

УДК 551.435.12→551.312.3 (235.222)

© 2018 г. А.М. ТАРБЕЕВА*, Н.Н. ВИНОГРАДОВА,
И.В. КРЫЛЕНКО, В.В. СУРКОВ

**ФОРМИРОВАНИЕ РУСЛООБРАЗУЮЩИХ НАНОСОВ В РЕКАХ
С ЛЕДНИКОВЫМ ПИТАНИЕМ
(на примере р. Актру, Алтай)**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия
E-mail: amtarbeeva@yandex.ru

Поступила в редакцию 22.11.2016

Анализируется изменение состава руслообразующих наносов реки Актру (Северо-Чуйский хребет), берущей начало из ледников, на протяжении первых 8 км ее течения. Ледники отступают, что притворит к удлинению речной сети и формированию новых русел. На 18 пробных площадках изучались гранулометрический состав и морфология обломков. Для р. Актру, также, как и для исследованных ранее авторами рек Прильбурсья (Кавказ), характерно деление на высотные зоны, с разными продолжительностью и условиями формирования русел и наносов. В приледниковой зоне формируются первичные русла с большими уклонами и порожи-сто-водопадным руслом, пассивно приспособляющимся к неровностям моренного рельефа. Они выстланы крупным материалом плохо сортированным и почти неокатанным. Зона *верхнего течения или активной экзогенной переработки* характеризуется уменьшением уклонов, ступенчатостью продольного профиля. Увеличение мощности потока способствует активизации транспорта наносов и интенсивности их переработки. Наносы в речных руслах формируются, в основном, в результате переработки флювиогляциальных и аллювиально-селевых отложений. Уменьшается средний диаметр материала наносов, сильно увеличивается их окатанность. Для рек Алтая, по сравнению с реками Прильбурсья, характерны меньшие уклоны, меньшее влияние селей, меньшая крупность наносов, а протяженность приледниковой зоны больше, что обусловлено особенностями климата, рельефа и геологического строения, присущими каждому из регионов.

Ключевые слова: горные реки, отступление ледников, руслообразующие наносы, Горный Алтай, река Актру.

DOI: 10.7868/S0435428118040065

**FORMATION OF RIVERBED SEDIMENTS IN THE UPPER REACHES OF RIVERS
ORIGINATING FROM GLACIERS
(on the example of River Aktru, Altai Mountains)**

A.M. TARBEeva*, N.N. VINOGRADOVA, I.V. KRYLENKO, V.V. SURKOV

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia
E-mail: amtarbeeva@yandex.ru

S u m m a r y

The changes in the composition of river sediments of River Aktru (the North-Chuyskiy Ridge) in the first 8 km downstream from its source from the glaciers are discussed. The glaciers are retreating and the length of the river network increases due to the formation of new river channels. Study of river sediment was carried out

by direct measurements of grain size composition and morphology of debris on 18 test sites. It was revealed that the Altai rivers, as well as the previously studied rivers in the Elbrus region (Caucasus Mountains), may be divided into the altitudinal zones that differ in the duration and conditions of river channel and sediment formation. Primary riverbeds with high stream gradients and channels with waterfalls and rapids, passively fitting to the roughness of the moraine terrain are formed in the periglacial zone. Channels are covered by badly sorted and badly rounded sediments of large size. The upstream zone (zone of active exogenous processes) is characterized by decreasing stream gradients and step-like longitudinal profiles of channels. Power flow increases and helps to activate the transport of sediment and the intensity of their reworking. River sediments in channels are formed largely as a result of processing of fluvio-glacial and alluvial- mud flow deposits. Average diameter of sediment particles reduces, their roundness strongly increases. Due to the peculiarities of the climate, topography and geological structure, the Altai rivers compared with rivers in Elbrus region are characterized by smaller stream gradients, less impact of mudflows, smaller size of river sediment grains and the bigger length of the periglacial zone.

Keywords: mountain rivers, glacier retreat, river sediments, Altai Mountains, the river Aktru.

Введение

Вопросы формирования и перемещения наносов на горных реках хорошо изучены [1–6]. Однако большая часть исследований не затрагивает самых верховьев рек, где происходит первичное формирование наносов из поступающего со склонов долины гетерогенного материала: морен отступающих ледников, обвально-осыпных, лавинных и селевых отложений. В результате переработки этих отложений водным потоком формируются речные наносы, слагающие русловые формы, и аллювий, слагающий пойму, которые определяют устойчивость и интенсивность переформирования русла.

Степень флювиальной переработки отложений определяется соотношением транспортирующей способности водного потока, объема и состава поступающего в русло материала. Это соотношение существенно меняется по длине реки во времени и имеет региональные особенности. В условиях деградации оледенения речная сеть удлинняется за счет прироста верховьев, происходит формирование новых русел, увеличивается поступление в них обломочного материала.

Формирование русел и наносов горных рек уже исследовались авторами на реках Кавказа, в том числе и на приледниковых участках [7–11]. Целью данного исследования было выявление особенностей формирования аллювия в аналогичных условиях на Алтае. Для этого были оценены факторы формирования речных наносов, определены закономерности изменения их характеристик на протяжении высокогорного участка долины р. Актру и проведено сравнение полученных результатов с исследованиями на реках Большого Кавказа.

Методика исследования

Гранулометрический состав и морфология обломков изучались в отместке — верхнем “бронирующем” слое валунно-галечных отложений, из которого на спаде половодья вымыт заполнитель, и в аллювиальной толще, залегающей под ней, на которые принято подразделять руслообразующие наносы горных рек. Исследование наносов проводилось по методике Е.И. Сахаровой и Н.В. Лебедевой [1]. Эта же методика применялась авторами в упомянутых выше исследованиях на Кавказе. Согласно ей, для отместки определяется доля площади, занимаемой обломками разных фракций. Состав аллювиальной толщи определяется ситованием. Поскольку между средними диаметрами отложений отместки и аллювиальной толщи наблюдается прямая зависимость [8], для оценки изменения состава наносов по длине реки можно использовать данные только по составу отместки, анализ которой менее трудоемкий — по сравнению с ситованием аллювиальной толщи.

Пробные площадки закладывались на морфологически однородных участках русла, на его обсохших формах, характеризующихся наибольшей крупностью материала:

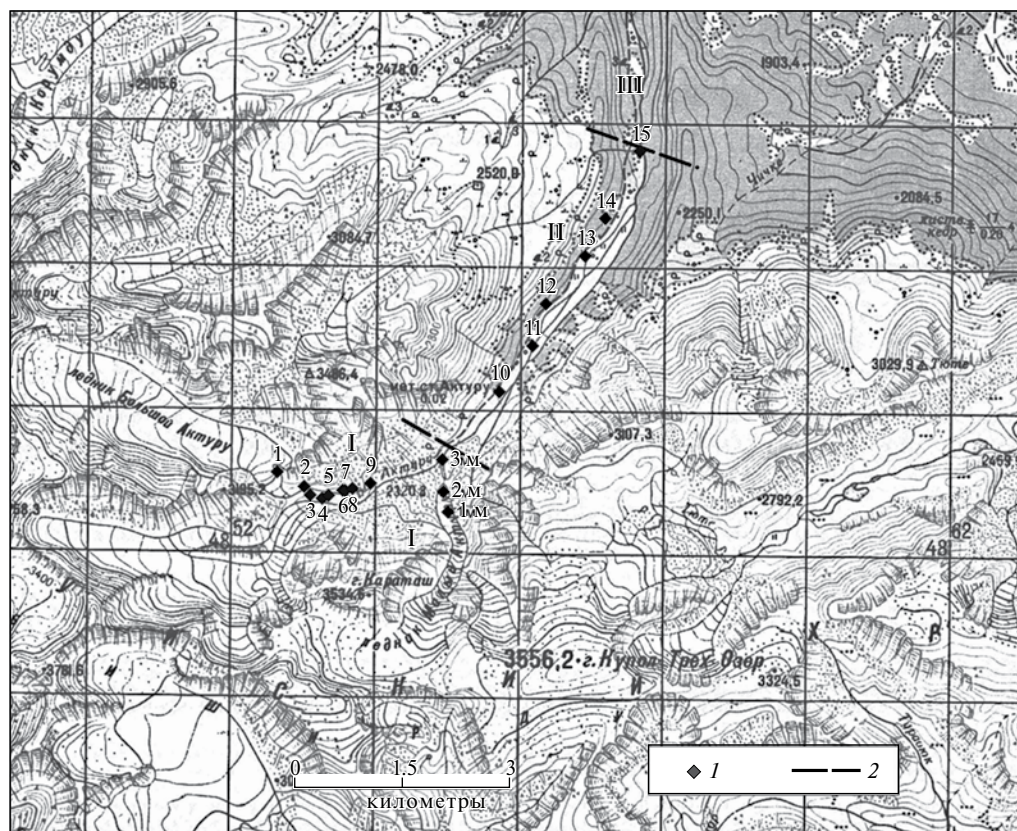


Рис. 1. Расположение пробных площадок в бассейне р. Актру

1 — пробные площадки и их номера; 2 — границы выделенных участков: I — приледниковый, II — верхнего течения (активной экзогенной переработки), III — среднего течения

оголовках осередков или приверхах побочной основного рукава. Исследование охватило восьмикilометровый отрезок р. Актру от ее истоков (ледники Большой и Малый Актру) до выхода на крутой склон Курайской котловины. Было заложено 18 площадок, из них 3 — в долине Малой Актру, 9 — в долине Большой Актру и 6 — в троговой долине ниже их слияния (рис. 1).

Размеры пробных площадок определялись исходя из обеспечения достаточной статистической выборки для наносов различной крупности и составляли от 1 до 9 м². Определение морфометрических характеристик отложений отмостки выполнялось измерением обломков по двум осям (длине обломка a и его ширине b) с последующим определением проективного покрытия обломков для каждой фракции (25–50¹, 10–25, 5–10 и <5 см). Также оценивалась окатанность обломков в баллах от 0 до 4 по шкале А.В. Хабакова [12].

Предполагалось, что диаметр наносов на площадке соответствует максимальной крупности наносов, перемещаемых водным потоком в данном створе. Окатанность материала свидетельствует о длительности и интенсивности его переработки водным потоком, а резкие изменения крупности и окатанности наносов — об изменении транспортирующей способности потока или наличии дополнительного источника поступления наносов в русло (осыпи, обвалы, селевые притоки). На этих же площадках определялся гранулометрический состав аллювиальной толщи, залегающей под отмошкой. При этом

¹ Более крупные обломки на исследованных площадках не отмечены.

проводилось ситование материала с выделением частиц диаметром 5–10, 3–5, 2–3, 1–2, 0.5–1.0, 0.3–0.5, 0.2–0.3, 0.1–0.2 и <0.1 см. Далее рассчитывались: процентное содержание частиц различной крупности, средний диаметр, коэффициент удлиненности (b/a), средние значения окатанности и коэффициента сортировки по формуле Л.Б. Рухина [13]; выявлялись закономерности изменения характеристик обломков по длине реки, анализировались источники поступления наносов и проводились сопоставления с полученными ранее результатами по рекам Большого Кавказа.

Природные условия территории

Река Актру – левый приток р. Чуи, берет начало на северном склоне Северо-Чуйского хребта при слиянии рек Большой и Малой Актру, вытекающих из одноименных ледников. Длина реки 23 км, площадь водосбора 42.9 км². В настоящее время истоки р. Большой Актру (более многоводной составляющей) расположены на высоте около 2700 м, слияние Большой и Малой Актру происходит на отметке 2170 м, в р. Чую р. Актру впадает на отметке 1470 м. Бассейн имеет древовидную форму и сужается вниз по течению. Ледниками покрыто 37% площади бассейна [14], площадь оледенения за период с 1850 по 2008 г. сократилась с 18.1 до 14.9 км² [15]. Среднегодовая температура воздуха на высоте 2150 м –5.2 °С, средняя годовая сумма осадков – 521 мм [14].

В истоках реки борта долины крутые, 30–60°, сложены, в основном, трещиноватыми плитчатыми серицито-хлоритовыми сланцами девона [14], которые легко выветриваются и разрушаются, что порождает многочисленные осыпи и обвалы, образующие сплошные шлейфы слабо сортированного обломочного материала. Селевые процессы в долине не интенсивны, так как в склоновых отложениях преобладает крупнообломочный материал, а содержание мелкозема невелико. Селевые отложения отмечены лишь вблизи языка ледника Большой Актру. При слиянии Большой и Малой Актру днище долины расширяется, склоны перекрыты древними моренами и осыпями и преимущественно задернованы.

Рельеф долины до ее выхода на склон Курайской котловины характеризуется чередованием ригелей, котловин ледникового выпахивания, занятых зандровыми полями, и конечно-моренных валов, сформированных на разных стадиях отступления ледника. Это определяет ступенчатый продольный профиль долины и смену процессов направленного врезания и аккумуляции наносов в русле. В пределах рассматриваемого участка выделяются моренные комплексы трех последних стадий наступания ледника – аккемской (4900–4200 л.н.), исторической (2300–1700 л.н.) и актру (конец XIII – середина XIX в.) [16].

С середины XIX в. до середины 1980-х гг. язык ледника Малый Актру сократился на 550 м [14], или со скоростью 4 м/год. С 1991 по 2013 г. скорость сокращения возросла до 17 м/год [17]. Он сохранился в самых верховьях долины, а его длина уменьшилась на 379 м. Отступление правого языка ледника Большой Актру составляет 6–8 м/год, левого – до 10 м/год, судя по выполненной сотрудниками Томского университета маркировке, которая фиксирует положение ледника в разные годы. Деградация ледников сопровождается активизацией склоновых процессов, селепроявлениями и разрушительными паводками.

Река Актру характеризуется растянутым половодьем (июнь–сентябрь), которое формируется за счет таяния снега и льда. Дождевые осадки играют в питании реки меньшую роль, и чаще всего не приводят к существенному увеличению расходов воды, так как облачность снижает приток солнечной радиации, определяющей таяние снега и льда в высокогорье [18]. В осенне-зимний меженный период сток воды и наносов незначителен; у истоков река перемерзает. Среднегодовой расход воды в створе гидрометеостанции Актру (1.2 км ниже слияния рек Большой и Малой Актру) – 1.3 м³/с, средний меженный расход в десять раз меньше. Средние расходы воды наиболее водного месяца – июля колеблются от 2 до 6 м³/с, максимальные расходы половодья достигают 10–15 м³/с. В половодье проходит 86% годового стока воды, в межень – всего 14% [14].

Ширина водного потока в летний период изменяется от 2 м в верховьях до 10–15 м в нижней части рассматриваемого участка, глубина от 0.1 до 0.7 м. В особо мощные паводки поток мигрирует по всей ширине пояса руслоформирования, достигающего в расширениях долины 300–400 м. Для реки характерен суточный ход уровней и расходов воды, связанный с таянием ледников. Во время проведения полевых наблюдений в июле 2014 г. суточная амплитуда колебания уровней у гидрологического поста Актру в солнечную погоду достигала 45 см.

Мутность воды в межень незначительна. На пике половодья она возрастает до 1.4–1.5 тыс. г/м³, в аномально мощные паводки — до 5–6 тыс. г/м³. Скорости течения во время интенсивного таяния ледников превышают 2 м/с и достаточны для перемещения гальки и мелких валунов. Под воздействием массового смыва с бортов долины (сопровождающегося склоновыми микроселями) в реке эпизодически возникают мощные наносоводные паводки, по расходу воды и особенно взвешенных наносов многократно превышающие их обычные значения в половодье. Так, в июле 2012 г. в створе гидрологического поста Актру во время дождей была зафиксирована мутность воды 27.5 тыс. г/м³. Расход воды при этом составил 15 м³/с [15]. Крупные наносоводные паводки проходили по долине Актру в 1962, 1984 и 2012 гг.

Общая характеристика руслообразующих наносов

Почти на всем протяжении исследованного участка преобладают валунно-галечные наносы. Средний диаметр обломков изменяется от 2.5 до 26.2 см. Доля частиц различной крупности в пределах отмытки сильно варьирует в зависимости от расположения площадок. Доля средних валунов (диаметром 25–50 см) изменяется от 0 до 45%; мелких валунов (10–25 см) — от 0 до 55%, крупной гальки (диаметром 5–10 см) — от 2.3 до 30.4%, содержание наносов диаметром менее 5 см (гравий, мелкая и средняя галька) изменяется от 7.3 до 99%.

В отмытке преобладают слабоокатанные (средняя окатанность — от 0.9 до 2.1) и слабо удлинённые (коэффициент удлиненности от 0.60 до 0.77) обломки. Отмечается увеличение коэффициента удлиненности от мелких фракций диаметром 5–10 см к крупным диаметром 10–25 и 25–50 см, т.е. крупные фракции по сравнению с мелкими менее удлинены. Это, по-видимому, свидетельствует об их перемещении во влекомом состоянии [3]. При этом крупные обломки менее окатаны, так как реже перемещаются. Между средним диаметром отложений отмытки и уклонами потока наблюдается прямая связь (рис. 2).

Средний диаметр частиц аллювиальной толщи в верховьях Актру мало изменяется — от 2.4 до 3.8 см. Наибольшие его значения (3.7–3.8 см) отмечены ниже ледника Малый Актру и в верхней части задрового поля в 0.5 км ниже слияния обоих истоков, где пояс активных русловых деформаций резко расширяется. На р. Большой Актру аллювиальная толща не исследовалась, но визуально для нее также

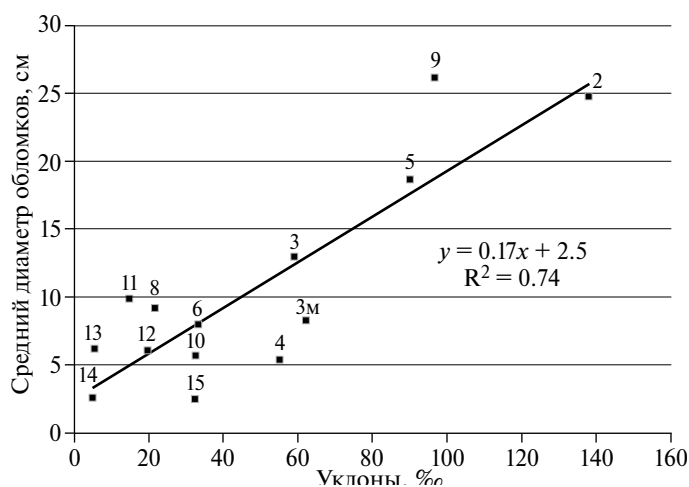


Рис. 2. Связь между уклонами русла (I) и средним диаметром материала отмытки (D_{cp}) на исследованных площадках

отмечена повышенная крупность материала. В составе аллювиальной толщи преобладает галька, составляющая от 36 до 65% веса пробы, при этом наибольшую долю составляет средняя галька диаметром 2–5 см. Содержание гравия варьирует от 23 до 29%, частиц диаметром менее 0.1 см – от 5 до 14%. Аллювиальная толща отсортирована в средней степени: коэффициент сортировки ее частиц изменяется от 2.8 до 3.9. Средневзвешенные диаметры частиц аллювиальной толщи в 3–4 раза меньше средней крупности наносов, слагающих отмостку, и между ними прослеживается тенденция к прямой зависимости, хотя коэффициент корреляции (0.54), меньше, чем на реках Кавказа [8].

Изменение состава наносов по длине р. Актру

Как и на высокогорных участках рек Большого Кавказа [10, 11], в долине Актру выделяются последовательно расположенные участки, различающиеся по условиям руслоформирования, характеру и интенсивности поступления твердого материала, а также структуре типов русел: *приледниковый* (I), *верхнего течения или активной экзогенной переработки* (II), *среднего* (III) и *нижнего течения* (IV). Детально были исследованы первые два участка (рис. 1, 3).

На *приледниковом участке* (I), охватывающим истоки реки Актру – Большую и Малую Актру, идет формирование первичных русел. Большая Актру имеет длину 2.6 км, Малая Актру – 0.9 км. Русло первой отличается большими уклонами (от 50 до 200‰) и порожисто-водопадным руслом, часто меняющим положение в зависимости от темпов отступления ледника и вытаивания мертвых льдов. Здесь находятся конечные морены исторической стадии оледенения и стадии актру, границы которых почти совпадают; т.е. участок полностью покрывался ледником всего несколько столетий назад. Основным источником поступления наносов здесь служат ледник и морены, содержащие мертвый лед, но существенную роль играют также обвалы, склоновые микросели и лавины. Поток, обладающий небольшой транспортирующей способностью, не в состоянии переработать огромное количество склонового и ледникового материала; русло пассивно приспособлено к неровностям моренного рельефа. Руслу Малой и Большой Актру по сравнению с нижерасположенными участками самой Актру выстилаются самым крупным наименее сортированным и наименее окатанным материалом (таблица).

Правый борт долины Большой Актру на значительном протяжении занят отступающим ледником, поставляющим в русло большое количество обломочного материала. Для русла характерна ступенчатость, связанная с пересечением рекой крутых уступов конечных мо-

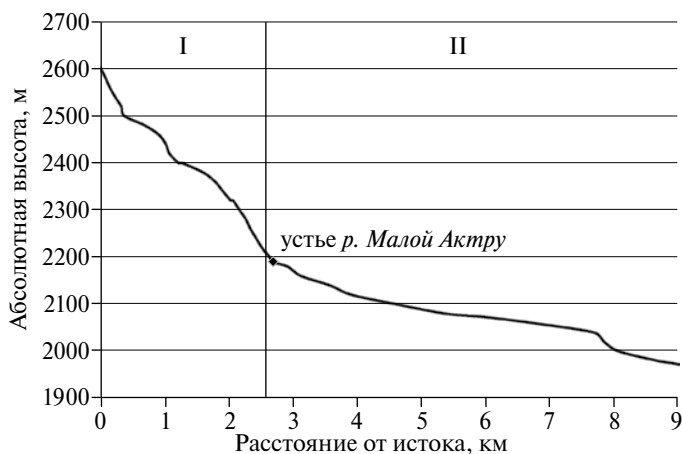


Рис. 3. Продольный профиль верхнего течения р. Актру
Участки: I – приледниковый, II – верхнего течения

рен, ригелей и зандровых полей. Это выражается в резкой смене отложений: перед моренными валами и ригелями образуется подпор и создаются условия для аккумуляции наносов, снижается крупность материала; а на пересечении конечно-моренных валов и ригелей материал более крупный как из-за значительных размеров самих моренных обломков, так и из-за селективного выноса потоком в условиях повышенных уклонов.

Средние характеристики наносов отмостки

Расположение участка	Средний диаметр наносов отмостки, см	Валуны			Галька			Содержание наносов диаметром <5см, %		
		средний диаметр, см	содержание, %	коэффициент удлиненности (b/a)	окатанность, баллы	средний диаметр, см	содержание, %		коэффициент удлиненности (b/a)	окатанность, баллы
Приледниковый участок (I)										
р. Малая Актру	8.5	16.8	33.4	0.72	1.5	8.6	20.1	0.69	1.5	46.5
р. Большая Актру	14.7	22.4	48.8	0.72	1.1	9.4	18.9	0.65	1.1	32.6
Участок верхнего течения (II)										
р. Актру	6.0	15.5	27.3	0.74	2.0	8.5	17.5	0.69	1.9	62.9

Средняя крупность материала отмостки на Большой Актру больше, чем на Малой Актру, а средняя окатанность ниже. Река Большая Актру характеризуется наибольшим средним диаметром валунов в отмостке и наименьшим средним содержанием наносов диаметром менее 5 см по сравнению с Малой Актру и Актру (табл.). В русловых отложениях Большой Актру присутствует наиболее крупная для реки выделенная фракция – средние валуны (диаметром 25–50 см). На приледниковом участке Малой Актру, несмотря на большие уклоны, валуны такого диаметра в составе русловых отложений не встречаются, хотя, они присутствуют в моренных и обвальных отложениях. Продольный профиль долины Малой Актру не имеет резких перегибов и крупных конечно-моренных валов; материал, слагающий пояс активных русловых деформаций, здесь более однороден.

Участок верхнего течения или активной экзогенной переработки (II) начинается ниже слияния Большой и Малой Актру. Он характеризуется общим уменьшением уклонов (5–32‰), ступенчатостью продольного профиля, связанной с чередованием обширных и протяженных задровых полей (длиной до 3 км и шириной до 400 м) с порожистыми участками при пересечении древних моренных валов. Нижняя граница участка – высокий моренный вал аккемской стадии оледенения, во время которой долина покрывалась объединенным ледником Малого и Большого Актру [1, 19, 20]. На дне долины отмечается активная переработка и перераспределение материала водным потоком: вынос с участков, имеющих повышенные уклоны, и аккумуляция наносов на участках выполаживания продольного профиля. Руслообразующие наносы формируются в основном в результате переработки флювиогляциальных и аллювиально-селевых отложений. Существенные притоки на данном участке отсутствуют, склоны преимущественно задернованы и удалены от русла за счет большой ширины долины, поэтому роль склонового материала снижается, и его поступление в русло локализовано.

В пределах участка верхнего течения происходит направленное уменьшение среднего диаметра частиц отмостки за счет значительного увеличения доли обломков диаметром менее 5 см; резкое увеличение их окатанности по сравнению с приледниковым участком (рис. 4, табл.). Здесь, помимо уменьшения уклонов и снижения интенсивности поступления материала со склонов, на состав наносов оказывает влияние продолжительность периода флювиальной переработки отложений, а также подпор моренного вала, являющегося нижней границей участка. В нижней части задрового поля наносы диаметром менее 5 см покрывают почти всю поверхность, перерабатываемую водным потоком. По сравнению с приледниковым

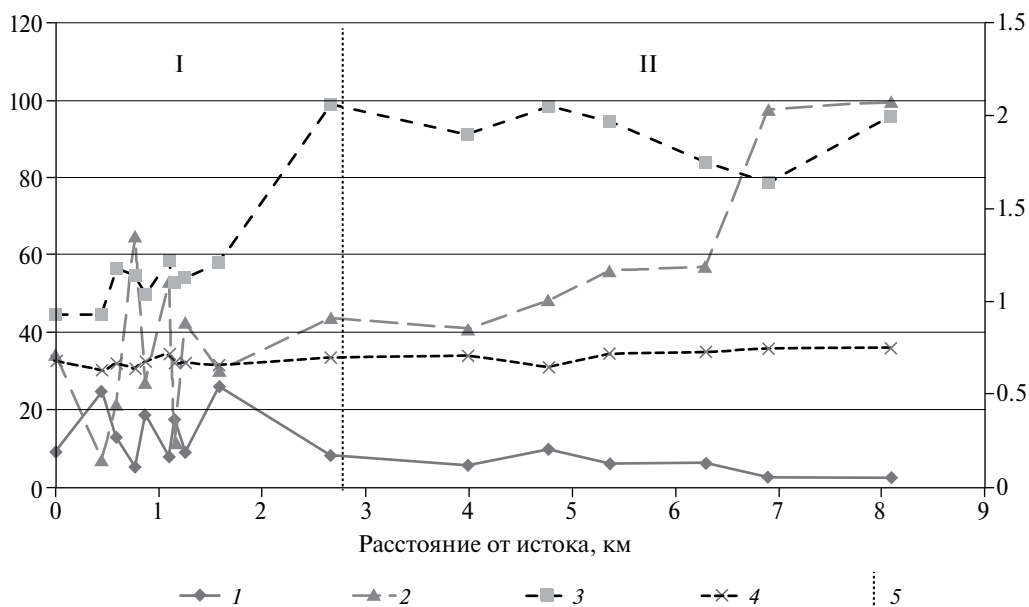


Рис. 4. Изменение состава отмыски

Участки: I — приледниковый, II — верхнего течения.

1 — средний диаметр, см; 2 — доля материала диаметром менее 5 см, %; 3 — средний класс окатанности (баллы); 4 — средняя удлиненность (b/a); 5 — граница между участками

участком здесь увеличивается средний коэффициент удлиненности и средняя окатанность обломков (табл.).

На *участке среднего течения*, расположенного ниже моренного вала аккемского ледника, преобладает направленное врезание русла с устойчивым поясом руслоформирования. Материал поступает в русло за счет размыва рекой склонов древних морен, частично осыпных шлейфов и ранее отложившегося аллювиального и селевого материала. Увеличение мощности потока способствует активизации транспорта наносов и интенсивности их переработки. В данной работе участок среднего течения не исследовался.

Обсуждение результатов

Полученные результаты позволили провести сравнения условий формирования и состава наносов реки Актру с реками Приэльбрусья, выявить их общие закономерности и некоторые региональные различия.

Для р. Актру, так же как и для приледниковых рек Кавказа и других горных районов [21], прослеживается выраженное деление на высотные зоны (*приледниковая, верхнего и среднего течения*), характеризующиеся разными условиями формирования русел и руслообразующих наносов. Но имеются и различия в соотношении действующих процессов и протяженности этих зон. В целом для р. Актру характерны меньшие уклоны и более низкие абсолютные высоты истоков и водосборов по сравнению с исследованными реками Приэльбрусья, а протяженность *приледникового участка* и *участка верхнего течения* больше. Так, приледниковая зона на Кавказе не превышает первых сотен метров [10], а в истоках Актру она достигает 0.9 и 2.6 км.

По сравнению с реками Кавказа, для Актру в формировании русловых отложений меньшую роль играют селевые потоки. Это определяется редкой повторяемостью интенсивных ливневых осадков в условиях континентального климата; меньшей глубиной и густотой расчленения рельефа, меньшей долей мелкозема в составе рыхлого

склонового чехла [22]. Преобладание грубообломочных отложений на склонах долин связано как с литологией пород, так и с более интенсивными процессами физического и менее интенсивными процессами химического выветривания на Алтае. Вместе с меньшими уклонами, слабая селевая активность определяет и меньшую в целом крупность наносов в составе русловых отложений долины Актру, что выражается в незначительной доле фракций крупных и средних валунов в русловых отложениях, за исключением участков порожисто-водопадного русла в местах пересечения рекой ригелей и конечно-моренных валов.

Во время среднего половодья и паводков потоком перемещаются только мелкие валуны и галька. Крупные обломки перемещаются в русле селевыми структурными потоками, которые здесь редки, либо под воздействием аблювиального эффекта на участках порожисто-водопадного русла. При отсутствии селей, выходящих в русла рек, обломки большей крупности в русле не наблюдаются, за исключением обвальных или вытаявших из льда, которые быстро захораниваются русловыми отложениями, а также участков порожисто-водопадного русла в пределах ригелей и конечно-моренных валов, где крупные валуны в русле являются неперемещенными моренными отложениями

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сахарова Е. И., Лебедева Н. В. О факторах, определяющих состав аллювия р. Мзымта // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 1. С. 97–109.
2. Талмаза В. Ф., Крошкин А. Н. Гидроморфометрические характеристики горных рек. Фрунзе: Кыргызстан, 1968. 204 с.
3. Борсук О. А. Анализ щебнистых отложений и галечников при геоморфологических исследованиях. М.: Наука, 1973. 112 с.
4. Лодина Р. В. Сортировка аллювия в реках Западной Грузии // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 4. М.: Изд-во МГУ, 1974. С. 143–148.
5. Чистяков А. А. Горный аллювий. М.: Недра, 1978. 287 с.
6. Ромашин В. В., Шугар А. К., Щукин В. Г. Оценка подвижности руслового аллювия горных рек // Метеорология и гидрология. 1982. № 8. С. 90–94.
7. Виноградова Н. Н. Изменения гранулометрического состава руслообразующих наносов на побочнях горных рек и определяющие их условия // Геоморфология. 1995. № 1. С. 30–37.
8. Хмелева Н. В., Виноградова Н. Н., Самойлова А. А., Шевченко Б. Ф. Бассейн горной реки и экзогенные процессы в его пределах (результаты стационарных исследований). М.: Изд-во МГУ, 2000. 186 с.
9. Виноградова Н. Н., Крыленко И. В., Тарбеева А. М. Исследования руслообразующих наносов горных рек и их динамики на участках впадения селевых притоков // Геоморфология. 2009. № 3. С. 32–38.
10. Виноградова Н. Н., Крыленко И. В., Сурков В. В., Тарбеева А. М. Ледниковые реки Приэльбрусья – условия руслоформирования и взаимосвязь морфодинамики долин и русел // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 17. М.: Изд-во МГУ, 2010. С. 96–115.
11. Сурков В. В., Виноградова Н. Н., Крыленко И. В., Тарбеева А. М. Горные реки и особенности их руслоформирующей деятельности под влиянием селей // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 19. М.: Изд-во МГУ, С. 145–184.
12. Хабаков А. В. Об индексах окатанности галечников // Советская геология. 1946. № 10. С. 98–99.
13. Рухин Л. Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. Л.: ГНТИ нефти и горно-топливной литературы, 1961. 781 с.
14. Ледники Актру (Алтай). Л.: Гидрометеиздат, 1987. 118 с.
15. Вершинин Д. А., Уйманова В. А., Овсянников С. А. Сток взвешенных наносов р. Актру и особенности его режима за последние 50 лет // Вестн. Томского гос. ун-та. 2014. № 381. С. 226–231.
16. Агатова А. Р., Назаров А. Н., Непон Р. К., Орлова Л. А. Радиоуглеродная хронология гляциальных и климатических событий голоцена юго-восточного Алтая (Центральная Азия) // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 6. С. 712–737.

17. Галахов В.П., Самойлова С.Ю., Шевченко А.А., Шереметов Р.Т. Колебания ледника Малый Актру (Русский Алтай) за период инструментальных наблюдений с 1952 по 2013 год // Криосфера Земли. 2015. Т. XIX. № 2. С. 81–86.
18. Блохин А.И. Суточный ход уровней и расходов воды в реке Актру // Гляциология Алтая. Вып. VI. Томск: Изд-во ТГУ, 1970. С. 264–276.
19. Душкин М.А. Многолетние колебания ледников Актру и условия развития молодых морен // Гляциология Алтая. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 1965. С. 89–101.
20. Галахов В.П., Назаров А.Н., Харламова Н.Ф. Колебания ледников и изменения климата в позднем голоцене по материалам исследований ледников и ледниковых отложений бассейна Актру (Центральный Алтай, Северо-Чуйский хребет). Барнаул: Изд. Алтайского гос. ун-та, 2005. 132 с.
21. Krzemien K. Structure and dynamics of the high-mountain channel of river Plima in the Ortler-Cevedale Massif (South Tirol) // Prace Geograficzne. 1999. No. 104. P. 41–55.
22. Перов В.Ф. Селеведение. Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 272 с.

REFERENCES

1. Saharova E.I. and Lebedeva N.V. The factors determining the composition of the alluvium of the river Mzymta. *Litol. Polezn. Iskop.* 1967. No. 1. P. 97–109. (in Russ.)
2. Talmazo V.F. and Kroshkin A.N. *Gidromorfometricheskie harakteristiki gornyh rek* (Hydromorphological characteristics of mountain rivers). Frunze: Kyrgyzstan (Publ.), 1968. 204 p.
3. Borsuk O.A. *Analiz shchebnistyh otlozhenij i galechnikov pri geomorfologicheskikh issledovaniyah* (Analysis of gravelly sediments and gravels in geomorphological research). Moscow: Nauka (Publ.), 1973. 112 p. (in Russ.)
4. Lodina R.V. Sorting of the alluvium in the rivers of Western Georgia, in *Eroziya pochv i ruslovye process* (Soil Erosion and channel processes). Vol. 4. Moscow: MGU (Publ.), 1974. P. 143–148.
5. Chistyakov A.A. *Gornyy allyuvij* (Mountain alluvium). Moscow: Nedra (Publ.), 1978. 287 p.
6. Romashin V.V., Shugar A.K., and Shchukin V.G. Assessment of the mobility of the channel alluvium of mountain rivers. *Meteorol. Gidrol.* 1982. No. 8. P. 90–94. (in Russ.)
7. Vinogradova N.N. Changes of the granulometric composition of sediment, channel-forming loads on mountain river shoals and their conditions. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 1995. No. 1. P. 30–37. (in Russ.)
8. Hmeleva N.V., Vinogradova N.N., Samojlova A.A., and Shevchenko B.F. *Bassein gornoj reki i ehkzogen-nyye processy v ego predelakh (rezul'taty stacionarnyh issledovaniy)* (Basin of a mountain river and its exogenic processes (the results of the long-term studies). Moscow: MGU (Publ.), 2000. 186 p.
9. Vinogradova N.N., Krylenko I.V., and Tarbeeva A.M. The Study of channel-forming loads of sediments in mountain rivers and their dynamics in areas of debris flow tributaries. *Geomorfologiya (Geomorphology RAS)*. 2009. No. 3. P. 32–38 (in Russ.)
10. Vinogradova N.N., Krylenko I.V., Surkov V.V., and Tarbeeva A.M. Glacial rivers – conditions of channel formation and valleys and riverbed morphodynamics, in *Eroziya pochv i ruslovye process* (Soil Erosion and channel processes). Vol. 17. Moscow: MGU (Publ.), 2010. P. 96–115.
11. Surkov V.V., Vnogradova N.N., Krylenko I.V., and Tarbeeva A.M. Mountain rivers and their fluvial activities under the influence of landslides, in *Eroziya pochv i ruslovye processy* (Soil erosion and channel processes). Vol. 19. Moscow: MGU (Publ.), P. 145–184.
12. Habakov A.V. The indexes of roundness of pebbles. *Sov. Geol.* 1946. No. 10. P. 98–99. (in Russ.)
13. Ruhin L.B. Fundamentals of lithology, in *Uchenie ob osadochnyh porodah* (Teaching about sedimentary rocks). Leningrad: GNTI nefti i gorno-toplivnoy literatury (Publ.), 1961. 781 p.
14. *Ledniki Aktru (Altay)* (The Aktru Glaciers (Altay)). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1987. 118 p.
15. Vershinin D.A., Ujmanova V.A., and Ovsiannikov S.A. The sediment load of the Aktru River and features of its regime over the last 50 years. *Vestn. Tomsk. Univ.* 2014. No. 381. P. 226–231. (in Russ.)
16. Agatova A.R., Nazarov A.N., Nepov R.K., and Orlova L.A. Radiocarbon chronology of glacial and climatic events in the Holocene of South Eastern Altai (Central Asia). *Geol. Geofiz.* 2012. Vol. 53. No. 6. P. 712–737. (in Russ.)
17. Galahov V.P., Samojlova S. Yu., Shevchenko A.A., and Sheremetov R.T. Fluctuation of Maly Aktru glacier (Russian Altai) for the period of instrumental observations from 1952 to 2013. *Earth's Cryosphere*. 2015. vol. XIX. No. 2. P. 81–86. (in Russ.)

18. Blohin A.I. Diurnal levels and water flows in the river Aktru, in *Glyaciologiya Altaya* (Altai Glaciology). Vol. VI. Tomsk: TSU (Publ.). 1970. P. 264–276.
19. Dushkin M.A. Multi-year fluctuations of glaciers Aktru and conditions for the development of young morains, in *Glyaciologiya Altaya* (Altai Glaciology). Tomsk: TSU (Publ.). 1965. P. 89–101.
20. Galahov V.P., Nazarov A.N., and Harlamova N.F. *Kolebaniya lednikov i izmeneniya klimata v pozdnem golocene po materialam issledovaniy lednikov i lednikovyh otlozhenij bassejna Aktru (Central'nyj Altaj, Severo-CHujskij hrebet)* (Fluctuations of glaciers and climate change in the late Holocene based on studies of glaciers and glacial deposits of the Aktru basin (Central Altai, North-Chuyskiy ridge)). Barnaul: Alt. Univ. (Publ.), 2005. 132 p.
21. Krzemien K. Structure and dynamics of the high-mountain channel of river Plima in the Ortler-Cevedale Massif (South Tirol). *Prace Geograficzne*. 1999. No. 104. P. 41–55.
22. Perov V.F. *Selevedenie* (The doctrine of mudflows). Moscow: MGU (Publ.), 2012. 272 p.