

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ АЛЛЮВИЯ ГОРНЫХ РЕК

Н.В. Макарова, А.А. Чистяков, Б.Е. Акинин

Введение

Аллювий – один из самых распространенных генетических типов континентальных отложений. Он характерен не только для четвертичной формации, но и для разновозрастных древних толщ, включая протерозой. С ним связаны многие полезные ископаемые (россыпи драгоценных камней и металлов, строительные материалы, уголь, торф и др., а также вода). Он имеет важное стратиграфическое значение, т.к. отражает в своем составе глобальные периодические изменения климата, приводящие к оледенениям, межледниковьям и колебаниям уровня морей и океанов – главных базисов эрозии рек. С этим связано формирование речных террас. Аллювий является связующим звеном между ледниковыми и морскими отложениями и вместе с ними образует возрастную цепочку или ряды. Он и слагаемые им формы рельефа – русло, пойма и террасы – чутко реагируют на малейшие изменения тектонической обстановки. Поэтому изучение аллювия является одним из методов изучения новейшей и современной тектоники в равнинных и горных областях.

В аллювий объединяются отложения русловых водных потоков за исключением внутрiledниковых и приледниковых отложений талых ледниковых вод и накоплений приустьевых выносов эрозионных долин. Т. е. аллювий включает отложения водных потоков, текущих по дну созданных ими самими эрозионных долин и по поверхности также ими создаваемых аллювиальных аккумулятивных равнин. К аллювию относятся не только отложения постоянно текущих рек и ручьев, но и временно пересыхающих водотоков [Шанцер, 1966]. В данной статье характеризуется аллювий постоянных крупных рек.

Строение аллювия достаточно сложное. Формирование фаций и мощности аллювия зависит от многих факторов. С одной стороны, он образуется в результате русловых процессов, которые представляют совокупность явлений, возникающих при взаимодействии руслового потока и пород, слагающих дно и берега реки. Это эрозия, перенос материала и его аккумуляция. С другой

стороны, русловая деятельность зависит от климата, определяющего не только само существование рек, но и изменение расхода воды и ее энергию по сезонам. Последняя усиливается или ослабляется тектоническими движениями, охватывающими как весь водосборный бассейн той или иной реки, так и проявляющимися на локальных участках. От климатического и тектонического факторов зависит также генезис и количество поступающего в реку материала. Но самая важная роль этих факторов заключается в том, что их закономерное циклическое или ритмическое проявление на больших площадях определяет ход разновозрастных эрозионно-аккумулятивных циклов, в процессе которых формируются долина реки, ее пойма, цикловые и локальные террасы и слагающий их аллювий.

У равнинных рек мощность аллювия и его фациальная дифференциация почти полностью определяются гидродинамикой водного потока, а геологическое строение речного бассейна и геоморфология не имеют существенного значения. Аллювий равнинных рек отчетливо дифференцирован на русловую, пойменную и старичную фации, развитые на протяжении всей долины. Максимальные мощности современного и древнего равнинного аллювия редко превышают 25–30 м. Они увеличены в перигляциальных областях за счет размыва ледниковых отложений.

Горный аллювий представлен преимущественно русловой фацией, тогда как пойменная фация выражена не так четко, как в равнинном аллювии, часто развита фрагментарно, а старичная фация встречается главным образом во впадинах. На формирование горного аллювия, помимо определяющих гидрологических факторов, большое влияние оказывают геолого-геоморфологические условия, поступление громадного количества обломочного материала, вызывающие появление новых фаций и резкое аномальное увеличение мощностей. Большое значение имеют дифференцированные тектонические движения, меняющие строение и мощность аллювия на близлежащих локальных участках. Климатические условия, определяющие общие закономерности строения аллювия цикловых террас, быст-

ро меняются на протяжении не только крупных долин, длиной во многие сотни километров, но и менее значительных, длина которых от истоков, находящихся в высокогорных ледниковых областях, до устьевых участков в пределах жарких аридных областей составляет десятки и первые сотни километров. Примерами могут служить многие реки Средней Азии (Чу, Нарын, Вахш, Пяндж и др. и их многочисленные притоки), Кавказа (Кубань, Терек и др.) и др. Все это отражается на строении и мощности горного аллювия на различных участках долин.

1. Строение аллювия горных рек.

Динамические фазы аллювия и их мощность

Аллювий горных рек в настоящее время невозможно изучать без фациально-динамического анализа, который предполагает не только характеристику его фаций, но и фаз или состояний, в которых он находится на разных участках речной долины. Впервые наиболее определенно о динамическом состоянии современного равнинного аллювия в долинах рек написал В.В. Ламакин [1947; 1948]. Он выделил участки, на которых река врезается, аккумулирует или находится в равновесии (не врезая и не аккумулируя, а только перемывая материал). Соответственно русловой аллювий этих участков находится в фазах врезания (инстративной), аккумуляции (констративной) и динамического равновесия (перстративной). Дальнейшее развитие вопроса о динамических фазах аллювия или стадиях речных долин получило в трудах Е.В. Шанцера [1951, 1966], А.Б. Бассаликаса [1957] и И.П. Карташова [1958; 1972]. И.П. Карташов распространил их на современный аллювий среднегорных рек Северо-Востока России. Между стадиями врезания и динамического равновесия он выделил переходную с его точки зрения субстадию – расширения долины или «речной абразии» (термин Ф.П. Саваренского), назвав ее субстративной. Он детально показал, что русловой и пойменный аллювий динамических фаз или стадий долин (а также субстадий) отличается специфическими литологическими особенностями, мощностью, формами залегания в пределах долины или эрозионного вреза и приуроченными к ним различными типами россыпей золота и других тяжелых минералов. И.П. Карташов так же, как и В.В. Ламакин, характеризовал фазы преимущественно современного аллювия, которые на протяжении любой долины реки, горной или равнинной, от истоков до устья неоднократно сменяют друг друга. И в развитии речных долин во времени эти стадии,

по его мнению, также могут неоднократно сменяться в разной последовательности, в зависимости от каких-либо изменений физико-географической обстановки. Однако авторы данной статьи [Макаров и др., 1979; Макарова, 2000] на основании изучения разновозрастных свит аллювия в долинах многих горных рек Средней Азии показали, что фазы аллювия закономерно и последовательно сменяют друг друга по вертикали в ходе эрозионно-аккумулятивных циклов, в процессе которых формируются четвертичные цикловые террасы. Т.е. каждый эрозионно-аккумулятивный цикл состоит из стадий врезания, расширения долины, аккумуляции и динамического равновесия, в течение которых формируется аллювий соответствующей фазы. При этом аллювий каждой фазы формируется при определенной форме или строении русла и приурочен к определенной части общего циклового вреза. Такая последовательность фаз аллювия или стадий эрозионно-аккумулятивного цикла обусловлена ритмическими или циклическими изменениями климата, проявляющимися не только регионально, но и глобально [Равский, 1972; Гричук, 1978; Гричук, Постоленко, 1982]. На отдельных участках речных долин локальные тектонические движения или климатические условия нарушают ход эрозионно-аккумулятивного цикла, например, на поднимающихся, где постоянно идет эрозия и цикловые террасы не образуются. Многочисленные литературные данные, а также личные наблюдения говорят о том, что такое строение аллювия разновозрастных цикловых террас характерно не только для горных рек Средней Азии, но и многих горных стран – Кавказа, Алтая, Саян и др., а также и для равнинных рек.

Влияние климата на формирование равнинного и горного аллювия доказано многочисленными региональными исследованиями [Четвертичная система..., 1984]. Установлено, что нижние части аллювия формируются в теплые (межледниковые) эпохи, а верхние – в холодные (ледниковые), что соответствует климатическому ритму (тепло-холодно). Это подтверждается палеонтологическими и палинологическими данными (теплолюбивые формы фауны и флоры, содержащиеся в нижней части аллювия и холодолюбивые – в верхней), а также литологическим (механический состав, состав заполнителя, степень цементации и др.) и минералогическим (состав глинистых минералов и др.) анализами [Макаров и др., 1979; Четвертичная система..., 1984; Гричук, Постоленко, 1982]. В соответствии с этим инстративный, субстративный и нижняя часть констративного аллювия формируются в теплое

время (межледниковье), а верхняя часть констративного и перстративный аллювий – в холодное (ледниковье). Климатический ритм, в свою очередь, включает ряд стадий: термодесеротическую (тепло-сухо), термогигротическую (тепло-влажно), криогигротическую (холодно-влажно) и криодесеротическую (холодно-сухо) [Равский, 1972; Гричук, 1978; Гричук, Постоленко, 1982]. Такая смена условий отражается и при формировании аллювия: снизу вверх по разрезу отмечается увеличение влажности, которая затем сменяется сухостью климата.

Мы неоднократно писали [Макаров и др., 1976; 1979; Макарова, 2000], что среди террас следует выделять цикловые, развитые по всей долине, образующиеся при циклическом изменении климата и направленном характере тектонических движений, и локальные, образующиеся часто во множестве на участках проявления дифференцированных тектонических движений или вследствие других причин, например, спуска подпрудных водоемов.

Рассмотрим строение аллювия разных фаз и его мощность, изученное нами в разрезах цикловых террас многих рек Средней Азии. Среди них наиболее представительной или эталонной является долина р. Зеравшан в Южном Тянь-Шане, протягивающаяся между Туркестанским и Зеравшанским хребтами более, чем на 500 км от одноименного ледника до выхода на равнину. Здесь хорошая обнаженность, полный спектр развитых по всей долине цикловых четвертичных террас позволяет изучать их строение в продольных и поперечных сечениях и восстанавливать процесс их формирования. Кроме того, последовательное врезание реки на протяжении четвертичного периода привело к тому, что древние долины оказались подвешенными в стороне от современного русла и потому сохранились в рельефе (рис. 1 А, Б). Хорошая изученность аллювия р. Зеравшан связана еще с поисками россыпей золота, сопровождавшимися бурением и геофизикой. В долинах других рек характер разрезов аллювия идентичен, однако наиболее обнажены молодые низкие террасы, а более древние и высокие присутствуют в виде отдельных фрагментов, часто в самых присклоновых частях долин.

В начальную эрозионную стадию цикла, начинающуюся в конце холодной части ритма (оледенения) и усиливающуюся в последующее потепление, преобладает глубинная эрозия, совершающаяся в прямолинейных или слабо изгибающихся руслах, и вырабатывается наиболее глубокая и узкая часть долины – тальвег (рис. 2 А). Заполняющий его **инстративный** («высти-

лающий») аллювий русловой фации содержит большое количество крупных обломков с характерной беспорядочной хаотичной текстурой в нижней части разреза и более мелкий материал, нередко слоистый – в верхней. Обломочный материал плохо окатанный и сортированный, обогащенный дресвяно-суглинистым заполнителем. Все свидетельствует о слабой переработке материала бурными потоками, возможно имевшими селевой характер [Лаврушин, 2005; Гольдфарб, 2007]. Присутствие большого количества выветрелых, выщелоченных и обохренных обломков пород, говорит о том, что климат во время накопления инстративного аллювия был теплым. Об этом же свидетельствует и общий светлоспальный, желтоватый, охристый цвет аллювия, что отличает его от вышележащих горизонтов и заставляет некоторых исследователей считать его неогеновым или более древним. Инстративный аллювий накапливается, когда заканчивается глубинная эрозия и прежде влажный и несомый рекой материал быстро оседает в русле. Мощность его различна, зависит от размера реки, массы воды и ее энергии, количества переносимого материала и глубины вреза на разных участках долины, в свою очередь зависящей от тектонических движений. В крупных горных реках Средней Азии (Зеравшан, Нарын, Вахш и др.) ширина разновозрастных тальвегов в верхней, наиболее часто видимой части, составляет от 40–50 до 100–120 м. Глубина тальвегов, особенно древних, и соответственно мощность заполняющего их аллювия, вскрываемая скважинами или определенная по данным геофизики, может составлять первые десятки метров (таблица 1), причем на прогибающихся участках она уменьшается, т. к. тальвег менее глубокий, а на поднимающихся увеличивается.

Вторая стадия эрозионно-аккумулятивного цикла по своему рельефообразующему значению, с нашей точки зрения, является очень важной и не уступает первой эрозионной стадии. В это время долина приобретает свою основную ширину, несколько увеличивающуюся в следующие стадии. И.П. Карташов не считал эту стадию самостоятельной, выделяя ее как переходную к следующей стадии, и называя субстадией. Прекращение врезания и заполнение тальвега аллювием приводит к тому, что уклон русла уменьшается, оно становится извилистым или изгибающимся в горах, в предгорьях иногда меандрирующим. Для равнинных рек характерно меандрирование и формирование меандрового пояса. При подмывании рекой склонов долины формируется ее относительно плоское дно, неред-

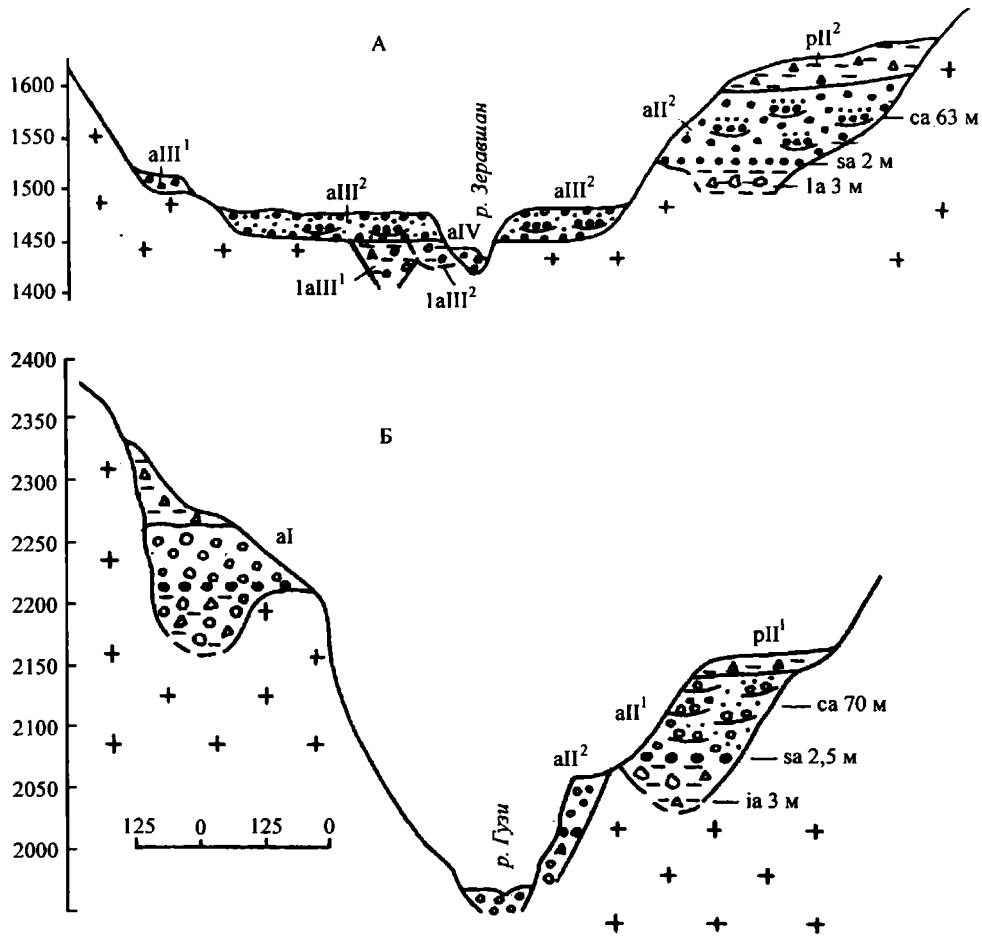


Рис. 1. Древние долины р. Зеравшан (А) и ее притока р. Гузи (Б) (Южный Тянь-Шань)
Условные обозначения на рис. 2

Таблица 1. Мощность разных горизонтов или фаз аллювия (в метрах) в разновозрастных террасовых комплексах (даны мин. и макс. значения)

| Динамические фазы аллювия | Возраст аллювиальных комплексов | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | Q _I | Q _{II} ¹ | Q _{II} ² | Q _{III} ¹ | Q _{III} ² | Q _{IV} |
| Перстративный (pa) | 1,8–2,2 | 1–5 | 2–3,5 | 1,5–7 | 1–7 | 1–3 |
| Констративный (са) | 30–80 | 30–100 | 35–90 | 5–170 | 5–50 | 6–12 |
| Субстративный (sa) | 2,5–3 | 1–1,5 | 1–7 | 2–4 | 0,5–3 | 1–1,5 |
| Инстративный (талъвеговый) (ia) | 10–80 | 20–80 | 4–36 | 17–50 | 8–25 | 5–10 |
| Общая мощность аллювия | 60–150 | 60–160 | 80–90 | 50–170 | 50–60 | 10–40 |

ко изобилующее эрозионными неровностями (рис. 1 А). Ширина дна долин различна. В древних долинах (среднеплейстоценовых) во впадинах она может достигать первых километров, а в горной части – нескольких десятков и первых сотен метров. Позднеплейстоценовые и голоценовые долины, как правило уже. Аллювий, формирующийся в эту стадию, И.П. Карташовым

[1972] назван субстративным («подстилающим»), т. к. он подстилает аллювий следующей стадии. Он перекрывает инстративный или тальвеговый аллювий и ложится на коренные породы или более древний аллювий (рис. 4). Это обычно плохо или средне окатанные валунные галечники, плохо сортированные, не слоистые, представляют русловую фацию (рис. 2, 3, 4). В их со-

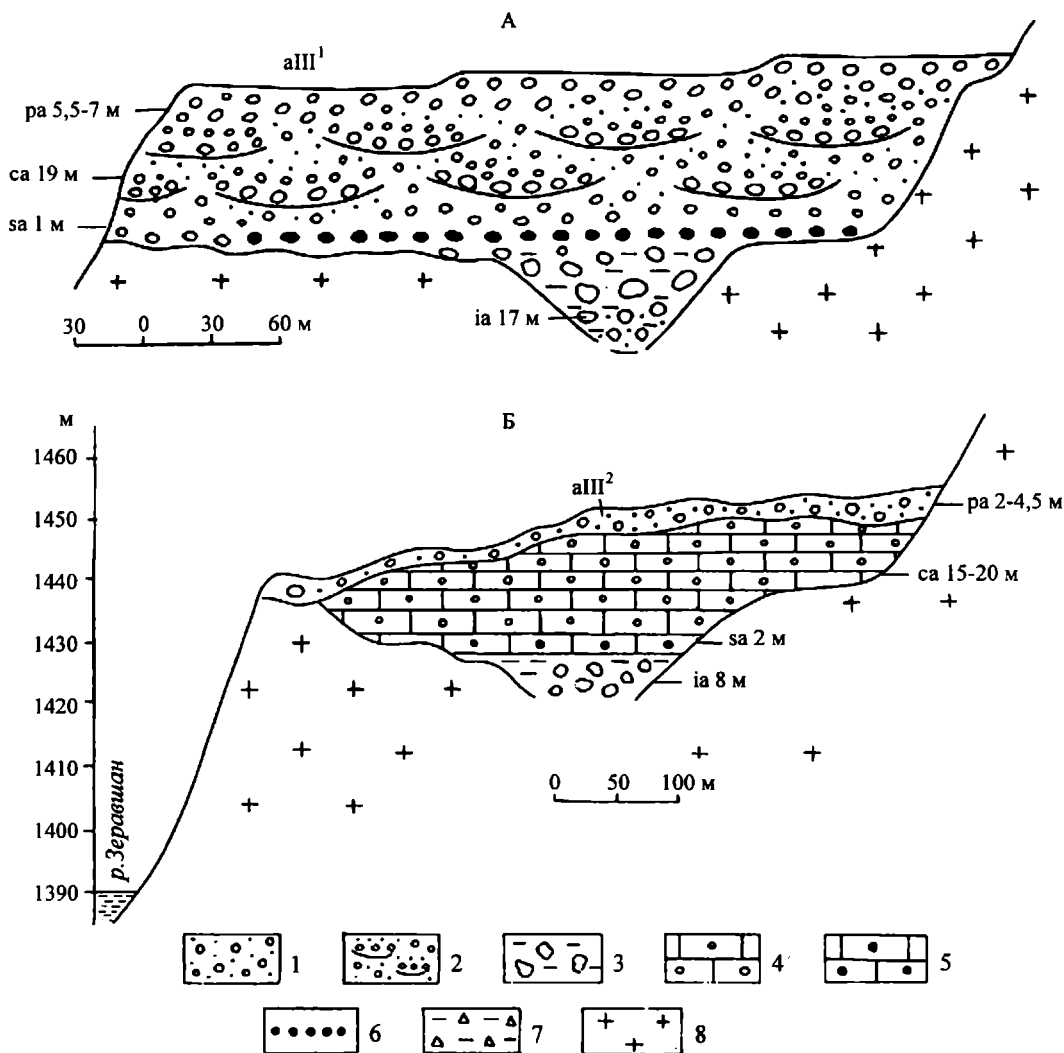


Рис. 2. Строение позднеплейстоценовых террас р. Зеравшан

А – в горной части, Б – в Пенджикентской впадине. 1 – песчано-галечные отложения; 2 – линзовидно-ритмичное строение констративного аллювия; 3 – галечно-валунный инстративный аллювий; 4 – конгломераты; 5 – базальный горизонт сцементированный; 6 – базальный горизонт рыхлый; 7 – пролювий (на рис. 1); 8 – коренные породы

стае, наряду с транзитным материалом, много обломков местных пород, слагающих дно и близлежащие склоны долины. В аридных и жарких условиях он часто сцементирован карбонатным цементом и имеет бурый цвет, что свидетельствует о том, что такие же условия были и во время его формирования. Стадия расширения долины является обязательной в эрозионно-аккумулятивном цикле, о чем писал и И.П. Карташов [1972]. Только на локальных участках длительного врезания выработка плоского дна не происходит. Субстративный аллювий выделяется всеми исследователями как горизонт размыва или базальный не только в горных, но и в равнинных долинах и в разных климатических ус-

ловиях. Его мощность обычно соответствует глубине изгибающихся или меандрирующих русел и составляет первые метры практически во всех разновозрастных свитах и не только в горном аллювии, но и в равнинном [Горетский, 1964, 1966, 1982; Лаврушин, 1963; Лазаренко, 1964] (табл. 2).

Аллювий третьей главной аккумулятивной стадии цикла – **констративный** («наслаиваемый») – перекрывает субстративный аллювий, наращивая вверх поверхность долины. Аллювий аккумулируются при поступлении в реку значительного количества материала, сносимого со склонов, что объясняется увеличением влажности климата. Из-за перегруженности наносами русло

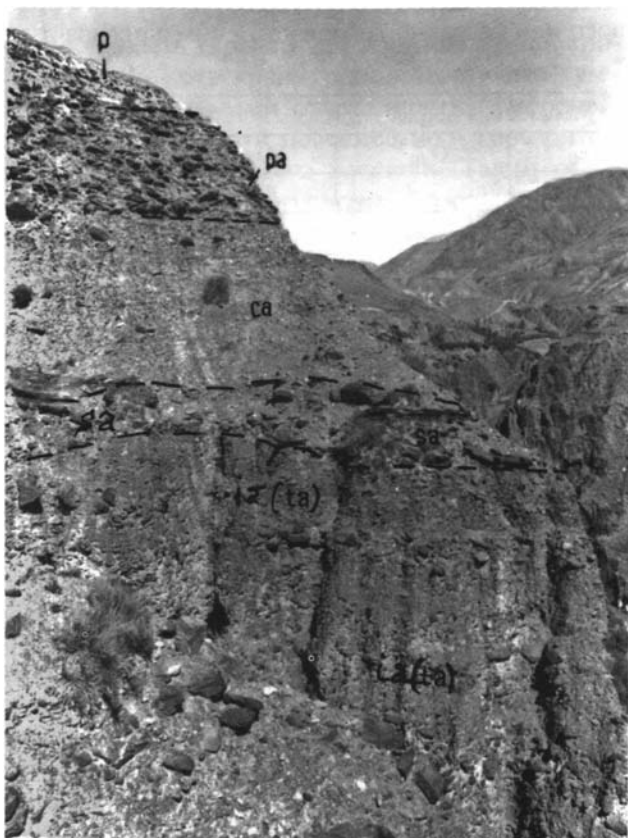


Рис. 3. Аллювий различных фаз, слагающий террасу р. Зеравшан в средней части долины р. Зеравшан

1a (ta) – инстративный (талвеговый), sa – субстративный (базальный горизонт), ca – констративный, pa – перстративный, p – пролювий

ветвится на рукава и протоки. Поэтому аллювий имеет линзовидно-слоистое ритмичное строение в соответствии со строением постоянно меняющихся свое положение главных и второстепенных русел (рис. 2 А). Каждый ритм начинается грубообломочным материалом и заканчивается тонкообломочным. При этом в грубых слоях наблюдается закономерная «черепитчатая» укладка галек и валунов уплощенной формы с наклоном навстречу течения, свидетельствующая о направлении течения русловых потоков и повышенной динамичности среды осадконакопления. Часто встречаются тонкие пойменные осадки. В присклоновых частях разрезов аллювий более грубый. В аридных и жарких условиях впадин и предгорных равнин большая часть констративного аллювия может быть сцементирована карбонатным цементом (рис. 2 Б, 5), крепость которого уменьшается вверх по разрезу. Цвет аллювия часто бурый, в верхней части становится буровато-серым, что, наряду с ослаблением цемен-



Рис. 4. Субстративный аллювий (sa), лежащий на неогеновом цоколе. Выше констративный аллювий (ca)



Рис. 5. Констративный аллювий, представленный конгломератами в разрезе позднеплейстоценовой (Q_3^2) террасы р. Зеравшан в Пенджикентской впадине

тации, отражает меняющиеся климатические условия: постепенное увеличение похолодания. Иногда аллювий выходит за пределы субстративного и ложится на коренные породы вследствие «затопления» склонов долины в процессе наплавления осадка или бокового подмыва склонов крупным рукавом. Таким образом, долина в констративную стадию несколько расширяется. Мощность констративного аллювия в разрезах разновозрастных террас обычно наибольшая – несколько десятков метров, по сравнению с другими фазами, и в значительной степени зависит от тектонической обстановки. Она уменьшается до первых метров на поднимающихся участках и увеличивается до трех-четырех десятков метров на прогибающихся участках. Кроме того, в верховьях долин в холодной перигляциальной зоне, прилегающей к ледниковой, мощность этой фазы аллювия обычно увеличена за счет поступления материала размываемых морен и часто превышает 100 м, достигая иногда 150–170 м (рис. 6). При

Таблица 2. Сравнительная мощность субстративного или базального горизонта в разновозрастных аллювиальных комплексах горных и равнинных рек

| Реки | Мощность в метрах | | | | | |
|------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | Q _I | Q _{II} ¹ | Q _{II} ² | Q _{III} ¹ | Q _{III} ² | Q _{IV} |
| Зеравшан | 2,5–3 | 1–1,5 | 1–7 | 2–4 | 0,5–2 | 1–1,5 |
| Оби-Хингоу | | | | 2–2,5 | 1–2 | 1–2 |
| Ягноб | | | | 1–3 | 1–1,5 | 0,5–1 |
| Волга | 1–7 | 2,5–8,5 | 2–5 | 1–2,5 | 0,7–4,7 | 1–4,6 |
| Ока | 1–4,2 | 3–5 | 1–5 | 1,8–2,5 | 2–4,5 | 1,2–4,7 |
| Дон | 1,2–3 | 0,5–6 | | | | |



Рис. 6. Мощная толща констративного аллювия, слагающая позднеплейстоценовую (Q₃²) террасу р. Зеравшан в перигляциальной зоне.

этом аллювий отличается значительной глинистостью, серым цветом и отсутствием цементации.

Аллювий четвертой стадии эрозионно-аккумулятивного цикла – **перстративный** («перестилаемый») – формируется в условиях отно-

сительного динамического равновесия. Из-за прекращения поступления обломочного материала русло превращается в изгибающееся (на равнинах в меандрирующее), перемещающееся по долине и перемывающее ранее отложенный материал. Вследствие этого для аллювия этой фазы характерны хорошая окатанность обломочного материала, низкое содержание глинистых частиц в заполнителе вследствие промытости отложений, их сыпучесть или рыхлость. Кроме того, цвет аллювия обычно серый – показатель холодного климата, что резко отличает его от ниже лежащих отложений. Мощность аллювия соответствует глубине русла реки и колеблется на разных участках долины от 1,5 до 6–7 м. В долинах некоторых небольших рек, не имеющих ледникового питания, в заключительную холодную стадию цикла, видимо, воды было недостаточно, чтобы перемыть верхнюю часть констративного аллювия. Поэтому перстративный аллювий не получает своих типичных свойств, является неразвитым и плохо отделяется от констративного.

В начале стадии латеральная миграция русла приводит к тому, что перстративный аллювий иногда выходит за пределы развития констративного аллювия и ложится на коренные породы; таким образом, долина еще несколько расширяется. Однако в конце стадии начинается сужение дна долины, выраженное в образовании небольших ступеней в перстративном аллювии, последовательно снижающихся к руслу реки (рис. 2 Б). Мы связываем такое сужение с началом перехода к стадии врезания уже нового эрозионно-аккумулятивного цикла.

В стадию динамического равновесия формируется пойма, которой и заканчивается эрозионно-аккумулятивный цикл. Аллювий практически всех террас часто перекрыт пролювием, мощность которого тем больше, чем древнее терраса. В верховьях некоторых долин Средней Азии (Сурхоб, Нарын и др.) аллювий, слагающий

верхнюю часть террас – перстративный или констративный, перекрыт разновозрастными ему флювиогляциальными отложениями и мореной, а в предгорьях почти повсеместно – горизонтом лесса соответствующего возраста. Таким образом, морена и лесс – отложения «холодной» и «сухой» стадии – завершают эрозионно-аккумулятивный и климатический цикл.

2. Пойменный аллювий и его мощность

Считается, что пойменная фация аллювия не характерна для горных рек. Однако она развита довольно широко во всех долинах рек Средней Азии, Кавказа и др., но отличается от равнинной большей грубостью и меньшей мощностью. Даже на участках врезания присутствуют узкие шириной первые метры и протяженностью несколько десятков метров современные инстративные поймы (скелетные по Р.С. Чалову, 1969), на которых присутствуют пойменные осадки, не образующие сплошной горизонт на коренных породах, а лишь отдельные маломощные (несколько сантиметров) линзы. Большая скорость течения горных рек, увеличивающаяся в паводки, объясняет грубость пойменных осадков, среди которых преобладают пески с гравием и мелкой галькой. Наиболее полно пойменная фация в современном аллювии развита в предгорной и горно-равнинной зонах, где пойма имеет преимущественно протечно-островной характер. В паводки острова покрываются водой, при спаде которой откладываются горизонтально слоистые пески, а в понижениях – иловатые супеси, суглинки и глины. Отложению осадков благоприятствует растительность, усиливающая шероховатость поверхности. Мощность пойменных осадков колеблется от первых сантиметров до 1,5–2 м.

В расширениях долин со слабо извилистым руслом пойменные осадки накапливаются на валунно-галечниковых отмелях на выпуклых берегах излучин. В их составе песок, гравий и мелкая галька. Большой частью этот материал заполняет промежутки между крупными гальками и валунами, формируя пойменно-русловую фацию [Костенко, 1975]. Мощность отложений – десятки сантиметров. Часто образуются прирусловые валы, высота которых достигает метра и более; обычно они сложены валунно-галечным материалом. Иногда пойменная фация, сходная с равнинной (горизонтально слоистые супеси, пески, суглинки общей мощностью до 2 м) встречается на поверхностях позднеплейстоценовых, реже среднеплейстоценовых террас (р. Зеравшан

в Ю. Тянь-Шане, Баксан на Кавказе и др.), где она перекрывает перстративный аллювий.

В разновозрастном констративном аллювии пойменные песчано-гравийные осадки выделяются в верхних частях линз, соответствующих отдельным разветвленным руслам, или образуют песчано-суглинистые прослои, отложенные на бывших островах между протоками и рукавами. Их мощность составляет первые десятки сантиметров.

3. Изменение мощности горного аллювия под действием разных факторов

Помимо русловой и пойменной фаций в аллювии горных рек широко развиты фации подпруживания и экрана [Чистяков, 1978]. Иногда они достигают значительной мощности, увеличивая общую мощность аллювия. В большинстве случаев их образование обусловлено разного рода «перемычками» (препятствиями), затрудняющими в различной степени сток и резко меняющими гидродинамическую обстановку, оказывающую существенное влияние на формирование и мощность горного аллювия. Фация подпруживания формируется перед перемычками, а фация экрана за ними. Перемычки широко развиты в долинах в горной и предгорной зонах и реже в подгорно-равнинной зоне.

По характеру воздействия на гидродинамический режим горных потоков перемычки подразделяются на три типа: струенаправляющие, суживающие и перегораживающие или плотинные. 1. **Струенаправляющие**, представляют собой выступы берегов разной формы, литологии и размеров, скальные останцы среди русла, а иногда и крупные валуны или глыбы, изменяющие довольно резко направление течения. Перед такими препятствиями образуется небольшой подпор, сопровождающийся повышением уровня воды и уменьшением скорости течения (а иногда возникает обратное течение), что приводит к осаждению здесь наносов фации подпруживания. В ее составе, наряду с песчаным, часто присутствует и валунно-галечный материал, мощность которого в современном аллювии составляет первые десятки сантиметров. За струенаправляющими перемычками в затишной гидродинамической обстановке, где возникает замедленное, часто круговое течение, формируется фация природных экранов, также с более мелким материалом, по сравнению с другими частями русла. В более древнем аллювии эти фации чаще всего встречаются в присклоновых разрезах террас, где их мощность редко превышает 4–5 м. 2. **Суживающие перемычки** не перегораживают русла

горных рек, а только сужают их в разной степени. Это многочисленные экзогенные перемычки, которыми служат чаще всего конусы выноса притоков, современные морены, гравитационные потоки, спускающиеся со склонов в долину. Особое влияние на строение и мощность фации подпруживания оказывают структурные перемычки, в частности, активно развивающиеся в четвертичное время складчатые и разрывные деформации. Обычно это растущие поднятия (складчатые или блоковые), часто отдельные хребты, которые прорезаются реками антецедентными или эпигенетическими ущельями. Перед такими поднятиями, затрудняющими сток, но не прекращающими его, в долинах рек всегда образуются расширенные участки, где русло дробится на рукава и протоки, в которых сначала идет накопление констративного руслового аллювия, а затем в образовавшемся подпрудном водоеме начинается накопление фации подпруживания. В средне- и позднеплейстоценовые эпохи таяния ледников громадный объем воды скапливался перед многими, пересекаемыми реками поднятиями, образуя подпрудные водоемы-озера, в которых накапливался тонкий материал (суглинки, глины, мергели) фактически озерного генезиса мощностью в десятки и сотни метров. Таким образом, на образование фации подпруживания влияют и тектонический и климатический факторы. Многочисленные примеры широкого развития тонких осадков среди грубого аллювия мощностью десятки метров известны в долинах многих рек Тянь-Шаня (Нарын, Чу, Зеравшан и др.), Памира (Пяндж, Вахш, Бартанг и др.) [Костенко и др. 1974], Кавказа и всех других горных стран. В долине р. Терек ниже селения Казбеги перед интенсивно воздымающимся по Казбекскому разлому Дарьяльским горстом, накопилась толща подпрудных отложений мощностью до 400–450 м [Кожевников, 1966]. По воздействию на речную долину и длительности существования суживающие перемычки часто превосходят перегораживающие. 3. **Перегораживающие или плотинные перемычки**, полностью перегораживают русло горной реки с образованием подпрудного озера и кривой подпора. Они образуются при быстрой аккумуляции в долине четвертичных отложений различного генезиса: обвальных, осыпных, оползневых, селевых, часто вызванных землетрясениями, а также гляциальных отложений, вулканогенных или продуктов вулканических извержений и др. Некоторые природные плотины существуют не долго и прекращают речной сток на очень короткое время. Другие живут десятки, сотни и тысячи лет, резко

изменяя гидродинамическую обстановку накопления аллювия на протяжении многих километров. В зависимости от высоты плотинной перемычки и времени ее существования мощность отложений фации подпруживания перед ней, обычно составляет первые десятки метров, но может превышать 100 м. Непосредственно перед перемычкой осадки представлены озерными тонко- и мелкозернистыми песками, супесями и суглинками, иногда мергелями с четкой горизонтальной слоистостью, отражающей сезонность стока. Их мощность определяется высотой плотины. В зоне, где только начинается подпрудное влияние, бурные горные потоки, теряя скорость, откладывают пестрые, но достаточно грубые (гравийно-галечные или валунно-галечные) наносы в виде подводных гряд и небольших дельт (субфация выклинивания подпора). Эти аккумулятивные формы медленно двигаются к перемычке, погребая под собой тонкие отложения.

Перед низкими перемычками высотой 3–4 м занесение водоема осадками происходит в течение 2–3 лет, а кривая подпора распространяется на 0,5–1 км. Наиболее высокими обычно бывают сейсмообвальные перемычки. Так широко известный Усойский сейсмообвал, перегородивший в 1911 г. долину р. Мургаб на Памире природной плотиной высотой около 750 м, привел к образованию подпрудного Сарезского озера глубиной до 500 м и длиной до 60 км. При выполнении этого озера наносами мощность отложений фации подпруживания в нем может достигнуть нескольких сотен метров. Классические обвальные перемычки были описаны М.Жинью и Р.Барбье [1969] в долине рек Венон и Дром (Французские Альпы), где мощность фации подпруживания перед ними составляет соответственно более 100 и 70 м. Перед оползневыми перемычками мощность отложений примерно такая же.

Непосредственно за перегораживающими перемычками в ямах или воронках размыва, образующихся вследствие эрозии речным потоком, недогруженным наносами, формируется фация природных экранов, также характеризующаяся повышенной мощностью, но намного меньшей, по сравнению с мощностью подпрудных отложений. При прорыве перемычки и быстром спуске водоема в составе аллювия, развитом за перемычкой, появляются грубые отложения, которые можно отнести к селевым.

Перед искусственными плотинами гидроэлектростанций на горных реках также отлагаются тонкозернистые горизонтально слоистые осадки фации подпруживания, образующие так называемую «призму заиления». Многолетние иссле-

дования гидротехников показали, что длина призмы заиления зависит от высоты плотины. Была выведена соответствующая формула, позволяющая по длине призмы заиления определять высоту подпора. В природных условиях, замерив длину распространения тонких отложений фации подпруживания, можно примерно подсчитать и высоту древней перегораживающей перемычки по формуле С.Т. Алтунина [1950]: $H = L(i - i_y)$, где H – примерная высота перемычки, L – длина призмы заиления, i – не подпертый уклон водной поверхности, i_y – уклон перед плотиной после создания подпора. Такие подсчеты проводились на многих горных реках и позволили определить высоту древних перемычек.

4. О нормальной мощности аллювия горных рек

Характеризуя мощность различных фаций и фаз горного аллювия, нельзя не коснуться понятия «нормальная мощность» аллювиальной свиты, введенного Е.В. Шанцером [1951] для современного аллювия равнинных рек. Он считал, что нормальная мощность равнинного аллювия характерна для равновесных речных пойм, т.е. на участках, в пределах которых река находится в динамическом равновесии, меандрируя по дну долины, не эродируя и не аккумуляируя. Нормальная мощность аллювия не должна превышать величины разности высотных отметок среднего уровня воды в паводок и средней отметки дна плесов реки в данном сечении долины. Иными словами она не может быть больше поперечного сечения водного потока, т.к. аллювий отлагается только в воде в результате русловых деформаций. Исходя из этого, нормальная мощность современного аллювия (руслового и пойменного) Волги в среднем течении должна составлять примерно 15–20 м [Горецкий, 1966]. Участки, на которых мощность аллювия больше или меньше нормальной, должны относиться соответственно к прогибающимся или поднимающимся.

И.П. Карташов [1972] считал, что аллювий нормальной мощности формируется в результате перемиывания верхних частей субстративного аллювия в стадию динамического равновесия. Нижняя, не перемитая часть субстративного аллювия, обособлялась им в плотиковый аллювий. Нормальная мощность аллювия среднегорных рек Северо-Востока России оценивалась им в 3–12 м, т.е. несколько больше, чем раньше ее давал Ю.А. Билибин [1938] – 4–8 м.

Нормальная мощность по Е.В.Шанцеру характеризует аллювий перстративной стадии (ди-

намического равновесия), а по И.П. Карташову – аллювий двух стадий перстративной и субстративной (расширения долины) и, таким образом, не охватывает аллювий всего эрозионно-аккумулятивного цикла. Эти две стадии разделены временем, приходящимся на аккумуляцию констративного аллювия. Вслед за Г.А. Постоленко [2005], мы считаем, что нормальная мощность аллювия должна характеризовать полный разрез аллювиальной свиты, а не одну или две его фазы. И в таком понимании она будет разной для каждого эрозионно-аккумулятивного цикла речной долины, поскольку от цикла к циклу менялись климатические и тектонические условия. При этом необходимо учитывать локальные изменения мощности в зависимости от ряда причин, о которых было сказано выше.

Заключение

Таким образом, формирование горного аллювия и его мощности происходит в течение разновозрастных эрозионно-аккумулятивных циклов. Общая мощность аллювия различна для разновозрастных циклов, т.к. она зависит от климатических и тектонических условий соответствующего времени, а также от продолжительности самих циклов. В долинах рек Средней Азии наибольшая мощность горного аллювия отмечается для ранних циклов среднего и позднего неоплейстоцена (Q_{II}^I и Q_{III}^I). Каждый эрозионно-аккумулятивный цикл соответствует климатическому ритму, а каждая стадия – отдельным стадиям ритма, характеризующимся различными условиями тепла, холода, влажности и сухости. В идеальном, не нарушенном случае эрозионно-аккумулятивный цикл состоит из стадий – врезания, расширения долины, аккумуляции и динамического равновесия, в течение которых формируются горизонты руслового аллювия соответствующей фазы, отличающиеся составом, мощностью, а также положением в пределах эрозионного вреза. Накопление аллювия происходит в условиях теплого и влажного климата, при постепенном нарастании похолодания. В конце цикла фиксируются холодные и сухие условия. Локальные тектонические движения на отдельных участках долин нарушают или осложняют ход цикла. В этом случае на поднимающихся участках из общего разреза аллювия выпадает субстративная фаза, т.к. долина не расширяется, а продолжает углубляться. Или на прогибающихся участках выработка узкого глубокого тальвега не происходит, формируется плоское дно с повышенной мощностью констративного

аллювия. Аллювий различных фаз слагает четвертичные цикловые террасы, количество которых в долинах рек Средней Азии обычно пять (не считая эоплейстоценовой) в соответствии с количеством выделяемых ледниковых эпох – ранне-неоплейстоценовой, двух средне-неоплейстоценовых и двух поздне-неоплейстоценовых. Причем, каждая цикловая терраса в крупных ледниковых долинах начинается от конца морены.

В пределах циклов наибольшую мощность имеет констративный аллювий. Именно она в большей степени подвержена влиянию тектонического и климатического факторов – увеличена в прогибах и перигляциальных областях, а также за счет появления фации подпруживания перед разного рода перемычками. Мощность инстративного аллювия различна и иногда превышает мощность констративного на поднимающихся участках. Мощность же субстративного и перстративного аллювия составляет первые метры, причем, первая увеличена на террасах второй половины среднего неоплейстоцена (Q_{II}^2), а вторая – на террасах второй половины позднего неоплейстоцена (Q_{III}^2).

Считается, что для прошлых эрозионно-аккумулятивных циклов максимальные величины средних уровней паводков и дна плесов в настоящее время не могут быть установлены. Однако мощность субстративного и перстративного аллювия позволяет определить эти величины, т.к. она соответствует наибольшей глубине мандрирующего или изгибающегося русла. При этом мощность субстративной фазы в разновозрастных эрозионно-аккумулятивных циклах у

горных рек не намного меньше, чем у равнинных (см. табл. 2), хотя тектонические и климатические условия, в которых находятся реки, различны. Возможно, это связано с большей глубиной равнинных рек. В то же самое время состав базального горизонта у равнинных рек несравнимо менее грубый.

Изложенная схема последовательного накопления аллювия в долинах горных рек является принципиальной. Она подтверждается разрезами цикловых террас и равнинных рек (Волги, Камы, Дона и др.), где отчетливо выделяются субстративный (базальный) и констративный аллювий. Мощность последнего увеличивается за счет перигляциальных осадков времени оледенений. Т.е. здесь так же, как и в горах, разрезы заканчиваются холодными осадками. Плохая обнаженность и изученность разрезов не позволяет выделить или отделить от констративного аллювий перстративной фазы, хотя по описаниям разрезов [Горецкий, 1966 и др.] он присутствует. Что касается инстративного аллювия, то преимущественно постоянный наложенный характер аккумуляции во многих равнинных долинах исключает его присутствие, хотя, по данным бурения, в некоторых долинах на участках врезания, он есть, только глубина тальвегов составляет первые метры.

Исследования речных долин, находящихся в различных климатических и структурных условиях [Гричук, Постоленко, 1982], выявляют четко выраженный ритмический характер накопления аллювия и соответствие ритмов врезания рек ритмическим изменениям климата.

Литература

- Алтунин С.Т. Регулировка русел рек при водозаборе. М.: 1950. 336 с.
- Бассаликас А.Б. К вопросу о динамических фазах речных долин и аллювиальных отложениях (на примере бассейна р. Неман) // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1957. № 21. С. 38–46.
- Билибин Ю.А. Основы геологии россыпей. М.-Л.: ГОНТИ, 1938.
- Гольдфарб Ю.И. Генетическое, литодинамическое деление горного аллювия и его нормальная мощность (горная система Черского) // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и новые направления дальнейших исследований. Ма-лы V Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. М.: ГЕОС. 2007. С. 87–90.
- Горецкий Г.И. Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины: Прареки Камского бассейна. М.: Наука, 1964. 415 с.
- Горецкий Г.И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М.: Наука, 1966. 412 с.
- Горецкий Г.И. Палео-потамологические эскизы Палео-Дона и Пра-Дона. Минск: Наука и техника, 1982. 248 с.
- Гричук М.П. О ритмах накопления аллювия в долинах рек и ритмы изменения климата в плейстоцене и голоцене // Продольный профиль рек и их террасы. М.: МО ВГО, 1978.
- Гричук М.П., Постоленко Г.А. Врез рек, накопление и фациальный состав аллювия в связи с ритмическими изменениями климата в позднем кайнозое // Изв. ВГО. 1982. Т. 114, Вып. 3. С. 215–220.
- Жинью М., Барбье Р. Геология плотин и гидротехнических сооружений. М.: Госстройиздат, 1969. 355 с.
- Карташов И.П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран (на примере Северо-Востока СССР) // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 245. М.: Наука, 1972. 184 с.
- Кожевников А.В. Аллювий горных рек (фации, типы разрезов, условия формирования) // Четвертичный период Сибири. М.: Наука, 1966. С. 391–399.

- Костенко Н.П.* Четвертичные отложения горных стран. М.: Недра, 1975. 216 с.
- Костенко Н.П., Макарова Н.В., Макаров В.И., Соловьева Л.И.* Фации подпруживающих в долинах некоторых рек Тянь-Шаня и Памира // Вестник МГУ. Сер. геология. 1970. № 5. С. 106–110.
- Лаврушин Ю.А.* Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных материковых оледенений // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 87. М.: 1963. 265 с.
- Лаврушин Ю.А.* Особенности субэразмально-турбидитового и субмаринно-гляциотурбидитового осадконакопления // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 2005. № 66. С. 10–21.
- Лазаренко А.А.* Литология аллювия равнинных рек гумидной зоны (на примере Днепра, Десны и Оки) // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 120. М.: Наука, 1964. 233 с.
- Ламакин В.В.* О динамических особенностях аллювиальных отложений // Докл. АН СССР. 1947. Т. 57. С. 65–68.
- Ламакин В.В.* Динамические фазы речных долин и аллювиальных отложений // Землеведение. МОИП. 1948. Т. 2 (42). С. 154–187.
- Ламакин В.В.* О динамической классификации речных отложений. Землеведение. 1950 3. (43).
- Макаров В.И., Макарова Н.В., Акинин Б.Е.* Принципиальная схема формирования террас горных рек Средней Азии (на примере р. Зеравшан) // Прикладная геоморфология. Моск. филиал Географич. об-ва СССР. 1976. С. 31–33.
- Макаров В.И., Макарова Н.В., Акинин Б.Е.* Стадийность формирования аллювия р. Зеравшан (Ю. Тянь-Шань) в связи с золотоносностью // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 1977. № 4.
- Макаров В.И., Макарова Н.В., Акинин Б.Е.* Основные закономерности строения четвертичного аллювия и стадии формирования террас горных рек Средней Азии // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1979. № 49. С. 90–104.
- Макарова Н.В.* К вопросу об образовании речных террас // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 2000. № 3. С. 35–42.
- Постоленко Г.А.* О роли климата в формировании речных террас и аллювия // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 2003. № 3. С. 18–23.
- Постоленко Г.А.* Эрозионные циклы и нормальная мощность аллювия // Сб., посвященный 120 летию со дня рождения И.С. Щукина. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2005. С. 156–160.
- Равский Э.И.* Осадконакопление и климаты Внутренней Азии в антропогене. М.: Наука, 1972. С. 336.
- Стратиграфия СССР. Четвертичная система. Полутом 2. М.: Недра, 1984. 556 с.
- Чалов Р.С.* Генетическая характеристика пойменных образований на горных реках. М.: Изд-во ВГО, 1969. Т. 3. С. 48–56.
- Шанцер Е.В.* Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. Ин-та геол. АН СССР. 1951. Вып. 135. 275 с.
- Шанцер Е.В.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований М.: Наука, 1966. 239 с.
- Чистяков А.А.* Горный аллювий. М.: Недра, 1978. 287 с.