

УДК 002.53, 504.4.054

Возможности использования электронной базы данных механической денудации для изучения временной изменчивости стока взвешенных наносов

Д.Н. Хайруллина, Г.Р. Сафина

В статье рассмотрены возможности использования электронной базы данных механической денудации для изучения временной изменчивости стока взвешенных наносов. Исходным материалом для написания работы послужили данные Государственных водных кадастров различных лет. Проведён анализ аномальных проявлений стока взвешенных наносов рек по 98 гидрологическим пунктам. Анализ показал, что выраженность положительных аномалий больше на реках, расположенных в степной зоне, приуроченных к низменностям, а также на территориях, характеризующихся сильной антропогенной освоенностью

Ключевые слова: электронная база данных механической денудации, гидрологический пост, сток воды, сток взвешенных наносов, обеспеченность, коэффициент аномальности положительных аномалий

В настоящее время накоплен значительный материал по пространственной изменчивости интенсивности механической денудации, контролирующей ее факторах рек различных регионов земного шара. Значительный массив данных требует создания электронной базы для дальнейшего анализа интенсивности механической денудации. Созданный банк данных опирается на целый комплекс современных информационных технологий.

Существуют четыре направления в использовании электронной базы данных механической денудации.

Первое направление связано с организацией баз данных и систем управления базами данных. Огромный массив информации по стоку взвешенных наносов (СВН) упорядочен в тематических базах данных. Для этих целей планируется использование системы управления базами данных MS Access.

Второе направление связано с геостатистическими исследованиями. В рамках этого направления будет организован математико-статистический анализ данных с учетом географического фактора. Результатом этого направления должна стать глобальная географо-статистическая модель, позволяющая количественно оценить величину СВН в любой точке земного шара.

Третье направление предполагает электронно-картографическую визуализацию распределения величин СВН по поверхности земного шара. Конечной целью направления является создание

отраслевой географической информационной системы (ГИС). Саму ГИС планируется составлять на базе платформы MapInfo.

Результаты выполнения трех предыдущих этапов будут связаны между собой посредством OLE-технологий операционных систем Windows. Этот принцип можно реализовать посредством HTML-программирования в рамках четвертого направления. Его цель состоит в распространении полученных результатов и публикации их в сети Internet.

Данная работа заключалась в пополнении электронной базы данных механической денудации временными рядами и, таким образом, входила в первое направление, а также в оценке временной изменчивости СВН, являющейся составной частью второго направления.

В данной работе был дополнен банк данных временными рядами для таких территорий как Северо-Запад России и Северный край, Прибалтийский район, Белоруссия и Поднепровье, бассейны р. Северский Донец, рек Приазовья и Донского района, р. Камы, а также территорий Западной Сибири, юга Средней Сибири и гор Южной Сибири.

Было отобрано 98 гидрологических постов, расположенных в разных ландшафтных зонах, имеющих разную высоту водосбора и степень хозяйственной освоенности.

Одним из показателей временной изменчивости стока наносов являются их аномальные проявления (табл. 1). К положительным экстремалиям отнесены годовые величины стока наносов

менее 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» [1].

Таблица 1

Классификация аномальных проявлений стока взвешенных наносов [1]

Типы аномалий	Вероятность (в %) величины стока наносов		Повторяемость (1 раз в n лет)
	положительные аномалии	отрицательные аномалии	
экстремальная	<3	>97	33 и реже
крупная	3-6	94-97	17-33
малая	6-15	85-94	7-17

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.

В данной работе оценивались коэффициенты аномальности положительных аномалий СВН, так как они вносят существенный вклад в эрозионные процессы.

Исследуемые бассейны рек расположены в различных ландшафтных зонах, таких как тайга и смешанные леса, широколиственный лес, лесостепь и степь, имеются также бассейны, лежащие в нескольких зонах.

Было выявлено увеличение коэффициента аномальности СВН с севера на юг от зоны тайги и смешанных лесов к степной зоне более чем в 2 раза (табл. 2).

Это связано с увеличением неравномерности СВН в направлении с севера на юг. Так, для зоны тайги и смешанных лесов максимальный годовой СВН превосходит минимальный в 8,7 раз, для сте-

пей – почти в 417 раз, т.е. почти в 50 раза больше (табл. 2, рис. 2). Что касается нормированного показателя (отношения максимальной годовой величины к норме), то по колебаниям СВН зона степей превосходит зону тайги и смешанных лесов в 2,3 раза (табл. 2).

Эту закономерность иллюстрирует график, представленный на рис. 1.

Превосходство коэффициента аномальности в широколиственных лесах над величиной аномалий в лесостепи может быть объяснено большим жидким стоком. В зоне тайги и смешанных лесов жидкий сток больше, но для широколиственных лесов характерна большая его неравномерность в связи с большей интенсивностью дождей осадков и весеннего снеготаяния [2].

Рассматривая коэффициент аномальности в различных природных зонах по категориям освоенности, можно отметить, что для бассейнов II категории (со средней степенью изменения ландшафтов) наблюдается увеличение коэффициента аномальности с севера на юг: от зоны тайги и смешанных лесов к степной зоне почти в 2 раза (табл. 3, рис. 3).

Таблица 2

Распределение коэффициента аномальности и неравномерность стока взвешенных наносов и стока воды в бассейнах различных ландшафтных зон

	Тайга и смешанный лес		Широколиственный лес		Лесостепь		Степь		Смешанные зоны	
	СВН	СВ	СВН	СВ	СВН	СВ	СВН	СВ	СВН	СВ
Положительные аномалии	24,2	18,6	39,9	23,8	38,6	23,4	51,3	29,4	27,6	18,9
Отрицательные аномалии	5,9	8,4	3,3	6,5	1,7	7,2	5,9	4,1	3,7	5,3
max/min	8,7	4,2	66,5	11,8	139,1	71,9	416,9	216,2	26,2	25,2
max/x	2,4	1,7	5,1	2,5	3,9	2,9	5,5	3,7	2,5	3,0
N	55	51	5	5	15	15	9	9	14	14

Таблица 3

Распределение коэффициента аномальности и неравномерность стока взвешенных наносов в бассейнах различных ландшафтных зон с различной степенью антропогенной освоенности

	Тайга и смешанный лес			Широколиственный лес		Лесостепь		Степь	
	I	II	III	II	III	II	III	II	III
Положительные аномалии	22,7	24,2	40,6	26,7	45,7	39,2	35,4	46,6	46,31
Отрицательные аномалии	4,0	5,7	3,4	4,0	2,9	4,2	3,2	1,9	0,49
max/min	8,0	7,7	31,7	10,5	103,8	84,0	152,8	530,3	280,8
N	20	33	2	2	3	3	12	5	4

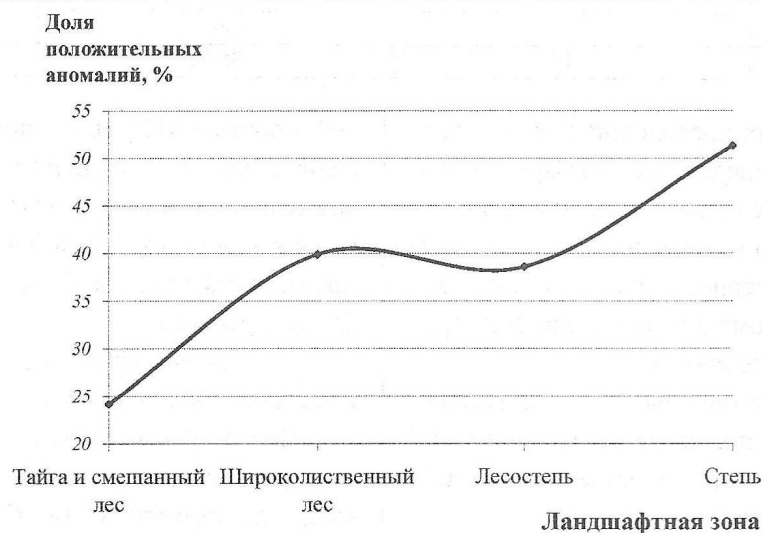


Рис. 1. Доли положительных аномалий в разных ландшафтных зонах

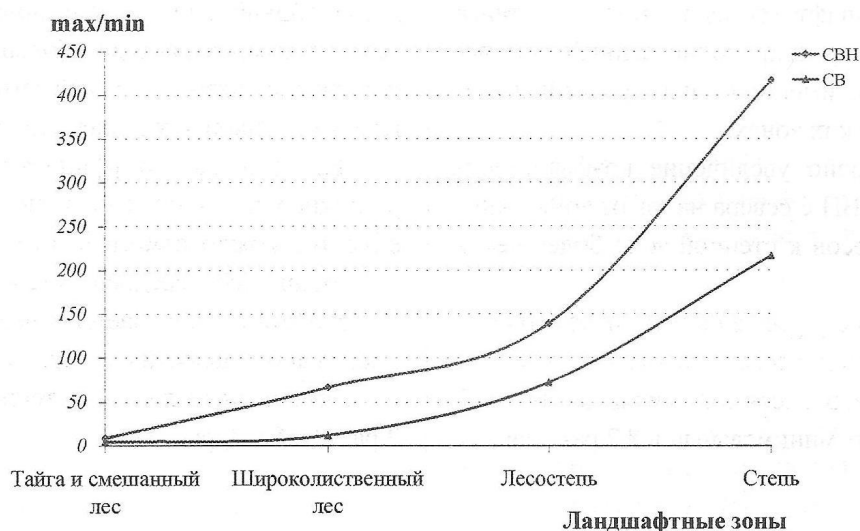


Рис. 2. Неравномерность стока воды и стока взвешенных наносов в разных ландшафтных зонах

Для бассейнов III категории (сильно изменённые) коэффициент аномальности с севера на юг также увеличивается, однако для широколиственных лесов значение выше по сравнению со значением в лесостепной зоне. Это можно объяснить тем, что в рассматриваемых бассейнах с севера на юг происходит увеличение неравномерности СВН (табл. 3, рис. 4). Для бассейнов III кат. освоенности кривая имеет практически

линейный характер, значения для всех ландшафтных зон кроме степей выше по сравнению со значениями бассейнов второй категории. Однако для бассейнов второй категории значения резко увеличиваются от зоны лесостепей к степям. Эти обстоятельства говорят о том, что в сильно изменённых бассейнах (III кат.) неравномерность СВН в меньшей степени зависит от зональных факторов, чем в менее освоенных (II кат.).

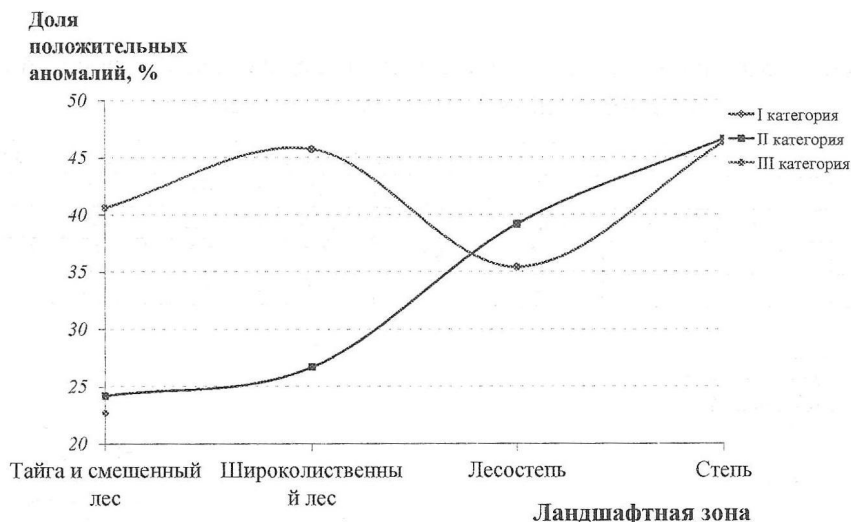


Рис. 3. Доли положительных аномалий в ландшафтных зонах по категориям освоенности

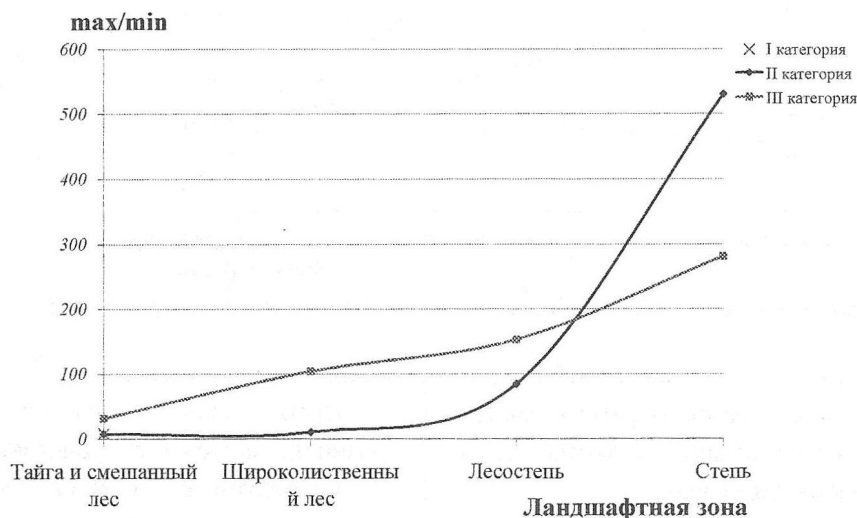


Рис. 4. Неравномерность стока взвешенных наносов в ландшафтных зонах по категориям освоенности

Таблица 4

Распределение коэффициента аномальности в зависимости от высоты бассейна

Аномалии	Низменности		Возвышенности		Горы низкие	
	СВН	СВ	СВН	СВ	СВН	СВ
положительные	34,4	21,8	30,6	20,3	23,6	18,1
отрицательные	2,8	5,9	4,2	7,2	5,1	8,7
N	40	38	32	29	26	26

В лесостепях и, особенно в степях создано большое количество водохранилищ, прилегающие распаханые территории орошаются, что ведёт к уменьшению неравномерности стока воды и стока наносов с бассейнов.

Среди азональных природных факторов, влияющих на интенсивность СВН, рассматривался рельеф. Рельеф влияет на энергетику водных потоков и, тем самым, на интенсивность эрозии и стока наносов [2].

Коэффициент аномальности в анализируемых бассейнах уменьшается с увеличением высоты рельефа (табл. 4). Это противоречит тому, что в горах эрозия интенсивнее, чем на равнинах.

Увеличение коэффициента аномальности от низменностей к низким горам отмечается лишь в слабоизменённых человеком бассейнах(I кат.) (табл. 5, рис. 5).

Таблица 5

Распределение коэффициента аномальности в бассейнах с различной высотой водосбора и разной степенью хозяйственного освоения

Аномалии	Низменности			Возвышенности			Горы низкие		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
положительные	22,0	37,0	44,5	24,0	28,1	38,2	26,9	23,3	17,0
отрицательные	3,3	3,5	3,7	4,4	5,2	2,3	3,3	5,5	2,1
N	14	12	14	5	17	10	4	21	1

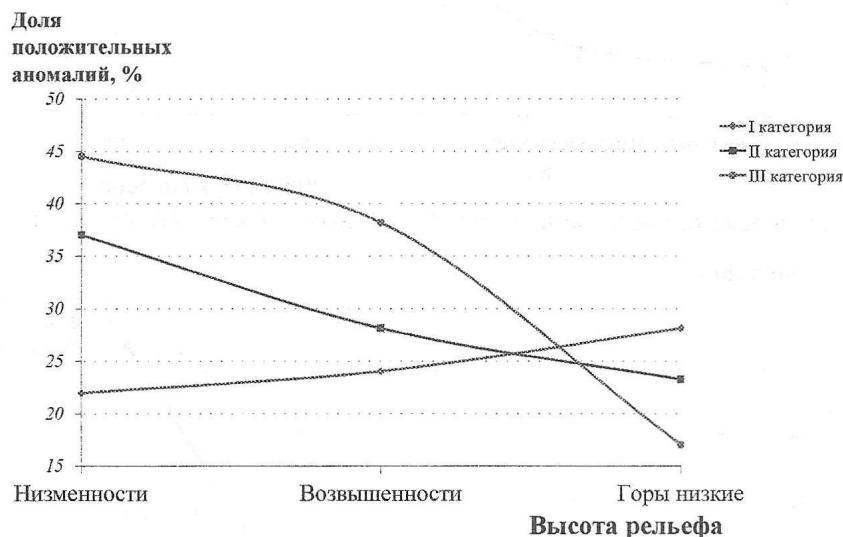


Рис. 5. Доли положительных аномалий в бассейнах с разной высотой водосбора по категориям освоенности

По мере увеличения антропогенной освоенности бассейна наблюдается обратная зависимость: уменьшение коэффициента аномальности от низменностей к низким горам.

Для бассейнов II кат. коэффициент аномальности на низменностях почти в 1,6 раза больше коэффициента аномальности в низких горах. Особенно сильна эта зависимость в сильно изменённых бассейнах, где коэффициент аномальности на низменностях почти в 3 раза превышает коэффициент аномальности в низких горах. Таким образом, антропогенное усиление эрозии на равнинах проявилось значительно сильнее, чем в горах, так как низменности являются наиболее освоенными территориями и сложены легко раз-

мываемыми породами.

Особая роль в выраженности аномальной эрозии принадлежит антропогенному фактору.

Исследуемые бассейны относятся ко всем трём категориям хозяйственной освоенности.

Наблюдается закономерное увеличение доли положительных аномалий по мере усиления хозяйственной освоенности речных бассейнов (табл. 6, рис. 6).

Бассейны III кат. превосходят I кат. по значению положительных аномалий в 1,76 раза. Это подтверждает значительность антропогенного фактора, его существенное влияние на процессы бассейновой эрозии, стока наносов и их неравномерного распределения.

Таблица 6

Распределение коэффициента аномальности в бассейнах с различной степенью хозяйственного освоения

Аномалии	I		II		III	
	СВН	СВ	СВН	СВ	СВН	СВ
положительные	23,3	15,1	28,2	20,9	40,9	24,5
отрицательные	3,5	6,0	4,9	8,1	1,9	6,3
N	23	22	50	48	25	25

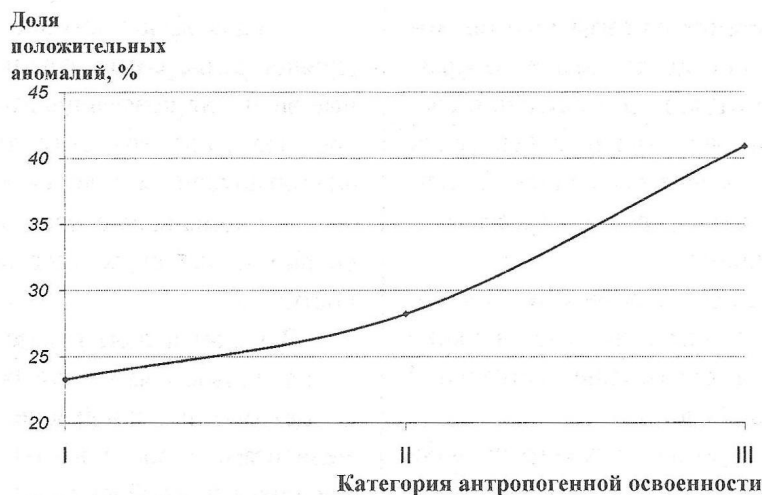


Рис. 6. Доли положительных аномалий в бассейнах с разной степенью антропогенной освоенности

В таких ландшафтных зонах как тайга и смешанный лес, широколиственные леса внутри территорий, расположенных на низменностях и возвышенностях было обнаружено закономер-

ное увеличение коэффициента аномальности при усилении антропогенной нагрузки. В бассейнах, приуроченных к низким горам, наблюдалась обратная связь (табл. 7).

Таблица 7

Распределение коэффициента аномальности стока взвешенных наносов в ландшафтных зонах с различной высотой водосбора и разной степенью хозяйственного освоения

Ландшафтная зона	Высота рельефа	Категория Освоенности	Аномалии		N
			положительные	отрицательные	
Тайга и смешанный лес	Н	I	20,3	3,8	12
		II	20,5	5,5	7
		III	47,7	2,6	1
	В	I	20,9	4,9	4
		II	27,2	6,1	10
		III	33,5	6,3	1
ГН	I	26,9	3,3	4	
	II	24,8	5,4	16	
Широколиственный лес	Н	III	61,9	1,3	1
		II	26,7	4,0	2
		III	29,5	4,4	2
Лесостепь	Н	II	56,5	0,5	1
		III	40,1	1,3	7
	В	II	21,8	7,9	2
		III	30,7	2,9	5
Степь	Н	II	61,1	0,8	4
		III	57,7	0,3	2
	В	II	32,1	3,1	1
		III	34,9	0,7	2
Смешанные зоны	Н	I	32,2	0,0	2
		III	39,2	2,6	3
	В	I	36,5	1,9	1
		II	29,7	4,7	2
	ГН	II	18,2	6,1	5
III		17,0	2,1	1	

В лесостепях и степях на низменностях коэффициенты аномальности II кат. выше коэффициентов аномальности III кат. Это связано с разным соотношением количества гидрологических пунктов и сложением менее освоенных бассейнов легко размываемыми породами (лёссами и лессовидными суглинками).

Большинство исследуемых бассейнов относится к категории крупных, поэтому влияние площади бассейна на проявление аномальной эрозии рассмотрено не было.

Таким образом, возможности электронной базы данных по механической денудации для изучения временной изменчивости достаточно велики.

Используя сформированную базу для изучения аномальных проявлений СВН можно констатировать, что:

– на аномальную эрозию значительно влияние зонального фактора, так как при движении с севера на юг коэффициенты аномальности закономерно увеличиваются;

– на коэффициент аномальности оказывает влияние рельеф, несмотря на то, что максимальные значения коэффициента аномальности приурочены к низменностям, так как вклинивается фактор антропогенной освоенности;

– аномальная эрозия наиболее выражена в сильно изменённых бассейнах III кат. освоенности.

В целом анализ показал, что выраженность положительных аномалий больше на реках, расположенных в степной зоне, приуроченных к низменностям, а также на территориях, характеризующихся сильной антропогенной освоенностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 1984. 263 с.

Opportunities of use mechanical denudation's electronic database for studying time variability of weighed deposits' drain

D.N. Hajrullina, G.R. Safina

Opportunities of mechanical denudation's electronic database for studying time variability of weighed deposits' drain are considered in article. Data of the State water cadastres of various years are an initial material of the work. The analysis of abnormal displays of weighed deposits' drain of the rivers on 98 hydrological items is lead. The analysis has shown, that expressiveness of positive anomalies is more on the rivers located in a steppe zone, dated to lowlands, and also in the territories, described strong anthropogenous variability

Keywords and expressions: mechanical denudation's electronic database, hydrological post, a drain of water, a drain of the weighed deposits, security, factor of anomaly of positive anomalies

Хайруллина Динара Николаевна – выпускница кафедры «Ландшафтная экология» Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань; Dinara-Hi@yandex.ru

Сафина Гузель Рашидовна – канд. геогр. наук, доцент кафедры «Ландшафтная экология» Казанского (Приволжского) федерального университета, Казань; Safina27@mail.ru