

Ванькина губа должна была уже существовать как морская акватория в своих нынешних границах, чтобы штормы во время катастрофических нагонов были в состоянии построить Тундровую косу. Зная объемы кос, расстояние перемещения материала, энергетические характеристики и повторяемость волнения определенной силы, можно в принципе расчетным методом получить и поздний возрастной предел затопления Ванькиной губы.

Проведенными исследованиями, таким образом, установлен факт современной ингрессии моря Лаптевых в речные долины п-ова Широкостан; выявлена последовательность геоморфологических событий, предшествовавших внедрению моря в эрозионную ванну Ванькиной губы и следовавших за ним; при этом установлено, что ингрессия началась и развивалась в климатических условиях, очень близких современным; врезание же долин, в основном закончившееся 9 тыс. лет назад, происходило при значительно более низком уровне моря и в условиях относительно мягкого климата.

Географический факультет
МГУ

Поступила в редакцию
25.V.1972 г.

GEOMORPHOLOGICAL SIGNS OF RECENT INGRESSION OF THE LAPTEV SEA AT THE SHIROKOSTAN PENINSULA AREA

L. V. TARAKANOV, V. Yu. BIRYUKOV

Summary

The marine ingression along the erosional basin of the Vanka's Guba (inlet) has been proved to continue deepening. The time of the inlet forming has been defined to be not earlier than 4000—5000 years B. P., the definition basing on the C^{14} age ($8950 \pm \pm 100$ years B. P.) of the *Betula Albae* which grew at a steep valley slope of a stream that fell into the inlet. Climatic conditions of the ingression time were very much alike the present ones; rather mild climate existed during the period of valleys down-cutting which was mostly completed about 9000 years B. P.

Н. Г. УТКИНА, О. К. ЧЕДИЯ

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПЕДИМЕНТОВ В ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Начиная с работ В. Дэвиса, нивелировка гор объяснялась и объясняется процессами пенепленизации, т. е. денудацией «сверху», в основе которой лежит изменение рельефа, связанное прежде всего с эрозионной деятельностью рек. И хотя представления В. Дэвиса об эрозионных циклах неоднократно подвергались критике, нередко и справедливой, сущность самой идеи пенепленизации со временем все более и более подтверждалась по мере накопления новых фактов. Параллельно с дэвисовской теорией пенепленизации и в противоположность ей стала развиваться теория образования предельно выровненных поверхностей путем параллельного отступления склонов, созданная В. Пенком. Идеи В. Пенка послужили теоретической предпосылкой теории педиplanation, т. е.

денудации «сбоку», наиболее ясно и полно развиваемой Л. Кингом с начала 50-х годов. Эта теория разработана Кингом (1967) при изучении обширных платформенных областей Африки, Австралии и Южной Америки.

Начальной стадией образования педиплена является педимент. Механизм образования педиментов рассматривался в работах Л. Кинга (1967), П. Биро (Biro, 1949), М. В. Пиотровского (1964) и др. Анализ литературы показывает, что неотъемлемыми чертами педимента являются: 1) существование относительно ровной базисной поверхности (пляж, терраса и т. п.) либо базисной линии (русло реки, береговая линия); 2) наличие крутого уступа, поднимающегося от базисной поверхности, или линии, дальнейшее отступление которого обеспечит формирование и расширение педимента; 3) транспортировка материала, скапливающегося у подножия уступа.

Со временем педименты, расширяясь, сливаются между собой, что приводит к образованию широких выровненных пространств — педипленов. Эта идея, как и все новое, быстро завоевала популярность, и геоморфологи стали ее применять для объяснения формирования выровненных поверхностей в самых различных ландшафтных и структурных условиях. Яркой иллюстрацией сказанному могут служить материалы IX пленума Геоморфологической комиссии АН СССР (Иркутск, 1971 г.), посвященного поверхностям выравнивания.

Не оспаривая идею педиplanation, мы постараемся показать, что ее применение должно быть ограничено лишь районами, где процессы линейного эрозионного расчленения практически сведены к нулю. Обратимся к рассмотрению конкретного примера.

Одним из важнейших элементов педиментированного рельефа является уступ, который может образоваться различными способами. Например, в прибрежных районах морей или озер уступ первоначально может быть сформирован действием абразии, в континентальных условиях таким уступом может оказаться уступ эрозионной террасы. Если последний в дальнейшем не будет подвергаться разрушению боковой эрозией реки (что особенно часто бывает в условиях впадин с определенным тектоническим перекосом), он вступит в сферу действия процессов гравитации, абляции и т. п., которые со временем должны обеспечить отступление уступа, субпараллельное его первоначальному положению. С этого момента и должно начаться формирование педимента. Если же уступ будет отступать под действием боковой эрозии основной реки, педименты вообще образовываться не смогут. В этом случае расширится пойма реки за счет подмыва и обрушения прилегающего к ее тыловому шву уступа, т. е. расширится цикловая терраса (аккумулятивная, цокольная или эрозионная) в понимании С. С. Шульца (1940), или «террасовая долина» по Ю. А. Скворцову (1941). Изменение рельефа в данном случае будет происходить за счет эрозии основных рек по схеме эрозионных циклов В. Дэвиса, приводящих в конечном итоге к образованию пенеплена. Следовательно, формирование педиментов, свойственное форланду гор, межгорным, внутригорным впадинам и широким субсеквентным тектоническим долинам, в типично эрозионных консеквентных и обсеквентных долинах происходить не может.

Наиболее распространенным случаем первоначального образования уступа в тектонически активных областях является дифференциальное смещение смежных блоков земной коры по взбросу или сбросу. Этот пример интересен тем, что движения, однажды проявившиеся по разрыву, в случае его конседиментационного развития будут происходить и далее. Их неравномерность обеспечит выработку педимента в период спада тектонических движений и образования нового уступа в эпохи интенсификации дифференциальных перемещений, что за длительный отрезок геологического времени может привести к формированию не-

скольких педиментных ступеней. Следует отметить, что образование нового уступа, за счет разрушения которого тут же начинает формироваться новый педимент, не может приостановить или тем более прекратить формирование предыдущего педимента, несмотря на его отрыв (пусть даже весьма значительный) от современного базиса денудации. Это вполне естественно, так как ранее выработанная (в настоящее время уже поднятая) плоская поверхность педимента, невзирая на ее ширину, будет действовать на вышележащий склон, как временный базис денудации. Таким образом, и педимент, развивающийся при постоянном базисе денудации, и педимент, связанный с временным базисом денудации, должны одновременно расширяться. Нижний (современный) педимент будет расширяться за счет «съедания» верхнего (древнего). Однако в среднем этот процесс не должен приводить к уменьшению ширины верхнего педимента, так как последний, сокращаясь по бровке, продолжает разрастаться за счет разрушения его тылового уступа. Другими словами, современный педимент разрастается, а вышележащий мигрирует в глубь области поднятия.

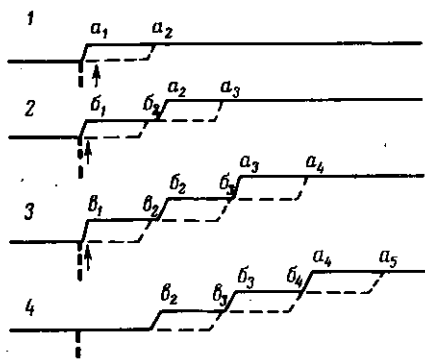


Рис. 1. Схема выработки педиментных ступеней по форланду области поднятия и их теоретической миграции:
1—3 — на фоне неравномерных поднятий;
4 — после прекращения поднятий

a_2 , т. е. педимент выработан за это время на ширину $a_1—a_2$. На второй стадии возобновление или усиление поднятий правого крыла приводит к образованию нового уступа, разрушение которого за соответствующее время обеспечивает выработку нового педимента $b_1—b_2$. Однако за то же время вышележащая педиментная ступень разрослась в глубину области поднятия до точки a_3 .

На третьей стадии в результате новых подвижек создается еще один уступ, отступление которого приводит к образованию педимента $b_1—b_2$; за это же время две вышележащие педиментные ступени смещаются вправо до точек a_4 и b_3 соответственно. Если бы на четвертой стадии образовался еще один уступ, то за некоторое время все педиментные ступени также сместились бы вправо, в глубину области поднятия. Но мы изображаем четвертую стадию тектонически пассивной. Перемещений по разрыву нет, базис денудации остается постоянным. В этом случае нижний, современный педимент расширяется, а верхние (древние) педименты продолжают свою миграцию в глубь гор.

При анализе этой схемы возникают следующие вопросы: до каких пределов будет разрастаться современный педимент и до каких пор продолжится миграция древних педиментов или, другими словами, существует ли какой-либо предел разрастания в ширину педимента и сохраняются ли в рельефе древние педименты?

Если рис. 1 дополнить изображением еще нескольких стадий, на протяжении которых отсутствуют ощутимые тектонические движения, то теоретически мы должны прийти к выводу, что постепенное расширение современного педимента должно было бы привести к полному уничтожению древних педиментов. Безусловно, когда какая-либо страна проходит полный денудационный «цикл» вплоть до образования пенеплена,

¹ Рисунок 1 представляет идеализированную схему процесса. В действительности наклон педиментных ступеней бывает круче, а высота уступов неравнозначной.

следы бывших педиментов не сохраняются. Постараемся показать, что древние педиментационные ступени уничтожаются не растущим молодым педиментом, а иными процессами.

На рис. 2 (1) изображен только что образованный уступ по линии А—А, на котором начинают закладываться овраги. На этой стадии отступление уступа происходит за счет его разрушения склоновыми процессами при ведущей роли гравитации, оползания и делювиального смыва. Скопившийся у подножия уступа коллювий, как справедливо замечает З. А. Сваричевская (1964), практически полностью может устраняться лишь такими активными факторами, как действие волн в прибрежной зоне или текучая вода. В приведенном примере для внутриконтинентальных условий первый фактор отпадает. Боковая эрозия главной (базисной для данного участка) реки также отпадает, поскольку река отошла от образованного уступа на значительное расстояние. Тем не менее действие потоков, которые выносят скапливающиеся коллювиальные и пролювиальные отложения и даже подрезают подошву уступа, продолжается, хотя оно и носит эпизодический характер. Речь идет о временных потоках, возникающих при выпадении дождей или снеготаянии, которые при выходе из оврагов, врезанных в вышележащую ступень, распластываются на формирующемся педименте, образуя конус выноса. В его пределах за счет обычной бифуркации и постоянной миграции рукавов в том или ином направлении какое-то время действуют рукава, текущие по граничным частям конусов выноса и самого уступа, к которому они примыкают. Размеры этих потоков и срок их действия могут быть самыми различными, что не меняет существа процесса. Сущность последнего в отличие от линейной эрозии в поднятой ступени сводится к перераспределению вынесенного материала на пологонаклонной плоскости, а также к подкапыванию уступа. Именно в это время педимент разрастается наиболее интенсивно. При этом он несет на себе аккумулятивный чехол той или иной мощности.

На рис. 2 (2) изображена следующая стадия, когда одновременно с продолжающимся субпараллельным отступанием уступа и наращиванием площади современного педимента (до линии Б—Б) происходит уже значительный размыв относительно поднятого древнего педимента ов-

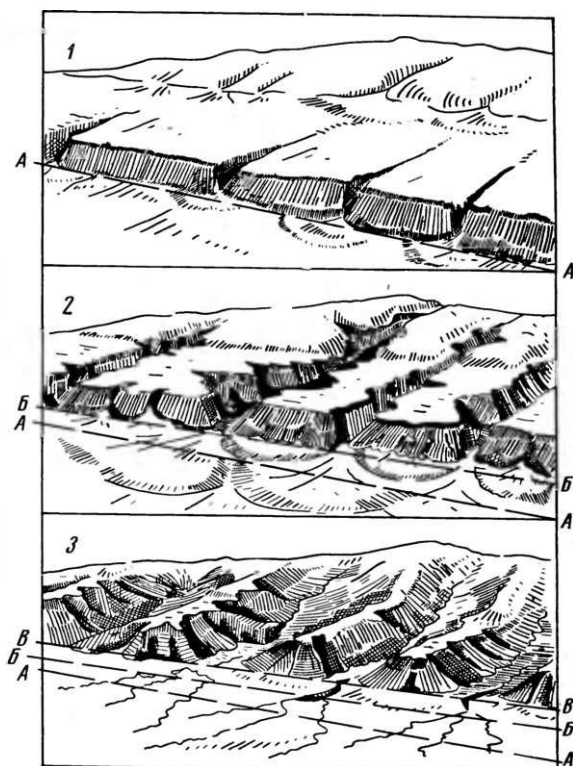


Рис. 2. Схема расширения педимента за счет параллельного отступления уступа в глубь области поднятия от линии А—А до линии Б—В

Вышележащая педиментная ступень этим процессом, полностью не уничтожается. Начиная со стадии 3 и далее, она разрушается главным образом линейной эрозией и связанными с ней склоновыми процессами в долинах, рассекающих педиментную ступень. Построенная вершинная поверхность ступени полностью совпадает с разрушенным древним педиментом

ражно-балочной сетью, получившей к этому времени достаточное развитие, т. е. на данной стадии поднятая педиментная ступень разрушается как процессами педипланиции (отступление уступа), так и процессами эрозийного расчленения, ведущими к пенепленизации.

На рис. 2 (3) изображена третья стадия, которая характеризуется доминирующей ролью в разрушении древнего педимента эрозии постоянных и временных водотоков, в большинстве своем поперечных по отношению к ступени древнего педимента. Хотя для них постоянным базисом денудации является подошва того же ранее образованного уступа, денудация склонов в большем объеме происходит вдоль консеквентных долин, тальвеги которых также начинают играть роль базисов денудации. На этой стадии практически происходит последнее наращивание площадки молодого педимента (до линии $B-B$). З. А. Сваричевская (1964) на основании анализа древних палеоген-неогеновых долин Казахстана и «чинков» Устюрта, на наш взгляд, вполне обоснованно пришла к выводу, что отступление уступа, параллельное самому себе, возможно лишь до того времени, пока он подвергается абразивной деятельности моря или эрозии реки. Как только уступ выходит из сферы действия этих агентов, его отступление прекращается, так как материал, скапливающийся у подножия уступа, не удаляется, базис денудации стабилизируется (или даже повышается), что вначале замедляет разрушение вышележащего склона, а после достижения им естественного угла откоса его разрушение практически прекращается. Поэтому в дальнейшем положение уступа (линия $B-B$) фиксируется, его крутизна уменьшается, он задерновывается и может покрыться лесной или кустарниковой растительностью в зависимости от местных климатических условий. На этом заканчивается продвижение в глубь гор современного педимента. Однако разрушение древней педиментной ступени не прекращается, оно продолжается за счет линейной эрозии и сопутствующих ей склоновых процессов, сосредоточенных в долинах и эрозийных рытвинах с постоянными или временными водотоками.

Таким образом, формирование педимента прекращается после того, как субпараллельное самому себе отступление его тылового уступа подменяется эрозийным расчленением вышележащей педиментной ступени и когда поперечные по отношению к педиментной ступени речные долины начинают играть роль базисов денудации. По-видимому, такой переломный момент в формировании педимента может наступить в различное время в зависимости от нескольких факторов, ведущими из которых являются климат и литология пород, слагающих тыловой уступ, а вместе с ним и всю вышележащую ступень. Чем скорее сформируется овражно-балочная сеть, тем скорее прекратится рост современного педимента, т. е. процесс педипленизации уступит место процессу пенепленизации. Поскольку горы являются коллекторами атмосферных осадков, обеспечивающих образование и деятельность эрозийной сети, постольку процессы педипланиции в горах далее образования педиментов вообще протекать не могут. Полная нивелировка гор может осуществляться только путем пенепленизации.

На рис. 2 (3) видно, что древний педимент, размывтый эрозийной сетью, сохранился лишь в приводораздельных частях ступени между консеквентными долинами. Со временем от его первоначальной поверхности может не остаться ровных площадок и здесь, однако высоты таких водоразделов, хотя и с округленными, размывтыми формами, долго сохраняют свое постоянство. Поэтому на профиле, проведенном вдоль такого водораздела, древняя педиментная ступень будет выглядеть почти прямолинейным отрезком в случае отсутствия последующих ее деформаций. Мысленное соединение фрагментов вершинной поверхности точно отразит современное высотное положение древней педиментной ступени, а также характер ее деформаций после выработки педимента.

В дополнение к сказанному следует отметить, что при образовании нового уступа транспортирующая деятельность блуждающих по поверхности педимента временных потоков сменится глубинной эрозией, сосредоточивающейся в единичных долинах. За счет этого могут сформироваться транзитные участки нарастающих снизу консеквентных долин, врезающихся в глубину на величину, близкую к амплитуде современного поднятия (Трофимов, Чедия, 1970).

Анализ морфологии форланда Тянь-Шаня, как, видимо, и любой другой горной страны, свидетельствует о том, что в зависимости от древности педимента находится не только степень его последующей размывости, но и ширина. Под шириной древнего педимента мы понимаем не

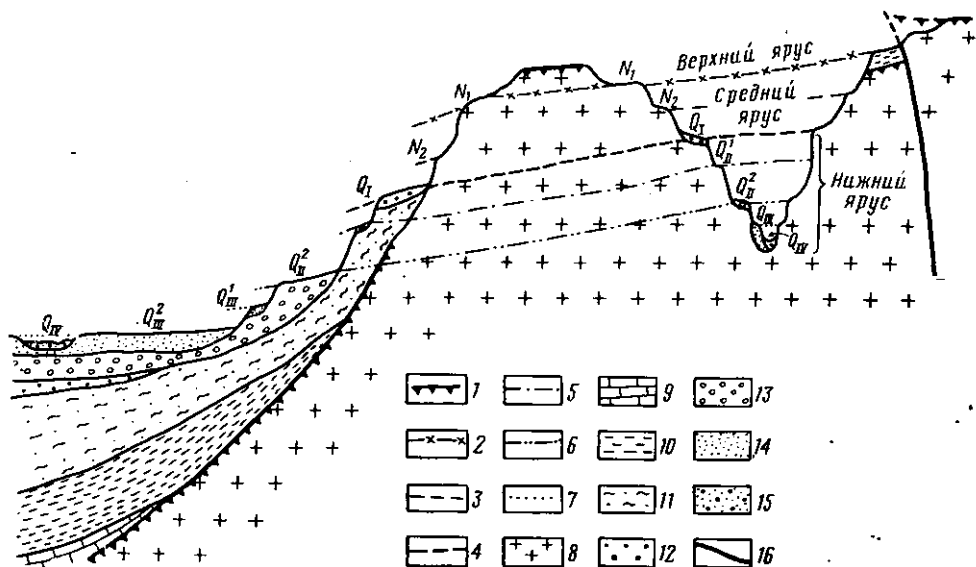


Рис. 3. Схема ярусности рельефа Среднеазиатских гор.

1 — доороженный пенеплен. Орогенные поверхности выравнивания: 2 — миоценовая, 3 — плиоценовая, 4 — раннечетвертичная, 5 — ранне-среднечетвертичная, 6 — поздне-среднечетвертичная, 7 — позднечетвертичные, 8 — домезозойские образования; 9 — мезозойские и палеогеновые морские осадки. Континентальные молассы: 10 — олигоцен-миоценовые, 11 — плиоценовые, 12 — раннечетвертичные, 13 — среднечетвертичные, 14 — позднечетвертичные, 15 — голоценовые, 16 — разрывы

ширину сохранившейся педиментной ступени после ее «съедания» по фронту нижерасположенной ступенью, а расстояние между ее тыловым швом и местом образования первоначального уступа. На рис. 1 за ширину педиментов в стадии 4 будет приниматься расстояние от разлома, на месте которого возник первоначальный уступ, до b , для современного, b_1 и a_1 для древних педиментов. Если ширину расценивать таким образом, то она в общем пропорциональна времени формирования педимента. Следует подчеркнуть, что полную ширину древних педиментов можно оценить только при наличии конседиментационно развивающегося разлома, на месте которого формировались уступы, как это было изображено на рис. 1. Если образование педимента происходило на крыле антиклинального (сводового) поднятия без разлома, а такие случаи пользуются не меньшим распространением, полную ширину древних педиментов определить невозможно, так как не известна линия, по которой был сформирован первоначальный уступ и от которой началось образование педимента за счет отступления уступа.

Ниже приводится примерная ширина разновозрастных педиментов северного склона Киргизского хребта, образовавшихся на фоне его поднятия по основным краевым разломам, ограничивающим хребет от смежной с ним Чуйской впадины. Ширина миоценовых педиментов со-

ставляла от 500 до 1500 м, плиоценовых — от 400 до 1100 м, раннечетвертичных — от 300 до 1000 м, в начале среднечетвертичной эпохи ширина педиментов была 200—500 м, в конце этой эпохи — 100—300 м; ширина позднечетвертичного педимента составляла от 40 до 100 м. Те же ступени (рис. 3) вырисовываются и внутри гор вдоль речных долин, где они образованы эрозионными процессами, отчего и могут быть названы террасами (цокольными или эрозионными). Именно по отношению к такой ступенчатости С. С. Шульц применял термин «цикловые террасы» (1940), а Ю. А. Скворцов — «террасовые долины» (1941). Каждая такая террасовая ступень в горах сливается по форланду гор с одновозрастной педиментной ступенью, которая во время образования первой служила практически базисом эрозии для нее.

Наличие педиментов по форланду гор и террасовых поверхностей в горах привело к ярусному строению рельефа гор в целом. Объем яруса и количество ярусов рельефа разными исследователями понимается по-разному (Марков, 1935; Костенко, 1948; Лоскутов, 1962; Трофимов, 1970). Нами в горах Средней Азии (рис. 3) выделены три орогенных яруса рельефа, образованных за время новейшего орогенеза (т. е. с олигоцена), границами между которыми служат миоценовая и раннечетвертичная поверхности, которые в рельефе сохранились наиболее отчетливо и имеют наибольшее площадное распространение (Чедия, Уткина, 1967; Уткина, 1968; Чедия, 1971). Верхний ярус коррелирует с нижней красной, относительно мелкообломочной части кайнозойских моласс; средний ярус соответствует палево-серой, наиболее грубообломочной в целом части моласс; нижний ярус коррелирует с сероцветной валуно-галечной и лёссовидно-суглинистой аллювиально-пролювиальной толщей, непосредственно связанной с современным рельефом.

ЛИТЕРАТУРА

- Кинг Л. Морфология Земли. М., «Прогресс», 1967.
- Костенко Н. П. Неотектоника юго-западного окончания Гиссарского хребта. «Докл. АН СССР», т. 63, № 5, 1948.
- Лоскутов В. В. Геоморфология Таджикистана. В кн. «Новейший этап геологического развития территории Таджикистана». Душанбе, 1962.
- Марков К. К. Геоморфологический очерк Памира. «Тр. Ин-та физической географии АН СССР», М.—Л., 1935.
- Пиотровский М. В. Проблемы формирования педиментов. В кн. «Проблемы поверхностей выравнивания». М., «Наука», 1964.
- Сваричевская З. А. Современные представления об эволюции цокольных равнин. В сб. «Проблемы поверхностей выравнивания». М., «Наука», 1964.
- Скворцов Ю. А. Метод геоморфологического анализа и картирования. «Изв. АН СССР, сер. геол. и геофиз.», №№ 4—5, 1941.
- Трофимов А. К. Тектонический и климатический факторы в истории древнего оледенения гор Средней Азии (Памир и Гиссаро-Алай). В сб. «Материалы по геологии кайнозоя и новейшей тектонике Тянь-Шаня». Фрунзе, «Илим», 1970.
- Трофимов А. К., Чедия О. К. К методике оценки интенсивности новейших тектонических движений по геолого-геоморфологическим данным на примере долины реки Акбура (Юго-Восточная Фергана). В сб. «Материалы по геологии кайнозоя и новейшей тектонике Тянь-Шаня». Фрунзе, «Илим», 1970.
- Уткина Н. Г. История геологического развития в позднем кайнозое Юго-Восточной Ферганы и Алая. «Изв. АН КиргССР», № 4, 1968.
- Чедия О. К., Уткина Н. Г. Новейшие структурные формы восточной части Алайского хребта. «Изв. АН КиргССР», 1967 № 5.
- Чедия О. К. Юг Средней Азии в новейшую эпоху горообразования. Фрунзе, «Илим», 1971.
- Шульц С. С. Опыт генетической классификации речных террас. «Изв. Геогр. о-ва», т. 72, вып. 6, 1940.
- Biro P. Essai sur quelques problemes de morphologie generale. Lisbonne, 1949.

ON THE PROBLEM OF PEDIMENT ORIGIN IN A MOUNTAIN REGION

N. G. UTKINA, O. K. CHEDIA

Summary

Initial scarp between two rather flat surfaces along foreland of growing mountains can result from different causes. The paper discusses the scarp forming as a result of differentiated movements along consedimentational faults. Complex of slope processes and evacuation of colluvium with ephemeral laminar streams account for the further scarp recession; their action causes enlargement of present-day pediments and migration of ancient pediment steps towards the interior parts of mountains. The process continues until growing consequent gully network becomes base level for the denudation. After that pediments of different age stop their migration and denudation agents begin to destroy them. Fragments of pediments however may be preserved for a long time and together with fragments of terraces of the same age account for stage structure of mountain area topography. Modern stage relief of the North Tjan-Shan is discussed as an example.
