

УДК 551.4.042

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ АНОМАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЭРОЗИИ И СТОКА НАНОСОВ РЕК СРЕДНЕЙ ВОЛГИ

Сафина Г.Р.

*ГОУ ВПО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет», Казань, Россия (42008, Казань, ул. Кремлевская, 18) e-mail: Safina27@mail.ru*

На основе наблюдаемых различий в величинах годового стока наносов выделены аномальные его проявления. Аномалии классифицированы на малые, крупные и экстремальные. Определены основные факторы аномальных проявлений эрозии и стока взвешенных наносов речных бассейнов Средней Волги. Выраженность положительных аномалий эрозии и стока наносов тем больше, чем меньше бассейн, чем южнее расположена зона и чем сильнее антропогенезирован ландшафт. И наоборот, выраженность отрицательных аномалий возрастает при движении на север, при меньшей земледельческой освоенности и большей площади водосборных бассейнов. Использование методов математической статистики (критерия Багрова) позволило выделить на исследуемой территории годы региональных аномалий. Годы аномальных проявлений стока наносов хорошо коррелируют с другими гидрометеорологическими процессами, что обусловлено различными типами гидрометеорологических процессов.

Ключевые слова: эрозия, сток взвешенных наносов, временная изменчивость, аномалия, экстремалия, Средняя Волга.

## THE MAIN FACTORS OF ABNORMAL MANIFESTATIONS OF EROSION AND RIVER SEDIMENT YIELDS IN THE MIDDLE VOLGA REGION

*Kazan (Volga Region) Federal University, Russia, Kazan, (420008, Kremlevskaya Street, 18), e-mail:Safina27@mail.ru*

Safina G.R.

The anomalous manifestations of suspended sediment yields are distinguish on the basis of observed differences in their values. The main factors of anomalous manifestation of erosion and suspended sediment yields are determined for the river basins of the Middle Volga Region. An expression of positive anomalies of erosion and sediment yields is so much the larger, the lesser a basin area, the more southward a landscape zone is situated, and the more intensively a basin landscape is transformed by human activities. Conversely, an expression of negative anomalies increases from south to north, with decreasing an agricultural development of basins and with increasing a basin area. Using the methods of mathematical statistics (Bagrov's criterion) it helped to identify the years of regional anomalies within the study region. The years of abnormal manifestations of sediment yields correlate well with other hydro-meteorological processes, due to the different types of hydro-meteorological processes.

Key words: erosion, suspended sediment yield, temporal changeability, anomaly, extreme, Middle Volga region.

### Введение

Развитие эрозионных процессов проходят неравномерно как в пространстве, так и во времени. При анализе временных рядов различных геоморфологических процессов, в первую очередь, используются данные о средней интенсивности изучаемого процесса. Средняя интенсивность – это единственный показатель, с которым можно сопоставлять результаты изменений интенсивности какого-либо процесса за тот или иной отрезок времени. Использование средних многолетних показателей не является достаточным для оценки интенсивности эрозии во временном аспекте. Поэтому при изучении эрозионных

процессов приобретает большое значение аномальные их проявления, отражающиеся в положительных аномальных величинах. Следует отметить, что сток речных наносов не является точной мерой всех продуктов эрозии в речном бассейне, однако, прямо зависит от интенсивности эрозии и используется для ее относительной оценки [1].

### **Цель исследования**

В данной работе анализируются основные факторы (природные и антропогенные) аномальных проявлений стока наносов 11 рек Средней Волги с середины 20 века до начала 21 века. Исследуемые речные бассейны расположены в различных природных зонах (от тайги до степи), имеют неоднородный рельеф, геологическое строение, различную степень хозяйственной освоенности и площадь водосбора.

### **Методы исследования**

Термин «аномалия» в естественных науках используется широко. Как правило, в его содержание вкладывается отклонение каких-либо значений от их типичных величин. В основу выделения аномалий в данном исследовании положена степень отклонения годовой величины стока взвешенных наносов от нормы. Наиболее приемлемым показателем отклонения служит вероятность проявления различных величин стока наносов. В пользу такого выбора можно указать следующее. Во-первых, этот показатель прямо связан с абсолютными отклонениями величин от нормы; во-вторых, появляется возможность с единых позиций оценивать ряды наблюдений в различных пунктах. Кроме того, вероятность (обеспеченность) широко используется в гидрологии, где имеются детальные методики их подсчета.

Предложенная классификация аномальных значений эрозии основана на вероятности их проявления. На наш взгляд, достаточно редким можно считать явление, встречающееся в течение жизни человека 1–2 раза. Поэтому к положительным экстремалиям отнесены годовые величины стока наносов <3 % обеспеченности, к крупным аномалиям – 3 - 6 %, к малым – 6 -15 %; отрицательные экстремалии имеют обеспеченность > 97 %, крупные – 97 - 94 %, малые – 94 - 85 %. Значения стока наносов с обеспеченностью от 15 до 85 % рассматриваются как «нормальные», которые в среднем случаются не реже 1 раза в 6 лет [2].

Роль аномальных проявлений в общем эрозионном процессе определялась коэффициентом аномальности, вычисляемом как отношение материала, выносимого в аномальные годы, к сумме наносов за весь период наблюдений как для отдельных типов аномалий, так и для всех трех подразделений вместе взятых.

### **Результаты исследования**

Анализ показал, что выраженность аномальной эрозии определяются влиянием природных и антропогенных факторов. К природным зональным факторам, определяющим выраженность аномальных проявлений эрозии и стока наносов, относятся климат, сток воды. Зональный характер имеет также хозяйственная (прежде всего, земледельческая) деятельность человека и, как следствие, степень антропогенизации природного ландшафта. Из аazonальных природных факторов было определено влияние состава горных пород и определяемого им механического состава почвогрунтов.

Основными зональными факторами, определяющими выраженность аномальных проявлений эрозии и стока взвешенных наносов, являются климат, сток воды, характер ландшафта. С севера на юг, от тайги к степной зоне, закономерно уменьшаются годовые величины атмосферных осадков и стока воды. В том же направлении закономерно увеличивается неравномерность стока воды, в еще большей – неравномерность стока наносов (табл. 1).

Таблица 1

Неравномерность стока наносов рек в различных природных зонах

Показатели	Природные зоны		
	Лесная зона	Лесостепная зона	Степная зона
Норма	18,6	20,0	12,1
Max/min	14,3	79,2	79,7
Max/ норма	3,3	4,0	4,6
Min/норма	0,25	0,05	0,06

Наименьшая выраженность положительной аномальной эрозии отмечается в лесной зоне, где составляет в среднем 32,4 %, по мере увеличения сухости климата выраженность аномалий возрастает и достигает своего максимума в степи (59,9 %) (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты аномальности стока наносов рек  
в различных природных зонах

Природная зона	Тип аномалий							
	Положительные аномалии				Отрицательные аномалии			
	экстремалии	крупные	малые	Всего	экстремалии	крупные	малые	Всего
Лесная зона	5,4	12,9	16,7	32,4	1,6	1,5	4,0	7,1
Лесостепная	-	18,2	22,6	40,8	-	0,4	1,4	1,8

зона								
Степная зона	10,9	23,3	25,7	59,9	0,2	0,2	0,99	1,4

Тестирование в рамках регрессионной модели многолетней динамики годовых значений стока наносов с учетом межгодовой изменчивости годовых значений стока воды и сумм осадков за холодный и теплый сезоны года также показало, что отмечается наличие линейно обусловленной зависимости стока наносов от перечисленных выше факторов для большинства постов. На рассматриваемой территории именно этими факторами объясняется динамика стока наносов. Однако вклад данных факторов на динамику стока наносов исследуемых бассейнов различно. Совокупный (синхронный) линейный учет вариаций составляющих полного факторного комплекса колеблется от 31,2 % на севере до 78,5 % на юге территории. Рассматривая влияние каждого фактора в отдельности можно отметить, что на большей части территории многолетняя динамика стока наносов формируется при решающем (прямом, положительном) влиянии на нее колебаний стока воды (до 72 %) [3].

Выраженность аномальных проявлений стока взвешенных наносов зависит и от природных аazonальных природных факторов. Значительно влияние состава горных пород и определяемого им механического состава почвогрунтов. При этом большое значение имеет водопроницаемость пород и почв. У слабо проницаемых пород промерзание не влияет на сток наносов в той степени, как у водопроницаемых, и величина бассейновой эрозии на водосборах из года в год будет изменяться незначительно. Таким образом, рельефообразующее значение аномальной эрозии при прочих равных условиях в бассейнах, сложенных водопроницаемыми породами, более значительна, чем в бассейнах, сложенных слабо водопроницаемыми почвогрунтами.

Существенно влияние антропогенного фактора, влияние которого заключается в том, что по мере увеличения распаханности земель и уменьшения залесенности возрастает поверхностный сток и сокращается подземный [4,5]. В результате увеличивается неравномерность стока воды и, как следствие, интенсивность всех видов эрозии – почвенной, овражной и речной русловой. Земледельческая освоенность возрастает от южной тайги к степной зоне, что усиливает проявление зональности эрозии и стока наносов, в основе своей связанное с природными факторами.

Площадь водосбора существенно влияет на пространственную дифференциацию стока наносов. На хорошо освоенных водосборах, чем меньше площади бассейнов, тем больше сток наносов (табл. 3). Эта закономерность выражена отчетливо, несмотря на влияние различных других факторов – зональных и аazonальных, природных и антропогенных, т.к. большинство анализируемых бассейнов имеет хорошую

земледельческую освоенность, и в таких бассейнах модули стока наносов связаны с площадью обратной зависимостью [4,6].

Таблица 3

Сток наносов (т/км<sup>2</sup> год), его неравномерность и аномальность в бассейнах с разной площадью водосбора

Площадь, км <sup>2</sup>	Сток наносов		Коэффициент аномальности					
	Норма стока	Коэффициент вариации	Положительные аномалии			Отрицательные аномалии		
			экстремалии	крупные	малые	экстремалии	крупные	малые
< 5000	97,3	88	10,7	12,9	18,1	0,32	0,38	2,83
5000-25000	19,2	72	8,05	7,26	19,0	0,19	0,50	2,80
> 25000	12,2	58	8,91	5,60	15,2	0,02	0,26	2,26

Соответственно, интенсивность эрозии и аномальные проявления разных типов аномалий столь же закономерно уменьшаются с увеличением площади бассейнов. Такая зависимость объясняется тем, что малые реки в хорошо освоенных бассейнах испытывают большое влияние процессов, протекающих на водосборе, принимают на себя основную часть поступивших с водосбора наносов. По мере продвижения наносов по речной сети часть их во время половодья и паводков осаждается на поймах рек, и модули годового стока наносов, а вместе с ними и его неравномерность, сокращаются.

Различия в физико-географических условиях, гидрометеорологической ситуации, площадях водосборов и степени хозяйственной освоенности речных бассейнов обусловили тот факт, что аномалии не отмечаются в одни и те же годы во всех бассейнах, однако, по ряду пунктов все же отмечается совпадение аномалий по годам. Использование преобразованного критерия Багрова позволяет судить о степени аномальности данного года на рассматриваемой территории и выделить так называемые региональные аномалии. В пределах исследуемой территории региональными положительными аномалиями являются аномалии 1957, 1970, 1964 и 1979 годов, отрицательными – 1975 1984, 1967, 1969 и 1972 годов.

Аномалии эрозионных процессов имеют тесную связь с аномалиями ряда других экзодинамических процессов (оползни, абразия, химическая денудация). Годы

экстремальных проявлений различных экзодинамических процессов хорошо совпадают. Это относится, в первую очередь, к положительным аномалиям 1957, 1964, 1970 и 1979 годов, к отрицательным аномалиям 1972, 1975 и 1984 годов. Такое совпадение связано с общей гидрометеорологической обусловленностью ряда экзодинамических процессов. Годы положительных аномалий отличались многоснежными зимами и большим стоком талых вод. Увеличение весеннего поверхностного стока усилило процессы почвенной, овражной и речной эрозии, происходящие на 70–80 % за счет стока талых вод. Увеличение инфильтрации талых вод обусловило пополнение подземных водоносных горизонтов, увеличение подземного стока и общего увлажнения грунта. В результате резко активизировались оползневые процессы. Особенно сильная фильтрация талых вод происходила в годы слабого промерзания грунта.

В годы обильного стока талых вод усиливалась и растворяющая деятельность и возрастала поверхностная и подземная химическая денудация, связанная с жидким стоком особенно тесной зависимостью.

Обильные весенние воды поднимали уровень Куйбышевского и других водохранилищ на 1–2 метра выше НПГ, благодаря чему в эти годы резко возрастала абразия берегов и вызванные ею склоновые гравитационные процессы (обвалы, оседания, оползни), которые вызывают разрушение нефте- и газопроводов, промышленных и гражданских сооружений.

Годы отрицательных аномалий характеризовались малоснежными зимами, малым стоком талых вод, низким уровнем водохранилищ. Очень слабыми были процессы эрозии и химической денудации, почти не было абразии и оползней. Однако создавались благоприятные условия для дефляции почв [7].

### **Заключение**

Изложенный материал показывает, что на выраженность аномальной эрозии наиболее значительно влияние зонального фактора (выраженность положительных аномалий эрозии и стока наносов тем больше, чем южнее расположена зона). Существенно влияние антропогенного фактора и площади бассейна: чем больше сельскохозяйственная освоенность бассейнов и меньше их площадь, тем сильнее выражена неравномерность эрозии и стока наносов. На исследуемой территории отмечаются годы региональных аномалий (как положительных, так и отрицательных), которые характеризуются разной интенсивностью экзодинамических процессов.

### **Список литературы**

1. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. - М.: Издат-во АН СССР, 1955. - 346 с.

2. Дедков А.П., Мозжерин В.И., Сафина Г.Р. О современном тренде эрозии в степной и лесостепной зонах Восточно-Европейской равнины // Геоморфология, - 1996, № 3. - С. 39-43.
3. Сафина Г.Р. Аномальная эрозия и сток наносов на востоке Русской равнины // Геоморфология. - 2004, №3. - С.100-108.
4. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Основные подходы к изучению изменений режима стока и их географических следствий // Причины и механизм пересыхания малых рек. - Казань, 1996. - С.9-26.
5. Курбанова С.Г. Антропогенные изменения режима эрозионно-аккумулятивных процессов в Среднем Поволжье: Автореф. дис. канд. геогр.наук. - Казань, 1997. - 19 с.
6. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. - Казань: Изд-во Казанск.ун-та, 1984. - 264 с.
7. Дедков А.П., Мозжерин В.И., Сафина Г.Р. Геодинамика равнинного рельефа. - Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1992. - С.24-41.

Рецензенты:

Переведенцев Ю.П., д.г.н., профессор, зав. кафедрой метеорологии, климатологии и экологии атмосферы ГОУ ВПО Казанского (Приволжского) Федерального университета, г. Казань.

Рубцов В.А., д.г.н., профессор, зав. кафедрой социально-культурного сервиса и туризма ГОУ ВПО Казанского (Приволжского) Федерального университета, г. Казань.