

уровнях (мезо-, микро- и нанорельеф), данные о строении и гранулометрическом составе дюнных отложений. На основе абсолютных датировок установлена дата начала формирования эоловых форм рельефа в исследуемом регионе, которая составила 500-600 лет назад.

#### Литература

1. Павлов П.Д. Географическое распространение эоловых песков в Центральной Якутии // Эоловые образования Центральной Якутии. Якутск. 1981. – С. 18-30.
2. Галанин А.А., Дьячковский А.П., Лыткин В.М., Бурнашева М.П., Шапошников Г.И., Куть А.А. Результаты определения абсолютного возраста образцов в радиоуглеродной лаборатории Института мерзлотоведения СО РАН // Наука и образование. 2015. №4. С. 45-49.
3. Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. Л. 1969. 247 с.
4. Folk R.L. Petrology of sedimentary rocks. Texas: Hemphill Publishing Company Austin. 1980. 184 с.

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА КРУПНОСТЬ ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СССР<sup>8</sup>**

*Гилязов А.Ф., Мозжерин В.В.*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт экологии и природопользования, Казань, Россия, [albert\\_liberty@mail.ru](mailto:albert_liberty@mail.ru),  
[vadim\\_mozzherin@mail.ru](mailto:vadim_mozzherin@mail.ru)

### **THE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF SOME FACTORS ON PARTICLE SIZE OF SUSPENDED SEDIMENTS AND BED MATERIAL OF RIVERS LOCATED ON THE EUROPEAN TERRITORY OF THE FORMER USSR**

*Gilyazov A.F., Mozzherin V.V.*

Kazan (Volga region) Federal University, Institute of Environmental Sciences, Kazan, Russia, [albert\\_liberty@mail.ru](mailto:albert_liberty@mail.ru), [vadim\\_mozzherin@mail.ru](mailto:vadim_mozzherin@mail.ru)

Изучение гранулометрического состава речных наносов и аллювиальных отложений имеет большое значение для современной геоморфологии и палеогеографии. Гранулометрический анализ для определения условий формирования осадков (особенно аллювиальных) разрабатывается уже давно, однако к насто-

---

<sup>8</sup> Работа подготовлена при финансовой поддержке проекта РНФ №15-17-10008

ящему времени имеются лишь самые общие представления, объясняющие изменчивость размера переносимых и накапливаемых реками частиц [1].

Анализ гранулометрического состава является составной частью одного из подходов генетического расчленения стока взвешенных наносов на продукты руслового и бассейнового происхождения [2]. Сведения о гранулометрическом составе донных отложений и речных наносов являются необходимыми исходными данными в различного рода расчетах транспорта наносов, суммарного стока взвешенных и влекомых наносов, русловых деформаций, заиления водохранилищ, а также для определения физико-механических свойств грунтов при гидротехническом строительстве, разработке и добыче нерудных полезных ископаемых и при решении многих других задач [3,4]. Вслед за Р.С. Чаловым [5] нами объединяются понятия «руслообразующие наносы» и «донные (русловые, речные) отложения». Таким образом, влекомые и часть взвешенных представляют собой руслообразующие наносы, которые при прекращении их транспорта становятся донными отложениями.

Крупность речных наносов обуславливается совокупным влиянием множества факторов. Значение этих факторов неодинаково: в разных природно-антропогенных условиях одни являются главными, определяющими основные черты гранулометрического облика речных наносов, другие же создают более тонкие вариации этих основных черт [1, 6, 7]. В настоящем исследовании рассмотрено влияние орографического фактора, гидрологического режима (точнее – фазы водного режима) и антропогенной освоенности.

Крупность наносов в работе выражена медианным диаметром ( $Md$ ), определение которого производилось по формуле квантилей [8, 9]:

$$Md = x_l + k((N_p - \sum f_{(i-1)})/f_i),$$

где  $Md$  – величина искомого показателя,  $x_l$  – нижняя граница интервала, содержащего  $x_p$ ,  $k$  – размер интервала,  $N_p$  – 50 %,  $\sum f_{i-1}$  – суммарная частота ниже интервала, содержащего  $x_p$ ,  $f_i$  – частота интервала, содержащего  $x_p$ .

Сведения о гранулометрическом составе наносов для расчета  $Md$  были взяты из гидрологических справочников [10], в которых крупность проб в различные фазы водного режима представлена тремя характерными составами (крупный, средний и мелкий) за период от начала наблюдений до 1975 г. включительно. На территории исследования расположены 1215 постов, на которых за этот период хотя бы раз осуществлялся отбор проб взвешенных наносов и/или донных отложений с последующим определением содержания частиц (% по массе) в различных фракциях.

В настоящей работе были использованы данные о крупности речных наносов с постов, отвечающих следующим требованиям:

1. Площадь водосбора равнинной реки: 2 000 – 100 000 км<sup>2</sup>; такое ограничение по площади соответствует понятию средней (зональной) реки. Площадь водосбора горной реки: не превышает 50 000 км<sup>2</sup>.

2. Река считается равнинной, если ее водосбор полностью расположен на равнине; горной – если горы занимают не менее 75 % площади ее бассейна; все другие реки отнесены к равнинным рекам с истоками в горах [11].

3. Не менее 75 % водосбора равнинной реки размещается в одной природной зоне [11].

4. Не менее пяти произведенных измерений гранулометрического состава в каждой из фаз водного режима.

Принадлежность бассейна к той или иной природной зоне определялась по картам физико-географического районирования СССР, Европы и Азии, а к равнинной территории или горной местности – по геоморфологическим картам СССР, Европы и Азии [12]. Равнинные реки, в свою очередь, делились на низменные, средняя высота водосбора которых не превышала 200 м, и возвышенные (от 200 м); горные же реки разбивались на низкогорные со средней высотой водосбора, не превышающей 1500 м, среднегорные (1500–2500 м) и высокогорные (свыше 2500 м). Границы водосборов определялись по картам масштаба 1 : 100 000 (в редких случаях – 1 : 200 000). Средняя высота водосборной области была рассчитана с применением цифровых моделей рельефа SRTM3' и ASTER GDEM в программном продукте ArcGIS.

В силу того, что реки исследуемой территории обладают различными типами водного режима, а отбор проб производился в различные его фазы, было принято решение по разделению гидрологического года на 2 периода – многоводный (подъем, пик и спад половодья, паводки) и маловодный (зимняя и летняя межень).

Степень антропогенной освоенности бассейна оценивалась по трехбалльной шкале: I категория освоенности (малоизмененные бассейны) – в лесных зонах залесенность более 70 %, в преимущественно степных зонах распаханность менее 30 %; II категория (бассейны со средней степенью изменения ландшафтов) – залесенность для бассейнов лесных зон или распаханность для степных составляет от 30 до 70 %; III категория (сильноизмененные бассейны) – залесенность менее 30 % или распаханность более 70 % [11]. Забегая вперед, отметим, что не для всех постов была установлена антропогенная освоенность бассейна в силу отсутствия сведений о залесенности и распаханности. Кроме того, по рекомендации А.П. Дедкова и В.И. Мозжерина [11] для зон с преобладающим развитием животноводства и садоводства помимо всего прочего необходимо учитывать такие показатели как площадь культурной растительности, степень развития животноводства, ирригации, средняя плотность населения и т.д.

Орографический фактор, через такие показатели как падение и уклон реки, средняя крутизна склонов на водосборе, оказывает существенное влияние на крупность наносов. Как правило, чем больше средняя высота речного водосбора, тем выше эти характеристики рельефа. От уклона реки зависит скорость течения [4], что, в свою очередь, определяет транспортирующую способность речного потока и предельный размер переносимого материала. Крутизна склонов на водосборе является важным фактором формирования поверхностного

стока, что способствует увеличению доли бассейновой составляющей стока наносов [13, 14] и преобладанию в нем мелкофракционного материала. Иными словами, рельеф может оказывать разнонаправленное влияние на крупность наносов. При этом стоит отметить, что орографический фактор оказывает то или иное влияние на крупность наносов при соблюдении некоторых других условий. Уклон реки способствует укрупнению речных наносов при наличии значимого расхода воды и сведенному к минимуму поверхностному стоку (а это, как правило, является свойством малоосвоенных или вовсе неосвоенных бассейнов). Значительное уменьшение крупности наносов может происходить на фоне увеличения крутизны склонов на водосборе при условии наличия поверхностного стока и высокой антропогенной освоенности бассейна.

По таблице 1 можно отметить влияние рельефа на донные отложения. По мере перехода от равнинных рек к горным наблюдается значительное увеличение крупности руслоформирующих наносов. Лишь в маловодный период крупность наносов среднегорных рек превышает таковую у рек высокогорных. Связано это с тем, что в категории среднегорных рек встречается несколько проб с высокими значениями медианного диаметра (100-300 мм), тогда как в категории высокогорных рек максимальные значения не превышают 70 мм. На графике зависимости крупности донных отложений от средней высоты рельефа (рис. 1б) наблюдается тесная прямая зависимость с коэффициентом детерминации 0,81. Формированию крупных донных отложений в горах способствуют большие уклоны, и как следствие – высокая транспортирующая способность реки: мелкий материал выносится во взвешенном состоянии, а во влекомом состоянии способен перемещаться и относительно крупный материал. На равнине же относительно невысокие скорости течения могут вызывать аккумуляцию и относительно мелкого (некогда взвешенного) материала.

Влияние рельефа на взвешенные наносы не столь очевидно, однако и для них характерно постепенное укрупнение при переходе от равнин к горам. Следует отметить, что в многоводный период на низменных реках материал крупнее, чем на возвышенных. Скорее всего это объясняется влиянием иных факторов: таких как антропогенная освоенность, водность, литология пород, слагающих русло и водосбор, различием в соотношениях бассейновой и русловой систем эрозии. Также более крупный материал (как в меженный, так и в многоводный период) формируется на среднегорных реках по сравнению с высокогорными. На рис. 1а дан график зависимости крупности взвешенных наносов от средней высоты водосбора. Как уже было отмечено ранее влияние рельефа не столь значимо; наблюдается средняя по тесноте зависимость с коэффициентом детерминации 0,38. Вероятнее всего, это связано с тем, что гранулометрический облик взвешенных наносов здесь в большей степени зависим от факторов антропогенной освоенности водосбора и водности реки. Наличие незащищенных растительностью участков на водосборе и источника поверхностного стока (таяние снега, осадки) способствуют развитию бассейновой системы эрозии, что ведет к увеличению модуля твердого стока за счет мелких фракций с водосбора.

Таблица 1

Влияние рельефа на крупность речных наносов (средние характерные составы) в разные по водности периоды

Водосбор по характеру рельефа*	Взвешенные наносы				Донные отложения			
	Маловодный период		Многоводный период		Маловодный период		Многоводный период	
	Avg (Md)**	Кол-во проб	Avg (Md)	Кол-во проб	Avg (Md)	Кол-во проб	Avg (Md)	Кол-во проб
Н	0,025	39	0,037	206	0,58	146	0,54	326
В	0,030	23	0,029	96	1,30	57	1,57	109
ИГ	0,052	13	0,028	66	1,30	28	2,04	48
ГН	0,039	66	0,035	319	34,21	120	22,74	185
ГС	0,053	100	0,047	364	41,46	61	37,36	152
ГВ	0,042	19	0,045	57	33,84	11	45,10	29
Без учета рельефа	0,042	260	0,039	1108	17,02	423	13,71	849

Примечание: \* Н – низменности, В – возвышенности, ИГ – реки с истоками в горах, ГН – низкие горы, ГС – средние горы, ГВ – высокие горы; \*\* Avg (Md) – здесь и далее – среднее по группе значение медианного диаметра, мм.

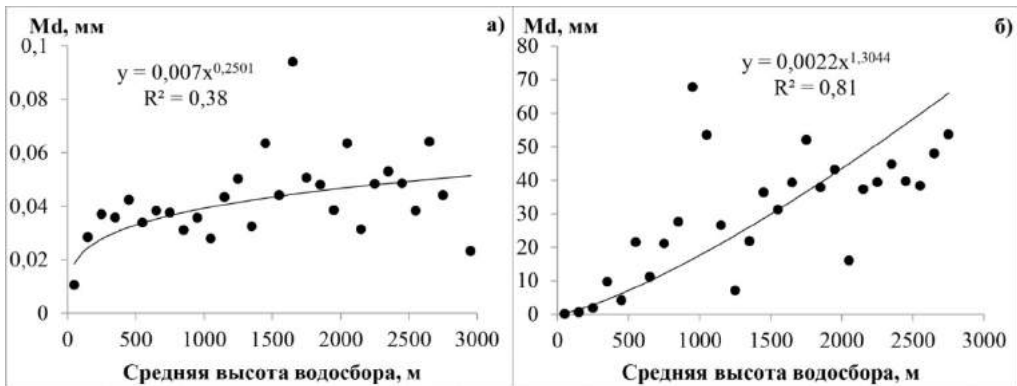


Рис. 1. Графики влияния средней высоты водосбора на крупность речных наносов: а) взвешенных наносов в маловодный период; б) донных отложений в многоводный период. Все водосборы предварительно разбиты в группы по средней высоте водосбора с интервалом 100 м: <=100 м, 101-200, 201-300 м и т.д. Внутри этих групп получены осредненные значения медианного диаметра

Результаты обобщения данных по крупности наносов в водосборах различной степени освоенности представлены в таблице 2. С возрастанием доли преобразованного человеком ландшафта в бассейне наблюдается тенденция к уменьшению крупности взвешенных наносов, что легко объяснимо: с увеличением степени освоенности водосбора растет доля бассейновой системы эрозии, что ведет к приумножению поступаемого в реки количества мелкого материала.

Указанная тенденция более очевидна в маловодный период, тогда как в многоводный период она выражена не столь ярко. Изменение крупности донных отложений в зависимости от антропогенного преобразования в водосборе не проявляется. Скорее всего, оно затушевывается влиянием более значимых (для донных отложений) факторов, в первую очередь, – геолого-геоморфологических [4].

*Таблица 2*

*Влияние антропогенной освоенности бассейна на крупность наносов рек низменностей и возвышенностей*

Степень освоенности водосбора*	Взвешенные наносы				Донные отложения			
	Маловодный период		Многоводный период		Маловодный период		Многоводный период	
	Avg (Md)	Кол-во проб	Avg (Md)	Кол-во проб	Avg (Md)	Кол-во проб	Avg (Md)	Кол-во проб
I	0,031	3	0,045	28	1,05	32	0,77	79
II	0,030	30	0,032	136	0,77	96	0,98	194
III	0,018	21	0,032	91	0,86	46	0,77	100

Примечание: \* I – малоизмененные бассейны; II – бассейны со средней степенью изменения ландшафтов; III – сильноизмененные бассейны.

Влияние смен фаз водности реки на крупность наносов двояко. С одной стороны, увеличение водности ведет к увеличению ее транспортирующей способности и тем самым способствует перемещению более крупного материала. С другой стороны, бóльшие расходы, как правило, обеспечиваются в том числе поверхностным стоком (жидкие осадки или таяние снега), что приводит к росту доли частиц небольшого размера, поступающих с поверхности водосбора.

Таблица 1 позволяет оценить влияние водности реки на крупность речных наносов. Можно отметить, что увеличение водности и с учетом рельефа и без него ведет к уменьшению крупности взвешенных наносов и донных отложений, что, по всей видимости, объясняется привнесом тонкого материала с водосбора, мобилизованного процессами почвенной и овражной эрозии. И несмотря на то, что транспортирующая способность реки позволяет перемещать и относительно крупный материал, – он нивелируется в пробах массой мелкого материала. В то же время в таблице 2 описанная закономерность не проявляется в должной мере. Если для бассейнов I категории освоенности незначительное увеличение крупности взвешенных наносов еще может быть объяснено усилением русловых размывов, поставляющих в водный поток крупный материал, то в бассейнах III категории – такое увеличение может быть связано только с влиянием прочих (не гидрологических) факторов (например, литологических, орграфических или гидрографических). Не исключено, что отсутствие простых и

четких зависимостей связано с неполнотой данных о степени хозяйственной освоенности речных бассейнов и, как следствие, ограниченностью выборки, доступной для анализа.

Суммируя изложенное, можно сделать некоторые выводы. На крупность речных наносов оказывают влияние такие факторы как орография, антропогенная освоенность и водный режим реки. С увеличением средней высоты водосбора наблюдается увеличение крупности наносов, в первую очередь, донных отложений. Антропогенная освоенность водосбора ведет к уменьшению крупности взвешенных наносов из-за увеличения доли бассейновой системы эрозии. На донные отложения изменения в ландшафтах, вызванные деятельностью человека, не оказывают существенного влияния; вероятнее всего, это влияние нивелируется другими, более значимыми для донных отложений факторами: литологией русла, орографией. Увеличение водности реки ведет к уменьшению крупности наносов из-за увеличения поступающего с бассейнов мелкого материала. Однако это не закономерно для рек с преобладающей русловой системой эрозии. В целом же стоит отметить, что для получения более надежной картины изменения крупности речных наносов, необходимо учесть влияние и других факторов: литология, природная зональность, зарегулированность стока и проч.

#### Литература:

1. Гилязов А.Ф. Влияние природно-антропогенных факторов на крупность речных наносов рек Волжско-Камского бассейна // Материалы X семинара молодых ученых ВУЗов, объединяемых советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. 2014. С. 30-37.
2. Гусаров А.В. Оценка русловой и бассейновой составляющих эрозии и стока взвешенных наносов в речных бассейнах//Геоморфология. 2013. № 2. С. 23-39.
3. Изучение гранулометрического состава донных отложений рек / Методические указания управлениям гидрометслужбы № 85. Л.: Гидрометеиздат, 1974
4. Чернов А.В. Влияние геолого-геоморфологических условий на формирование и распределение руслообразующих наносов на реках Восточной Европы // Геоморфология. 2010. № 2. С. 115-120.
5. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Том 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ. 2008. 608 с.
6. Гилязов А.Ф. Кластерный анализ как инструмент районирования территории по крупности речных наносов (на примере бассейна Волги) // Вестник Удмурт. ун-та. Серия "Биология. Науки о Земле". 2015. Том 25, выпуск 2. С.149-158
7. Гилязов А.Ф. Районирование бассейна Волги по крупности речных наносов с применением кластерного анализа // География и регион: материалы междунар. науч.-практ. конф. (23-25 сентября 2015 г.): в 6 т. / Пермск. гос. ун-т. - Пермь, 2015. - Т.1. Физическая география и ландшафтная экология. С. 21-27
8. Бернштейн А.Л. Справочник статистических решений. М., «Статистика», 1968
9. Бутаков Г.П., Дедков А. П. Аналитическое изучение крупнообломочного материала. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1971. 81 с.
10. Основные гидрологические характеристики. Ресурсы поверхностных вод (Государственный водный кадастр) Т. 1 - 12. Л.: Гидрометеиздат, 1965-1980.

11. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Изд-во Казанск. ун-та, 1984. 264 с.
12. Физико-географический атлас мира / Под ред. И.П. Герасимова. М.: ГУГК, 1964. 298 с.
13. Дедков А.П., Гусаров А.В., Мозжерин В.В. Две системы эрозии в речных бассейнах равнин Земли и их взаимная трансформация (часть I) // Геоморфология. 2008. № 4. С. 3-17.
14. Дедков А.П., Гусаров А.В., Мозжерин В.В. Две системы эрозии в речных бассейнах равнин Земли и их взаимная трансформация (часть II) // Геоморфология. 2008. № 4. С. 17-28.

## **ЦИКЛИЧНОСТЬ СТРОЕНИЯ СУБАЭРАЛЬНЫХ ПОРОД ПЛИОЦЕН-ПЛЕЙСТОЦЕНА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

*Глушанкова Н.И., Евсеев А.В.*

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия, ni.glushankova@mail.ru

## **CYCLICISM OF THE PLIOCENE-PLEISTOCENE SUBAERIAL ROCKS STRUCTURE IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA**

*Glushankova N.I., Evseev A.V.*

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia, ni.glushankova@mail.ru

Субаэральные образования плейстоцена на территории южной части Западно-Сибирской равнины образуют почти непрерывный чехол, изменчивый по строению и составу. Достаточно сложное и в то же время закономерное строение их отражает направленность и неравномерность процесса седиментации, что и предопределяет многие особенности физико-химических, инженерно-геологических и строительных свойств различных компонентов данной толщи. Главной особенностью является цикличность строения, позволившая расчленив новейшие отложения, восстановить последовательность палеогеографических событий в плейстоцене, повлиявших на формирование свойств субаэральные пород.

Объектом междисциплинарного исследования послужили плиоцен плейстоценовые отложения левобережья р. Оби, слагающие Приобское плато и вскрытые в 120 метровой толще осадков четвертой надпойменной террасы в разрезе Белово (53°10'с.ш., 82°20' в.д.) [1]. Это редкостный стратотипический разрез плейстоценовых отложений Западной Сибири, обладающий наибольшей стратиграфической полнотой из всех известных четвертичных