

В. И. МАКАРОВ, Н. В. МАКАРОВА, Б. Е. АКИНИН

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНОГО АЛЛЮВИЯ И СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРАС ГОРНЫХ РЕК СРЕДНЕЙ АЗИИ

На обширных пространствах горных массивов Средней Азии одним из наиболее распространенных и наиболее важных в практическом и теоретическом отношении генетических типов четвертичных отложений является аллювий. Систематическое изучение его в различных районах Тянь-Шаня и Памира, а также Копетдага, позволило выявить некоторые важные общие закономерности строения и геоморфологической позиции горного аллювия, которые до сих пор оставались либо незамеченными, либо фиксировались в виде разрозненных частных фактов. Эти закономерности, на которых мы и остановимся ниже, позволяют сделать некоторые выводы относительно сущности эрозивно-аккумулятивных циклов в четвертичном периоде и стадийности этих циклов.

Наиболее показательной и, по-видимому, наиболее благоприятной для изучения закономерностей формирования речных террас и отложений в условиях высокогорной страны мы считаем долину р. Зеравшан. В качестве опорного полигона эта долина и положена в основу приводимого ниже анализа.

Зеравшан протягивается с востока на запад почти на 700 км. Он берет начало в одноименном леднике (одном из крупнейших в Средней Азии) на высоте около 2800 м и теряется в песках пустыни Кимиреккум на высоте 200 м, не доходя всего лишь 25 км до Амударьи. Последняя до недавнего прошлого была, очевидно, базисом р. Зеравшан.

В структурно-орографическом отношении долину р. Зеравшан можно подразделить на три неравномерные части: горную, предгорную и равнинную, которые находятся соответственно в пределах трех четко обозначенных тектонических ступеней рельефа, разделенных крупными зонами флексурно-разрывных деформаций земной коры ЮЗ—СВ-простираения. Это — зоны Западнотяньшанского и Западноратинского глубинных разломов. Приводимый ниже материал характеризует часть долины р. Зеравшан, расположенную восточнее Западнотяньшанского глубинного разлома, то есть исключительно в пределах Гиссаро-Алайской области Западного Тянь-Шаня. Здесь она приурочена к одноименной синклинали зоне, разделяющей антиклинальные поднятия Туркестанского и Зеравшанского хребтов. Пересекая структуры, которые осложняют эту зону, река соответствующим образом изменяет морфологию своей долины, обуславливая характерное для нее чередование частных впадин и перемычек [Костенко, 1958, 1970; Костенко, Чистяков, 1967]. Наиболее крупные частные впадины — Пенджикентская и Айнинская.

Четвертичные отложения, геоморфология и новейшая тектоника этой части Зеравшанской долины в разных аспектах изучались и рассматривались в геологической литературе неоднократно, более всего в работах

И. С. Щукина и М. А. Гиляровой, Н. П. Костенко, А. А. Чистякова, О. К. Чедия, А. А. Юрьева. Обширные сведения, полученные этими, а также некоторыми другими исследователями, не являются, однако, исчерпывающими, а некоторые выводы остаются недостаточно обоснованными и спорными или становятся таковыми в свете новых данных.

Геолого-геоморфологическая съемка четвертичных отложений Зеравшанской долины, проведенная в 1970—1974 гг. авторами, дала новые представления о морфологии и соотношении разновозрастных эрозионных врезов р. Зеравшан, о закономерностях строения выполняющих эти врезы отложений и закономерностях формирования как тех, так и других.

В долине р. Зеравшан развито шесть четвертичных цикловых¹ террас. Самая древняя и высокая из них (VI терраса) относится к раннему плейстоцену. Принадлежащие ей отложения вахшского комплекса известны лишь в виде небольших останцов в районе кшл. Парз.

Расположенные ниже террасы V и IV относятся к среднему плейстоцену. Их фрагменты, вместе с относящимися к этим террасам отложениями илякского комплекса, распространены значительно шире на разных участках долины, особенно в районе Пенджикентской впадины. Еще более низкие III и II цикловые террасы с отложениями душанбинского комплекса относятся к позднему плейстоцену. Они хорошо сохранились и широко распространены по всей долине. Наконец, самые низкие террасы и поймы имеют голоценовый возраст. Относящиеся к ним отложения объединяются в амударьинский комплекс. Кроме цикловых, на отдельных участках долины наблюдаются локальные террасы врезания, количество которых в пределах одного комплекса может достигать 10—12. Наиболее полные разрезы аллювия разновозрастных террас² имеются в Пенджикентской впадине, которую мы принимаем в качестве опорного района [рис. 1, 2].

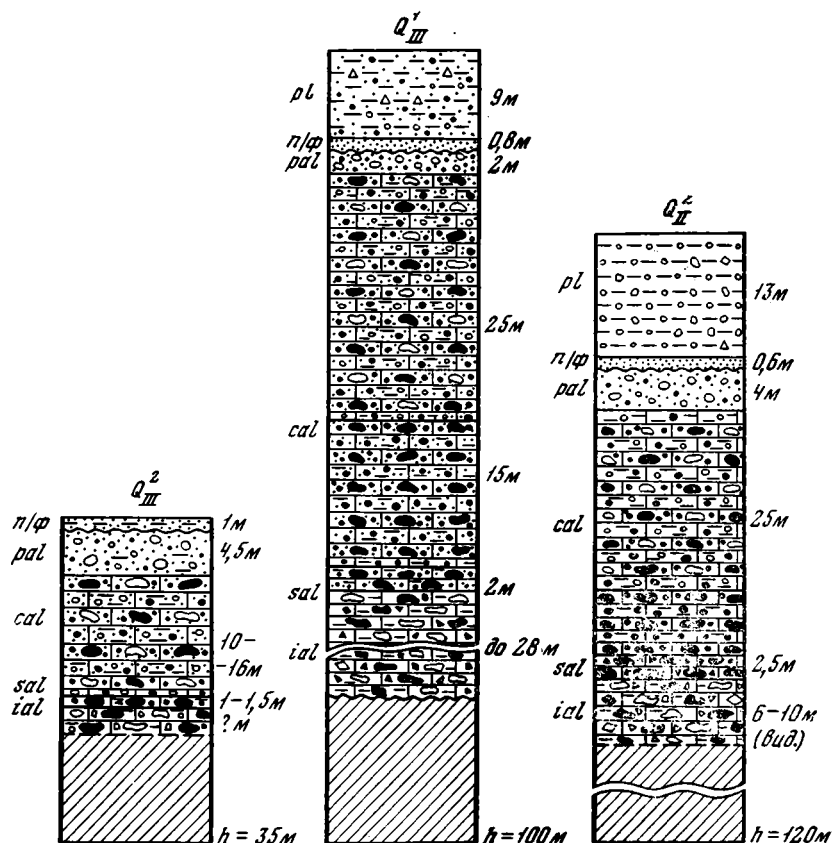
Аллювий раннеилякского подкомплекса (Q_{II}^1) слагает террасу высотой от 200 до 400 м, развитую на левобережье Зеравшана восточнее Пенджикента³. Видимые разрезы аллювия начинаются (снизу вверх) чаще всего бурыми валунными крупногалечными конгломератами. Они залегают с размывом и угловым несогласием на породах цоколя, выстилая, как об этом можно судить по многим разрезам, «шероховатое», изобилующее мелкими эрозионными неровностями, но в общем плоское днище древней долины. Плохо окатанные и плохо сортированные обломки представлены преимущественно транзитным материалом (гранитоидами, известняками и др.). Но среди них встречаются и угловатые обломки местных пород, в том числе окатыши красных и красно-бурых глин из подстилающих неогеновых отложений. Цемент глинисто-карбонатный и карбонатный, цементация крепкая. Мощност конгломератов 0,8—4 м.

Вверх по разрезу они более или менее резко сменяются мощной (до 20—30 м) толщей разногалечных конгломератов, которая отличается общей буровато-серой окраской. Отложения характеризуются отчетливо

¹ Цикловыми террасами мы, в полном соответствии с представлениями С. С. Шульца [1934, 1940], называем распространенные по всей долине террасы, которые отвечают крупным, закономерно повторявшимся в течение четвертичного периода эрозионно-аккумулятивным циклам развития речных долин.

² Из-за чрезвычайной фрагментарности развития и сильной разрушенности раннеплейстоценовых отложений, не являющихся, очевидно, достаточно представительными, в статье они не рассматриваются.

³ Здесь и далее имеется в виду высота аккумулятивной поверхности террасы над урезом реки.



выраженной слоистостью, часто косослоисты. Слоистость проявляется ритмичным переслаиванием валунно-крупногалечных слоев с менее грубообломочными слоями, в том числе песчано-гравийными. Мощность слоев конгломератов составляет 1—2,5 м, песчано-гравийных прослоев и линз — 0,5 м. Гранулометрическая дифференциация толщи, ее грубая слоистость подчеркивается неравномерностью цементации. Цемент — карбонатный, заполнитель — суглинисто-гравийно-песчаный.

Еще выше залегают серые сыпучие галечники с большим количеством хорошо промытого песчаного заполнителя. Хорошо окатанные гальки имеют крупную и среднюю размерность. Мощность галечников до 5—6 м.

Все эти отложения представляют собой русловую фацию аллювия р. Зеравшан. Они с размывом перекрыты пролювиально-делювиальным покровом, мощность которого возрастает от 12 до 45 м в направлении к Зеравшанскому хребту.

Аналогичные разрезы аллювия с небольшими изменениями, касающимися, главным образом, мощностей отдельных его частей, характерны для всего южного склона Пенджикентской впадины.

Для раннеиякского аллювия р. Магиандарья — крупного левого притока Зеравшана — также характерно подобное трехчленное строение: бурые конгломераты сменяются буровато-серыми различно сцементированными конгломератами и затем хорошо промытыми серыми галечниками. Кроме них на левом склоне долины близ кшл. Чорбог в

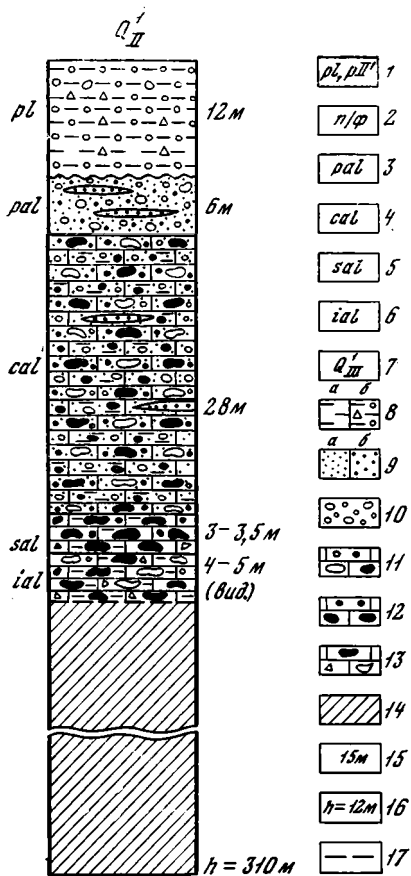


Рис. 1. Схематизированные разрезы отложенных разновозрастных циклов террас р. Зеравшан

- 1 — пролювиальные отложения и их возраст;
- 2 — аллювий пойменной фации;
- 3 — 6 — аллювий различных динамических фаз:
- 3 — перстративной,
- 4 — констративной,
- 5 — субстративной,
- 6 — инстративной;
- 7 — возраст цикловых террас;
- 8 — суглинки:
- а — суглинки,
- б — со щебнем и галькой;
- 9 — песок и гравий:
- а — песок,
- б — гравий;
- 10 — галечник;
- 11 — 13 — конгломераты:
- 11 — слабо сцементированные,
- 12 — плотно сцементированные,
- 13 — с включением плохо окатанных и угловатых обломков;
- 14 — коренные породы;
- 15 — мощность отложений;
- 16 — высота террас над урезом р. Зеравшан;
- 17 — русло сухого сая (к рис. 2)

узкой полосе, протягивающейся на запад к кшл. Коштета, под базальными конгломератами залегают охряно- или желто-бурые слабосцементированные конгломераты и галечники с валунами, щебнем и дресвой. Заполнитель — суглинисто-гравийно-песчаный. Окатанность материала — средняя и плохая. Все это при очень плохой сортированности придает толще мусорный облик. Видимая мощность отложений 2—3 м. Они с размывами карманообразно вложены в неогеновый цоколь⁴.

Позднеилякский подкомплекс (Q_{II}^2) слагает аккумулятивный покров террасы высотой 130—220 м, широко развитой на южном склоне Пенджикентской впадины. Наиболее полные и доступные для изучения разрезы террасы р. Зеравшан вскрыты долиной р. Магиандарья в ее приустевой части. На ее левом склоне в основании аллювия на неогене залегают слои бурых валунно-крупногалечных неслоистых базальных конгломератов, сцементированных карбонатным цементом. Окатанность обломков преимущественно средняя. Мощность слоя 0,8—1 м.

Выше следует буровато-серая конгломератовая толща, в которой наблюдается линзовидно-ритмичное переслаивание крупно- и среднега-

⁴ Горизонт бурых конгломератов, который распространен значительно шире, чем желто-бурая толща, выполняющая исключительно тальвеговую, наиболее узкую часть эрозионного вреза, фактически является базальным. Поэтому здесь и ниже этот горизонт именуется базальным, желто-бурая же толща условно названа тальвеговым аллювием.

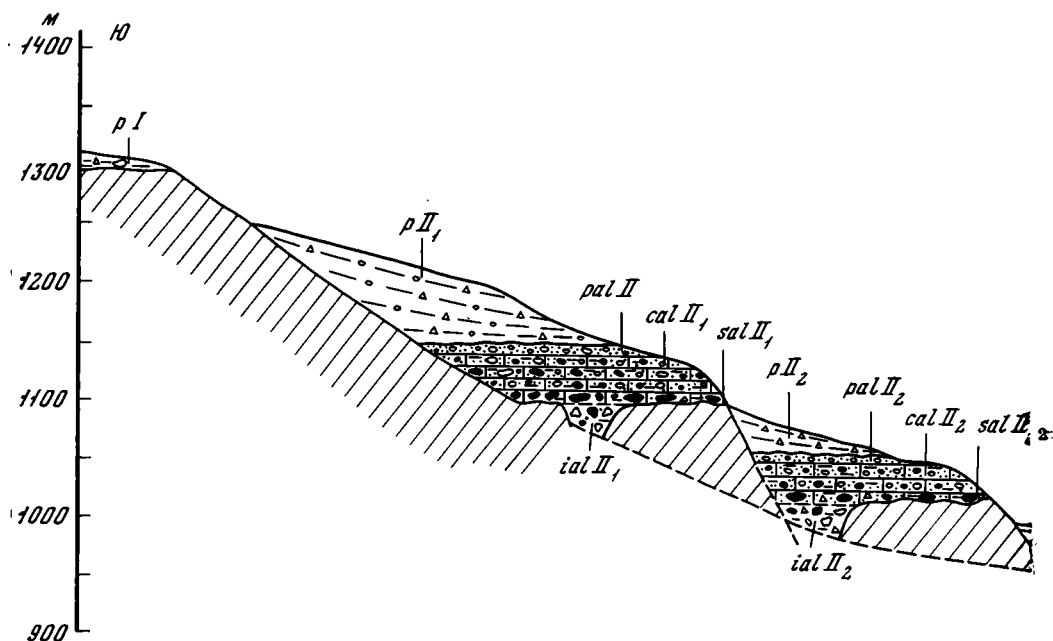


Рис. 2. Поперечный разрез долины р. Зеравшан в районе г. Пенджикент

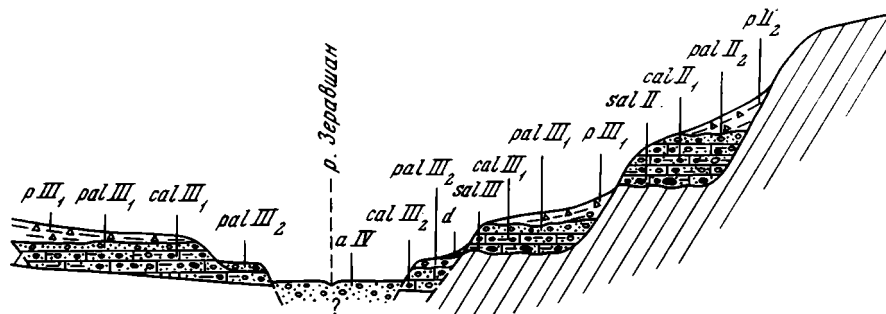
Условные обозначения см. рис. 1

лечных конгломератов, хуже или лучше промытых и по-разному сцементированных. Заполнитель — гравийно-песчаный, нередко с примесью глины. Цемент карбонатный. Наблюдается общее уменьшение степени цементации вверх по разрезу. Мощность отложений 15—20 м. Конгломераты по неровной границе перекрываются серыми сыпучими галечниками, неслоистыми, хорошо- и среднеокатанными, мощностью 3—4 м.

В 3 км выше устья долины р. Магиандарья в ее левобережном склоне под слоем бурых конгломератов также вскрыты желто-бурые рыхлые плохо сортированные песчаники, которые вниз по разрезу сменяются плохо сортированными и неравномерно сцементированными, в общем рыхлыми валунными конгломератами. Они вскрыты не более, чем на 5—8 м, ниже заслоняются отложениями позднеплейстоценовой террасы. Геофизические данные позволяют предполагать, что желто-бурые отложения, залегающие под бурыми крепкими конгломератами, выполняют практически повсеместно погребенную часть позднеилякского вреза р. Зеравшан, которая отличается значительно меньшей шириной по сравнению с той его частью, которая маркирована крепкими бурыми конгломератами, залегающими на обширном ровном «плече» неогенового цоколя и фактически также являющимися базальными.

Восточнее устья р. Магиандарья позднеилякский аллювий р. Зеравшан имеет сокращенную мощность. Русловые фации представлены здесь бурыми базальными конгломератами и серыми галечниками общей мощностью 7—8 м, а пойменная фация состоит из глинисто-песчаных горизонтально-слоистых осадков мощностью 1,5 м.

Аллювий по резкой, местами с размывом, границе перекрывается мощной (до 40—50 м) толщей делювиально-пролювиальных отложений.



На северном склоне Пенджикентской впадины сохранились лишь самые присклоновые части позднеилыкской долины Зеравшана. Здесь аллювий характеризуется значительной грубостью материала. Основная часть его слагается слабо сцементированными крупногалечными и валунными конгломератами с суглинисто-щебнистым заполнителем. Типично зеравшанский материал здесь смешан со значительным количеством обломочного материала, снесенного с Туркестанского хребта.

Аллювиальные отложения *раннедушанбинского подкомплекса* (Q_{1n}^I) в долине р. Зеравшан слагают террасу высотой 170—80 м. Наиболее полный разрез аллювия этого подкомплекса наблюдается в восточной части Пенджикентской впадины на левобережье р. Зеравшан, в 1,2 км ниже устья р. Кштут. Здесь на палеозойском цоколе залегают серовато-бурые, крепко сцементированные, линзовидно-слоистые, разногалечные конгломераты мощностью 15 м. Слоистость обусловлена чередованием мелко- и среднегалечных прослоев с валунно-крупногалечными. Окатанность галек средняя, реже плохая и хорошая. Заполнитель — суглинисто-гравийно-песчаный, цемент карбонатный и глинисто-карбонатный. Петрографический состав очень разнообразный, характерный для всего аллювия р. Зеравшан.

Выше залегают серовато-бурые мелко- и среднегалечные конгломераты, общей мощностью 25 м. Петрографический состав валунов и галек аналогичен составу крупных конгломератов. Степень цементации уменьшается вверх по разрезу.

Разрез руслового аллювия заканчивается 2-метровым слоем залегающих по неровной границе серых сыпучих галечников с песком, плохосортированных, без видимых признаков слоистости и гранулометрической дифференциации. Они состоят из средней и крупной гальки с большим количеством валунов размером до 35 см. Окатанность средняя и хорошая. Песчано-гравийный заполнитель составляет 30—40%. Петрографический состав обломков тот же.

На русловом аллювии залегают слоистые серо-палевые пески и супеси пойменной фации мощностью 1,5 м, перекрытые, в свою очередь, суглинисто-щебнистыми гравитационными отложениями мощностью 7 м. Общая мощность аккумулятивного покрова террасы 50 м.

В районе кшл. Даштикозы и устьев р. Кштут и руч. Кштутдак аллювий раннедушанбинского подкомплекса частично уходит ниже уровня современного Зеравшана. В крутых обрывах субмеридионального отрезка реки ниже устья руч. Кштутдак под покровом аллювия позднедушанбинского подкомплекса вскрыты верхние его части. Это — горизонтально-слоистая, относительно хорошо сортированная толща серого преимущественно мелко- и среднегалечного материала с большим содержанием песка и гравия, общей мощностью около 6 м.

В этой толще встречена мощная (до 3,5 м) линза тонкозернистых песков и супесей, представляющая, вероятно, субфацию подпруживания или экрана.

Под серыми (сыпучими) галечниками видна 4-метровая толща преимущественно мелкогалечных рыхлых конгломератов, отличающихся кроме сцементированности, косой слоистостью и худшей сортировкой. С учетом данных бурения общая мощность конгломератов оценивается в 10 м. А еще ниже, по данным того же бурения, эта погребенная долина, сужаясь до 100—160 м, выполнена до самого своего тальвега (35—36 м ниже современного уреза реки) рыхлыми желтовато-бурыми валунно-галечными отложениями, содержащими большое количество песчано-глинистого заполнителя.

В восточном направлении одновременно с увеличением высоты террасы наблюдаются общее погрубение и сокращение мощности как всего разреза русловых фаций, так и его составных частей. Местами общая мощность аллювия не превышает 8—10 м (район кшл. Урметан). Наряду с грубообломочным аллювием встречаются и более тонкие осадки. Это — слоистые суглинки, пески и супеси, представляющие собой субфации экрана или подпруживания. Такого типа осадки пространственно и генетически приурочены к тектоническим и экзогенным перемышкам. Примером может служить разрез аллювия в районе кшл. Исиз, Лянглиф и др.

В верховьях Зеравшанской долины аллювий раннедушанбинского подкомплекса отличается значительной глинистостью, большой мощностью и отсутствием конгломератов. Все эти отличия объясняются формированием аллювия в пригляциальной области.

Здесь раннедушанбинская терраса непрерывно прослеживается от устья р. Лягаршиф до кшл. Лягар, снижаясь со 170 до 120 м. На многих участках терраса — аккумулятивная, причем нижние горизонты аллювия находятся под урезом воды. В аллювии, слагающем террасу в устье р. Сабах, несмотря на большую мощность разреза (170 м), выделяются лишь две неравноценные по мощности части.

Основная часть аллювия состоит из ритмично переслаивающихся слоев или линз крупного, иногда валунного, и мелкого галечника русловой фации. Как правило, крупногалечные слои имеют бурый цвет, гравийно-суглинисто-песчаный заполнитель и плохую сортировку, а мелкогалечные — серовато-бурый цвет, суглинисто-песчаный заполнитель и среднюю сортировку. Иногда в верхней части мелкогалечных слоев наблюдаются тонкие слоистые супеси или пески, представляющие собой пойменные осадки. Для всей толщи отмечается косая слоистость и закономерная «черепичная» укладка обломков уплощенной формы с наклоном вверх по течению р. Зеравшан. Видимая мощность отложений около 120 м.

Несравнимо меньшая по мощности (около 3—3,5 м) верхняя часть разреза аллювия представлена крупногалечным материалом с большим количеством мелких и средних (0,25—0,5 м) валунов. Галечники — рыхлые, сыпучие, без видимой гранулометрической сортировки, серого и темно-серого цвета.

Аллювий *позднедушанбинского подкомплекса* (Q_{III}^2) слагает цикловую террасу высотой от 150 до 30 м, достаточно широко распространенную по всей долине р. Зеравшан и его притокам (р.р. Кштут, Магиандарья и др.). В основании аллювия прослеживается базальный горизонт бурых конгломератов мощностью 2—2,5 м. Выше залегает мощная (15—30 м) толща буровато-серых преимущественно слабо- и неравномерно сцементированных конгломератов. Верхи разреза слагаются серыми сыпучими галечниками мощностью 2—4 м.

В Пенджикентской впадине в ряде мест (Гусар, Маргидар) на серых галечниках залегают пойменные осадки, состоящие из слоистых тонких супесей и суглинков с прослоями и линзами песка. Мощность осадков 0,8—2,5 м.

В среднем течении р. Зеравшан в строении аллювия *позднедушанбинского подкомплекса* также отчетливо выделяются характерные части: базальный горизонт конгломератов в основании, затем ритмично линзовиднослоистая толща конгломератов и галечников и верхние серые галечники. На отдельных участках в аллювии наблюдается значительная примесь склонового материала в виде прослоев, линз и отдельных включений.

В верховьях долины (Туро, Самджон и др.) аллювий *позднедушанбинского подкомплекса* характеризуется теми же чертами строения, что и *раннедушанбинский*: отсутствием конгломератов, галечниковым и галечно-валунным составом, значительной глинистостью отложений, большой их мощностью.

Почти повсеместно аллювий *позднедушанбинских террас* перекрыт покровными отложениями, в основном пролювиального, иногда селевого, а в узких участках — гравитационного генезиса.

Аллювий *амударьинского комплекса* (Q_{IV}), слагающий русла, пойму и низкие террасы, наиболее широко развит в Пенджикентской впадине, а также в менее крупных впадинах долины: Рогской, Пальдоракской и т. д.

В большинстве случаев аллювий представлен русловой и пойменной фациями. Характерная черта руслового аллювия — отчетливая гранулометрическая дифференциация обломочного материала снизу вверх по разрезу. В основании прослеживаются бурые плохо- и среднеокатанные галечники и валуны, которые сменяются буровато-серым галечником с хорошо- и среднеокатанными гальками крупных и средних размеров. Последние, в свою очередь, сменяются серыми средне- и мелкогалечными отложениями с гравийно-песчаным заполнителем. Мощность русловых отложений на высокой пойме 0,5—2,5 м, в террасах — 4,8 м. На многих участках резкого преломления русла и в крутых излучинах перед перемычками (р-н кшл. Урметан и Яван) среди валунно-галечниковых отложений русловой фации распространены тонкие осадки — пески, супеси и суглинки субфации подпруживания мощностью до 1,5—2 м.

Аллювий пойменной фации имеет песчаный и глинисто-супесчаный состав с включениями мелкой гальки. Мощность его 0,10—0,20 м.

Покровные отложения на террасах голоценового возраста представлены маломощным (0,1—0,5 м) пролювием или делювием или совсем отсутствуют.

Таким образом, аккумулятивный покров всех разновозрастных циклов террас р. Зеравшан в наиболее полных разрезах включает несколько последовательно сменяющихся горизонтов (снизу вверх):

1. Желто-бурый валунно-галечниковый плохо сортированный, несцементированный или слабо- и неравномерно сцементированный.
2. Бурый конгломератовый, обычно крепко сцементированный.
3. Буровато-серый галечниково-конгломератовый, с различной степенью цементации слоев.
4. Серых сыпучих галечников с песком, местами с покровом песчано-супесчаных отложений пойменного аллювия.
5. Палевых преимущественно суглинистых склоновых отложений или связанных со склонами (комплекс пролювиально-делювиальных и различных коллювиальных образований).

Формирование каждого из этих горизонтов соответствует, очевидно, определенным стадиям или фазам эрозионно-аккумулятивных циклов, в результате которых сформировались рассмотренные выше террасы.

Строение самой древней части аллювиального комплекса цикловой террасы, к сожалению, не может считаться выявленным в достаточной степени. Те фрагменты, которые удастся наблюдать в естественных обнажениях, относящиеся к среднеплейстоценовым террасам (илиякскому комплексу), и некоторые представления, которые дают материалы бурения по позднеплейстоценовым террасам, позволяют предполагать следующее. Желто-бурая толща приурочена исключительно к самым глубоким и узким (50—160 м) частям средне- и верхнеплейстоценовых врезов Зеравшана и его притоков и является, вероятно, аллювием, находившимся в том первичном V-образном относительно узком эрозионном врезе, который сформировался к концу первой стадии эрозионного цикла. Этому вполне отвечает очень плохая окатанность обломочного материала, практически полная его несортированность, общая хаотичность структуры. Характерно наличие выветрелых, выщелоченных и обохренных слабо окатанных обломков, в том числе явно местного происхождения, обогащенность дресвяно-суглинистым материалом. Все свидетельствует о слабой переработке обломочного материала бурными, очевидно, водными потоками. Что же касается вообще возможности нахождения значительных количеств обломочного материала на дне узких ущелий крупных горных рек, то она неоднократно доказана практикой гидроэнергетического строительства, при котором приходилось блокировать и осушать русла рек в самых узких теснинах [Чистяков, 1975].

В общем можно заключить, что желто-бурый горизонт аллювиального комплекса, характеризующий конечные фазы главной эрозионной стадии цикла, по своей сущности отвечает инстративному типу.

Некоторыми нашими оппонентами высказывались сомнения относительно принадлежности желто-бурых тальвеговых горизонтов к комплексам отложений соответствующих цикловых террас и делались предположения об их значительно более древнем (раннечетвертичном или неогеновом) возрасте. С нашей точки зрения, такому предположению противоречит прежде всего приуроченность желто-бурого аллювия к разновозрастным, пространственно нередко разобщенным и всегда существенно разновысотным цикловым врезам и основанию выполняющих эти врезы отложений. В этом мы усматриваем скорее закономерность, нежели случайность.

Кроме того, если относить желто-бурый аллювий к неким значительно более древним долинам, то тогда необходимо предполагать гигантские глубины последних, для чего нет никаких оснований.

Объяснить же положение этих предполагаемых долин ниже уровня четвертичных врезов тектоникой также не представляется возможным, ибо тогда пришлось бы прибегнуть к нереальным искусственным построениям и изобретать несуществующие деформации не только вдоль Зеравшанской долины (принципиально это еще допустимо), но и поперек нее, по долинам крупных притоков. Наблюдаемые очень пологие деформации заведомо неогеновых отложений, выполняющих Пенджикентскую впадину, не позволяют прибегать к таким построениям.

Бурые конгломераты, часто отличающиеся крепкой цементацией, перекрывают тальвеговый аллювий, нередко выходя за пределы его распространения и залегая в таких случаях непосредственно на коренных породах мезокайнозоя или палеозоя. В общем можно констатировать, что они выстилают широкие (до 1 км и более в Пенджикентской впадине) плоские днища, сформировавшиеся, очевидно, в следующую за глубинным врезом стадию, основным содержанием которой было значительное расширение долины. Эта стадия знаменует собой более или менее длительный переход от эрозионной части цикла к аккумулятивной, который выражается в прекращении или, по крайней мере, резком ослаблении глубинной эрозии, которая сменяется преимущественно боковой эрозией («речной абразией»). Последней и соответствует формирование грубообломочного валунного горизонта размыва, который практически является базальным, тем более, что в процессе стадии речной абразии тальвеговый аллювий в той или иной мере оказывается размытым⁵ и тем самым сокращается и без того сравнительно небольшая площадь его распространения. Таким образом, горизонт бурых базальных конгломератов по условиям образования, геоморфологической позиции и литогенетическим особенностям отвечает, по существу, аллювию субстративного типа [по Карташову, 1972].

Буровато-серый галечниково-конгломератовый горизонт, составляющий основную по мощности часть каждого аллювиального комплекса, выполняет более или менее полно широкую плоскодонную долину, сформированную в предшествующую стадию. Этот горизонт, который представляет главную аккумулятивную стадию каждого эрозионно-аккумулятивного цикла, характеризуется ритмичной слоистостью, выраженной чередованием крупно- и среднегалечных слоев с мелкогалечными, реже песчаными. Каждый ритм начинается с грубообломочного материала и заканчивается относительно тонкообломочным. При этом ослабевает цементация и улучшается промытость. Соотношения мощностей грубо- и тонкообломочной частей ритмов в аллювии разновозрастных террас, находящихся в разных структурных обстановках, оказались различными для разновозрастного аллювия и могут служить дополнительным корреляционным признаком.

Характер строения буровато-серого горизонта аллювия в разрезах разновозрастных террас, значительная его мощность (30—120 м), преимущественно средняя окатанность материала, значительная, хотя и неравномерная глинистость заполнителя, наличие линз и прослоев пойменных осадков позволяют считать его констративным аллювием [Ламакин, 1948; Карташов, 1972].

Серые галечники характеризуются, в отличие от всех подстилающих разностей, хорошей промытостью (отмученностью) и как следствие это-

⁵ В условиях горной страны сохраняется и поддерживается более или менее значительный уклон, определяющий глубинную составляющую эрозионной деятельности потока. Соотношение уровней первичного тальвега и «абразионного» днища долины может быть, очевидно, различным и зависит от целого ряда общих и частных факторов, на анализе которых мы сейчас не останавливаемся.

го — сыпучестью. Кроме того, окатанность обломочного материала здесь наилучшая, но по своему петрографическому составу он не отличается от подстилающего аллювия. Мощность серых галечников обычно не превышает 2—5, реже достигает 6—8 м. Все эти признаки позволяют считать серые галечники продуктом достаточно длительного и многократного перемыва подстилающего (констративного) аллювия и относить их к перстративной стадии [по Карташову, 1972], завершающей аккумулятивную часть цикла и переходной к новому эрозионному циклу врезания долины.

Серые галечники часто выходят за пределы распространения лежащего ниже аллювия, залегая на плоской поверхности коренных пород. Это связано, очевидно, с миграцией русла реки в латеральном направлении и подмыве склонов долины в стадию динамического равновесия, подобно расширению долины в субстративную стадию.

Следует отметить, что динамическое равновесие для горных рек является, по-видимому, лишь относительным, т. к. в условиях горной страны с крутым падением ее рек, последние, по-видимому, никогда не достигали равновесного профиля. Об этом, в частности, свидетельствует и то, что серые галечники обычно приурочены к локальным террасам врезания. В качестве примера приведем район устьев Кштута и Кштутдага, где серые галечники отмечаются на всех 10—12 мелких террасах врезания.

Пойменный аллювий не образует сплошного покрова на поверхности террас. Он развит спорадически на серых галечниках или встречается в виде линз в констративной толще аллювия. Он состоит из тонкослоистых песков, супесей и суглинков.

Покровная толща генетически не связана с запечатываемым ею аллювием. Ее присутствие, генезис и мощность зависят от того, в каких структурно-орографических и климатических условиях находится исследуемая терраса, и, главное, нисходящий к ней склон. Формирование покровной толщи может продолжаться длительное время, пока поверхность террасы остается сопряженной со склоном и является базисом его денудации.

Исходя из анализа строения разновозрастных аллювиальных толщ, можно сделать следующие выводы.

Окраска каждого аллювиального комплекса закономерно изменяется снизу вверх от желто-бурого, бурого и серовато-бурого к буровато-серому, серому, часто серо-стальному. Как известно, красноватые и бурые тона отложений — показатели относительно теплого климата, в то время как серый цвет присущ отложениям, накапливающимся в условиях относительно холодного климата [Страхов, 1947]. Следовательно, можно предположить, что аккумуляция аллювия начиналась в теплых климатических условиях, а заканчивалась в холодных.

С этим выводом согласуется и соответствующее изменение степени карбонатной цементации аллювиальных комплексов как снизу вверх по разрезу, так снизу вверх по реке. В Пенджикентской впадине и на участках долины, прилежащих к ней, большая роль в разрезах аллювия принадлежит конгломератам, крепко сцементированным карбонатом кальция. Здесь они обычно полностью слагают базальный горизонт (субстративный аллювий) и значительную часть констративного аллювия. При этом четко проявляется последовательное уменьшение степени их цементации снизу вверх по разрезу, завершающемуся, как мы показали, лишенными всякого цемента сыпучими галечниками. На фоне этой общей изменчивости повсеместно и отчетливо проявляется ритмичность переслаивания относительно крепко сцементированных конгломератов со

слабо цементированными конгломератами и галечниками. Одновременно окраска отложений ритма изменяется от серовато-бурой или буровато-серой до серой. Опираясь на выводы Н. М. Страхова [1947] «о карбонатном режиме рек», мы приходим к заключению, что цементация аллювия также свидетельствует об изменении климатических условий от теплых и сухих в начале формирования аллювиального комплекса к холодным и возможно влажным в конце его формирования. Это подтверждается и тем, что в верховьях долины Зеравшана аллювий, формировавшийся в перигляциальной зоне, в непосредственной близости от ледников, отличается отсутствием цементации по всему разрезу.

Кроме окраски и особенностей цементации аллювия, его строение, механический состав, окатанность и сортировка, количество и состав заполнителя, в том числе содержание глинистого материала, также достаточно различны в разных горизонтах аллювиальных комплексов. Эти различия предопределены, очевидно, изменениями гидродинамического режима реки, которые также в значительной мере связаны с климатическими условиями.

В общем, характерные особенности аллювия позволяют предполагать, что врезание реки и формирование горизонтов инстративного, субстративного и, по-видимому, частично констративного аллювия происходило в условиях потепления и таяния ледников, т. е. в межледниковье. Ритмичное строение констративной толщи может быть связано с соответствующими климатическими ритмами, имеющими тенденцию к прогрессирующему похолоданию и, возможно, импульсивному наступанию ледников.

Максимуму похолодания отвечает, вероятно, формирование аллювия перстративного типа — серых галечников, состав и строение которых свидетельствует о том, что они формировались в условиях многократного перемыва ранее накопленного материала и малого поступления нового. Такие условия характерны для зимних периодов и, по-видимому, могут быть отождествлены с условиями оледенения.

Выделенные выше горизонты аллювия отвечают определенным стадиям эрозионно-аккумулятивного цикла, в результате которого формируется цикловая терраса, врез и заполняющие его осадки. Эти стадии следующие (рис. 3).

1. Формирование относительно узкого и глубокого вреза, в значительной мере заполненного инстративным аллювием.
2. Прекращение врезания и резкое преобладание боковой эрозии (стадия речной абразии). Резкое расширение ранее сформировавшегося вреза с выработкой плоского дна, высланного валунно-галечным аллювием субстративной фазы.
3. Заполнение (более или менее полное) эрозионной долины аллювием констративной фазы.
4. Прекращение аккумуляции, многократный перемыв ранее накопленного аллювия в условиях преимущественно боковой миграции русла. Формирование перстративного аллювия.

Таковы принципиальные черты строения и схема формирования эрозионных врезов и заполнения их отложениями в долине р. Зеравшан. Так, по нашему мнению, развивается каждый крупный эрозионно-аккумулятивный цикл, в результате которого формируется цикловая терраса. Сравнительный анализ строения террас других рек (Чу, Нарын, Атбаш, Карабура и другие в Северном и Центральном Тянь-Шане, Келес, Чаткал, Чирчик, Кассансай, Караунгур, Акбура, Сох, Ходжабакирган, Исфана и другие в Западном Тянь-Шане, Гузардарья, Кашкадарья, Туполанг и Ширабад в юго-западных его отрогах, Сурхандарья, Кафирни-

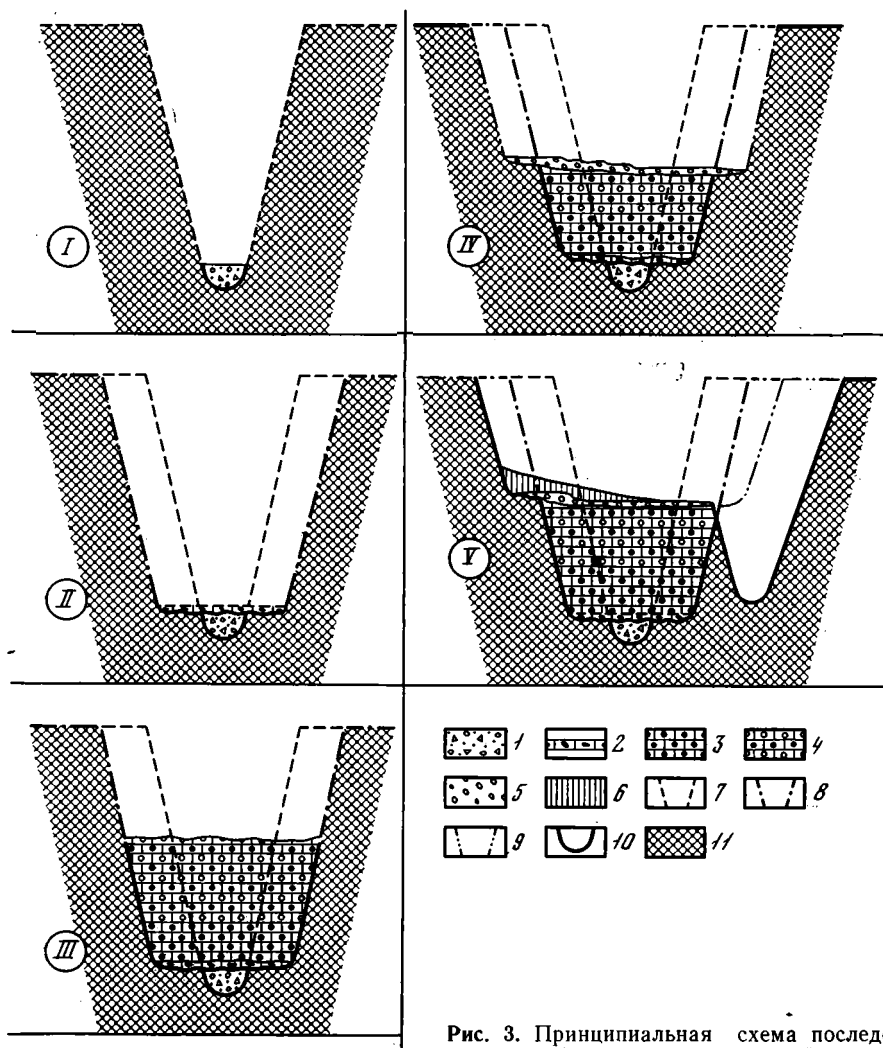


Рис. 3. Принципиальная схема последовательности формирования цикловой террасы

1 — галечно-валунные отложения с суглинисто-песчаным заполнителем;
 2 — 4 — конгломераты:
 2 — бурые базальные,
 3 — серовато-бурые, крепко сцементированные,
 4 — буровато-серые, слабо сцементированные;
 5 — галечники серые;
 6 — пролювиальные отложения;
 7 — 10 — предполагаемые контуры эрозионного вреза разных стадий цикла:
 7 — инстративной,

8 — субстративной и констративной,
 9 — перстративной,
 10 — современные;
 11 — коренные породы
 I—V — стадии:
 I — инстративная,
 II — субстративная,
 III — констративная,
 IV — перстративная,
 V — инстративная нового цикла

ган и Вахш-Сурхоб в Таджикской депрессии, Пяндж на Памире, а также Кельты-Чинор и Кельята в Центральном Копетдаге) показывает большое принципиальное, а во многих случаях и детальное сходство строения их четвертичного аллювия с аллювием Зеравшана. Это позволяет нам с достаточной уверенностью считать, что показанные на примере Зеравшана закономерности развития четвертичных эрозионно-аккумулятив-

ных циклов и формирования террас общие для всей Памиро-Тяньшанской горной области и Копетдага.

Это общее, разумеется, не устраняет и не заменяет те более или менее заметные, довольно многочисленные и разнообразные различия, которые имеются между речными террасами в разных районах, разных долинах и, наконец, даже на разных участках одной и той же долины. Значительная часть этих различий или особенностей достаточно хорошо известна, другие еще требуют своего изучения. Опыт многолетних и многосторонних исследований, проведенных авторами в самых различных районах Тянь-Шаня, позволяет считать все эти различия локальными, связанными с неотектоническими и климатическими, а в общем — с орочиматическими особенностями того или иного участка горного сооружения. Однако наша задача заключается в поисках и объяснении наиболее общих закономерностей строения аллювия, которые мы и попытались выше показать.

Анализируя возможные причины цикличности эрозионно-аккумулятивных процессов в четвертичное время, мы приходим к следующим заключениям. Литологические особенности, окраска, характер и степень цементации, мощность аллювия, непосредственные его взаимоотношения с флювиогляциальными и моренными отложениями, наконец, палеоклиматический анализ спорово-пыльцевых, микрофаунистических и малакологических данных достаточно определенно указывают на связь циклов и стадий, образующих эти циклы, с климатическими изменениями. Последние, как известно, имели циклический характер. В области высокогорий это проявлялось в возникновении, периодической активизации и деградации оледенения. В горах, подобных Копетдагу, и по периферии Памиро-Тяньшанского горного сооружения эти изменения не привели к оледенению, но, очевидно, сказались в соответствующих колебаниях температуры и влажности. В общем, более или менее продолжительные ритмы похолодания и потепления, которые, очевидно, далеко выходили за ранг региональных явлений, и могут быть названы в качестве причины, по крайней мере, одной из главных причин, определявших направленность и ход эрозионных циклов.

Эрозионные циклы происходили на фоне интенсивных дифференцированных тектонических поднятий, поддерживающих значительные уклоны русел и тем самым высокую энергию эрозионных процессов.

В целом четвертичные долины горных рек с их террасами и со всеми особенностями эрозионных и аккумулятивных форм являются, очевидно, результатом наложения циклических изменений режима рек, вызванных климатическими причинами, на их более или менее устойчивую и однонаправленную эрозионную деятельность, обусловленную тектоническим развитием горного сооружения. Подчеркнем, что речь идет в данном случае не о частных тектонических формах, повсеместное развитие которых отчетливо выражено в многообразных изменениях фаций и мощностей аллювия, глубине и ширине эрозионных врезов и других широко известных, многократно и повсеместно описанных явлениях. Мы говорим о движениях более крупного, по меньшей мере регионального порядка.

В связи с тем, что речь зашла о роли климатического и тектонического факторов в формировании цикловых террас, в дополнение к приведенным выше фактам и рассуждениям обратимся еще и к другой стороне вопроса.

Весьма распространено мнение, что изменение энергии реки находится в значительно большей зависимости от изменения уклона поверхности, т. е. тектонического фактора, чем от изменения водности реки, т. е.

климатического фактора. Это мнение основано на известной формуле энергии движущегося тела

$$E = mV^2/2, \quad (1)$$

где: m — масса тела, а V — скорость его движения, которая априорно связывается прямой зависимостью только (и в этом заключается ошибка!) с уклоном русла (α) (рис. 4).

Однако, как следует из рисунка 4, скорость водного потока определяется движущей силой F_1 , которая, исходя из соотношения $F_1 = F_m \cdot \sin \alpha$,

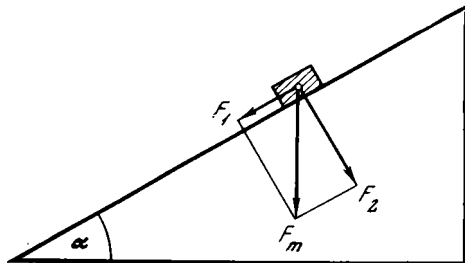


Рис. 4. Схема сил, которые действуют на тело, находящееся на наклонной плоскости (объяснения в тексте)

является производной не только угла наклона русла, но и силы тяжести потока F_m , т. е. его массы

$$V = f(m, \sin \alpha) \quad (2)$$

Возвращаясь к формуле (1), мы получаем

$$E = f(m^2, \sin^2 \alpha) \quad (3)$$

Следовательно, изменение водности рек отражается в их энергии значительно резче, чем изменение уклонов. Таким образом, климатическому фактору необходимо отдавать должное место в эрозийном цикле и не предавать его забвению при разнообразных тектонических интерпретациях эрозийных форм рельефа.

ЛИТЕРАТУРА

- Карташов И. П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран (на примере Северо-Востока СССР).— Труды ГИН АН СССР, 1972, вып. 245.
- Костенко Н. П. Геоморфологический анализ речных долин горных стран (на примере Кухистана).— В кн.: Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода, № 22. М.: Изд-во АН СССР, 1958.
- Костенко Н. П. Развитие рельефа горных стран. М.: Мысль, 1970.
- Костенко Н. П., Чистяков А. А. Некоторые закономерности новейшего развития горных впадин (на примере Зеравшанской котловины).— В кн.: Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода, № 27. М.: Наука, 1967.
- Ламакин В. В. Динамические фазы речных долин и аллювиальных отложений.— Землеведение, 1948, 2 (42).
- Методы изучения осадочных пород, т. II. М.: Госгеолтехиздат, 1957.
- Страхов Н. М. О карбонатном режиме рек.— Советская геология, 1947, № 18.
- Чедия О. К. Юг Средней Азии в новейшую эпоху горообразования. Фрунзе: Илим, 1971.
- Чистяков А. А. О некоторых особенностях формирования и строения горного аллювия на примере р. Зеравшан.— Вестник МГУ, сер. биол., почв., геол., геогр., 1959, № 2.
- Чистяков А. А. Аллювий горных и подгорноравнинных рек (закономерности формирования и фации на примере рек Кавказа, Средней и Южной Азии). Автореферат докторской диссертации, 1975.
- Шульц С. С. К вопросу о генезисе и формировании речных террас.— Труды Комиссии по изучению четвертичного периода, 1934, т. III, вып. 2.
- Шульц С. С. Опыт генетической классификации речных террас.— Известия ВГО, 1940, т. 72, вып. 6.