

железнодорожного полотна линии Житков — Цветков, простоявших несколько десятилетий, показали, что в верхней части этих сооружений, в зоне промерзания, макропористость развита значительно больше, чем в нижней.

Наличие макропористости на больших глубинах в данном случае объясняется тем, что во время отсыпки сохранялись комья с ненарушенной структурой.

Дальнейшее изучение насыпных лёссовых пород должно дать подтверждающий материал по затронутому вопросу. Однако основным фактическим материалом должны явиться результаты лабораторных исследований, т. е. получение макропористости искусственным путем. Для этого лёссовую породу с предварительно разрушенной структурой необходимо подвергать попеременному замораживанию и оттаиванию. Опыты должны проводиться в условиях, близких к природным, должна быть обеспечена возможность миграции влаги во всех ее состояниях, в особенности в газообразном. Эти исследования помогут уточнить вопросы генезиса лёссовых пород, а также дать материал, характеризующий климатические условия периода лёссообразования.

ЛИТЕРАТУРА

- Грим Р. Э.* Связь мерзлотных явлений с составом глинистых минералов грунта.— В кн.: Мерзлотные явления в грунтах. М., Изд-во ин. лит-ры, 1955.
- Еленевский В. В.* Оздоровление земляного полотна. М., Трансжелдориздат, 1943.
- Краев В. Ф.* Инженерно-геологическая классификация лёссовых пород УССР.— В кн.: Проблемы гидрогеологии и инженерного грунтоведения. Киев, «Наукова думка», 1967.
- Кригер Н. И.* Лёсс, его свойства и связь с географической средой. М., «Наука», 1965.
- Ларионов А. К., Приклонский В. А., Ананьев В. И.* Лёссовые породы и их строительные свойства. М., Госгеолтехиздат, 1959.
- Лебедев А. Ф.* Почвенные и грунтовые воды. М., Изд-во АН СССР, 1938.
- Обручев В. А.* Лёсс, как особый вид почвы, его генезис и задачи его изучения.— Бюлл. Комиссии по изуч. четвертич. периода, № 12. М., Изд-во АН СССР, 1948.
- Родзянко Г. Н.* Стратиграфия континентальных плиоценовых и четвертичных отложений Ергеней.— Мат-лы Азово-черноморского геол. управления, 1947, № 22.
- Сайпл П. А.* Закупорка пор льдом как главный фактор морозного пучения, оползания и солифлюкции.— В кн.: Мерзлотные явления в грунтах. М., Изд-во ин. лит-ры, 1955.
- Ткаченко К. Д.* Баланс влаги в зоне аэрации (по материалам наблюдений гидрогеологической станции «Феофания»). Автореферат канд. диссертация. Киев, 1962.

В. И. ЕЛИСЕЕВ

О СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ ВЕРХНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ КОНУСОВ ВЫНОСА В СРЕДНЕЙ АЗИИ И ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ

У подножий высоких горных хребтов Средней Азии и Южного Казахстана (в Ферганской, Алакульской и Иссык-Кульской впадинах) различаются две основные разновидности пролювия: пролювий постоянных рек и пролювий временных потоков. Для первой его разновидности характерны сравнительно большие и четко оформленные конусы выноса, для второй — мелкие конусы выноса, обычно слившиеся в общие шлейфы. Устьевые накопления постоянных рек иногда выделяют под названием промежуточных аллювиально-пролювиальных образований или как

«аллювий в пролювиальной форме». Однако, указанную терминологию вряд ли можно признать удачной потому, что она не способствует четкому разграничению и обособлению различных генетических типов друг от друга. Устьевые накопления этих рек обладают, правда, некоторым сходством строения с констративным горным аллювием постоянных рек. В то же время между ними наблюдаются существенные качественные различия. Пролувий постоянных рек от констративного горного аллювия отличается отсутствием аналогов пойменной и старичной фаций, концентрическим расположением фаций в пространстве (в аллювии они располагаются друг над другом), резким изменением литологического состава осадков в радиальном направлении, чрезвычайной неоднородностью состава фаций, более крутонаклонным напластованием и большей мощностью. Для пролувия наблюдается уменьшение заглиненности галечников снизу вверх по разрезу, чего нет в аллювии. Это связано, как увидим ниже, с изменением морфологии конуса в процессе его развития. Пролувий — это класс сброшенных образований в отличие от аллювия, являющегося классом перенесенных речных отложений. Деятельность реки, формирующей аллювий, проявляется в двух направлениях: в расчленении поверхности суши и накоплении осадков. Деятельность той же реки, формирующей пролувий, сводится почти исключительно к накоплению осадков, т. е. ее работа становится качественно иной. Наконец, так называемые конусные террасы¹ довольно резко противопоставляются террасам речных долин. Указанные различия, с нашей точки зрения, больше, нежели различия между динамическими фазами аллювия, и могут рассматриваться как различия между двумя генетическими типами отложений.

Наиболее полно фациально дифференцирован пролувий постоянных рек, слагающий конусы выноса Сохский, Исфаринский и Шахимарданский (Ферганская впадина), Тентекский, Джамантинский и Ргайтинский (Алакульская впадина) и Тоссорский (Иссык-Кульская впадина). Из перечисленных конусов выноса Сохский, Исфаринский и Шахимарданский наиболее полно развиты. Каждый из них характеризуется наличием трех четко выраженных зон, расположенных концентрически: круто наклонной вершинной, более пологой срединной и еще более пологой краевой.

Вершинные зоны конусов выноса в Ферганской, Алакульской и Иссык-Кульской впадинах образованы рыхлыми конгломератами (в отличие от типичных конгломератов их цемент размокает), галечниками и валунными галечниками, содержащими линзы валуников, глинистых щебней и суглинков. Они отлагались радиально-растекавшимися потоками (на которые дробился единый поток при выходе из гор на равнину) в условиях значительного ослабления их переносящей силы. Непрерывное накопление материала приводит к тому, что потоки на конусах выноса становятся неустойчивыми и смещаются то в одну, то в другую сторону. В результате этого в предгорьях возникают широкие полосы галечниковых накоплений, состоящие из полуконусов и разделяющих их межконусных понижений. Местами на галечниках вершинных зон конусов выноса прослеживаются мелкозернистые осадки — глины, суглинки и супеси. Вероятно, это — отложения устьевых частей менее многоводных рукавов, иссякавших уже в пределах вершинной части конуса. Образования вершинных зон конусов выноса выделены автором под названием потоковой фации (Елисеев, 1963, 1964, 1965). В срединной зоне

¹ Под «конусными террасами» мы понимаем серию вложенных друг в друга конусов выноса разных генераций, возникшую в результате их эволюции, или миграции, по В. Н. Веберу (1929—1930). Другими словами, это разные стадии развития наземных дельт, сменяющих друг друга сверху вниз по течению от древних к более молодым.

потоки еще более замедляли скорость течения и каждый из них разбивался на ряд более мелких, расходящихся в плане в виде вееров. Большинство «вееров» иссякало в срединной зоне в результате просачивания в собственные наносы и испарения. Иссякая, они отлагали (сверху вниз по течению) пески, супеси, суглинки и глины. На участках межрусловых пространств, которые во время паводков покрывались сплошь водой, течение было очень медленным. Здесь возникали преимущественно тонкозернистые породы: суглинки и глины, а также мергели. В межвеерных понижениях и в покинутых рекой руслах возникали небольшие застойные водоемы, в которых осаждались суглинисто-глинистые осадки. Накопления срединной зоны названы нами веерной фацией. Ее осадки возникали по периферии галечникового конуса в результате слияния частных вееров выноса против окончаний отдельных мигрирующих потоков. Именно так происходит накопление веерной фации на голоценовом конусе р. Ргайтa в настоящее время.

В срединной зоне не все потоки оканчиваются слепо. Часть их пересекает ее и питает расположенную ниже краевую зону. В краевой зоне возникают мелководные временные озера, заболоченные участки, солончаки. Инфильтрующиеся в вершинной зоне конуса выноса воды постоянных рек достигают поверхности коренных пород и образуют подземный поток. На периферии конуса выноса, образованной мелкозернистыми, маловодопроницаемыми осадками, поток подземных вод испытывает подпруживание и их уровень повышается вплоть до выхода на дневную поверхность. Осадки краевой зоны состоят из мергелей и сильно карбонатных глин, редко супесей и песков. Они выделены как застойноводная фация. Осадки временных озерных водоемов периферических частей конусов выноса столь тесно связаны с формированием всего комплекса слагающих их отложений, что должны рассматриваться именно как краевые фации и субфации пролювия, на что ранее обращал внимание Е. В. Шанцер (1966).

Сходная фациальная дифференциация присуща пролювиальным шлейфам и более мелким конусам выноса, сформированным небольшими временными потоками, с той лишь разницей, что в них выделяются только две из трех отмеченных фаций. Это связано с меньшей обводненностью предгорных пролювиальных шлейфов, препятствующей возникновению застойноводной фации. Застойноводная фация не является, таким образом, обязательным компонентом пролювиальных образований аридных предгорий. Кроме того, предгорные шлейфы образованы литологически несколько иными осадками.

Если для сравнения обратиться к Северной Америке, то можно увидеть, что пролювий в юго-западной части США построен подобным же образом. На основании работ Блиссенбаха (Blissenbach, 1954), Булла (Bull, 1964), Мелтона (Melton, 1965) и других, можно думать, что пролювий Северной Америки, в большинстве случаев, состоит из двух, а местами, по-видимому, и из трех фаций, соответствующих нашим потоковой, веерной и застойноводной. Поэтому изложенная схема строения пролювия может рассматриваться как схема строения всякого пролювия вообще.

Большое значение тектонических и климатических факторов крайне осложняет задачу выяснения истинного влияния самого процесса пролювиальной аккумуляции на ход формирования конусов выноса, или, если так можно выразиться, внутренних закономерностей их саморазвития. В этом отношении приходится ограничиваться построением идеализированной схемы процесса, некоторое фактическое подкрепление которой можно найти, главным образом, в особенностях геологического профиля Сохского конуса выноса. Ниже излагается вероятная схема

такого саморазвития конуса выноса, при рассмотрении которой влияние изменений климата и тектоники не учитываются. В саморазвитии конуса выноса можно выделить две стадии: стадию общего роста конуса и стадию вершинного врезания. Стадия общего роста конуса, в свою очередь, подразделяется на две субстадии— трансгрессивного и регрессивного развития фациальных зон пролювия (рис. 1). В начале трансгрессивной субстадии поток, выходя из гор на предгорную равнину, формирует небольшой конус выноса. Он характеризуется относительно крутой поверхностью, а граница между потоковой и веерной фациями (или между вершинной и срединной зонами) располагается вблизи подножия гор. В дальнейшем конус выноса растет, наступая на лежащую впереди равнину. При этом граница между потоковой и веерной фациями продвигается вперед, а ранее образованная веерная фация перекрывается потоковой. Рост конуса выноса приводит, таким образом, к смещению границ фациальных зон в дистальную сторону, а также к изменению его морфологии: он становится длиннее и положе. В подтверждение сказанного можно привести данные Андерсона и Хайсси (Andersson, Hyssey, 1962), которые изучали развитие овражных конусов выноса на обрыве Франклина, на Аляске. Они отмечают, что в начальной стадии уклоны конусов велики. При дальнейшем развитии конусов выноса их уклоны уменьшаются, а поверхности увеличиваются.

Увеличение поверхности конуса выноса приводит к замедлению его роста в силу распределения того же количества материала на все большую площадь. К этому можно добавить, что одновременно с увеличением поверхности конуса выноса скорость врезания долины в горах нередко замедляется в связи с выработкой ее продольного профиля, а тем самым уменьшается и количество выносимого ею на конус обломочного материала. Это приводит к еще большему замедлению скорости осадконакопления на конусе выноса. При этом больше всего от недостатка материала начинает «страдать» периферическая зона конуса выноса, в пределах которой наращивание осадков с течением времени прогрессивно замедляется. В дальнейшем процесс прогрессивного замедления осадконакопления охватывает и срединную зону конуса выноса. Другими словами, область аккумуляции на конусе выноса смещается в сторону гор, т. е. начинается регрессивное развитие фациальных зон пролювия. Граница между потоковой и веерной фациями также продвигается в сторону гор, и веерная фация погребает под собой потоковую, что подтверждается данными наблюдений по Сохскому конусу выноса (Елисеев, 1963).

Параллельно с этим происходит рост и увеличение крутизны вершины конуса выноса, которая постепенно входит в устье долины и продвигается вверх по течению. Эта вершинная часть конуса в устье долины сохраняет выпуклую форму, так что уклоны ее поверхности направлены по радиально расходящимся линиям и расположенный выше единый долинный поток здесь начинает дробиться на радиально направленные рукава. Это резко меняет динамику накопления осадков, придавая ей специфические черты пролювиальной, а не аллювиальной аккумуляции. Поэтому, когда речь идет об увеличении уклонов, имеется в виду именно возрастание крутизны вершины конуса, а не сравнение с первоначальным продольным уклоном частично погребенного под нею дна устьевой части долины, развитие которого протекает под воздействием линейного, а не радиально растекающегося потока. По отношению к первоначальному продольному уклону дна долины уклоны поверхности конуса даже в его вершинной части всегда оказываются меньшими, но подобное сопоставление не может служить основой нашего анализа, поскольку должен быть учтен в первую очередь именно указанный фактор кардинального изменения динамики аккумуляции в пределах вершины конуса.

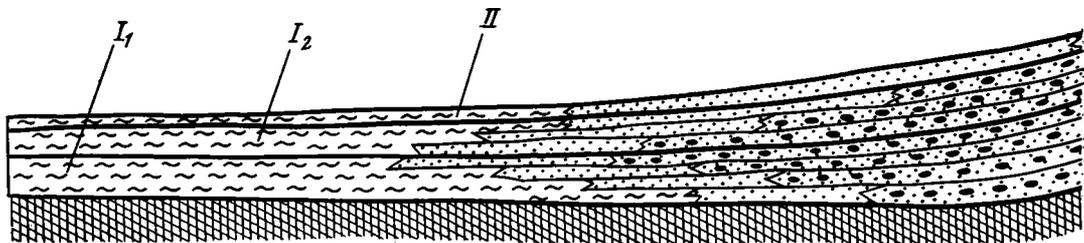
Увеличение крутизны вершинной части саморазвивающегося конуса выноса приводит к возрастанию скоростей течения радиально направленных рукавов потока. Теперь для пропуска всей воды в вершине конуса даже во время паводка требуется меньшее число радиально расходящихся русловых ложбин. Вода начинает концентрироваться в главном русле, а второстепенные русла постепенно отмирают. Энергия сконцентрированного в едином русле потока возрастает. В результате этого аккумуляция обломочного материала в вершине конуса прекращается и, наоборот, начинается врезание потока в собственные наносы; аккумуляция продолжается лишь ниже по течению на более пологой наклонных частях конуса. В вершинной части конуса формируется устойчивая русловая ложбина, постепенно углубляющаяся. С течением времени в ней умещаются целиком все паводковые воды, что влечет за собой увеличение скорости руслового размыва, продолжающегося до тех пор, пока продольные уклоны врезающегося русла не уменьшатся настолько, что наступит динамическое равновесие между скоростью течения и расходами воды, с одной стороны, и затратами энергии на перенос обломочного материала, с другой, т. е. полная сбалансированность прихода и расхода наносов. Ниже на конусе выноса будет продолжаться накопление пролювия. На этом заканчивается саморазвитие конуса выноса.

Можно думать, таким образом, что начало врезания потока в вершине конуса должно быть связано с его саморазвитием, без участия тектонического фактора. Приходится, однако, отметить, что вершинный врез, обязательный саморазвитию конуса выноса, отличить от вреза, вызванного тектоникой, трудно и, по-видимому, не всегда возможно. Верхнеплейстоценовые конусы выноса, у которых вершинный врез является, скорее всего, результатом их саморазвития — Сохский, Исфаринский и Шахмарданский. Они прорезаны своими потоками в вершинной части по сравнению с другими изученными нами конусами выноса в общем на незначительную глубину — около 6 м. Объяснять эти врезы влиянием новейшей тектоники нет никаких оснований. Описанные стадии общего роста и вершинного врезания мы выделяем в общую фазу его формирования под названием аккумулятивной.

Изменения климата во время аккумулятивной фазы формирования конусов выноса обусловили перестройку режима стока рек. Наиболее хорошо это устанавливается для конусов выноса Алакульской впадины, прорезанных молодыми долинами на значительные глубины (рис. 2).

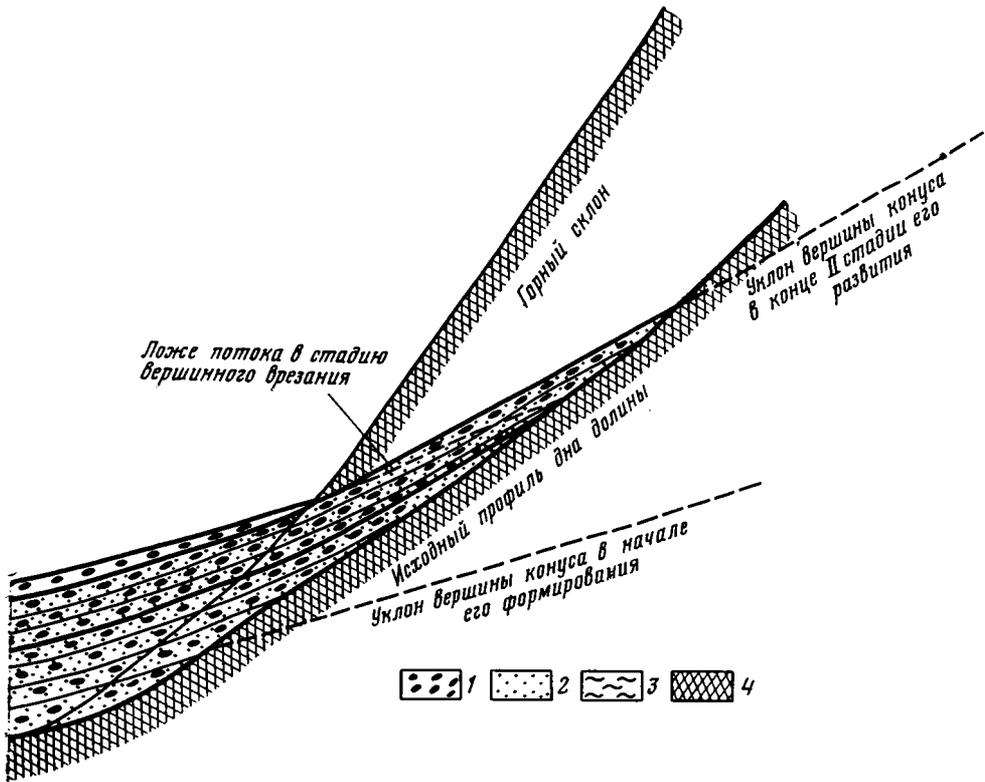
Рис. 1. Идеализированная схема конуса выноса

1 — вершинная зона накопления отложений пестиковой фации; 2 — средняя зона накопления осадков веерной фации; 3 — краевая зона накопления образований застойноводной фации; 4 — породы, подстилающие конус выноса. I, II — стадии формирования конуса выноса: I — отложения стадии общего роста конуса выноса (I_1 — отложения субстадии трансгрессивного развития фациальных зон пролювия, I_2 — отложения субстадии регрессивного развития фациальных зон пролювия); II — отложения стадии вершинного врезания



Для них характерна смена в разрезе двух пачек: нижней, сильно заглиненной, и верхней, менее заглиненной. Нижняя пачка формировалась во время наибольшего развития ледников в горах, которые, перетирая материал ложа и морен, поставляли в долины рек много глинистого материала. Верхняя пачка накапливалась в фазу сокращения ледников, что повлекло за собой уменьшение поставляемого ими тонкообломочного материала. Кроме того, уменьшение уклонов конуса выноса в процессе их роста приводило к тому, что на них наступало динамическое равновесие. Потоки стали многократно перемывать ранее принесенный материал на одном уровне и переотлагать его ниже по течению, что способствовало обезглиниванию пролювия верхней пачки.

На многих конусах выноса аккумулятивная фаза их развития сменялась эрозивно-аккумулятивной. Эти конусы выноса после стадии вершинного врезания, обязанной их саморазвитию (без участия тектонического фактора), испытали подъем и стали прорезаться все глубже и глубже. Иными словами, в орбиту поднятий были вовлечены и части впадин, прилежащие к предгорьям и ранее являвшиеся областями аккумуляции. Заметим, что врезание потоков в конусы выноса обуславливалось, по всей вероятности, не только расширением области поднятий, а и одновременным опусканием впадин, что привело к еще большему увеличению уклонов конусов выноса. В эту фазу потоки размывали конусы выноса в вершинных частях и наращивали их ближе к периферии. В связи с миграцией врезания вниз по течению область накопления пролювия смещалась все далее и далее к периферии конусов. В результате этого основные тела конусов выноса в их средней и периферической частях были перекрыты рядом более молодых пролювиальных пачек, ко-



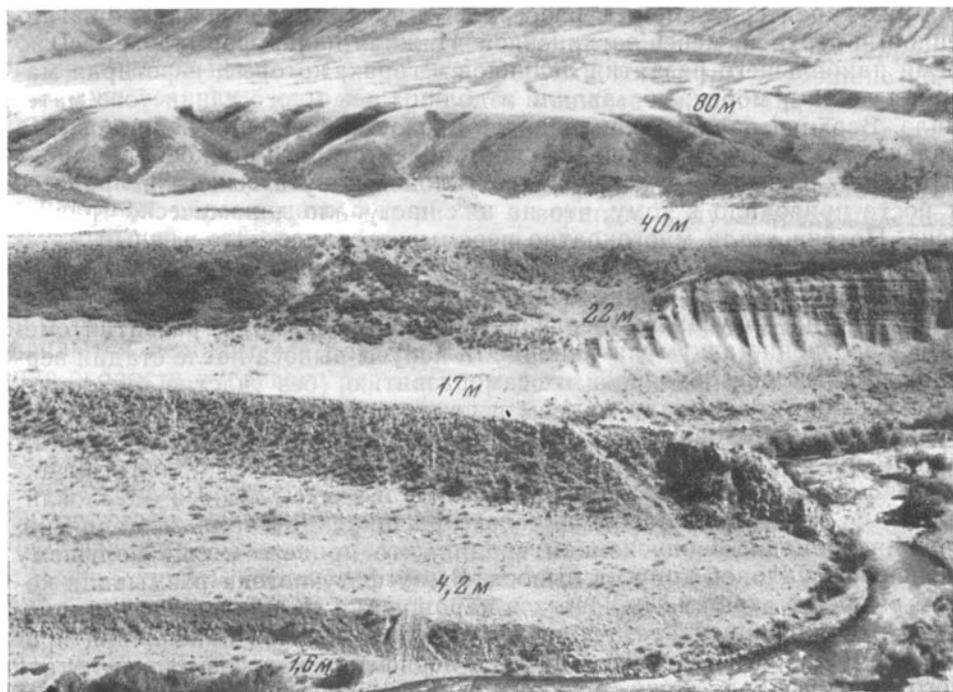
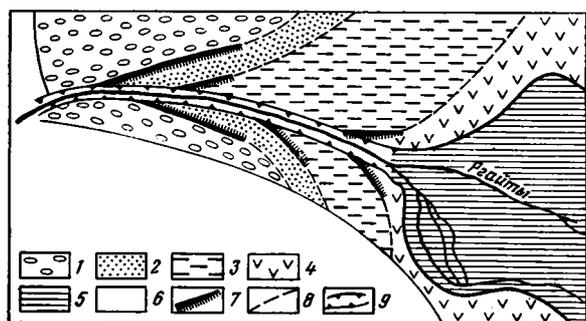


Рис. 2. «Лестница террас» на правом склоне долины р. Ргайты близ выхода ее из гор

торым в прорезающей конус молодой эрозионной долине соответствуют террасовые ступени. На Ргайтинском конусе возникло три пачки (рис. 3), а на Джамантинском и Тентекском — по две на каждом. Нарастание конусов выноса верхнеплейстоценового возраста прекратилось тогда, когда потоки настолько углубились в их тела, что прорезали их на всем протяжении. С этого момента потоки стали формировать ближе к центру впадины современные конусы выноса.

Гранулометрический анализ рыхлых конгломератов, слагающих тела конусов выноса постоянных рек, и вложенных в них галечников речных террас в Алакульской впадине показывает, что крупность материала возрастает снизу вверх в стратиграфической последовательности. Увеличенные крупности конгломератов верхних пролювиальных пачек основных



- 1 — рыхлые конгломераты основного тела конуса (верхняя пролювиальная пачка);
- 2 — 4 — отложения стадий врезания:
 - 2 — первой,
 - 3 — второй,
 - 4 — третьей;
- 5, 6 — отложения голоценовой стадии врезания:
 - 5 — пролювий.
 - 6 — аллювий;
 - 7 — эрозионные врезы;
 - 8 — границы наложения пролювиальных осадков заключительных фаз аккумуляции вне пределов эрозионного вреза;
 - 9 — борта современной долины

Рис. 3. Схема развития эрозионного вреза и заключительной фазы аккумуляции на конусе выноса р. Ргайты (верхний плейстоцен)

тел конусов выноса можно предположительно связать с увеличением расходов потоков при таянии сокращавшихся ледников. Укрупнение их в террасах объясняется, видимо, увеличением скоростей потоков в результате тектонических поднятий и процессом перемыва и переотложения пролювиальной толщи, в которую врезалась река. Хорошая же промытость самых молодых аллювиальных галечников указывает на резкое уменьшение мутности потоков во время их накопления, которое происходило уже по окончании последнего оледенения.

Расположенные между упомянутыми конусами выноса постоянных рек пролювиальные шлейфы временных потоков, естественно, испытывали подъем одновременно с ними. Однако, врезания потоков в шлейфы не произошло из-за сильного уменьшения их расходов. В то время, когда Ргайтинский, Джамантинский и Тентекский потоки размывали вершинные части созданных ими конусов, вершины предгорных шлейфов продолжали служить ареной накопления пролювия. В средних и периферических частях шлейфов пролювий, по сути дела, перестал накапливаться и формировался только в межконусных ложбинах, целиком перехватывавших весь сток.

ЛИТЕРАТУРА

- Вебер В. Н. Миграция сухих дельт в Фергане.— Геологич. вестник, т. 7, № 1—3, 1929—1930.
- Елисеев В. И. О строении и фациальном расчленении пролювия (на примере Ферганской впадины).— Докл. АН СССР, 1963, т. 152, № 6.
- Елисеев В. И. О пролювии Алакульской впадины.— Литол. и полезн. ископ., 1964, № 2.
- Елисеев В. И. Пролувию предгорий аридной зоны.— В кн.: Генезис и литол. контин. антропоген. отложений. М., «Наука», 1965.
- Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований.— Труды ГИН АН СССР, вып. 161. М., «Наука», 1966.
- Andersson G. S., Hussey K. M. Alluvial fan development at Franklin Bluffs, Alaska.— Proc. Yowa Acad. Sci., 69, 1962.
- Blissenbach E. Geology of alluvial fans in semiarid regions.— Bull. of the geol. society of America, 1954, vol. 65, N 2.
- Bull W. B. Geomorphology of segmented alluvial fans in Western Fresno County, California.— Geol. Surv. Profess. Papers, 1964, N 352 — E.
- Melton M. A. The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona.— Journ. of Geol., 1965, vol. 73, N 1.