

УДК 551.435.22

Д. А. ТИМОФЕЕВ

О ПЕДИМЕНТАХ И РАВНИНАХ ПЕДИМЕНТАЦИИ

Педимент — наклонная выровненная поверхность, образующаяся за счет разрушения и отступления крутого склона. Педиментация, по Л. Кингу, — это процесс плоскостной денудации и транзита наносов на поверхности педимента. На примере подгорных наклонных равнин Южной Монголии показано, что педиментации могут подвергаться не только педименты. Такие равнины предлагается называть «равнинами педиментации».

Педиментами принято называть пологонаклонные выровненные денудационные поверхности, располагающиеся у подножия уступов или крутых возвышающихся склонов. Педименты образуются за счет разрушения и параллельного отступления тылового уступа, т. е. путем бокового срезания возвышенностей или выравнивания сбoku. К формам этого типа относятся наклонные, слабоогнутые в продольном профиле равнины вокруг островных гор и у подножий уступов-чинков в семиаридных областях, издавна описывавшиеся на всех континентах. Однако территории развития педиментов не ограничиваются только семиаридными областями (Пиотровский, 1964; Тимофеев, 1965). Педименты формируются и в других морфоклиматических обстановках. Таковы, например, долинные педименты, образующиеся за счет отступления крутых бортов долин или уступов террас (Тимофеев, 1968; Мас, 1971), гольцовые террасы или криопедименты (Башенина, 1960; Czudek, Demek, 1970; Demek, 1971). Все эти формы выравнивания рельефа являются остаточными поверхностями, образующимися у подножия отступающих уступов. Именно отступление уступов многие исследователи считают сущностью процесса педиментации.

Однако, как писал в одной из своих ранних статей Л. Кинг (King, 1949), в процессе формирования педиментов необходимо различать две составляющие: отступление крутого склона-уступа и моделировку поверхности, возникающей после и вследствие отступления уступа. Эту вторую составляющую педиментообразования Л. Кинг и называл «педиментацией». Она заключается в выносе обломочного материала, образующегося при разрушении тылового уступа, в сохранении выровненности поверхности педимента и в ее слабой эрозионно-денудационной обработке.

Таким образом, агенты педиментации, во-первых, осуществляют транспортировку наносов через поверхность педимента. Это позволяет называть педименты поверхностями или склонами транзита материала. Во-вторых, агенты педиментации разрушают поверхность педимента, эродируют или корродируют ее. Однако в силу плоскостного характера действия агентов, какую бы природу они не имели — водно-эрозионную, дефляционную, криогенную, склоново-гравитационную, — производимая ими денудация имеет площадной эффект. Соответственно этому поверхность педимента не расчленяется (или расчленяется очень слабо), а прогрессивно выполаживается и несколько снижается. Расчленение педимента происходит лишь тогда, когда педиментация сменяется дру-

тими процессами, например линейной эрозией, вызванной изменениями в тектонической обстановке или колебаниями климата.

По измерениям С. Шумма на миниатюрных педиментах в бедлендах Южной Дакоты (Schumm, 1956, 1962) выяснилось, что наряду с отступанием тыловых крутых склонов (6—12 см за 8 лет) наблюдалось и заметное понижение поверхности самих микропедиментов плоскостным смывом (2,2 см за 25 месяцев). Таким образом, как подчеркивает А. Холмс (Holmes, 1969), педименты являются не только поверхностями транспортировки наносов, или «поверхностями компенсации» (Mensching, 1968) между возвышенными участками рельефа и низменными равнинами, к которым опускаются педименты, но и поверхностями слабой денудации.

В этом отношении частично прав С. С. Воскресенский (1971) в своих рассуждениях о том, что пологонаклонные денудационные поверхности типа педиментов представляют собой часто своеобразные «поверхности снижения», которые образуются за счет более активного развития пологих склонов по сравнению с крутыми¹. Действительно, в определенных условиях денудация пологих поверхностей может быть более интенсивной, чем крутых уступов. Выше было показано, что на пологих поверхностях педиментов идет денудация и иногда довольно заметная. Но все же утверждение С. С. Воскресенского о том, что отступление крутых склонов не доказывается фактами и что формирование педиментов путем такого отступления склонов сомнительно, не согласуется с имеющимися материалами по разным районам земного шара, в том числе и с количественными данными достаточно точных измерений. Сошлемся для примера на работы уже упоминавшегося С. Шумма (Schumm, 1956, 1962; Schumm, Chorley, 1964), а также исследования Д. Кунса (Koons, 1955), М. Мельтона (Melton, 1965), А. Раппа (Rapp, 1960), В. Таннера (Tapner, 1956). Наблюдения над интенсивностью денудации крутых склонов проводятся и в СССР. Упомянем, например, работы Н. С. Благоволина и Д. Г. Цветкова (1971).

Но вернемся к интересующему нас явлению педиментации. Как было показано, педиментация — это плоскостной снос, перенос обломочного материала и слабая денудация ровных поверхностей. Чтобы этот механизм начал работать, необходимо наличие исходной зачаточной ровной поверхности. Происхождение ее может быть различным — как экзогенным, так и тектоническим. Одним из частных случаев будут опущенные участки в разномно-блоковых морфоструктурах — «тектонопедименты» М. В. Пиотровского (Piotrovsky, 1970).

Возникает вопрос — обязательно ли наличие тылового уступа, возвышающегося над поверхностью, подвергающейся педиментации, и обязательно ли должно происходить отступление этого уступа, чтобы осуществлялась педиментация? Иначе говоря, подвергаются ли педиментации (в том узком смысле этого процесса, как его понимал Л. Кинг) только поверхности педиментов, или же педиментация может действовать и на других поверхностях, например на обширных подгорных равнинах? Эти равнины часто называют педиментами, что не всегда правильно. Педименты — это всего лишь элементарные формы начальных этапов выравнивания рельефа, и они имеют относительно небольшие размеры. Подгорные денудационные равнины — формы иного ранга. Если провести аналогию с аккумулятивными формами, то педимент

¹ Подобные взгляды высказывались В. Л. Суходровским (1957), который считал, что выравнивание рельефа, в частности формирование нагорных террас, осуществляется не путем попятного отступления крутых склонов и не благодаря постепенному выполаживанию склонов, а за счет прогрессивно расширяющихся субгоризонтальных площадок, на которых процессы разрушения коренных пород и сноса рыхлых грунтов идут активнее, чем на крутых уступах.

соответствует элементарному конусу выноса, а денудационная равнина аналогична аллювиально-пролювиальной равнине-шлейфу.

Совершенно очевидно, что в случае настоящего педимента и в случае подгорной денудационной равнины мы имеем, хотя внешне и сходные, но существенно различные геоморфологические ситуации. И различие это не только в масштабе форм и явлений. Если мы трактуем денудационную подгорную равнину как педимент, то мы должны допустить, что она образовалась за счет более или менее равномерного отступления фронта гор и сокращения их площади. Но фронт гор развивается совсем по-иному, чем тыловой склон над педиментом. Горный фронт представляет собой сочетание многочисленных отрогов, более или менее изолированных гор и холмов, разделенных узкими или широкими долинами больших и малых, постоянных и временных рек и ручьев. Единого уступа здесь нет. Имеется множество элементарных крутых склонов, создающих порой весьма причудливый рисунок. Не наблюдается и единого, равномерного отступления фронта гор.

Конечно, в зоне подножия гор можно найти педименты, которые возникают за счет разрушения и отступления частных крутых склонов. Конечно, эти педименты могут, соединяясь друг с другом, образовывать обширную равнину — педиplen. Но педиplen — это не просто большой педимент. Он формируется не только в зоне подножия гор, не только перед горным фронтом, а проникает внутрь гор по долинам, постепенно разъедает и выравнивает горы не только с краев, но и внутри. Этот процесс очень наглядно описан недавно Г. Ф. Уфимцевым (1971) в Восточном Забайкалье и хорошо виден на приводимых в его статье рисунках. В данном случае имеет место сокращение площади гор за счет прогрессивного распространения педиментов. Но это сокращение идет не столько путем общего отступления фронта гор и образования у его подножия наклонной денудационной равнины, сколько благодаря расчленению гор, отчленению отрогов и их «съеманию» элементарными педиментами, проникновению внутрь гор систем долинных педиментов, образованию «педиментных проходов» и т. д. Таким образом, принципиальное отличие заключается в том, что в случае образования элементарного педимента возвышенность, поднимающаяся над этим педиментом и ограниченная уступом или крутым склоном, не испытывает заметного изменения своей морфологии. В случае же образования педиплена (педиplенизации) на месте гор на всех стадиях развития происходит все более прогрессирующее расчленение, снижение и выравнивание горного массива, идущее как сбоку со стороны окружающих горы впадин, так и главным образом изнутри от многочисленных внутриворонных долин.

Но встречаются и другие случаи, когда даже при наличии подгорной денудационной равнины мы не имеем права говорить ни о типичных педиментах, ни о сокращении площади гор за счет развития педиментов. В то же время наблюдения показывают, что на таких подгорных равнинах происходит педиментация, т. е. плоскостная денудация и перенос обломочного материала. К таким образованиям относятся бэли Южной Монголии.

Бэли представляют собой наклонные подгорные поверхности, окаймляющие широкими полосами горные хребты Гобийского Алтая. Внизу они либо постепенно переходят в низкие равнины днищ впадин, сложенные континентальными отложениями мела и палеогена или четвертичными наносами, либо ограничиваются от этих равнин уступами-чинками. Сложены бэли в основном теми же породами, что и окружающие низкие равнины. В непосредственной близости от подножия гор местами на поверхность бэлей выходят плотные породы палеозоя, слагающие горы. Покров щебнистых пролювиальных четвертичных отложений на молодых бэлях, как правило, маломощен — от 1 до 3 м. Даже в отдель-

ных древних врезях, заполненных пролювием, мощность его не превышает 5—10 м. Бэли граничат с горами, возвышающимися над ними, по линиям молодых разломов, часть которых живет и сейчас. Поэтому верхняя граница бэлей обычно резкая, прямолинейная. Важно отметить, что бэли почти не заходят внутрь гор по речным долинам, как это бывает с подгорными педиментами. Морфологически бэли сходны с аккумулятивными пролювиальными шлейфами подножий гор аридных и семиаридных территорий, например гор Средней Азии. Однако бэли — это денудационные поверхности, сложенные коренными породами.

Работами Н. А. Флоренсова (Флоренсов, Логачев, 1963; Флоренсов, 1967) установлено, что бэли представляют собой участки древних (мел-неоген) аккумулятивных равнин, втянутых в очень молодое сводовое поднятие. Но нас в данном случае интересует не морфоструктурная сторона происхождения и развития бэлей, а особенности их морфоскульптуры. Наблюдения показали, что современная экзогенная моделировка поверхностей бэлей осуществляется главным образом временным русловым, струйчатым и плоскостным стоком. Во время редких, но сильных ливней, типичных для семиаридных и аридных территорий Гоби, и весеннего таяния снегов, которое иногда бывает очень бурным, вода заполняет русла временных водотоков, выходящих из горных ущелий на равнину. Особенно густая сеть этих русел наблюдается в верхней зоне бэлей. Эти водотоки выносят обломочный галечно-щебнистый материал из гор и испытывают существенную боковую миграцию, обходя пологие веерообразные вздутия на бэлях, внешне напоминающие конусы выноса, но сложенные коренными породами. Это так называемые «*gosc fans*» (скальные конусы), описанные американскими авторами в полупустынях юго-запада США (Johnson, 1932).

Временные русловые водотоки у подножия гор осуществляют боковую эрозию и транспортировку обломков. Заметной аккумуляции наносов не наблюдается. С удалением от гор число русел сокращается. Большинство из них иссыкает и распадается по почти плоской поверхности средней части бэля. Однако и здесь не происходит существенного накопления отложений. Здесь царят плоскостной и струйчатый смыв и перенос обломочного материала во время дождей. В сухие сезоны наблюдается интенсивная дефляция, удаляющая из поверхностного слоя мелкозем. В результате поверхность покрывается коркой щебня.

Таким образом, эрозия не приводит к расчленению средней части бэля. Наоборот, плоскостной ее характер способствует сохранению первично-равнинной поверхности. Видимо, переход от линейной эрозии, царящей в горах, к плоскостной, наблюдающейся на бэлях, определяется прежде всего изначальными изменениями в рельефе — переходом от гор к равнине. При этом во внутренней зоне бэля, вблизи от подножия гор, главную роль играют линейные временные водотоки, осуществляющие, однако, не только глубинную эрозию и расчленение, но и боковую планацию. Чем дальше от гор, тем количество линейных водотоков сокращается и ведущее значение приобретают струйчатый и мелкокоричневый плоскостной смыв и дефляция. Бэли являются равнинами транзита наносов и слабой плоскостной денудации, что роднит их с типичными педиментами. Отличие заключается в том, что бэли лишены отступающего тылового уступа. Они не могут быть причислены к педиментам, так как сформировались не за счет отступления тылового крутого склона.

По-видимому, образования такого рода следует называть равнинами педиментации.

Исследователи Монголии и соседних территорий конца XIX — начала XX вв. называли подгорные равнины типа бэлей «пьедесталами» (Обручев, 1894; Чернов, 1910). Американские исследователи Ч. Берки и

Ф. Моррис (Berkey, Morris, 1932), употребляя название, данное В. А. Обручевым, попытались идентифицировать эти пьедесталы с известными им педиментами. Как было сказано выше, это не педименты. Нам кажется, что для описанных здесь образований кроме монгольского термина «бэля» можно предложить название «пьедестал педиментации». Это название отражает морфологический облик этих равнин, представляющих собой обширные и высокие сводообразно поднятые пьедесталы венчающих их гор. Высота бэлей, измеренная по разнице высот между их верхней и нижней границей, достигает порой нескольких сотен метров и часто превышает относительную высоту гор над поверхностью бэля (Обручев, 1894). Это название характеризует и генетическую морфоскульптурную особенность бэлей — равнин педиментации, но не педиментов.

Равнины педиментации — не педименты могут быть обнаружены и в других геоморфологических ситуациях. В данном сообщении нам хотелось, во-первых, привлечь внимание исследователей к этим интересным геоморфологическим образованиям, во-вторых, подчеркнуть ограниченность понятия «педиментация» и то, что неверно толковать его как синоним понятия «формирование педиментов» и, в-третьих, кратко обрисовать различные типы формирования подгорных денудационных равнин и неправомерность отнесения всех их к педиментам.

ЛИТЕРАТУРА

- Башенина Н. В. Поверхности гольцового выравнивания как зональные разновидности педиментов. «Вестн. Моск. ун-та. География», № 6, 1960.
- Благоволин Н. С., Цветков Д. Г. Опыт применения повторной наземной фотограмметрической съемки для изучения динамики рельефа. «Геоморфология», № 1, 1971.
- Воскресенский С. С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. Изд-во МГУ, 1971.
- Обручев В. А. Орографический и геологический очерк Центральной Монголии, Ордоса, Восточной Ганьсу и Северной Шэньси. «Изв. РГО», т. XXX, вып. 2, 1894.
- Пиотровский М. В. Проблемы формирования педиментов. В сб. «Проблемы поверхностей выравнивания», М., «Наука», 1964.
- Суходровский В. Л. Вопросы формирования склонов в районах сурового климата. В сб. «Основные методические указания по гляциол. исследов.», вып. 15, Изд-во АН СССР, М., 1957.
- Тимофеев Д. А. Средняя и нижняя Олекма. Геоморфологический анализ территории бассейна. М.-Л., «Наука», 1965.
- Тимофеев Д. А. Условия образования долинных педиментов. В сб. «Вопр. морфолито-генеза в речных долинах». Чита. 1968.
- Уфимцев Г. Ф. Древняя поверхность выравнивания на юге Забайкалья. «Геоморфология», № 1, 1971.
- Флоренсов Н. А. К проблеме механизма горообразования во внутренней Азии, «Геотектоника», № 4, 1965.
- Флоренсов Н. А. О геоморфологическом аспекте проблемы горообразования. Методы геоморфол. исследов., Новосибирск, «Наука», 1967.
- Флоренсов Н. А., Логачев Н. А. Геоморфология и неотектоника. В кн. «Гоби-Алтайское землетрясение». М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Чернов А. А. Рельеф Гоби и его генезис. «Землеведение», кн. 1, 1910.
- Berkey Ch. P., Morris F. K. Pediment in the Gobi. «Bull. Geol. Soc. America», v. 43, No. 1, 1932.
- Czudek T., Demek J. Pleistocene cryopedimentation in Czechoslovakia. «Acte geogr. Lodz», No. 24, 1970.
- Demek J. Pedimenty a jejich vznik. «Geol. průzk.», v. 13, No. 7, 1971.
- Holmes A. Principles of physical geology, London, 1969.
- Johnson D. Rock fans of arid regions. «Amer. J. Sci.», v. 23, No. 138, 1932.
- King L. C. The pediment landform: some current problems. «Geol. Mag.», v. 86, 1949.
- Koons D. Cliff retreat in the southwestern United States. «Amer. J. Sci.», v. 253, 1955.
- Mac I. The valley pediments. «Rev. roum. géol., géophys. géogr. Sér. géogr.», v. 15, No. 1, 1971.
- Melton M. A. Debris-covered hillslopes of the southern Arizona desert — consideration of their stability and sediment contribution. «J. Geol.», v. 73, 1965.
- Mensching H. Bergfußflächen und das System der Flächenbildung in den ariden Subtropen und Tropen. «Geol. Rundschau», B. 58, H. 1, 1968.
- Piotrovsky M. V. The problem of pediments and morphotectonics. «Probl. of Relief Planation», Budapest, 1970.

- Rapp A.* Recent development of mountain slopes in Karkevagge and surroundings, north Scandinavia. «Geogr. Annaler», v. 42, 1960.
- Schumm S. A.* The role of creep and rainwash on the retreat of badland slopes. «Amer. J. Sci.», v. 254, No. 11, 1956.
- Schumm S. A.* Erosion on miniature pediments in Badland National Monument, South Dakota. «Bull. Geol. Soc. America», v. 73, No. 6, 1962.
- Schumm S. A., Chorley R. J.* Talus weathering and scarp retreat in the Colorado Plateau. «Zeitschr. f. Geom.», B. 10, 1966.
- Tanner W. F.* Parallel slope retreat in humid climate. «Trans. Amer. Geophys. Union», v. 37, No. 5, 1956.

Институт географии АН СССР

Поступила в редакцию
28.I.1972

ON PEDIMENTS AND PLAINS OF PEDIMENTATION

D. A. TIMOFEEV

Summary

Pediment is an inclined levelled surface which is formed as a result of destruction and retreat of a steep slope. After L. King, pedimentation is a process of sheet denudation and transport of debris on pediment surface. Not only pediments may be subjects of the pedimentation process as it has been illustrated by the piedmont sloping plains of Southern Mongolia. Such plains are proposed to be called plains of pedimentation.
