоя наносов, которые отложились на поймах и в руслах рек разных размеров за период интенсивного землепользования.

Динамика сокращения протяженности речной сети на обширных территориях устанавливалась при сравнении результатов измерений по топографическим картам близких масштабов, созданным в разное время. При анализе карт с большой разницей во времени создания необходимо сделать некоторые допущения. Во-первых, итоговая величина представляет собой алгебраическую сумму разнонаправленных изменений, произошедших за данный отрезок времени. Во-вторых, используя полученную среднегодовую скорость увеличения или уменьшения длины гидрографической сети, необходимо помнить, что изменение протяженности не постоянно во времени.

Работая с разновременными картами необходимо иметь представление об их точности и достоверности. Лучше всего, если они составлены по единым принципам, в одном или близком масштабе. На точность картометрических исследований влияют погрешности исходных карт, ошибки методики исследований и измерительных инструментов, точность вычислений.

Полностью и достоверно существующую структуру гидрографической сети отражают карты масштаба 1 : 100 000. Предельная графическая точность в этом масштабе составляет 10 м [13]. С уменьшением масштаба в результате генерализации мелкие объекты исключаются полностью или частично, т. е. на топографических картах среднего масштаба происходит т. н. потеря густоты речной сети. В работе А. М. Комкова и И. Б. Кострица [14] приводятся данные об изменении количественных характеристик гидрографической сети при генерализации (табл. 2).

Необходимо учитывать, что при генерализации прежде всего выпадают водотоки первых порядков, которые принимают увеличенный объем наносов со склонов. Поэтому при сопоставлении протяженности водотоков по разномасштабным картам необходимо вводить поправочные коэффициенты. Измерения протяженности гид-

Основные климатические характеристики районов исследований

Бассейн реки, возвышенность	Осадки, мм			Запас воды в снеге на пери- од снего- таяния, мм	Осадки в пери- од снего- таяния, мм	Промерзание по- чвы, см		Эрозион- ный ин- декс осадков
	теплый период	холод- ный пе- риод	год			среднее	макси- мальное	
Ведуга, Средне- русская	373	181	554	73	16	62	89	7,0
Малый Колыш- лей, Приволж- ская	290	149	439	73	16	59	90	5,5
Калаус, Ставро- польская	304	131	435	35	15	25	50	14,2
Большая Погром- ка, Общий Сырт	235	133	368	84	42	100	145	5,3

рографической сети по картам проводятся циркулем-измерителем с раствором 2 мм в двукратной повторности. В качестве итогового берется средний результат. Максимальная относительная ошибка таких измерений 10% [15]. Величина изменения протяженности гидрографической сети определялась как отношение разности полученных с разновременных карт величин к первоначальной длине речной сети, умноженное на 100%. Измерения проводились последовательно по бассейнам.

Объекты исследований и их основные физико-географические характеристики

В качестве ключевых объектов для крупномасштабного исследования выбраны водосборы, расположенные в различных частях Европейской территории России. Это водосборы рек Ведуга (Среднерусская возвышенность), Малый Колышлей (Приволжская возвышенность), Калаус (Ставропольская возвышенность), Большая Погромка (возвышенность Общий Сырт).

Развитие эрозионно-аккумулятивных процессов на исследуемых водосборах определяет климат континентальной части Европейской территории России (табл. 3). Зимний период отличается уменьшением числа оттепелей и осадков с юго-запада на северо-восток. В результате наибольшие запасы воды к периоду таяния снега накапливаются в расположенном восточнее других бассейне р. Погромка. Продолжительность периода снеготаяния сокращается с юга на север и с запада на восток, составляя ~1 мес в бассейне р. Калаус и 2—5 дней в Оренбургской области. Наиболее интенсивны ливни на Ставрополье, тогда как в Поволжье и Оренбургской области их эрозионный эффект сравнительно близок.

Рельеф исследуемых водосборов, расположенных на возвышенностях, отражает специфические черты каждой из них. Для Среднерусской возвышенности — это расходящиеся склоны (табл. 4), подчеркивающие холмистый облик местности. Для трех других районов, где в 3—4 раза увеличивается число ложбин на склонах, близко соотношение склонов параллельных, расходящейся и сходящейся формы.

Практически все главные водосборы имеют близкую конфигурацию, тогда как их суббассейны значительно различаются. Плотность оврагов по основным водосборам изменяется достаточно сильно (от 0 до 12 на 1 км²) и практически не коррелирует с глубиной базиса эрозии.

Коренные породы представлены во всех регионах покровными лёссовидным

Распределение поверхностей междуречий по конфигурации в плане *

Бассейн реки	Распахиваемые участки					Нераспахиваемые участки
	форма склонов в плане			субгоризонтальные поверхности	склоновые ложбины	
	параллельные	расходящиеся	сходящиеся			
Ведуга	10,0/11,0	45,0/49,7	27,3/30,2	5,5/6,1	2,7/3,0	9,5
Малый Колышлей	17,8/20,1	28,9/32,6	21,5/24,2	0,5/0,6	10,0/11,3	21,3
Калаус	8,9/22,3	14,8/37,1	13,1/32,8	0,1/0,3	3,1/7,8	60,1
Большая Погромка	13,1/20,8	22,3/35,3	19,6/31,1	2,1/3,3	6,0/9,5	36,9

* В числителе — доля поверхностей (%) различной формы с учетом нераспахиваемых земель, в знаменателе — доля поверхностей (%) различной формы без учета нераспахиваемых земель.

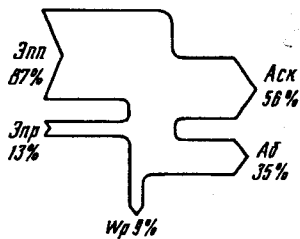
суглинками. На Среднерусской и Приволжской возвышенностях они перекрывают известняки, опоки и мергели мелового возраста; на Ставропольской возвышенности — комплекс пород неогена, а на возвышенности Общий Сырт — песчаники и красноцветные пески триаса.

Структура почвенного покрова и характер севооборотов исследованных водосборов сравнительно близки. Повсеместно преобладают различные подтипы черноземов, в бассейне р. Калаус, кроме того, встречаются каштановые почвы. Зерновые и пропашные культуры доминируют в севооборотах.

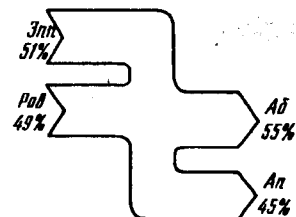
Крайне редко используются специальные агротехнические приемы предупреждения склонового смыва. Можно отметить только вспашку вдоль склона, безотвальную обработку, практикуемую лишь в бассейне Калауса, и создание кулис, встречающиеся на полях водосбора р. Малый Колышлей. Более широкое использование традиционных агротехнических противоэрозионных мероприятий могло бы ощутимо снизить темпы смыва. Чаше проводятся лесомелиоративные работы, правда, в основном, против дефляции, но не водной эрозии. Наконец, гидромелиоративные приемы в той или иной мере практикуются повсеместно. Наиболее широко они проводятся в бассейне Ведуги, где сооружено большое количество водозадерживающих валов в вершинах оврагов и дамб в балках. На остальных водосборах встречаются лишь дамбы. Однако большинство дамб и валов прорвано или полностью заилено.

Основные результаты и их анализ

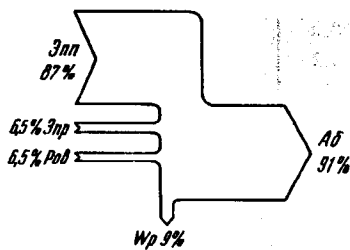
Балансы наносов, полученные для серии водосборов, расположенных в различных частях сельскохозяйственной зоны, показывают значительную вариативность в перераспределении материала (рисунок). Можно утверждать, что каждый водосбор с площадью менее 200 км² обладает уникальными свойствами. Сравнение водосборов и их классифицирование можно проводить на основании сопоставления объемов и соотношений потоков наносов, проходящих по различным звеньям эрозионной сети, скорости их перемещения и длине пути по каждому из отрезков. Переходные участки от одного звена к другому являются литодинамическими границами. В зависимости от проходимости их можно подразделить на консервирующие, аккумулярующие, транзитные и активные. Данные расчетов показывают, что на консервирующих границах откладывается 90—100% наносов, смытых со склонов; на аккумулярующих — от 90 до 50%; на транзитных —



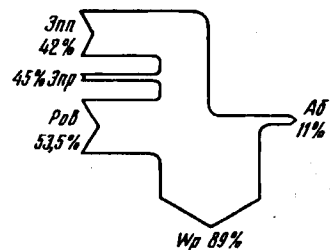
А. руч. Елховка (р. Большая Погоронка)



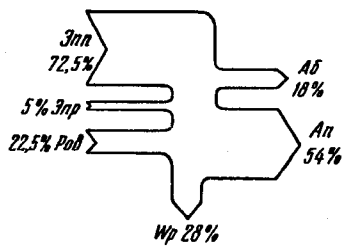
Б. руч. Ведуга (р. Ведуга)



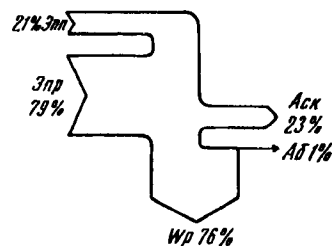
В. балка Ржавец (р. Малый Колышлей)



Г. руч. Ключи (р. Малый Колышлей)



Д. р. Малый Колышлей



Е. балка Сугойяр (р. Каллаус)

Баланс наносов в малых водосборах различных физико-географических зон Европейской части России

Эпп — эрозия почв на склонах, Ров — овражная эрозия, Эпр — ручейковая эрозия, Аск — аккумуляция на склонах, Аб — аккумуляция в балочной сети, Ап — аккумуляция на пойме, Wр — вынос наносов в реку следующего порядка

10—50%, а на активных или откладывается до 10% смыва, или происходит прирост объема наносов. Примером активной границы может служить вершина оврага. В зависимости от соотношений протяженности названных границ площадей склоновых земель, примыкающих к ним, можно проводить классифицирование водосборов по типам соотношений эрозии и аккумуляции. Распределение границ по типам представлено в табл. 5. Каждая граница характеризуется количественным параметром, отражающим соотношение эрозии и аккумуляции их совокупность — водосбор в целом. Для средне- и мелкомасштабных исследований допустимо некоторое упрощение структуры литодинамических границ. В этом случае можно рассматривать только цепочку склон — овраг — балка — днище долины — русло. Такой подход позволяет проводить сопоставление эрозии и аккумуляции для однопорядковых речных бассейнов на объективной основе.

При расчете баланса наносов на водосборах равнинных рек следует учитывать период земледельческого освоения территории. В зависимости от продолжительности интенсивной распашки конкретного водосбора самым существенным образом изменяется соотношение эрозии и аккумуляции. Так, водосбор ручья Ведуга практически достиг стадии равновесия между эрозией и аккумуляцией: почти все наносы, поступающие с междуречий, задерживаются внутри водосбора (рис. 1, Б).

Распределение типов границ литодинамических зон по элементам эрозионной сети

Консервирующие	Аккумулирующие	Транзитные	Активные
ОС—ЗС, ОС—Т, Л—ЗС, Л—Т Б—Т, О—Т, Б—ЗС	ОС—Б, ОС—П, Л—Б, Б—П, Л—П, О—Б, Б—Б, О—ЗС	Л—Л, Б—РР, О—П, О—РР, О—О	ОС—О, ОС—РР, Л—О, Л—РР, Б—О

Примечание. ОС — обрабатываемый склон; ЗС — залуженный склон; Б — балка; О — овраг; Л — ложбина; Т — терраса; П — пойма; РР — русло реки.

Существенное значение имеют морфологические особенности водосборов. Если уклон русла стволового потока достаточно высок, а ширина днища долины невелика, то возникают условия для повышенной транзитности водосбора, что, впрочем, не предохраняет водоток от заиления. Примером может служить р. Малый Колышлей (рисунок 1, Д). Морфологические характеристики водосборов играют особенно важную роль в пределах равнинных территорий при площадях бассейна не более 100 км². В дальнейшем их влияние сглаживается. Именно поэтому наибольшие колебания коэффициента доставки наносов характерны для водосборов с диапазоном площадей от 0 до 100 км².

Для более крупных рек, с площадью водосбора более 300 км², выявляется единая для всех объектов обратная зависимость коэффициента доставки (K_d) от площади водосбора

$$K_d = aF^{-0,2}$$

Коэффициент a определяется ландшафтными условиями водосбора; для водосборов Днепра и Волги $a = 0,25$; для Днестра и Дона — 0,75.

Транзитность водосборов, несомненно, изменялась во времени. Так, в лесной зоне аккумуляция в балочной сети в 5—6 раз превышала современную, тогда как в степной зоне она была в 2—2,5, а в лесостепной в 2,5—3 раза ниже современной [16]. При экстраполяции данных по аккумуляции в поймах рек на весь период интенсивного сельскохозяйственного освоения (300 лет) использовались эти пропорции, а также учитывались изменения во времени площади пашни, характера распределения угодий по элементам рельефа, типа землепользования, климатических характеристик.

Расчеты показывают, что наиболее интенсивна аккумуляция наносов за последние 300 лет на поймах и в руслах самых малых рек длиной 10—25 км. Мощность отложений уменьшается с запада на восток, а также на север и на юг от центральной зоны максимальной аккумуляции. Эта зона охватывает бассейны Днестра и Южного Буга (мощность отложений h 5,2—6,6 м); нижнего Днестра, Десны и Оки (h 2,7—3,1 м); Вятки и верхней Камы (h 1,9—2,7 м). К северо-западу от этой зоны мощности аккумуляции уменьшаются до 1,1—2,4 м (Днепр и Волга в верхнем течении) к юго-востоку — до 0,5—2,3 м (Дон, среднее и нижнее течение Волги).

Существенно меньшие мощности аккумуляции получены для пойм и русел малых рек длиной 25—50 км — 0,04—1,6 м. Зона максимума аккумуляции здесь несколько сместилась к югу: это бассейны Днестра и Южного Буга (h 1,2—1,6 м), нижнего Днестра и Северского Донца (h 0,8 м), верхнего и среднего Дона (h 0,4 м), Вятки (h 0,2 м). К северу мощности аккумуляции уменьшаются до 0,6 м (верхнее течение Днестра), 0,2 м (Ока и верхняя Волга); к югу и востоку — 0,1—0,2 м (нижнее течение Дона и Волги) и до 0,04 м (р. Белая).

Изменение протяженности речной сети в регионах с различными природными условиями [11]

Регион	Природная зона	Количество осадков, мм/год	Распаханность, %	Лесистость, %	Величина сокращения протяженности речной сети, %		
					средняя	максимальная	минимальная
Бассейн Верхней Оки	юг лесной	500—600	34	30	15	27	1
Приволжская возвышенность	лесостепь-степь	400—500	43	4—6	40	75	18
Общий Сырт	степь	350—400	50—60	2—5	46	68	30

Качественно близкая картина распределения мощностей аккумуляции почв отмечена для пойм и русел малых рек длиной 50—100 км. Здесь максимум аккумуляции (h 0,3—0,5 м) приходится на бассейны нижнего Днепра и Северского Донца. В бассейнах Днестра, Южного Буга, верхнего Днестра, Десны и Дона $h = 0,2$ м, а в бассейне Волги она не превышает 0,1 м.

Аккумуляция на поймах и в руслах средних и крупных рек обычно превышает 0,1 м. Отдельные экстремальные значения (например, мощностные аккумуляции 0,8 м в долинах рек длиной 300—500 км в бассейне Южного Буга) требуют специального рассмотрения.

Приведенные значения мощностей аккумуляции в долинах рек за период интенсивного сельскохозяйственного использования — это осредненные по крупным речным бассейнам величины. Конкретные значения мощностей могут существенно варьировать. Однако, как показывают результаты бурения в долинах малых рек [9], приведенные рассчитанные мощности близки к наблюдаемым в натуре.

Огромное количество наносов, поступающих с обрабатываемых склонов, приводит к заилению малых рек вплоть до полного прекращения постоянного стока. Процесс отмирания речной сети в различных регионах Европейской территории России протекает бурно (табл. 6). Максимальных значений он достигает в сухостепной зоне Предуралья. В староосвоенных районах лесостепи и северной степной зоны сокращение числа постоянных водотоков идет достаточно быстро [17]. Различия в темпах при относительно близких площадях распашки связаны с гидрогеологическими условиями и неодинаковой устойчивостью почв к размыву. Определенное значение имеют и неотектонические движения. Реки, дренирующие присводовые части возвышенностей, отличаются повышенной устойчивостью к заилению [18]. Кроме того, здесь процесс сокращения протяженности гидрографической сети вследствие заиления отчасти компенсируется ее удлинением из-за вскрытия оврагами водоносных горизонтов.

Для лесной зоны характерна резкая неравномерность степени устойчивости рек к заилению, вызванная мозаичностью распашки территории. Наиболее быстро заиливаются реки в пределах опольев. Например, в бассейне р. Жиздра протяженность речной сети на водосборе р. Брынь, дренирующей Мещовское ополье, сократилась за столетие на 27%, тогда как на залесенном водосборе р. Ресса по существу не изменилась. Специфическая особенность деградации гидрографической сети лесной зоны — быстрое отмирание водотоков I и II порядков непосредственно впадающих в ствольные реки.

Резюмируя анализ особенностей отмирания верхних звеньев гидросети, следует отметить, что если на юге лесной зоны трансгрессивная волна аккумуляции охватила реки I, изредка II порядков, то в лесостепной и особенно степной зонах она распространилась уже на реки III порядка, способствуя интенсивной деградации территорий и преобразованию зональных экосистем.

1. Walling D. E. Linking erosion and sediment yield: some problems of interpretation//Sedim. Res. China, Ocean Press. V. 1. № 1. P. 13—26.
2. Добровольская Н. Г., Литвин Л. Ф. Почвенно-морфологический метод оценки динамики образования бассейновых наносов//Тез. докл. 6-го Межвуз. коорд. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Ташкент: Изд-во ТашГУ, 1991. С. 31—32.
3. Острова И. В., Силантьев А. Н., Литвин Л. Ф. и др. Оценка интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов по содержанию в почве цезия-137//Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1990. № 5. С. 79—85.
4. Ларионов Г. А. Методика средне- и мелкомасштабного картографирования эрозионноопасных земель//Актуальные вопросы эрозиоведения. М.: Колос, 1984. С. 41—66.
5. Ларионов Г. А., Острова И. В. Оценка влияния поперечного профиля склона на поверхностный смыв//Земледелие. 1990. № 1. С. 23—24.
6. Якимова И. В. Количественная оценка рельефа при картографировании эрозионноопасных земель: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., МГУ, 1988. 22 с.
7. Овражная эрозия/Под ред. Р. С. Чалова. М.: Изд-во МГУ, 1989. 168 с.
8. Голосов В. Р., Острова И. В., Иванова Н. Н. Проектирование почвоводоохраняющих мероприятий в степной зоне//Мелиорация и вод. хоз-во. 1990. № 6. С. 26—28.
9. Веретенникова М. В., Зорина Е. Ф., Любимов Б. П. и др. Отмирание верхних частей гидросети на водосборе р. Ведуга в период интенсивного сельскохозяйственного освоения//Малые реки центра Русской равнины, их использование и охрана. М.: МФГО, 1988. С. 32—41.
10. Ажигиров А. А., Голосов В. Н., Литвин Л. Ф. Эрозия на сельскохозяйственных землях и проблема защиты малых рек от заиления//Малые реки центра Русской равнины, их использование и охрана. М.: МФГО, 1988. С. 51—61.
11. Доманицкий А. П., Дубровина Р. Г., Исаев А. И. Реки и озера Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 104 с.
12. Нежиховский Р. А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды. Л.: Гидрометеиздат. 1971. 476 с.
13. Берлянт А. М. Картографический метод исследований. М.: Изд-во МГУ, 1988. 252 с.
14. Кожков А. М., Костриц И. Б. Гидрографическая сеть и ее изображение на топографических картах//Практическое пособие по составлению топографических карт. Вып. 2. М.: Изд. Генер. штаба, 1945. 208 с.
15. Волков Н. М. Принципы и методы картометрии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 326 с.
16. Голосов В. Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речном бассейне: опыт количественной оценки//Тр. Междунар. симпоз. «Географические процессы и окружающая среда — количественный анализ взаимодействия». Казань: Изд-во КГУ, 1991. С. 19—20.
17. Былинская Л. Н., Тимофеев Д. А., Фирсенкова В. М. Изучение антропогенного воздействия на рельеф (методы и результаты)//Изучение и оценка воздействия человека на природу. М.: Изд. ИГ АН СССР, 1980. С. 144—156.
18. Голосов В. Н., Иванова Н. Н. Роль лесомелиоративных мероприятий в предотвращении заиления малых рек южного Поволжья//Лесн. хоз-во. 1991. № 9. С. 29—30.
19. Иванова Н. Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы на водосборах верхних звеньев гидрографической сети: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., МГУ, 1990. 20 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
28.02.92

SEDIMENTS' BUDGET IN DRAINAGE BASINS AND DECAY OF SMALL RIVERS ON THE RUSSIAN PLAIN

V. N. GOLOSOV, N. N. IVANOVA, L. F. LITVIN, A. Yu. SIDORCHUK

Summary

The paper discusses up-to-date methodical approach to detailed studies of the sediments budget for rivers of various order and to assessment of rate of small rivers decay; the methods include soil erosion profiles compilation, drilling along profiles, calculations by models and also usage of cesium-137 isotope to estimate quantitatively erosion and deposition rates. The necessity is shown to use two or more independent methods to find components of the sediments budget. Examples are given of the sediments budget and calculations of load transport coefficients for a series of drainage basins of different order on the Russian Plain. Using the southern mega-slope of the Russian Plain as an example, the authors analyse the rate of floodplains alluviation and decrease in total length of drainage network due to excess in sediment supply.