

УДК 551.4 (238.13)

**Г. Ф. УФИМЦЕВ**

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

## **ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРУАНСКИХ АНД**

*Описаны особенности рельефа и морфогенеза Перуанских Анд, представляющих собой расширенную часть молодого горного пояса, которой присущ ряд геоморфологических парадоксов и нарушений высотной поясности морфогенеза. Выделены главные типы речных долин и высокогорных озерных котловин, долинные и подгорные педименты, поверхности вулканической аккумуляции, береговые террасы и многообразные проявления эолового морфогенеза. Охарактеризованы основные виды памятников природы и морфологических ландшафтов.*

Ключевые слова: рельеф, морфогенез, географическая зональность, высотная поясность, береговые террасы, эоловые процессы.

*The characteristic features of the relief and morphogenesis of the Peruvian Andes are described, which represent an expanded portion of a young mountain belt with an intrinsic array of geomorphological paradoxes and disturbances in altitudinal zonality of the morphogenesis. This study identified the main types of river valleys and alpine lake depressions, valley and piedmont*

© 2010 Уфимцев Г. Ф. (ufim@crust.irk.ru)

*pediments, surfaces of volcanic accumulation, shore terraces, and varied manifestations of the aeolian morphogenesis. The main kinds of natural monuments and morphological landscapes are characterized.*

Keywords: relief, morphogenesis, geographical zonality, altitudinal zonality, shore terraces, aeolian processes.

У геологов и геоморфологов, как правило, возникает желание провести сопоставление двух молодых горных стран — Гималаев и Анд [1]. Геоморфологические характеристики Анд разрозненны и весьма скупы: в последней сводке по геологии Перу [2] текстовая характеристика рельефа составляет перечисление основных его элементов, а морфоструктурная карта по насыщенности изображения оставляет желать лучшего.

В этой ситуации источником информации для исследователя могут служить отчеты о путешествиях А. Гумбольдта [3], Ч. Дарвина [4] и Э. Пеппига [5], а также полувековой давности сводные работы по географии Южной Америки [6, 7] и более чем вековой давности сводка В. Сиверса [8]. Эти издания буквально насыщены полезными сведениями. Конечно, среди российских научных изданий периодически появляются работы о рельефе Анд и Южной Америки [9–21], но этого явно недостаточно.

В системе горного пояса Перуано-Боливийских Анд Перуанские Анды занимают центральное положение; они имеют наибольшую ширину и ограниченное распространение современного вулканизма, проявляющегося лишь на юге, вблизи вогнутого изгиба западной части Южноамериканского континента, так называемого «угла Арики», по Г. Штиле [22]. Но вулканические толщи неоген-четвертичного возраста распространены здесь гораздо шире [21, 23–25].

Настоящая работа основана преимущественно на личных наблюдениях в Перуанских Андах в результате тройного их пересечения от берега Тихого океана до Верхней Амазонии и других маршрутов, а также на картографическом анализе. Мы сознательно не затрагиваем в статье две темы — морфотектонику этой части Анд и морфологическую структуру вершинного пояса, описание которого неизбежно выводит на обсуждение более общего вопроса — о процессах нагорного выравнивания (альтипланации).

## РЕЛЬЕФ ПЕРУАНСКИХ АНД

В большинстве обзорных работ [7, 13, 16, 17, 21] и на картах [2, 23] геоморфологическое районирование Перуано-Боливийских Анд представлено следующим образом: береговая кордильера, продольная долина, затем Западная, Центральная и Восточная Кордильеры и Альтиплано между ними. С востока к Андам примыкают среднегорья и низкогорья монтаньи в Перу и системы небольших горных хребтов в Боливии. Таково, можно сказать, стандартное представление об Андах.

Обсуждение, насколько оно верно, опирается сразу в терминологическую проблему — что такое кордильера вообще, что такое андская кордильера в частности. Конечно, поиски в словарях и справочниках [26] в таких случаях всегда полезны, но мы должны учитывать то обстоятельство, что в обычных наших представлениях кордильера — это либо горный хребет как компактное двускатное и определенной относительной высоты горное сооружение, либо горная цепь из горных же хребтов. К тому же следует учитывать, что термин «кордильера» часто применяется в палеотектонических реконструкциях для обозначения высоких поднятий между бассейнами.

При построении обзорной карты тектонического рельефа Южной Америки [1] особое внимание вызывает то обстоятельство, что в Андах южнее экватора нет сколько-нибудь хорошо выраженных поднятий типа горных хребтов, из которых состоят высокогорные пояса Тянь-Шаня и Алтая или среднегорные Монголо-Сибирский и Верхояно-Колымский. Перуано-Боливийские Анды выглядят на модели тектонического рельефа единым высоким поднятием, своего рода нагорной ступенью, к которой с востока примыкают юнгас с их более сложным тектоническим рельефом и Пампинские Сьерры на севере Аргентины. Непосредственные же маршрутные наблюдения в Андах свидетельствуют о следующем.

На морфоструктурной карте Перу [2] береговая кордильера показана лишь на севере и юге, а продольная долина здесь сменяется предандийской равниной на побережье. Но и там, где показана береговая кордильера, — это сравнительно узкая полоса разобщенных береговых низкогорных массивов, водораздельные проходы между которыми широки и являются полем деятельности эоловых процессов, перемещающих из береговой зоны массы песка и пыли вглубь континента на десятки километров. В таких случаях говорить о какой-то целостной орографической системе или поясе береговых поднятий не приходится.

Восточнее располагаются уже более или менее крупные массивы среднегорья, западные склоны которых оформляют крутой и дробно расчлененный фронтальный уступ, создающий ощущение горного хребта. Но это односкатные образования; за ними в направлении на восток располагаются обширные высокогорные (3500–4000 м и выше) и плосковершинные ступени, над которыми возвышаются группы или одиночные горные массивы высотой 5500 м и более. Лишь Кордильера Негра, с

востока ограниченная продольной долиной р. Санты, имеет отчасти облик горного хребта. Находящаяся восточнее Кордильера Бланка представляет собой систему разделенных глубокими проходами высокогорных массивов-невадо, располагающихся на высокогорной же (более 4000 м) ступени. Несмотря на всю их «представительность», единого и двускатного горного хребта они не образуют. На юге Перу сколько-нибудь выраженный фронтальный уступ западного склона Анд отсутствует; здесь он сменяется пологонаклонными к океану поверхностями вулканической аккумуляции, увеличенными в размерах подобиями камчатских долов.

В центральной части Анд господствующими элементами рельефа являются пологоволнистые или плосковершинные ступени высотой 4000 м и более, разделенные глубокими, подобно долине р. Мараньон, и часто каньонообразными долинами, имеющими обычно продольную ориентировку. В целом системы продольных магистральных долин ориентированы в северо-западных румбах и обозначают общий пологий скат горного пояса по его простираению от озера Титикака и до изгиба долины Мараньона на северо-западе. На высоких нагорных ступенях располагаются изолированные друг от друга высокогорные выступы-невадо либо (на юге) вулканические постройки. Расположение массивов в таких группах по большей части хаотическое, и лишь в Кордильере Реаль, восточнее оз. Титикака, и Кордильере Бланка оно линейное. Но и здесь не приходится говорить о формах рельефа, соответствующих представлению о горном хребте.

### ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ РЕЛЬЕФА

Понятие «географическая зональность рельефа» подразумевает изменение рельефа и морфогенеза под воздействием климатических условий и имеет, следовательно, в своей основе широтную поясность: экваториальные условия морфогенеза сменяются на тропические (с достаточным увлажнением) или аридные, муссонные, гумидного климата средних широт и т. п. Это хорошо запечатлено в морфоскульптуре гор [27]. Существует ли такая зональность в рельефе Перуанских Анд, и как она проявляется?

Прибрежные среднегорья и низкогорья в Перу, соседствующие с пустынными песчаными равнинами, характеризуются дробным склоновым расчленением и обладают типичным для аридных гор обликом (рис. 1, *А*). В предельном варианте склоны таких гор практически сплошь скальные и представляют собой системы куполовидных десквамационных выступов, что свойственно горам экстрааридных территорий. В отличие от экстрааридных гор Сахары или Восточной пустыни Египта в горных массивах прибрежной полосы Перуанских Анд реже наблюдаются вертикальные раскрытые трещины с денудационной проработкой — прощелины.

Другая особенность аридных гор Перу — это распространение на их склонах песчаных потоков и покровов, даже пересекающих гребни. Об этом мы будем говорить ниже, здесь лишь скажем, что песчаные покровы часто существенно меняют облик береговых горных массивов путем его своеобразного «выравнивания», благодаря захоронению склоновых ложбин и подобных им форм рельефа.

Согласно справочной карте [28] годовая сумма атмосферных осадков в прибрежной полосе Перу не превышает 200–300 мм. В центральной части нагорья (район г. Куско) годовая сумма осадков достигает 800–1000 мм, а в направлении на северо-запад увеличивается до 1600 мм. Горы морфологически четко реагируют на выраженные сухой и дождливый сезоны. В районах городов Куско и Уанкайо горы становятся более массивными, степень расчленения склонов междуречий резко уменьшается по сравнению с западными районами Анд. Горы здесь имеют множественно-пирамидальную структуру (см. рис. 1, *Б*), столь характерную для муссонных гор Юго-Восточной и Южной Азии. Морфологически это полные аналоги последних.

На восточном склоне Анд и в монтанье годовая сумма атмосферных осадков может превышать 6000 мм [28], и это уже область экваториального морфогенеза. Район г. Тинго-Мария в бассейне р. Уальяга может служить хорошим примером горного экваториального леса (сельвы) и той морфологической основы, на которой она существует (см. рис. 1, *В*). Здесь среднегорные массивы характеризуются крутыми склонами, причем крутизна увеличивается к их основаниям. На фоне этого крутосклонного горного рельефа на гребнях и реже на склонах обособляются отдельные вершины высотой до 200 м, имеющие характерную форму «сахарных голов». В районе г. Тинго-Мария можно увидеть «сахарные головы» на разных стадиях формирования (см. рис. 1, *В*) и выстроить генетический ряд их преобразования.

Сначала на гребне или склоне обособляется вершина в виде усеченного конуса, в который вложена крутая выемка. Затем эта выемка превращается в седловину, и вершина распадается на две. На следующих стадиях формирования одна из вершин как бы подавляет другую, занимая доминирующее положение, и, в конечном счете, превращается в «сахарную голову», принимая облик или выпуклого конуса, или сильно вытянутого по вертикали купола с крутыми нижними частями склонов.

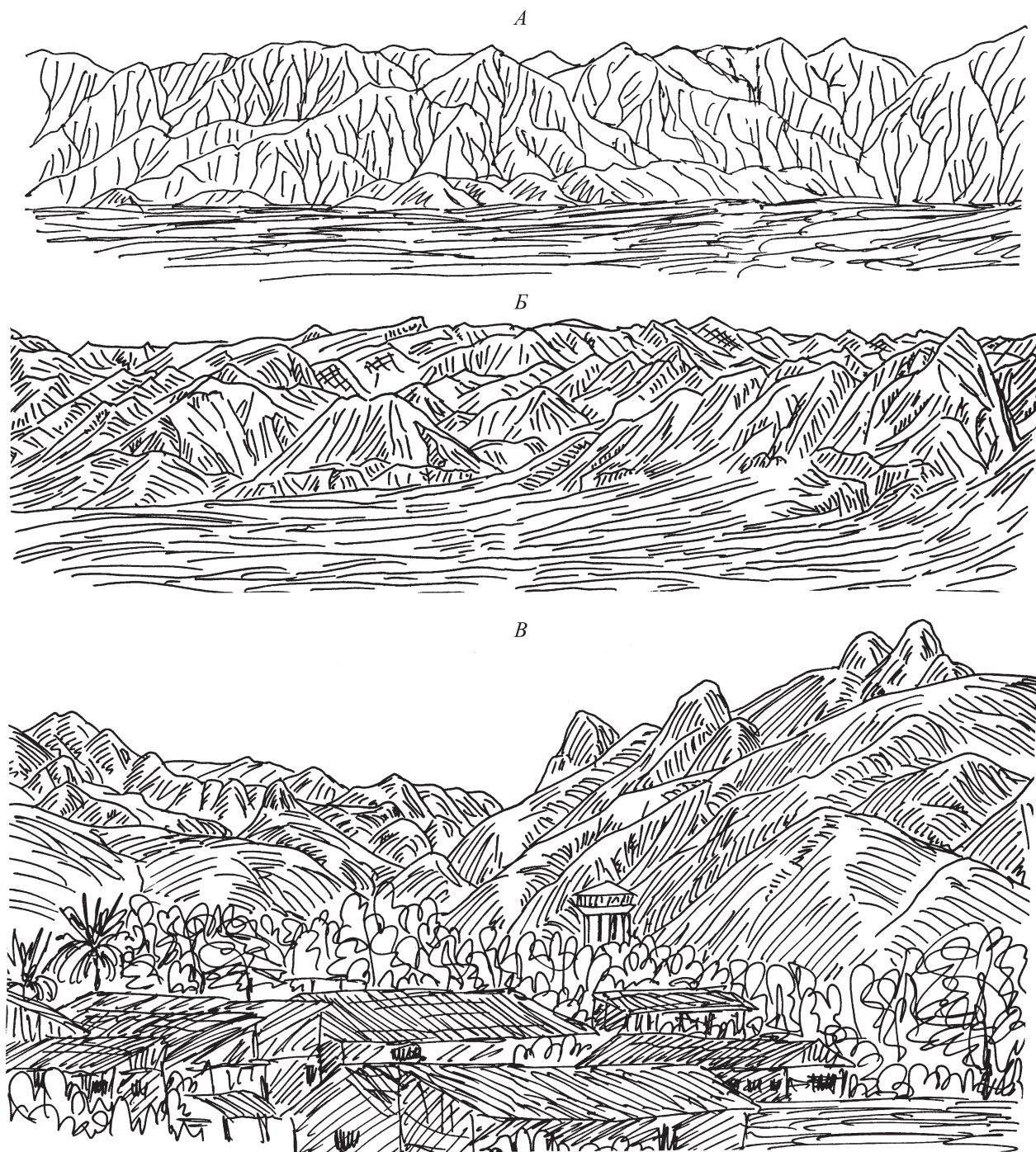


Рис. 1. Смена морфологии гор вкrest простираия Перуанских Анд.

*A* — аридные горы с дробным склоновым расчленением севернее г. Наска; *Б* — множественно пирамидальные (муссонные) горы южнее г. Куско; *В* — крутосклонные под покровом сельвы горы с формирующимися вершинами типа «сахарных голов» — экваториальные горы на восточном склоне Анд в районе г. Тинго-Мария.

В Перуанских Андах хорошо проявлена смена климатических типов гор вкrest простираия горного пояса. И, как оказывается, она подчиняется не общепланетарной широтной климатической зональности, а ввиду местных условий и в первую очередь вследствие одностороннего поступления (с востока) влажных атмосферных масс приобретает меридиональную ориентировку. Это и есть первый геоморфологический парадокс тропических Анд. Второй с ним тесно связан — это особенная (андская) высотная поясность.

## ВЫСОТНАЯ ПОЯСНОСТЬ МОРФОГЕНЕЗА

Перевал на дороге из г. Арекипа в долину р. Кольки (пос. Чивай) находится на высоте 4910 м над ур. моря. Это плоская или чуть волнистая поверхность вулканической аккумуляции (вулканического дола), над которой на высоту до 5800 м и более возвышаются вулканические постройки Амбато, Коропуна. Вся поверхность дола покрыта каменными россыпями и хрящом, мелкообломочный материал вынесен сильными ветрами. В основную уплощенную поверхность дола на глубину до 15–20 м вложены замкнутые западины, днища которых заняты небольшими солеными озерами (салинас). На высоте почти 5 км расположена типичная каменистая пустыня.

В верховье долины, на 100–120 м ниже каменистой пустыни, на ее борту и особенно на придорожных откосах распространены наледы в виде ледяных сталактитов весьма живописной формы. Ниже (при спуске с перевала) мы наблюдаем обширную низину, или котловинообразную долину с низкими бортами и распластанным по днищу стоком, где отдельные медленные струи буквально петляют между мочажинами или подушкообразными (что-то вроде гигантских кочек) выступами. Встречаются также небольшие наледы и снежники.

Таким образом, высотная поясность здесь как бы перевернута — наверху каменистая пустыня и, в общем, аридный морфогенез, а ниже, в условиях некоторой увлажненности, проявляются криогенные процессы.

В качестве другого примера можно привести нагорную ступень высотой более 4000 м между котловиной Аякучо и долиной р. Пампас. В поверхность нагорной ступени на глубину 500 м и более врезаны долины. На их бортах склоны и боковые гребни имеют двучленное строение. На гребнях и в верхних частях склонов царит каменный хаос — это группы скал или скальных стенок, часто с характерными выпуклыми поверхностями десквамационной отдельности, т. е. обычный вариант аридной склоновой морфоскульптуры. Нижние части боковых гребней представляют собой группировки пирамидальных вершин; здесь уже господствует морфоскульптура муссонных гор. Удивительно то обстоятельство, что переход от вершинной и привершинной аридной морфоскульптуры к таковой муссонной в нижней части склонов носит резкостный характер.

## ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РЕЧНЫХ ДОЛИН

В структуре гидросети такого крупного поднятия, каким являются Перуанские Анды, как бы это ни казалось странным, главные (магистральные) водотоки имеют преимущественно продольную ориентировку и большинство из них северо-западное или северное направление течения. Это хорошо отражает общий продольный перекосяк тектонического рельефа с его постепенным понижением от Альтиплано до поперечного отрезка долины Мараньона на севере. Рисунок гидросети демонстрирует и другую особенность этого горного сооружения — оно практически лишено двускатности.

Соответственно и долины имеют в основном продольную ориентировку, разделяя высокие нагорные ступени на блоки. Такова долина Мараньона, в средней своей части врезанная в поверхность нагорья более чем на 2,5 км. Большая ее часть — глубокий каньон, сужения которого чередуются с относительными расширениями [7].

Таковую же морфологию имеет и поперечной ориентировки долина р. Кольки, врезанная в поверхность вулканического дола. Здесь ее глубокие каньонообразные участки чередуются с расширениями, днища которых однако составлены высокими (до 200 м и более) надпойменными террасами, а русло обычно располагается в узких молодых врезках переменной глубины. В продольных магистральных долинах, например долины р. Пампас, тоже можно наблюдать высокие (сотни метров) надпойменные террасы, в верхней части сложенные валунниками, нередко перекрытыми слоем (до 5–6 м) покровных лёссовидных отложений с характерной вертикальной отдельностью.

Конечно, весьма любопытно то, что именно протяженные продольные реки в Перуанских Андах имеют узкие долины (каньоны), между тем как в пределах нагорных ступеней их притоки часто имеют достаточно широкие долины с комплексами надпойменных террас. Именно такие долины наиболее освоены в сельскохозяйственном отношении. Они, как правило, подвешены над магистральными и в низовьях обычно сменяются сужениями с крутым падением тальвегов.

Продольные широкие долины в Андах относительно редки и тоже имеют висячий характер, резко увеличивая падение тальвегов в своих приустьевых частях. Они имеют облик узких и протяженных впадин или долин-грабен (долины Вильканота южнее г. Куско или Мантаро около г. Уанкайо), в днищах которых участки с преобладанием поймы могут чередоваться или соседствовать с широкими и высокими (до 50 м и более) надпойменными террасами. Такого рода понижения тектонического рельефа иногда сопровождаются неширокими полосами блоковых полей на краях нагорных ступеней и имеют шовный характер. Например, долина р. Вилканоты и ее южное продолжение в пределах впадины оз. Титикака по простиранию сменяются системой полуостровных и островных вытянутых наклонных на запад низкогорных массивов.

Для центральных частей высоких ступеней нагорья весьма характерны широкие с пологими бортами, но нередко ограниченными скальными стенками долины, которые вложены в вершинный уровень альтиплано на глубину не более 200 м. Русловый процесс в пределах таких низин или котловинообразных расширений обычно подавлен: потоки разделяются на медленные струи между кочковидными выступами. А значительная ширина долин (так же всячих) во многом обеспечивается распространением педиментов по их окраинам.

Для глубоких долин (каньонов) или вообще долин с крутыми бортами в Перуанских Андах весьма характерны два вида форм: скальные вертикальные стенки, секущие борта долин и пересекающие боковые гребни, и крупные обвалы или скальные оползни в виде сопряженных стенок отрыва и аккумулятивных тел с бугристо-западинным микрорельефом. Такую ситуацию можно наблюдать в каньоне р. Колька, в верхних частях долины р. Форталезы при подъеме на Кордильеру Негра и в долине р. Урубамбы на пути к Мачу Пикчу. Словом, здесь это распространённое явление. В сущности, мы имеем дело со специфичными формами проявления живой тектоники приповерхностных частей литосферы, где экзогенные и эндогенные процессы и факторы взаимосвязаны.

Выше мы уже говорили о том, что андские долины отличаются террасированностью своих днщ. Однако часто днища долин могут быть существенно преобразованы склоновыми процессами — в первую очередь обвалами, когда аккумулятивные тела последних практически полностью перекрывают флювиальные формы и днища долин принимают своеобразный террасоувальный облик с характерным бугристо-холмисто-западинным микрорельефом. Верховья долины р. Форталезы в Кордильере Негра служат хорошим примером такой ситуации.

### ДОЛИННЫЕ И ПОДГОРНЫЕ ПЕДИМЕНТЫ

В Перуанских Андах распространены три вида педиментов: долинные — в контурах речных долин; подгорные, обрамляющие изолированные массивы или, напротив, располагающиеся по периферии внутриворонных котловин; нагорные, являющиеся частью верховых котловинообразных расширений речных долин и входящие в состав вершинного пояса альтиплано. Нагорные педименты обычно привязаны к уровню тальвегов верховых долин, а другие виды педиментов занимают высокое положение на склонах или бортах долин. Снизу они ограничены уступами высотой иногда в сотни метров.

Примером такого рода образований является придолинная пологонаклонная поверхность в верхней части правого борта долины р. Колька у пос. Чивая (рис. 2). Поверхность к тому же имеет литогенный характер и вдоль бровки ограничивающего ее уступа приурочена к кровле вулканического покрова, затем она полого поднимается к верхней части борта речной долины и сочленяется со склоном посредством угловатого вогнутого перегиба. Практически этот педимент (или педиментоподобная литогенная ступень) располагается в верхней части борта долины, а уступ, отделяющий его от днища последней, имеет высоту не менее 400 м. Таким образом, эта долинная локальная поверхность выравнивания приближена к нагорной позиции.

Подобную позицию занимает пояс подгорных педиментов под южным бортом котловины Аякучо (см. рис. 2). Высота ограничивающих их снизу бортов долин значительно превышает таковую выше расположенных склонов. Это педименты шириной до нескольких километров, и потому перепад высот их поверхностей достигает сотен метров. На пологонаклонных поверхностях иногда располагаются островные горы; обычно с одной стороны они подрезаны молодыми врезами. Последние имеют каньонообразный облик. Сами поверхности педиментов внешне однообразны и со склонами, расположенными над ними, сочленяются посредством угловатых вогнутых перегибов. Граница системы склон—педимент тоже довольно простая и в плане образует весьма пологие изгибы (резких заливообразных вхождений педиментов в нагорную ступень не наблюдается). Возможно, что здесь педименты исчерпали возможности расширения, и их границы распространения приближены к тектоническим ограничениям котловины Аякучо.

Близкие по характеру педименты можно наблюдать на северо-западной окраине г. Куско, у инкской крепости Саскауайаман. Здесь высокий педимент образует широкий водораздельный проход и отделяет от основного горного массива ряд гор. На его поверхности располагается выпуклое скальное возвышение высотой не более 35–40 м с характерными выпуклостями десквамационной отдельности (реликтовая форма?). В котловине оз. Титикака береговые низкорослые массивы и ее борта обрамлены подгорными педиментами шириной во многие сотни метров и с четким ограничением посредством угловатых вогнутых перегибов от выше расположенных склонов (см. рис. 2).

Как и в долине р. Кольки, поверхности педиментов здесь скользят по кровлям пластов устойчивых к выветриванию горных пород, залегание которых согласуется с уклонами поверхностей педиментов. Сами они от низких прибрежных равнин и широких приустевых частей долин отделены

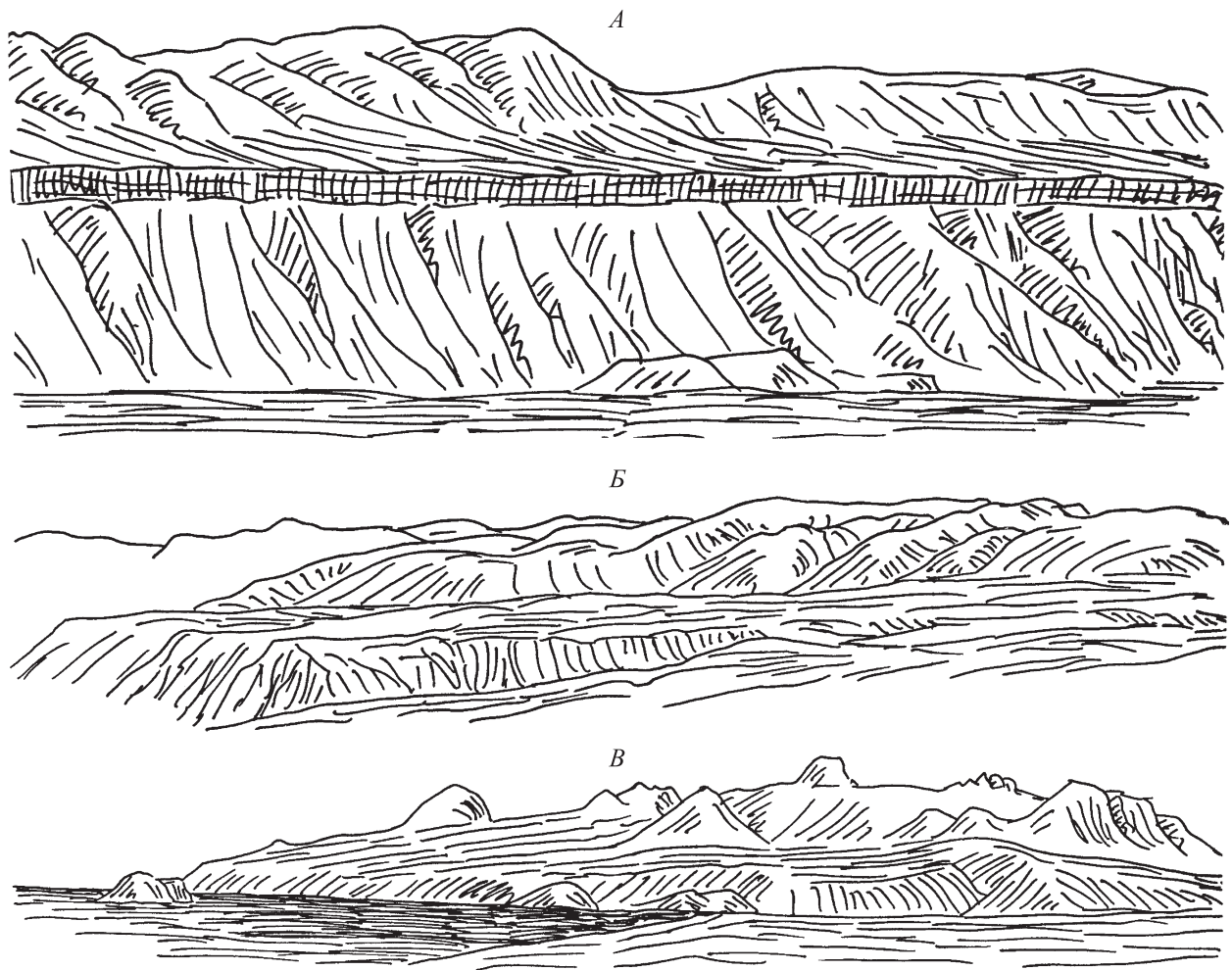


Рис. 2. Долинные и подгорные педименты в Перуанских Андах.

*A* — высокий педимент на правобережье долины р. Колька у пос. Чивая (севернее Арекипы); *Б* — высокие педименты под южным бортом котловины Аяучо; *В* — подгорные педименты, обрамляющие береговой массив на западном побережье оз. Титикака.

уступами высотой 40 м и более. На берегу озера, в части, прилегающей к п-ову Копакабана (Боливия), эти широкие педименты практически полностью обрамляют горный массив (см. рис. 2).

Несомненно, педименты в разных своих видах вносят существенный вклад в распространение ступенчатого рельефа.

### ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ДОЛЫ

В районе городов Арекипа и Мокегуа крутые уступы береговых горных массивов исчезают и заменяются пологонаклонной на юго-запад поверхностью вулканической аккумуляции. Над поверхностью возвышаются вулканические конусы, из которых активно действующий — вулкан Убинас, а также более сложноустроенные вулканические массивы с несколькими центрами извержений (вулканы Коропуна, Амбато, Чачани и др.) и с разной степенью разрушенности экзогенными процессами. Поверхность вулканического дола занимает значительную часть угла Арики и на северо-востоке простирается за вулканы Мисти и Чачани, так что ее ширина превосходит 100 км.

В этом образовании можно выделить две генерации. Первая — это главная верхняя поверхность преимущественно неогеновой вулканической аккумуляции, на которую насажено большинство вулканических массивов севернее и северо-западнее Арекипы. На севере и северо-востоке она располагается на высотах более 4000 м и превращена в каменистую пустыню (в ландшафтном отношении в толу или парамо).

Нижняя поверхность вулканического дола является частью неглубокой котловины Арекипы и тоже имеет пологий наклон на юго-запад, где она ограничена обращенным на северо-восток тектоническим уступом, в основании которого располагается ступень в виде гряды холмогорья. Сложена

эта поверхность в основном четвертичными вулканитами, главным образом продуктами извержений вулканов Чачани, Мисти и Чика Чика. При этом она имеет небольшие размеры и разобрана эрозийными врезами на отдельные плосковершинные массивы или террасоподобные ступени (мезы).

### ЭОЛОВЫЙ МОРФОГЕНЕЗ

Белый песчаный и пылеватый материал для эоловых перемещений на высоте более 4000 м севернее вулканов Мисти и Чачани поставляют слаболитифицированные риолитовые вулканические туфы. Эоловый перенос здесь работает столь эффективно, что мощность рыхлых образований на равнинной поверхности вулканического дола редко превышает 20 см, а порой они вообще отсутствуют. Потоки песка напользают на окружающие невысокие горные массивы хорошо видимым белесым покровом, поднимаясь вплоть до водораздельных седловин в форме языков и лопастей.

На побережье Перу береговые низкие равнины, а также низкогорные и среднегорные массивы находятся под постоянным ветровым воздействием, которое распространяется вглубь континента на многие десятки километров. Причем все это происходит под постоянным «покровом» знаменитых гаруас — прибрежных туманов.

Воздействие на горный рельеф побережья ветрового переноса и формирование песчаных языков, потоков и покровов приводят нередко к удивительным результатам. На север от Лимы береговые массивы (в своей основе скальные, с глубоким склоновым расчленением) принимают на себя перемещающийся от берега песчаный материал, так что их основания превращаются в пологонаклонные «антишлейфы» (рыхлый материал перемещается вверх по склонам), а выше уже склоны перекрываются песчаными языками и покровами, которые поднимаются до гребней и пересекают их по седловинам. В одном случае, у северных предместьев Лимы, береговой горный массив полностью потерял свои исходные морфологические черты и принял вид гигантского купола без каких-либо форм склонового расчленения — его скальная основа полностью перекрыта (высота массива более 300 м) эоловыми песками (рис. 3). Береговой склон этого массива имеет крутизну более 30° и тем не менее тоже



Рис. 3. Влияние эоловой аккумуляции на облик гор (песчаные накопления обозначены крапом).

*А* — низкогорный массив на побережье южнее г. Лимы; *Б* — песчаный язык, перекрывающий склон горного массива над поверхностью высокой террасы на левом борту устьевого раструба долины р. Писко; *В* — куполоподобный береговой массив севернее г. Лимы с полным перекрытием эоловыми песками скального основания.



перекрыт песками, струи которых поднимаются от пляжа. В оплывинах местами обнажаются коренные породы — мощность песчаного покрова на этом склоне не превышает первых метров, а вот морфологические следствия ветровой деятельности впечатляют.

Размеры песчаных покровов и языков порой весьма значительны. В устьевом раструбе долины р. Писко, на входе ее в горы (в удалении на десятки километров от берега океана), левый борт долины на значительном протяжении (несколько километров) и по высоте перекрыт песчаным покровом, существенно изменяющим морфологию склона (см. рис. 3). Примечательно, что эоловые пески здесь залегают именно на борту долины, а не на поверхности высокой террасы, сопряженной с такой же террасовой поверхностью на берегу океана.

## БЕРЕГОВЫЕ ТЕРРАСЫ

Наши знания о морских террасах западного побережья Южной Америки весьма ограничены. В известной сводке по морским берегам морей и океанов [20] приводятся в основном материалы из старых (но не устаревших!) публикаций. В этом случае любые наблюдения рельефа береговой зоны и побережья могут быть полезными и позволяют накапливать фактологическую основу для обобщений.

Почему в заголовке и далее по тексту говорится не о морских, а о береговых террасах? Во-первых, высокие террасы или террасоподобные поверхности на морском побережье могут иметь полигенетический характер. Например, указанная выше высокая левобережная терраса в долине р. Писко представляет собой (в морфологическом смысле) вхождение в устьевой раструб долины высокого террасового уровня (50 м и более), на побережье представляющего собой морскую террасу. А вот высокая террасовидная поверхность, обрывающаяся к берегу океана уступом высотой более 60 м, на которой располагается г. Лима, сложена несортированными и слаболитифицированными валунными конгломератами с прослоями песчаников и гравелитов. Это пролювиальные образования, и никаких вложений в эту толщу морских образований не наблюдается.

Северо-западнее г. Каманы, около городов Оконья и Пескадор, над берегом наблюдается наклонная к океану ступень высотой более 200 м. С поверхности она сложена валунно-галечным материалом плохой окатанности. Видимо, это тоже высокий конус выноса.

Второй момент, который следует учитывать, — это мощная эоловая обработка поверхностей террас. Она может способствовать изменению их первичных уклонов за счет накопления эоловых песков в тыловых швах. Действительно, наблюдаемые на тихоокеанском побережье Перу береговые террасы часто имеют заметные уклоны, и это можно интерпретировать по-разному: 1) влияние эоловых процессов; 2) быстрый ход наступаний (трансгрессий) моря на сушу и 3) рельеф коренного ложа рыхлых, в том числе морских, отложений. Последний пункт не случаен, поскольку здесь, в Перу, морфология и строение береговых террас оказываются порой удивительными.

Наиболее далеко на юг от Лимы тянется высокая береговая терраса с уступом высотой более 50 м. К этому же уровню относится и поверхность древнего конуса выноса, на котором расположен г. Лима. Уступ этой высокой террасы то непосредственно выходит в береговую зону, то удаляется от него, и тогда побережье занято либо низкой аккумулятивной равниной, либо более низкими террасами. В районе между прибрежными поселками Атико и Чала в обнажениях на уступе 10–15-метровой террасы довольно многочисленны крупные раковины мактр и фрагменты колоний морских желудей, что свидетельствует о «морском» характере ее происхождения. А в долине р. Писко на участке устьевого раструба можно увидеть вхождение в горы террасы 50-метрового уровня. К этому следует добавить, что поверхности более низких террас между городами Оконья и Ломас так же обрамляют береговые массивы или высокую террасу и входят в устьевые участки речных долин.

На участке тихоокеанского побережья Перу между Каманой и Ломасом распространены береговые террасы высотой 20, 15 и 8 м (высота ограничивающих их уступов) и фрагментарные абразионные уровни на мысовых выступах, высота которых обычно не превышает 5 м. В разрезе песчано-гравийных отложений 20-метровой террасы можно наблюдать, что песчаный слой мощностью около 50 см включает сложные нарушения первичного залегания слойчатости — результата воздействия сейсмических ускорений на обводненные и недиагenezированные отложения<sup>1</sup>.

На участке между городами Атико и Чалой на поверхностях высоких 50- и 20-метровой береговых террас распространены своеобразный ландшафт руинных скал — возвышающихся над поверхностью многочисленных и часто сближенных в основаниях скальных выступов высотой не более 8–10 м. Причем насыщенность ими рельефа такова, что местами основная поверхность террасы буквально теряется. В природе этого явления, конечно, следует разбираться, укажем лишь на следующие моменты.

<sup>1</sup> Такого рода образования в последнее время называют сейсмитами.

Во-первых, такие группы скальных руин распространены в современной береговой зоне около мысовых выступов, и кекуры здесь имеют основания как приглубые, так и на осушке, и тоже, как и на террасах, группируются в руинные скопления. Во-вторых, руинные скалы располагаются не только на поверхностях береговых террас, но бывают погребены осадками последних, что можно хорошо наблюдать на уступе 20-метровой террасы, где зубчатые скальные выступы чередуются с рыхлыми слоистыми образованиями. Такого рода ситуацию с погребением абразионного рельефа фактически на начальной стадии его развития и без выработки абразионных платформ можно принимать за свидетельство быстрого перемещения береговой линии в сторону суши.

В-третьих, руинные скалы на поверхностях высокой и 20-метровой береговых террас часто перекрыты эоловыми песками и представляют собой песчаные конусы, на вершинах которых могут обнажаться коренные породы. Кроме того, руинные скалы часто несут следы преобразований под воздействием температурной десквамации (шелушения) коренных пород и из скальных выступов неправильной формы благодаря этому преобразуются в купола, ограниченные выпуклыми поверхностями десквамации. Причем хорошо видно, что на поверхности высокой (50-метровой) береговой террасы процесс десквамационного преобразования форм скальных абразионных выступов значительно выше, нежели на поверхности 20-метровой террасы. И во всех случаях эти ландшафты руинных скал на береговых террасах являются замечательными творениями природы, которыми насыщен рельеф Перуанских Анд.

### ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ

Как и везде, в Перу на первом месте по известности стоят сады камней и каменные замки [29, 30]. Количество их напрямую связано с тем обстоятельством, что аридность климата (постоянная или сезонная) является здесь одним из основных факторов морфогенеза. Известны и описаны, в том числе в альбомах и путеводителях, сады камней в районе городов Кахамарка и Хуинин, в других местах [31, 32]. Но, пожалуй, еще большая информация заключена в фотоизображениях на почтовых открытках, наиболее удобна она и при использовании в научном отношении, поскольку заостряет внимание на определенных объектах, которые, как оказывается, сопровождаются и другими памятниками природы.

Так, замечательный каменный замок на левом борту долины р. Кольки сопровождается скальными обвалами и оползнями с интересными морфологическими особенностями. А руинные скальные группы на береговых террасах тихоокеанского побережья дают возможность анализа интереснейших вариантов берегового морфогенеза в условиях высокой тектонической подвижности. И, наконец, массив Уаскарана в Кордильере Бланка продуцирует на своих склонах катастрофические грязекаменные потоки и грунтовые лавины [33].

Самые распространенные живописные формы рельефа в Андах — скальные стенки, скальные «крепости» и «замки». Наиболее часто они встречаются в привершинных частях склонов, на бортах котловинообразных верховых расширений долин, где являются главными элементами систем педимент—склон.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Даже при кратковременном посещении Перуанских Анд нетрудно заметить, что в них много общего с другими молодыми горными поясами. Однако столь же примечательны особые черты рельефа и морфогенеза, которые мы обозначили как «геоморфологические парадоксы». Действительно, именно в меридионально вытянутой на многие тысячи километров горной системе следует ожидать знакомства с яркими проявлениями воздействия широтной климатической зональности на морфогенез. Но вот в расширенной части горного пояса в Перуанских Андах мы обнаруживаем и долготную климатическую зональность, и своеобразие высотной поясности.

Другая особенность рельефа Перуанских Анд — это его ступенчатость (тектоническая или денудационная); причем выработку плосковершинных высокогорных ступеней во многом определяет комплекс процессов алтипланаии. Здесь нагорные поверхности выравнивания (они тоже могут иметь ступенчатую морфологию) во многом обеспечивают эоловые процессы, значение которых в морфогенезе западного склона и центрального нагорья Анд трудно переоценить.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (08–05–00105).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уфимцев Г. Ф. Горные пояса континентов и симметрия рельефа Земли. — Новосибирск: Наука, 1991. — 169 с.
2. *Geologia del Peru* // Instituto Geologico Minero y Metalurgico. Boletin № 55. — Lima-Peru, 1995. — 177 p.
3. Гумбольдт А. Путешествие в равноденственные области Нового Света в 1799–1804 гг. Остров Тенерифе и Восточная Венесуэла. — М.: Госгеографлит, 1963. — 503 с.
4. Дарвин Ч. Путешествие натуралиста вокруг света на корабле «Бигль». — М.: Госгеографлит, 1955. — 576 с.
5. Пеппинг Э. Через Анды к Амазонке. — М.: Госгеографлит, 1960. — 223 с.
6. Гожев А. Д. Южная Америка. Физико-географическая характеристика. — М.: ОГИЗ, 1948. — 360 с.
7. Лукашова Е. Н. Южная Америка. Физическая география. — М.: Гос. учеб.-пед. изд-во, 1958. — С. 465.
8. Сиверс В. Южная и Средняя Америка. — СПб: Просвещение, 1904. — 660 с.
9. Ананьев Г. С. Морфоструктура Эквадора // Геоморфология. — 1996. — № 2. — С. 37–50.
10. Борисевич Д. В. Поверхности выравнивания Южной Америки // Геоморфология. — 1983. — № 3. — С. 11–21.
11. Борисевич Д. В. История развития рельефа материков — фрагментов Гондваны. — М.: Наука, 1985. — 117 с.
12. Геология Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана. Т. 2: Магматизм и тектоника / Под ред. Л. И. Красного — Л.: Недра, 1978. — 248 с.
13. Герт Г. Геология Анд. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1959. — 292 с.
14. Кладовщикова М. Е. Развитие рельефа и рельефообразующих процессов окраинно-материковых гор (на примере Анд): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2008. — 24 с.
15. Красный Л. И. Очерк геологии Боливии // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1973. — № 1. — С. 38–55.
16. Кропоткин П. Н., Шахваростова К. А. Геологическое строение Тихоокеанского подвижного пояса. — М.: Наука, 1965. — 366 с.
17. Пушаровский Ю. М. Введение в тектонику Тихоокеанского сегмента Земли. — М.: Наука, 1972. — 222 с.
18. Русанов А. Б. Тектоника и эрозионная сеть континентов (на примере Африки и Северной и Южной Америки) // Геотектоника. — 1979. — № 2. — С. 41–48.
19. Соловьев С. Л., Го Ч. Н. Каталог цунами на восточном побережье Тихого океана. — М.: Наука, 1975. — 204 с.
20. Берега Тихого океана / Отв. ред. В. П. Зенкович. — М.: Наука, 1967. — 375 с.
21. Хаин В. Е. Региональная геотектоника. Северная и Южная Америка, Антарктида и Африка. — М.: Недра, 1971. — 548 с.
22. Штилле Г. Ассинтская тектоника в геологическом лике Земли. — М.: Мир, 1968. — 255 с.
23. Геологическая карта Южной Америки. М-6 1:5 000 000 / Гл. ред. Н. А. Беляевский. — М.: ВНИИзарубежгеология, 1979.
24. *The Andes. Active Subduction Orogeny* / Ed. O. Onken. — Berlin, Heidelberg: Springer, 2006. — 569 p.
25. Кордильеры Америки / Ред. О. Э. Чайлдс, Б. И. Биб. — М.: Мир, 1967. — 242 с.
26. *Enciclopedia universal ilustrada*. — Lima: Editorial Milla Batres, 1977. — Т. 1–7. — 3871 p.
27. Уфимцев Г. Ф. Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза). — М.: Науч. мир, 2008. — 352 с.
28. Перу. Общегеографическая карта. М-6 1:3 000 000. — Омск: Роскартография, 1994.
29. Simantirakis V. Una Murada al Peru Petreo. — Lima: DDK Lima Estudio, 2008. — 174 p.
30. Wust W. H. Machu Picchu y el esplendor de las selvas de montana. — Lima: PEISA, 2003. — 176 p.
31. Peru. Insight guides / Ed. R. Barrett. — NY: Langenscheidt Publ., Inc., 2005. — 360 p.
32. Rachowiecki R., Beech Ch. Peru. — London: Lovely Planet, 2004. — 260 p.
33. Plafker G., Eriksen G. E., Concha J. F. Geological Aspects Effects in the Peru Earthquake of May 31, 1970 // Bull. Seismolog. Soc. of Amer. — 1971. — Vol. 61, № 3. — P. 543–578.

*Поступила в редакцию 10 сентября 2009 г.*