

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.435.11 (575.2)

БОРСУК О. А., ДОБРОВОЛЬСКАЯ Н. Г., ЛОДИНА Р. В.,
ЧАЛОВ Р. С.МОРФОЛОГИЯ РУСЕЛ И СОВРЕМЕННЫЙ РУСЛОВОЙ АЛЛЮВИЙ
НА ГОРНЫХ РЕКАХ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

За последние полтора десятилетия заметно возрос интерес к изучению морфологии русел горных рек и их аллювия. Работы В. В. Ромашина [1], А. Н. Крошкина [2], Р. С. Чалова [3, 4, 5], Е. И. Сахаровой [6], Н. И. Маккавеева и др. [7], З. Д. Копалиани [8, 9], Н. В. Хмелевой и др. [10, 11], Виноградова и др. [12], Р. В. Лодиной [13], И. Л. Розовского, В. А. Базилевича и др. [14], А. А. Чистякова [15], основывающиеся на обширном материале полевых исследований, стационарных наблюдений и отчасти лабораторных экспериментов, позволили впервые разработать классификацию русел горных рек, установить пределы распределения их типов в зависимости от определяющих факторов (уклонов, водности), описать изменение крупности и петрографического состава руслового аллювия, выявить главные особенности механизма транспорта крупнообломочного материала и его изменения по длине реки. Несмотря на то, что они опираются на различные методические и теоретические принципы, их результаты оказываются вполне сопоставимыми и, дополняя друг друга, открывают возможность широких обобщений в проблеме руслоформирующей деятельности рек в горах. Однако реализация этого и создание стройной картины морфологии и динамики русел горных рек сейчас затруднены из-за сравнительно ограниченного регионального охвата исследованных рек (в основном Кавказ, реже отдельные реки Средней Азии, Карпат и некоторых других районов). Более того, подавляющее большинство работ посвящено «нормальным» условиям руслоформирования, когда русловой поток в годовом или многолетнем плане полностью обеспечивает перемещение всего количества твердого материала, поступающего в него со склонов, т. е. соблюдается одно из главных условий образования русла вообще. Вопросы формирования русел, их морфологии, состава аллювия на реках, развитие которых протекает при повышенном поступлении со склонов продуктов денудации и, в частности, активном проявлении селевой деятельности, зачастую остаются вне сферы внимания русловиков. Изучение этих вопросов оказывается прерогативой почти исключительно специалистов по склоновым процессам [16] или селям [17]. Во всех случаях оценка изменений состава современного руслового аллювия проводилась только из предположения истираемости частиц наносов в процессе их транспортировки потоком; другие агенты измельчения (химические, биологические) не рассматривались, хотя им и отводится второстепенная роль.

Исследования, выполненные на трех горных реках западных отрогов Чаткальского хребта (горное обрамление Ташкентского оазиса) — Паркентсай, Заркентсай и Сукоксай, позволили частично восполнить этот пробел: они характеризуются различной степенью активности селевых явлений, в той или иной мере определяющих морфологический облик русел и состав их аллювия. Здесь были поставлены также опыты, позволяющие оценить роль микробиологического разрушения гальки и валунов и, таким образом, выявить значение этого фактора в изменении крупности обломков разного петрографического состава.

Площади бассейнов исследованных рек в пределах существования постоянных потоков или последовательного нарастания их водности составляют от 25 (Заркентсай) до 90 км² (Паркентсай), охватывая западные склоны хребта, оконтурирующие горизонтально 1000 м. Ниже по течению в полосе предгорных холмов и возвышенностей реки либо полностью иссякают, фильтруясь в собственные отложения, либо, постепенно рассредоточиваясь по слепым руслам древних конусов выноса и разбираясь в оросительные системы, образуют в межень прерывистые водотоки, достигающие в конечном счете канала Карасу.

Верховья речных долин имеют преимущественно осыпные и обвальные склоны, поставляющие в русло грубый несортированный материал. Выходя на подгорную равнину, реки формируют обширные конусы выноса, сливающиеся в своеобразный пролювиальный шлейф, в который врезаны современные долины. Русла рек, неустойчивые за длительную геологическую историю формирования, неоднократно меняют свое положение, о чем свидетельствует пестрый петрографический состав наносов в их низовьях, интегрирующий различия в строении отдельных бассейнов. Величина общей водосборной площади (включая бесприточные и рассеивающие, и пересыхающие участки рек) превышает 150—200 км². Уклоны закономерно увеличиваются вверх по течению, вследствие чего продольные профили рек имеют слабоогнутую форму. При выходе в предгорья их величина колеблется в пределах 25—50‰. Наименьшее значение уклонов наблюдается в этой зоне у самой крупной реки — Паркентсая; при впадении ее самого короткого рукава с прерывистым течением в канал Карасу продольный уклон снижается до 10‰. В верховьях рек уклоны достигают 300—500‰. Для всех рек характерно общее постепенное расширение дна долины вниз по течению и отсутствие сколько-нибудь выраженного чередования местных сужений и расширений. Соответственно изменению уклонов происходит последовательная смена типов русла по долине рек (табл. 1). Поскольку условия перехода от одного типа русла к другому связаны с водностью потока, а через нее с площадью бассейна [5] при условии прямой зависимости между ними, величины продольных уклонов, отвечающих каждому типу русла, определяются в условиях аридного климата не всей водосборной площадью, а лишь той его частью, где увеличение площади сопровождается увеличением формирующего расхода воды в реке. Поэтому для рассматриваемых рек каждый тип горного русла с соответствующим гидравлическим режимом потока и формой перемещения крупнообломочного материала характеризуется относительно повышенным для рек с площадью бассейна свыше 1000 км² уклоном.

Все три реки входят в район значительной селеопасности [18], и характер деятельности грязекаменных потоков во многом определяет морфологический облик каждого типа горного русла. За исключением полугорного русла Паркентсая и нижних участков русла с развитыми аллювиальными формами Паркентсая и Сукоксай, на всем остальном протяжении рек в пределах участков нарастающей их водности русла являются селевыми. Их уклоны соответствуют зонам транзита и аккумуляции селевых потоков [17]. Следует, однако, отметить, что некоторые исследователи [2] селевыми считают русла только в период прохожде-

Распространение различных типов русел горных рек и соответствующие им значения продольных уклонов

Тип русла (по Р. С. Чалову, 1968)	Паркентсай		Сукоксай		Заркентсай	
	Уклон, ‰	Участок от истока, км	Уклон, ‰	Участок от истока, км	Уклон, ‰	Участок от истока, км
Полугорное Горное	10—18	31—43	—	—	—	—
а) с развитыми аллювиальными формами	26—36	13—31	29—57	17,3—33	50	11,1—18
б) с неразвитыми аллювиальными формами	53—72	6,7—13	60	8,8—17,3	80—100	7,1—11,1
в) порожиисто-водопадное	105—500	0—9,7	133—500	0—8,8	130—333	0—7,1

ния селя; в остальное время их следует классифицировать по принятой типизации русел горных рек, подчеркивая лишь в качестве особого признака их подверженность в прошлом воздействию селя.

В верховьях рек порожиисто-водопадные русла практически лишены сплошного покрова аллювия, формируясь непосредственно на скальном основании в виде своеобразного крутонаклоненного лотка, чередуются с отдельными водопадами и эрозионными котлами. Лишь в нижней части последних, а также за выступами и мысами берегов встречаются скопления плохосортированного и слабоокатанного валунно-галечного материала, представленного породами местного петрографического состава: порфирами и порфиритами на Паркентсае, порфирами, порфиритами и осадочными породами (известняками, сланцами) на Заркентсае и Сукоксае. Вниз по течению всех рек эта разновидность русел трансформируется в селевое: сплошной каскад порогов и водопадов образуется на беспорядочном скоплении селевых плохосортированных отложений, занимающих плоское дно долины. Специфической особенностью селевого порожиисто-водопадного русла является наличие поймы, ширина которой иногда в 3—5 раз превышает ширину русла. На Заркентсае, водосборная площадь которого почти целиком лишена древесной растительности, склоны долины несут следы активных эрозионных процессов, а само русло отличается наибольшей активностью и частотой селевых явлений. Пойма Заркентская слабо закреплена растительностью и представляет собой две-три галечно-валунные ступени, в рельефе которых отчетливо выделяются сухие брошенные русла, продольные валы, гряды. Русло реки слабо врезано в поверхность нижней ступени, занимая зачастую ее пониженную часть, иногда на дне русла обнажаются коренные породы; с другой стороны, русло часто бывает обваловано, и уровень воды даже в летнюю межень оказывается значительно выше тыловых частей поймы. Такой же характер взаимоотношения селевой поймы и русла сохраняется и там, где последнее превращается в русло с неразвитыми аллювиальными формами. Отличает его от порожиисто-водопадного относительная выдержанность глубин, сплошной аллювиальный покров и отсутствие беспорядочных скоплений, образующих пороги.

Долина Паркентская характеризуется меньшей интенсивностью селевых явлений, что связано с залесенностью ее склонов. Это отражается в четкой дифференциации русла и поймы благодаря углубленной русловой ложбине, слабо проявляющейся обвалованности русла и хорошо развитому растительному покрову на поверхности поймы, хотя в целом рельеф дна долины (поймы и русла) такой же, как и на Заркентсае.

В долине Сукоксай последний крупный сел прошел почти 30 лет тому назад. В последующий период с организацией здесь полигона Чат-

кальской горномелиоративной опытной станции в руслах Сукоксай и его притоков было построено много противоселевых сооружений, проведены большие работы по закреплению и облесению склонов. Все это привело к тому, что селевые отложения на дне долины сейчас носят реликтовый характер, морфологический облик русла утратил «селевые черты» и стал соответствовать горным руслам, развивающимся в нормальных условиях поступления в них крупнообломочного материала. Морфология русел таких горных рек подробно описана в упомянутых выше работах А. Н. Крошкина и Р. С. Чалова, которые одним и тем же типам дали разные наименования. В частности, А. Н. Крошкин порожиисто-водопадные русла называет высокогорными, русла с неразвитыми аллювиальными формами — горными, а русла с развитыми аллювиальными формами — горно-предгорными, что в общем для рек Чаткальского хребта и соседних районов Киргизии, описанных А. Н. Крошкиным, соответствует закономерному изменению характера русел от предгорий к высокогорьям и четко выраженной вертикальной поясности руслоформирующей деятельности рек в горах [5]. Основным признаком селевого русла Сукоксай является хорошо развитая пойма там, где в других условиях она встречается лишь фрагментарно и является скелетной [5]. С другой стороны, Сукоксай — единственная река, в которой в зоне распространения селевых отложений водный поток полностью не фильтруется в них во время летней межени, сохраняя свое течение вплоть до выхода в предгорья. Характерной особенностью морфологии русла с неразвитыми аллювиальными формами на Сукоксае при небольших для этого типа уклонах являются скопления наиболее крупных валунов, пересекающих русло через каждые 25—30 м. Эти образования не связаны с прибрежными отмелями, но, представляя собой небольшие «плотины» (их высота не превышает размеров крупных валунов), обуславливают аккумуляцию перед ними более мелкого материала. Подобные периодические формы скопления аллювия можно рассматривать как переход к следующему вниз по течению типу русла — горному с развитыми аллювиальными формами, в рельефе которого выделяются перекааты, плесы, побочки, осередки, излуины, рукава и т. д.

Влияние селевой деятельности, как современной, так и прошлой (на Сукоксае), проявляется в гранулометрических характеристиках аллювия и их изменениях по длине реки и по ее продольному профилю. Поскольку на всех реках основным источником аллювия служат размываемые потоком селевые отложения, крупность аллювия (средневзвешенный и медианный диаметры наносов) и его сортированность (табл. 2) не зависят от длины реки от истока, уклона и изменений петрографического состава. При этом отдельные пики на кривых связи не являются следствием впадения притоков, чередования сужений и расширений дна долины (которые здесь практически отсутствуют), развития на склонах обвалов, осыпей и т. д. К тому же бо́льшая или меньшая крупность обломков на притоках по сравнению с главной рекой не зависит от величины уклонов рек. Лишь при выходе рек в предгорья, а также в пределах распространения полугорного русла на Паркентсае и горного русла с развитыми аллювиальными формами на Сукоксае происходит быстрое измельчение галечно-валунных наносов.

Исключение в этом отношении представляет отчасти русло Сукоксай. Поскольку в него поступают продукты размыва реликтовых селевых отложений, регулярного пополнения которых новым материалом не происходит, здесь наблюдается гранулометрическая дифференциация аллювия по крутизне продольного профиля. Менее ясно эта зависимость в виде слабовыраженной тенденции прослеживается на Паркентсае.

Петрографический состав аллювия всех трех рек в целом одинаков, но содержание осадочных и интрузивных пород в пробах и изменение его по длине рек различно. В целом наблюдается увеличение содержа-

Гранулометрическая характеристика современного руслового аллювия

Расстояние от истока, км	Уклон, ‰	Размер обломков, мм		Коэффициент сортированности		Коэффициент окатанности
		d_{cp}	Md	по Симонову S_t	по Рухину S_0	
р. Сукоксай						
0,4	500	470,6	300,0	0,216	3,18	0,66
1,2	400	421,0	230,0	0,115	4,90	1,04
3,9	25	79,7	17,0	0,274	4,65	1,28
5,1	60	209,7	155,0	0,114	2,34	1,01
5,8	60	206,0	62,0	0,209	5,00	1,55
7,7	57	210,0	60,0	0,317	9,00	1,67
9,7	33	105,4	90,0	0,200	1,57	1,96
12,7	29	186,4	170,0	0,252	1,55	2,16
р. Паркентсай						
6,5	133	459,2	330,0	0,080	3,00	1,44
8,5	133	546,5	500,0	0,114	2,50	1,31
10,0	53	576,5	550,0	0,292	2,43	1,46
10,8	61	193,6	145,0	0,158	3,05	1,51
27,8	26	137,3	160,0	0,370	1,50	1,76
31,4	18	212,5	120,0	0,089	3,20	2,16
37,4	13	97,9	90,0	0,104	5,10	2,28
40,0	10	170,1	150,0	0,374	1,44	2,42
р. Заркентсай						
2,1	400	269,2	60,0	0,266	7,75	1,07
2,9	130	298,0	120,0	0,080	2,65	1,29
3,7	80	230,8	130,0	0,111	5,40	—
4,5	50	143,6	80,0	0,091	3,36	1,39

ния известняков вниз по течению, что хорошо связывается с расположением долин в нижней части горной зоны в области распространения известняков. Однако на Сукоксае уже в верховьях доля известняков составляет 65%, увеличиваясь на расстоянии около 13 км до 79% на фоне местных колебаний, амплитуда которых превышает общую тенденцию. На Паркентсае известняки в верховьях вообще отсутствуют, но при выходе в предгорья доля их составляет уже 15%, а при впадении реки в канал Карасу — 25%. Увеличение содержания известняков в аллювии Заркентсая наиболее показательно — от 27 до 67% на расстоянии менее 3 км. Таким образом, на всех реках происходит довольно быстрое замещение устойчивых по отношению к истиранию интрузивных пород (порфиров, порфиринов, гранодиоритов) менее устойчивыми известняками. Отчасти это может быть объяснено развитием селевых явлений на притоках в области распространения известняков. Другой причиной является более активное микробиологическое выветривание интрузивных пород в субаквальных условиях по сравнению с известняками.

Численность микроорганизмов в породах и минералах, слагающих ложа рек (известняки, андезитовые порфириды), весьма значительна и составляет от 10 до 2700 тыс. кл/г, явно превышая содержание микроорганизмов в 1 мл воды на тех же участках. Количество микроорганизмов в воде заметно увеличивается от истоков вниз по течению от 1 до 25 тыс. кл/мл на Сукоксае, от 2 до 8 тыс. кл/мл на Заркентсае и от 7 до 340 тыс. кл/мл на Паркентсае. При этом рост количества микроорганизмов в воде прямо пропорционален степени освоенности речных долин.

Аналогичная картина увеличения численности микроорганизмов по мере снижения уклонов и уменьшения крупности наносов наблюдается

Содержание микроорганизмов и интенсивность разрушения горных пород в руслах рек Западного Тянь-Шаня

Река	Расстояние от истока, км	Кол-во микроорганизмов в тыс./1 мл. воды	Количество микроорганизмов в тыс./г породы			Средняя интенсивность выветривания пород за 80 суток
			известняк	гранит-порфирит	андезитовый порфирит	
Сукоксай	0,4	1	10	36	14	Известняк, 238 мг/л; грано-диорит, 40 мг/л
	1,2	3	20	50	14	
	3,9	3	11	69	75	
	5,1	2,5	20	45	70	
	7,7	6	40	832	967	
	9,7	14	80	920	847	
Паркентсай	12,7	25	96	1020	1000	Известняк, 127,4 мг/л; грано-диорит, 33,4 мг/л
	6,5	7	24	246	220	
	8,5	10	48	194	160	
	10,4	29	55	530	340	
	10,8	150	420	967	680	
	27,8	180	680	843	710	
	31,4	320	510	720	450	
	37,4	360	840	1200	860	
Заркентсай	40	340	975	2700	1020	Известняк 150 мг/л; грано-диорит, 36 мг/л
	2,1	2	12	96	80	
	2,9	3	14	194	95	
	3,7	4	25	769	605	
	4,5	8	44	986	408	

и в породах, слагающих ложа рек. На всех реках наименьшее количество микроорганизмов содержится в известняках, несколько повышается оно в андезитовых порфиритах и максимальной величины достигает в гранит-порфирах (табл. 3). Групповой состав микроорганизмов однообразен и представлен в основном кокковыми формами и микробактериями с яркой пигментной окраской (красной, оранжевой, розовой). Обилие кокковых форм микроорганизмов во всех исследуемых породах, а также присутствие их в большом количестве в водных потоках свидетельствует о значительной их роли в процессе выветривания горных пород.

Для проверки этого предположения были проведены серии лабораторных опытов по изучению влияния микроорганизмов на разрушение различных пород по методике, разработанной Р. С. Кутузовой [19] и Е. В. Аринушкиной [20]. Из карбонатных пород (известняков) и гранит-порфиров Сукокская, Паркентская и Заркентская было выделено 25 штаммов. Продолжительность опытов составляла 80 суток, так как при более длительных сроках происходило либо выпадение осадка, либо наблюдалось явление самоотравления продуктами метаболизма в связи с непроточностью системы в опытах. Но даже за такой сравнительно небольшой период в условиях лабораторного опыта разрушение известняка и гранит-порфиров происходило достаточно интенсивно. Все штаммы оказались кислотообразователями и вызывали подкисление питательной среды. Известно, что кварц разрушается сильнее под влиянием щелочей, продуцируемых микроорганизмами [21], чем под влиянием кислот и слизей. Так как в естественных условиях среды микроорганизмов, оказывающих воздействие на породы, слагающие ложа рек, присутствуют все группы микроорганизмов: кислотообразо-

Таблица 4

Изменение окатанности горных пород по длине р. Паркентсай

Расстояние от истока, км	Коэффициент окатанности	
	известняк	кварцевый порфир
6,5	—	1,45
10,4	1,00	1,65
27,8	1,92	1,73
31,4	2,67	2,06
37,4	2,82	1,90
40,0	2,80	2,12

ватели, глиебообразователи и щелочеобразователи, полученные данные, возможно, несколько занижены.

Наибольшей интенсивностью в отношении разрушения известняка и гранит-порфиров обладали штаммы, выделенные из ложа р. Сукоксай. Минимальное разрушение известняков и гранит-порфиров наблюдалось под влиянием штаммов, выделенных из ложа р. Паркентсая.

Таким образом, в условиях лабораторных опытов многие испытуемые кокковые формы микроорганизмов, выделенные из пород, слагающих русла Сукоксай, Заркентсая и Паркентсая, оказались активными агентами выветривания даже такого устойчивого минерала, как кварц. С другой стороны, хотя выделение в растворе под влиянием микроорганизмов SiO_2 из гранит-порфира и андезитового порфирита меньше, чем ионов Са из известняка, значительно бо́льшая (на порядок величин) обсемененность интрузивных пород по отношению к осадочным предполагает более существенный результат их выветривания. Поэтому породы интрузивного комплекса быстро замещаются осадочными, тем более что последние доминируют среди местных источников аллювия перед выходом рек из гор в предгорья. Характерно, что на горных реках других климатических областей (например, на Кавказе) галька и валуны интрузивных пород оказывались наиболее устойчивыми, сохраняясь в аллювии на длительном расстоянии от гор, тогда как известняки быстро разрушались, а их преобладание в петрографическом составе — локальное явление [6].

Микробиологическое выветривание в субаквальных условиях, очевидно, является немаловажным фактором, обуславливающим быстрое нарастание окатанности гальки и валунов. Оно идет в целом скачкообразно в соответствии с особенностями рельефа и влиянием притоков [22]. Например, на Сукоксае впадение на 4,5 км от истока крупного правого притока Ахурдансая вскрывает резкое снижение класса окатанности, после чего окатанность валунов постепенно возрастает (табл. 2). Особенно быстрое увеличение окатанности начинается после того, как крутые склоны, поставляющие грубый обвальнo-осыпной материал, сменяются более пологими и водные потоки начинают перерабатывать ранее отложенный аллювий.

Различия в окатанности обломочного материала в Сукоксае, Паркентсае связано с неодинаковым петрографическим спектром аллювия. В Сукоксае резко преобладают известняки, на которых активность микроорганизмов, разрушающих породу, больше, чем на интрузивных породах. Их окатанность быстро возрастает с 1,55 до 2,00 баллов на протяжении 5 км, причем на этом отрезке русла протекают особенно заметное сокращение доли интрузивных пород в составе аллювия. Ниже по течению на протяжении 10 км окатанность галечно-валунного материала продолжает медленно расти на фоне дальнейшего сокращения содержания интрузивных пород в аллювии. Особенно наглядно изменение окатанности обломков разного петрографического состава (известняков и кварцевых порфиров) прослеживается в русле Паркентсая (табл. 4).

Окатанность известняков с момента их появления в аллювии растет очень быстро; при этом, несмотря на то что их поступление в русло со склонов и их притоков продолжается вплоть до выхода реки в предгорья, тогда как кварцевые порфиры образуют, начиная с 10 км от истока, транзитную составляющую потока наносов, окатанность последних оказывается существенно меньше. Среди обломков кварцевых порфиров мало хорошо окатанных галек, идеально окатанные обломки вообще отсутствуют. Лишь на первых 20 км с момента появления известняков в аллювии разница в окатанности валунов и гальки обоих типов пород не столь существенна, как она должна быть судя по экспериментальным данным [23, 24]. По-видимому, в этом сказывается как перенос частиц селевыми потоками, так и особенности их субаквального выветривания в климатических условиях Средней Азии.

1. Ромашин В. В. Некоторые особенности руслового процесса на горной реке.— Тр. Гос. гидрол. ин-та, 1967, вып. 144, с. 66.
2. Талмаза В. Ф., Крошкин А. Н. Гидроморфологические характеристики горных рек. Фрунзе: Кыргызстан, 1968, 204 с.
3. Чалов Р. С. Некоторые особенности руслового режима горных рек.— Метеорология и гидрология, 1968, № 4, с. 70.
4. Чалов Р. С. Морфология и динамика русел горных рек.— Материалы Моск. фил. географ. о-ва СССР. Геоморфология, 1969, вып. 3, с. 8.
5. Чалов Р. С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1980, 232 с.
6. Сахарова Е. И., Лебедева Н. В. О факторах, определяющих состав аллювия р. Мзымты.— Литол. и полезн. ископаемые, 1967, № 1, с. 97.
7. Маккавеев Н. И., Литвин Л. Ф., Хмелева Н. В. Использование транспортирующей способности речного потока в практических целях.— Вестн. Моск. ун-та. География, 1970, № 2, с. 82.
8. Копалиани З. Д., Ромашин В. В. Проблемы русловой динамики горных рек.— Тр. Гос. гидрол. ин-та, 1970, вып. 183, с. 32.
9. Копалиани З. Д., Цхададзе В. С. Типы речных русел Западной Грузии.— Тр. Гос. гидрол. ин-та, 1962, вып. 195, с. 20.
10. Хмелева Н. В., Никулин Ф. В., Шевченко Б. Ф. Некоторые итоги стационарных исследований эрозионных форм северо-западного Кавказа.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1970, вып. 1, с. 142.
11. Хмелева Н. В., Шевченко Б. Ф., Никулин Ф. В., Пантюлина Е. В. О влиянии факторов рельефообразования на гравитационные и эрозионные процессы.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1978, вып. 6, с. 55.
12. Виноградова Н. Н., Самойлова А. А., Хмелева Н. В., Шевченко Б. Ф. Применение фототеодолитного метода для изучения русловых форм на реках Абхазии.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1979, вып. 7, с. 109.
13. Лодина Р. В. Сортировка аллювия в реках Западной Грузии.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1974, вып. 4, с. 143.
14. Розовский И. Л., Базилович В. А., Гайдученко В. И., Бухин М. Н., Кафтан Л. Н. Русловые процессы на предгорных участках рек.— Тр. IV Всесоюз. гидрол. съезда, Русловые процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1976, т. 10, с. 61.
15. Чистяков А. А. Горный аллювий. М.: Недра, 1978, 287 с.
16. Симонов Ю. Г. Региональный геоморфологический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1972, 252 с.
17. Флейшман С. М. Сели. Л.: Гидрометеиздат, 1970, 252 с.
18. Селеопасные районы СССР. (Отв. ред. С. М. Флейшман, В. Ф. Перов). Изд-во МГУ, 1976, 308 с.
19. Кутузова Р. С. Освобождение кремнезема из минералов под влиянием микроорганизмов.— Микробиология, 1969, т. 38, вып. 4, с. 35.
20. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970, 487 с.
21. Аристовская Т. В. О некоторых аспектах геохимической деятельности почвенных микроорганизмов как составной части биогеоценоза.— В кн.: Проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1973, с. 1.
22. Добровольская Н. Г. Особенности субкавального выветривания на равнинных и горных реках (на примере Лены и Кара-Бау, Западный Тянь-Шань).— Вестник Моск. ун-та. География, 1980, № 2, с. 71.
23. Вистелиус А. Б. Морфометрия обломочных частиц.— Тр. Лаборатории аэрометодов, 1960, т. IX, с. 186.
24. Разумихин Н. В. Экспериментальные исследования эволюции окатанности обломков горных пород. Л.: Изд-во ЛГУ, 1965, 67 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
29.X.1980

CHANNELS MORPHOLOGY AND RECENT CHANNEL ALLUVIUM AT MOUNTAIN STREAMS OF THE WESTERN TIEN SHAN

BORSUK O. A., DOBROVOLSKAYA N. G., LODINA R. V., CHALOV R. S

Summary

The paper discusses the mountain streams channels formation at the Western Tien Shan, differing in mudflow frequency, channel morphology, alluvium composition and biogenous factor contribution to rock particles destruction. Biogenous destruction of pebble and boulders is estimated.