

ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

Внимание! Начиная с № 2 1997 г. журнал не публикует резюме статей на английском языке. Просим всех авторов представлять краткие аннотации (3–4 предложения), содержащие суть изложенного в статье материала.

УДК 551.438.5(–924.8)

© 1997 г. А.П. ДЕДКОВ, В.И. МОЗЖЕРИН, Г.Р. САФИНА

**СОВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭРОЗИИ НА ВОСТОКЕ
РУССКОЙ РАВНИНЫ**

Анализ ритмических изменений интенсивности эрозионных процессов на востоке Русской равнины свидетельствует о ее нисходящем тренде. Главными причинами этого являются завершение цикла овражной эрозии; успешно осуществляемые меры защиты земель от эрозии; некоторое уменьшение континентальности климата.

Многочисленные данные свидетельствуют о том, что в последние столетия характер и интенсивность эрозионных процессов на востоке Русской равнины испытывали большие изменения, связанные с влиянием двух главных факторов – хозяйственной деятельности человека и изменчивости гидрометеорологических условий. Оба фактора меняли соотношения между силой эрозионного воздействия и сопротивлением поверхности этому воздействию. Они влияли на эрозионные процессы путем изменения природного ландшафта, объема и режима стока воды.

Начавшиеся в XVI–XVII столетиях особенно интенсивная вырубка лесов и распашка земель вызвали значительное увеличение поверхностного стока и сокращение подземного, что сопровождалось дренажем верхних водоносных горизонтов и частичной деградацией многочисленных малых рек. Следствием явилось усиление бассейновой (почвенной и овражной) эрозии на водосборах и аккумуляции продуктов эрозии в долинах в виде делювия, пролювия и аллювия. Возросли обе группы продуктов эрозии – местная и транзитная. При этом относительно большая часть продуктов эрозии не выносится за пределы бассейна, и коэффициент транзитности наносов, как правило, менее 0,5. Характерная для природного ландшафта прямая зависимость модулей стока наносов от площадей бассейнов сменилась на обратную. Модули стока взвешенных наносов малых рек возросли в 5–6 раз, крупных – в 3 раза. Получила широкое развитие овражная сеть, в доагрикультурное время имевшая незначительное распространение [1].

Антропогенно обусловленные изменения эрозионных процессов сочетались с естественными, связанными с ритмическими и направленными изменениями гидрометеорологических условий.

При относительной стабилизации природно-антропогенного ландшафта гидрометеорологический фактор выступает на первый план, вызывая, в частности, значительные аномальные проявления эрозионных процессов. Геоморфологическая роль таких аномалий изучена еще недостаточно. Для их характеристики нами использованы данные о стоке взвешенных наносов и результаты стационарных наблюдений за ростом оврагов, проведенных различными исследователями [1].

Для характеристики аномальных проявлений эрозии может быть использована классификация, основанная на анализе вероятности стока взвешенных наносов (табл. 1).

Значения стока наносов с обеспеченностью от 15 до 85% рассматриваются как нормальные. От величин стока наносов определенной обеспеченности легко перейти к абсолютным и относительным значениям отклонений от нормы, служащим рубежами различных типов аномалий. Вполне очевидно, что в различных бассейнах значения таких рубежей неодинаковы.

Таблица 1

Типы аномалий эрозии на основе вероятности стока взвешенных наносов [2]

Тип аномалий	Вероятность величины стока наносов, (%)	
	Положительные аномалии	Отрицательные аномалии
Экстремалия	< 3	> 97
Крупная аномалия	3–6	94–97
Малая аномалия	6–15	85–94

Аномальные проявления эрозии были изучены нами по данным о годовых величинах стока взвешенных наносов в восьми бассейнах, расположенных в различных ландшафтных зонах востока Русской равнины – от южной тайги до границ полупустыни. Некоторые результаты анализа приведены в табл. 2.

Отчетливая зависимость годовых величин стока взвешенных наносов от стока воды (табл. 2, рисунок) ясно указывает на гидрометеорологическую обусловленность аномальных проявлений эрозии. Эта зависимость заметно возрастает в направлении от лесной зоны к степной (табл. 2). О гидрометеорологической природе аномалий эрозии свидетельствует также связь коэффициентов вариации стока воды и взвешенных наносов. При этом вариация стока наносов во всех пунктах закономерно превосходит вариацию стока воды (табл. 2).

Основная роль в формировании стока воды на рассматриваемой территории принадлежит талым снеговым водам (65–80%). Поэтому самые значительные аномальные проявления эрозии связаны с особенно многоснежными зимами. Такими в Поволжье были зимы 1957, 1964, 1979 и 1990 гг., после которых сток наносов превосходил норму в 2–6 раз. В эти же годы стационарными наблюдениями была зафиксирована особенно сильная овражная эрозия [1, 2]. В малоснежные и засушливые годы (1972, 1975, 1984) эрозия была очень слабой: сток взвешенных наносов составил лишь 10–34% нормы, рост оврагов был незначительным.

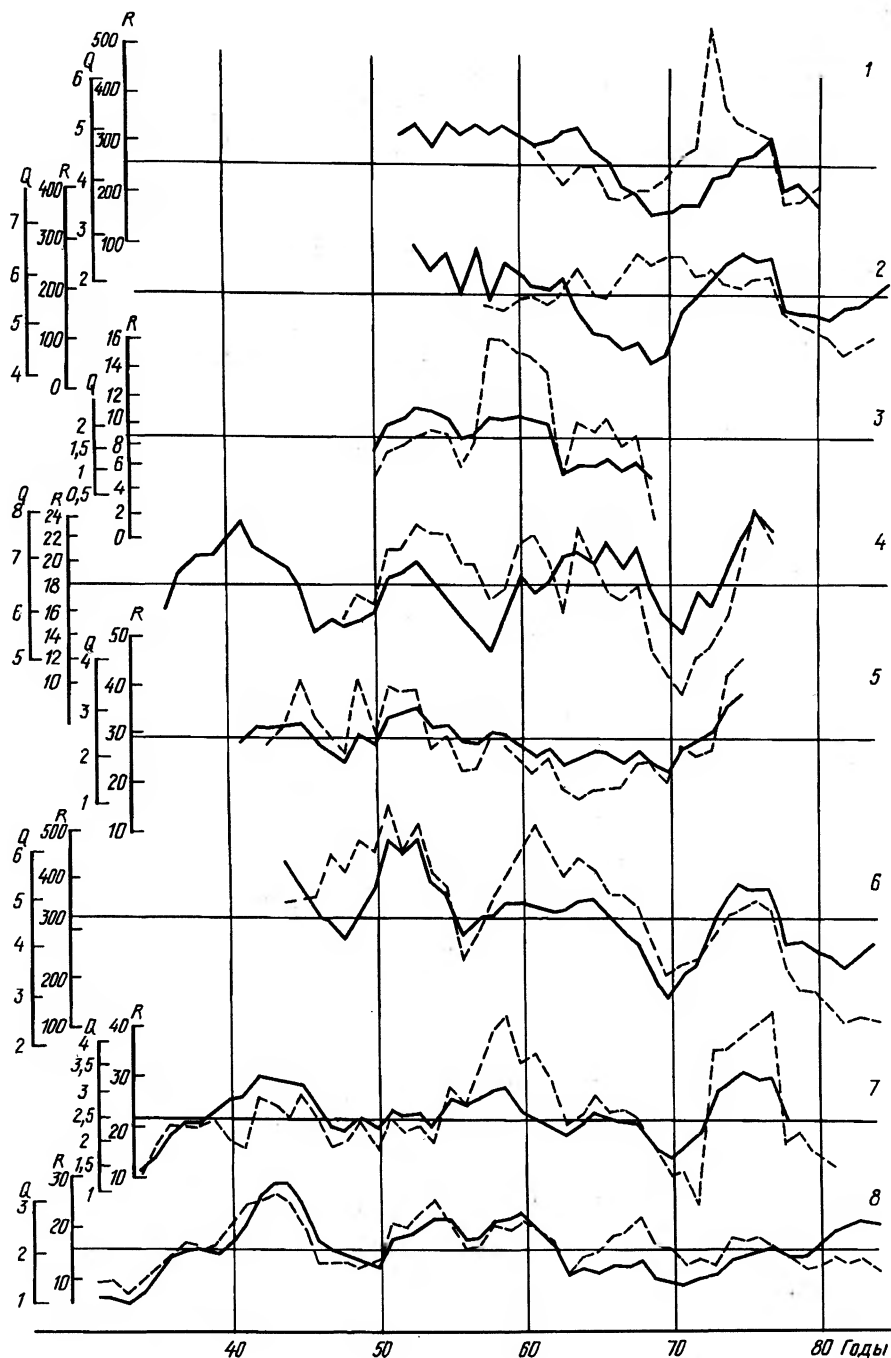
Ливневые дожди в многолетнем разрезе формируют лишь 20–30% стока взвешенных наносов и около трети прироста оврагов. Однако отдельные локальные ливни очень большой интенсивности и малой обеспеченности способны вызвать исключительно сильную эрозию, превосходящую суммарную эрозию за ряд лет [2].

Охарактеризованная временная изменчивость интенсивности эрозии проявляется неодинаково в различных ландшафтно-климатических условиях. От лесной зоны к степной значительно возрастают коэффициенты вариации стока воды и наносов, относительные отклонения от нормы (табл. 2). Если максимальные годовые модули стока взвешенных наносов превосходят минимальные в тайге всего в 5 раз, то в зоне

Сток взвешенных наносов и определяющие его факторы на востоке Русской равнины

Показатели	Река (пункт)							
	Быстрица (Шилидино)	Казанка (Арс)	Нурминка (Кукмор)	Улема (Нармонка)	Свяга (Вырыпаевка)	Терешка (Куриловка)	Самара (Елшанка)	Чаган (Каменка)
Географическая зона	ЮТ	СЛ	СЛ	ЛС	ЛС	ЛС	С	ПП
Площадь бассейна, км ²	3540	650	107	181	3600	7180	22800	4000
Лесистость, %	28	15	1	16	18	17	2	3,8
Атмосферные осадки, мм/год	605	410	430	400	405	390	365	269
Коэффициент стока воды	0,33	0,38		0,30	0,19	0,19	0,13	0,18
Модуль СВ, л/сек · км ²	6,5	5,7	4,6	4,7	2,5	2,4	2,0	1,6
Коэффициент вариации СВ	25,9	26,7	24,8	30,0	36,3	36,7	46,6	68,2
Модуль	18	200	279	330	22	29	16	8,3
СВН т/км ² · год	33	422	677	770	130	88	45	46
«	6	23	94	33	1,8	2,1	0,7	0,1
СВН макс/СВН мин	5	18	7	23	73	42	64	460
СВН макс/СВН норма	1,8	2,1	2,4	2,3	5,9	3,0	2,8	5,5
Кол-во лет наблюдений	46	33	28	45	52	39	55	24
Коэффициент вариации СВН	40,8	50,1	50,0	59,0	98,3	73,1	61,1	128,2
Коэффициент корреляции модулей СВ и СВН	0,51	0,35	0,50	0,69	0,73	0,89	0,85	0,76
Годы положит. экстремалий	1957			1953; 1957	1961; 1964	1955	1947	1964
и крупных аномалий СВН	1970	1979	1979	1964	1979	1980	1957	
Годы отриц. экстремалий	1977	1984	1972	1962	1952	1945	1944	
и крупных аномалий	1976			1984	1984	1954	1967	1967
Роль положит. годовых аномалий в % к СВН за весь период	27	27	23	27	38	33	31	48

Примечание. Зоны и подзоны: ЮТ – южная тайга, СЛ – смешанный лес, ЛС – лесостепь, С – степь, ПП – полупустыня, СВ – сток воды, СВН – сток взвешенных наносов.



Графики изменения стока воды (Q , л/сек $\cdot$ км²) и взвешенных наносов (R , т/км² $\cdot$ год), сглаженные по пятилетиям

1 – Нурминка (Кукмор), 2 – Казанка (Арск), 3 – Чаган (Каменный), 4 – Быстрица (Шипицино), 5 – Терешка (Куриловка), 6 – Улема (Нармонка), 7 – Свяга (Вырыпаевка), 8 – Самара (Елшанка).

Сплошные линии – сток воды, пунктирные – сток взвешенных наносов

смешанных лесов в 12 раз, в лесостепной – в 44 раза, степной – в 64 раза и у северного рубежа полупустыни – в 460 раз. Главная причина всех этих изменений – климатически обусловленное усиление в южном направлении неравномерности стока воды.

В этом же направлении возрастает роль положительных годовых аномалий стока взвешенных наносов в суммарном стоке наносов за весь период наблюдений. На положительные годовые аномалии, имеющие 15% обеспеченность (табл. 1), приходится в лесной зоне 23–27% стока наносов, в лесостепной и степной 27–38%, у северного рубежа полупустыни – почти половина стока взвешенных наносов (48%) (табл. 2). Иными словами, с увеличением сухости климата все большую роль в эрозионных процессах играют их аномальные проявления.

Все изученные бассейны характеризуются высокой степенью антропогенизации ландшафта. Эрозионно-опасные земли (пашни, поселения, дорожные полосы) занимают не менее 70% их площадей. Лесистость изменяется от 1 до 28% (табл. 2). Столь малая изменчивость степени антропогенизации ландшафта выбранных бассейнов затрудняет анализ роли антропогенного фактора в формировании аномалий эрозии. Однако в связи с тем, что антропогенизация ландшафта усиливает неравномерность стока воды, можно полагать, что в еще большей степени она усиливает неравномерность эрозии и стока наносов. Ибо сток наносов на равнинах пропорционален стоку воды примерно во второй степени [3]. Вполне очевидно также, что при уменьшении лесистости и увеличении распаханности интенсивность эрозии возрастает прежде всего за счет своей бассейновой составляющей.

В изменениях годовых величин стока воды и наносов проявляется определенная ритмичность. Годы аномально низких значений стока чередуются с годами его аномально высоких величин (рисунок). В различных бассейнах в этих колебаниях проявляется некоторая синхронность и представляется возможным выделить следующих общих фаз увеличения и уменьшения интенсивности эрозии и стока наносов во второй половине нашего столетия.

1. Слабая эрозия начала 50-х годов.
2. Сильная эрозия второй половины 50-х – начала 60-х годов, связанная со значительными метеорологически обусловленными положительными аномалиями в 1955, 1957, 1961, 1964 гг., выраженными в разных бассейнах неодинаково.
3. Относительно слабая эрозия в конце 60-х и первой половине 70-х годов, связанная главным образом с отрицательными аномалиями засушливых 1972 и 1975 гг.
4. Сильная эрозия конца 70-х и начала 80-х годов – результат положительной крупной аномалии 1979 г., в меньшей степени – аномалии 1981 г.
5. Сравнительно слабая эрозия середины 80-х годов, обнаруживающая связь с крупной отрицательной аномалией 1984 г.

С помощью методов математической статистики по нескольким десяткам рек востока Русской равнины установлен ритмический (циклический) характер изменения стока взвешенных наносов [4]. Наиболее резко выражены циклы продолжительностью 9–12 лет, 5–7 лет, 2–3 года. Они достаточно четко увязываются с ритмичностью жидкого стока. Циклы стока наносов хорошо выражены чередованием положительных и отрицательных аномалий и экстремалий.

Современный тренд

В отношении общей направленности изменений интенсивности эрозии во второй половине текущего столетия в рассматриваемом регионе высказывания немногочисленны и несколько противоречивы. Б.Ф. Косов пришел к выводу, что в лесостепи Русской равнины происходит прогрессирующее отмирание овражной сети [5]. Здесь больше зарастающих оврагов, чем растущих. Аналогичное заключение сделано Г.П. Бутаковым для востока Русской равнины [1]. По его данным, в последние 10–20 лет в этом регионе отмечается уменьшение скорости роста оврагов в 1,5–3 раза.

Группа московских исследователей (В.Н. Голосов и др.) использовала для оценки современных темпов внутрибассейновой эрозии и аккумуляции на Русской равнине радиоизотопный метод (цезий-137). Они пришли к выводу, что в степной и лесостепной зонах в последние 30–40 лет интенсивность смыва с пахотных земель возросла в 2–3 раза, что связано, по их мнению, с использованием, начиная с 50-х годов, более тяжелой сельскохозяйственной техники [6].

Что же показывает анализ стока взвешенных наносов, по мнению Н.И. Макавеева [3], являющийся наиболее объективным методом оценки интенсивности эрозии? Ни в одном из восьми проанализированных бассейнов (табл. 2, рисунок) по данным стока взвешенных наносов восходящий тренд не обнаруживается. В последние 40–50 лет происходят колебания вокруг средних величин, а в двух бассейнах лесостепи и степи (Улема и Самара) весьма отчетливо выраженное уменьшение стока взвешенных наносов (рисунок).

Таким образом, применительно к лесостепи и степи востока Русской равнины скорее можно говорить о нисходящем тренде интенсивности эрозии, чем о восходящем. Некоторое уменьшение интенсивности эрозии в ряде бассейнов может иметь разные причины, в том числе следующие.

1. Завершение цикла овражной эрозии, начавшегося еще в конце прошлого столетия в связи с возросшей распахкой земель [7]. По мнению Г.П. Бутакова, продолжительность полного цикла развития оврагов составляет 100–200 лет [1].

2. Успешно осуществляемые в некоторых районах лесомелиоративные и агро-мелиоративные меры защиты земель от эрозии.

3. Отмеченное метеорологами Казанского университета (Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский) некоторое уменьшение континентальности климата (повышение температур и осадков) может иметь следствием сокращение неравномерности стока воды и, следовательно, уменьшение интенсивности эрозии и стока наносов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овражная эрозия востока Русской равнины. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. 142 с.
2. Дедков А.П., Мозжерин В.И., Сафина Г.Р. Аномальные проявления эрозии в Среднем Поволжье в 1950–1987 гг. // Геодинамика равнинного рельефа. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1992. С. 24–41.
3. Макавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.
4. Мозжерин В.И., Тукаев Р.М. Статистический анализ временной изменчивости жидкого и твердого стока рек Приуралья и Поволжья // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь, 1991. С. 107–115.
5. Овражная эрозия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 168 с.
6. Голосов В.Н., Острова И.В., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Радиоизотопный метод оценки современных темпов внутрибассейновой аккумуляции // Геоморфология. 1992. № 1. С. 30–36.
7. Масальский В.И. Овраги черноземной полосы России, их распространение, развитие и деятельность. СПб.: 1897. 252 с.

Казанский госуниверситет

Поступила в редакцию
15.05.95