

ANCIENT CONTINENTAL DUNES IN THE UPPER VOLGA BASIN: THEIR ORIENTATION, STRUCTURE, GRANULOMETRIC COMPOSITION

A.N. DRENOVA

Summary

Eolian sand dunes are widespread in the Upper Volga basin on the 1st and 2d terraces of the Volga River and its tributaries. Dunes' directions indicate that they were formed by western, northwestern, and, more seldom, by southwestern winds. Their sections show distinct contact between eolian and underlying deposits, though there is no fossil soil in between. Hence one may suggest that dunes formation was preceded by period with strong winds, which prevented sand accumulation and eroded the surface that was not protected by vegetation. The velocity of wind during the dunes formation was much higher than present-day one – not less than 5.2–6.5 m/s. An age of dune massives can be estimated by ^{14}C datings of archeological sites on their surface: 9–8 kyr B.P. Therefore dunes development had stopped by that time and they were covered by vegetation.

УДК 551.435.2(68)

© 2011 г. Е.В. ЛЕБЕДЕВА

ПОВЕРХНОСТИ ВЫРАВНИВАНИЯ ЮЖНОЙ АФРИКИ: ЭВОЛЮЦИЯ И СОХРАННОСТЬ

Юж. Африка является классическим примером региона с хорошей сохранностью разновозрастных поверхностей выравнивания, что связано с древностью как всей Африкано-Аравийской платформы, так и ее южной части – Капско-Аравийского щита, а также с отсутствием здесь молодой складчатости и высокоамплитудных мелкоблочковых тектонических деформаций. Капско-Аравийский щит состоит из крупных глыб глубоко метаморфизованных и гранитизированных пород архея и нижнего протерозоя, разделенных линейными подвижными зонами, заполненными образованиями позднего протерозоя. Одна из таких зон – Юж. Трансафриканская – ориентирована с ЮВ на СЗ от побережья ЮЗ Африки в Дамараленде до оз. Виктория и пересекает щит по диагонали на две основные глыбы – Центрально- и Южно-Африканскую. Подвижная зона испытала омоложение в позднем протерозое [1], а по некоторым данным и в мезозое – во время формирования Восточно-Африканской рифтовой системы [2].

С середины палеозоя исследуемая территория оставалась на большей своей части сушей и на ней преобладали интенсивная денудация и выравнивание: в результате осадочные породы чехла были снесены, и поверхность щита приобрела равнинный облик [3]. Несмотря на значительную роль процессов выравнивания в формировании рельефа территории, Юж. Африка не была статичной: в периоды тектонической активизации, разделявшие этапы планации, она неоднократно испытывала сводовые поднятия, изгибы и перекосы, которые, в частности, сопровождали раскол Гондваны и формирование Восточно-Африканского рифта. Начало последнего этапа рифтогенеза исследователи относят к юре–мелу, причем размах вертикальных перемещений отдельных блоков уже в это время составил 1000 м [4], но максимума движения достигли в палеогене–неогене.

В постюрский период в результате гигантского перекоса африканского континента с общим понижением с юга на север произошло поднятие его центральных секций и наклон краевых участков к побережью с образованием Великого Африканского (или Большого) уступа [5–7]. Максимальное поднятие наблюдалось вдоль самой линии Большого уступа (на западе это плато Биэ и Вельд с абс. выс. 1500–2000 м, на юге – Драконовы горы – более 3000 м), центральная часть (ее занимает пустыня Калахари) испытала несколько меньшее поднятие (абс. выс. 900–1000 м). Исследования Л. Кинга показывают, что даже на участке Драконовых гор Великий уступ – это флексура, переработанная эрозионными процессами, что отчетливо подтверждается геологическими данными [8].

Большой уступ формировался в несколько этапов: движения начались с юры, и к середине мела он был уже хорошо выражен. Следующий этап активизации – плиоцен–ранний плейстоцен, но при этом ось воздымания несколько сместилась в глубь континента, в результате чего на отдельных участках сформировались поднятия, параллельные основному. По Большому уступу частично проходит современный водораздел Африки, разделяющий бассейны Индийского и Атлантического океанов. Но на отдельных участках крупные реки (Оранжевая, Кунене, Лимпопо и др.) пересекают уступ с образованием водопадов и быстрин, а местами – глубоких каньонов.

Сейчас на исследуемой территории в целом доминирует равнинно-плоскогорный рельеф с денудационными низко- и средневысотными горами. Главные неровности поверхности соответствуют древним синеклизам и антеклизам Африканской платформы, при этом для большинства положительных мегаформ характерна ступенчатость, обусловленная как циклическим развитием денудационных поверхностей, так и спецификой литологии субстрата [9].

В связи с дефицитом осадков, обусловившим либо полное отсутствием растительности, либо ее значительную разреженность на большей части территории, для региона характерна хорошая экспонированность рельефа, что позволяет наблюдать без каких-либо помех и маскирующих факторов разновозрастные и разновысотные фрагменты поверхностей выравнивания.

Последовательность денудационных циклов, в результате которой произошло формирование общего облика рельефа Юж. Африки, впервые была описана в работах Ф. Дикси, который на основании анализа ископаемых останков в толщах коррелятивных отложений определил возраст основных этапов планации [10]. Однако в результате неравномерных тектонических поднятий и изгибов фрагменты разновозрастных поверхностей выравнивания (ПВ) оказались разнесены по вертикали на многие сотни метров, что весьма затрудняло их сопоставление и анализ площадного распространения.

В работах Л. Кинга описывается пять наиболее широко развитых *экспонированных* поверхностей выравнивания Южной Африки, фрагменты которых сохранились на различных высотных уровнях: гондванская (юра), постгондванская (ранний и средний мел), африканская (поздний мел–эоцен), постафриканская (неоген) и современная (четвертичная) [6–8]. Для каждой из них в целом характерны свои морфологические особенности, однако, их фрагменты не всегда хорошо различимы.

Наряду с этими ПВ в работах исследователей имеются описания более древних *ископаемых* поверхностей выравнивания – выположенного рельефа с фрагментами эрозионной сети, в целом сходного с современным и откопанного на отдельных участках – в частности, в бортах некоторых крупных речных долин. Так, на левобережье р. Оранжевой в ее нижнем течении вскрыта пологоволнистая поверхность, представляющая собой отпрепарированные пологие складки докембрийских метаморфизованных известняков и доломитов, – *рельеф до-Нама* [6] (рис. 1).

Более масштабно фрагменты этой структурной выровненной поверхности



Рис. 1. Отпрепарированные складки докембрийских метаморфизованных известняков (нижнее течение р. Оранжевой, ЮАР) – рельеф до-Нама (здесь и далее без специальных ссылок – фото автора)

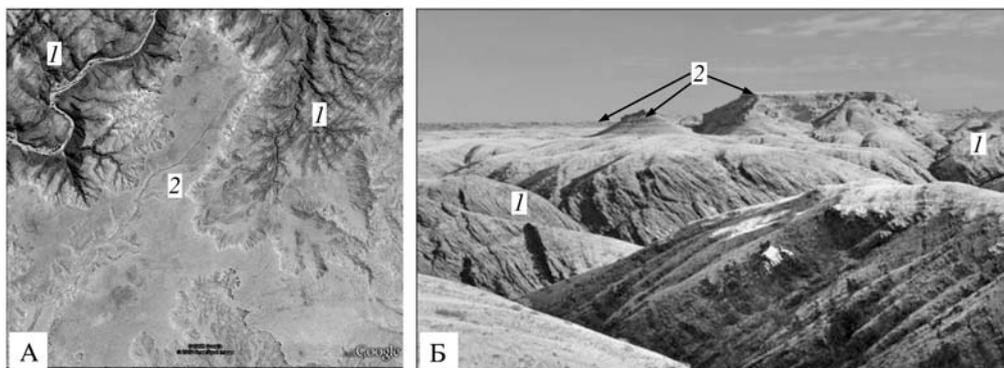


Рис. 2. Откопанная ПВ (1), срезающая породы протерозоя в бассейне р. Куйсеб (Намибия), расчлененная современной эрозионной сетью до состояния бедленда, и останцы более молодой африканской (?) ПВ с фрагментами слабоврезанных отмерших долин (2) (А – космоснимок, Б – фото Google maps)

выходят из-под песков в южной части пустыни Намиб севернее р. Оранжевой близ побережья Атлантического океана. Здесь это так называемый “рельеф ванн” – чередование впадин и возвышенностей протяженностью первые десятки км и с перепадами высот в 25–50 м [3]. В настоящее время эта поверхность подвергается дальнейшей моделировке: ее возвышенные участки разрушаются под воздействием выветривания, химической коррозии и корразии твердыми частицами, переносимыми мощными ветрами, и последующей дефляции, а впадины, напротив, нивелируются в результате аккумуляции песчаных частиц. Сухой зимний сезон провоцирует особую активность ветра на юге Африки: за одну бурю сотни тысяч тонн пыли переносятся на тысячи км, обнажая для дальнейшего разрушения новые фрагменты пород. Наблюдения на других аридных территориях также свидетельствуют о дополнительной планации поверхностей выравнивания в зоне транзита рыхлого материала сильными ветрами [11].

В результате плиоцен–плейстоценового поднятия Большого уступа по его периферии возникли зоны активизации эрозии, где образовались достаточно обширные интенсивно расчлененные участки территорий. В частности, нами ранее была описана откопанная поверхность выравнивания в бассейне р. Куйсеб в периферической части гор Науклюфт (ЮЗ Африка), сформированная на наклонно залегающих породах протерозоя (600–650 млн. лет) и расчлененная густой сетью временных водотоков фактически до состояния бедленда [12]. В настоящее время, однако, водораздельные поверхности этой ПВ еще сохранили единый высотный уровень, т.к. она была откопана из-под мезозойских отложений лишь относительно недавно и на отдельных участках этот процесс еще незавершен (рис. 2). Совершенно очевидно, что в недалеком (в геологическом смысле) будущем, в результате разрушения этих водоразделов на месте бедленда сформируется новая ПВ, привязанная к уровню днищ современных долин.

В среднем течении р. Оранжевой и в бортах долин ее притоков Ваал и Хартс описан откопанный рельеф *позднекарбоновой ПВ*, перекрытый верхнекарбонowymi ледниковыми осадками – тиллитами Двика [7]. Современные долины этих рек проходят вдоль их древних долин, что, в целом, свидетельствует о стабильности этой части континента и отсутствии значительных перестроек речной сети на протяжении длительного времени. Эта, так называемая “докаруская поверхность” наблюдалась нами и в бортах каньона Фишривер – правого притока р. Оранжевой [12]. Здесь коренные породы, в которые врезана долина, имеют двухъярусное строение: крутопадающие породы кембрия срезаны и на них залегают субгоризонтальные напластования верхнего карбона (рис. 3). В результате активной боковой эрозии и гравитационных процес-

сов на крутых бортах долины идет одновременное уничтожение как экспонированной мел–палеогеновой африканской ПВ, так и погребенной докаррусской.

В *триасе*, после седиментации осадков Карру, наступила еще одна фаза денудации. Триасовая ПВ оказалась погребена под осадками серии Стормберг (в том числе, базальтами), но на многих участках она впоследствии была откопана в результате позднекайнозойской денудации.

По описаниям Л. Кинга, в отдельных районах Юж. Африки (напр., в Зап. Трансваале) фрагменты разновозрастного откопанного рельефа (донамского, докаррусского и др.) встречаются в непосредственной близости [6]. Впрочем, это же касается и распространения фрагментов более молодых ПВ.

В *юре* выравнивание происходило почти на всей территории Африки, но в связи с тем, что суша между этапами триасовой и юрской планации испытала относительно слабое воздымание, юрская планация оказалась весьма близка как к денудационному, так и аккумулятивному триасовым уровням [7]. Это была единая поверхность Гондваны, и ее фрагменты сохранились как в Африке, так и на других континентах – осколках древнего материка – в Юж. Америке, Индии и Австралии.

В современном ландшафте Юж. Африки это преимущественно плосковершинные поверхности самых высоких участков африканского континентального водораздела и одновысотных им останцов. Однако в областях, подъем которых был относительно небольшим и непродолжительным, как, например, территория Калахари, юрская поверхность оказалась погребена под покровом более молодых мезо–кайнозойских континентальных отложений [13].

После распада Гондваны в *раннем–среднем мелу* возникли новые береговые линии, появились новые базисы эрозии, нижние участки рек континента оказались затоплены. Как следствие – юрская ПВ на относительно поднятых участках стала активно расчленяться системой широких плоскодонных долин со средней глубиной до 300 и более метров, т.е. стали формироваться придолинные педименты постгондванской ПВ. Тесная связь останцов этих двух ПВ прослеживается повсеместно, и на своей карте “Циклические денудационные поверхности Африки” Л. Кинг выделяет ареалы распространения гондванской и постгондванской ПВ единым контуром [7].

Одним из наиболее высокоподнятых фрагментов этих ПВ оказались приводораздельные участки Драконовых гор (рис. 4). На фото мы видим уступ юрской поверхности выравнивания (абс. выс. 3200–3300 м). В уступе высотой более 400 м выходят столбчатые базальты (мощность до 100 м), ниже чередуются потоки лавы (на отдельных прилежащих участках – напр., Монг-о-Сурс – общая мощность вулканических образований позднетриасового–раннеюрского возраста достигает 1200–1350 м).

Нижний ярус (абс. выс. 2600–2800 м) здесь представлен фрагментом постгондванской поверхности выравнивания площадью около двух квадратных километров.

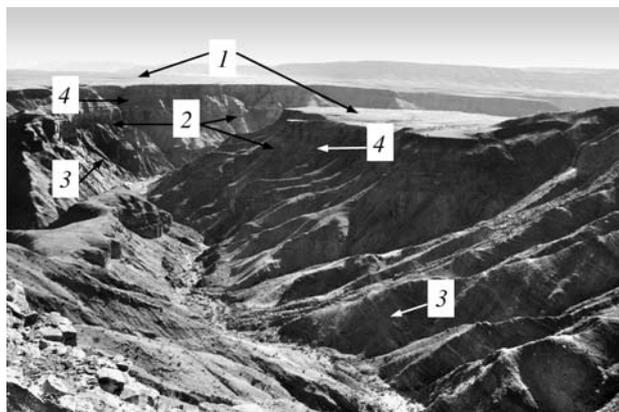


Рис. 3. В бортах каньона Фишривер (Намибия) коренные породы имеют двухъярусное строение: крутопадающие породы кембрия срезаны и на них залегают субгоризонтальные напластования верхнего карбона

Поверхности выравнивания: 1 – африканская (мел–палеоген), 2 – откопанная докарруская; 3 – крутопадающие породы кембрия; 4 – субгоризонтально залегающие осадки верхнего карбона



Рис. 4. Уступ юрской (гондванской) поверхности выравнивания, нижний ярус – пологоволнистая поверхность постгондванского цикла (Драконовы горы, Шампань Кастл, ЮАР)



Рис. 5. Линия современного водораздела на северо-востоке Драконовых гор (граница ЮАР и Лесото). Хорошо видно глубокое расчленения склона, обращенного к Индийскому океану, и следы перехватов реками его бассейна. Вдоль линии водораздела (преимущественно к западу) видны фрагменты гондванской и постгондванской ПВ (космоснимок)

На пологоволнистой поверхности сохранились участки слабоврезанных долин, текут небольшие ручьи. Поверхность обрамлена молодыми долинами глубиной 800–1000 м, в которые эти ручьи срываются небольшими водопадами.

Анализ существующих космических снимков на территорию позволяет заключить, что рельеф юрской ПВ не является идеально ровным и повсеместно согласным напластованию базальтов (рис. 5): пологоволнистая слабо всхолмленная поверхность с фрагментами широких долин вскрывает горизонтально залегающие слои базальтов, а местами срезает их под углом. Это не позволяет нам согласиться с мнением ряда исследователей, считающих водораздельные поверхности Драконовых гор структурными [5].

Приводораздельная часть главного хребта, по которой проходит граница между ЮАР и Лесото, асимметрична (рис. 5): склон, обращенный к Индийскому океану, крутой, расчленен водосборными воронками, иногда имеющими облик каров с хорошо выраженным днищем (хотя иных беспорных доказательств плейстоценового оледенения данного массива не обнаружено), и глубоковрезанными долинами с крутыми уклонами днища. В начале мая 2008 г. (по местному климату это осень – ноябрь) во многих

воронках и расщелинах (абс. выс. 3000 м) уже лежал снег. Скорость отступления этого приводораздельного уступа Драконовых гор под воздействием различных агентов денудации по расчетам Л. Кинга достигает 30.5 см за 100 лет [6].

Асимметричное строение хребта и близость базиса эрозии рек бассейна Индийского океана обусловили большую агрессивность и эрозионную активность последних: в приводораздельной части хребта отмечены следы перехватов ими верховьев рек бассейна Атлантического океана. В частности, такую картину мы наблюдаем близ

Монт-о-Сурс в бассейне р. Тугела. Все это приводит к постепенному смещению на этом участке водораздела в сторону Атлантического океана (рис. 5).

Склон, обращенный в сторону континента (территория Лесото), дренируется притоками р. Оранжевой. В самых верховьях долины слабоврезанные, реки меандрирующие, равнинного облика с песчаными косами, а местами и с заболоченной поймой с небольшими озерами – на космических снимках большого разрешения эти участки выглядят как аналог тундры или сибирских придолинных марей. Впрочем, и Л. Кинг описывает эту часть Лесото как заболоченную тундру, промерзающую зимой. Здесь, на высокоподнятых (более 3000 м) фрагментах юрской ПВ в настоящее время активно идут мерзлотные процессы, и она продолжает выравниваться уже под воздействием нивации [6]. Ниже по течению, однако, водотоки глубоко врезаются в ПВ, расчленяя и постепенно уничтожая ее фрагменты.

В среднем мелу на исследуемой территории преобладали тектонические движения, активизировались разломы, образовывались флексуры по окраинам африканского континента. А в *позднем мелу–эоцене* почти весь он был превращен в чрезвычайно плоскую денудационную равнину. Эта так называемая *африканская ПВ* прекрасно выражена также в пределах Высокого Вельда и по периферии Драконовых гор. Африканская поверхность имела очень незначительные перепады высот и формировалась на абс. отметках в несколько сот метров, т.е. по ее положению можно судить о размахе последующих тектонических деформаций, которые составили от 150 до 3000 м [7].

Африканская поверхность отличается особой выровненностью рельефа и широким распространением, ее фрагменты хорошо сохранились в современном рельефе и создают ту незабываемую бескрайнюю перспективу возвышенных равнин Юж. Африки. Как правило, на ней встречаются и останцы гондванского пенепплена, расчлененного в постгондванское время. Сама поверхность имеет преимущественно вогнутые склоны, а останцы – вид правильных конусов, более крупные – изометричных плосковершинных поднятий. Однако многие останцы сильно разрушены, для них характерен руиноподобный вид, что придает дряхлый облик и всему ландшафту поверхности в целом [14]. В африканскую поверхность врезаются широкие долины неогенового постафриканского цикла и молодые глубокие каньоны позднеплиоценового и четвертичного этапов (рис. 3). В то же время она сама в виде придолинных поверхностей с отметками 1500–1600 м затыгивается по долинам рек бассейна Индийского океана к подножию гондванской и постгондванской поверхностей в Драконовых горах, а по периферии горного массива наблюдается в виде водораздельных поверхностей с отметками 1300–1400 м.

Постафриканская поверхность формировалась в два этапа: в *миоцене* в виде пенепплена (в настоящее время его фрагменты занимают большую площадь, чем другие поверхности в Юж. Африке), а в *плиоцене* близ крупных долин образовались прекрасные педименты. Оба типа денудационных поверхностей этого этапа (и пенепплен, и классические педименты) представлены в пределах северной и восточной частей пустыни Намиб. На ЮЗ пустыни преобладают аккумулятивные участки этого же цикла, перерабатываемые эоловыми и пролювиальными процессами. В провинции Наталь постафриканская поверхность сохранилась в виде пологоволнистых водоразделов, ее абсолютные отметки по периферии Драконовых гор на 200–300 м ниже африканской, и они постепенно снижаются по направлению к Индийскому океану (рис. 6).

В *конце плиоцена–начале плейстоцена* происходило дальнейшее поднятие территории Африки с формированием современного рельефа средне- и низкогорных плато. В результате роста Большого уступа многие участки древних ПВ были подняты и деформированы, нередко они приобрели вид моноклиналей (пустыня Намиб, провинция Наталь). Реки периферийных частей континента углубились, сформировав глубокие каньоны (Фишривер) и водопады (Аграбис). Активная денудация по окраинам горных массивов обусловила формирование *четвертичной ПВ*. Как правило, это

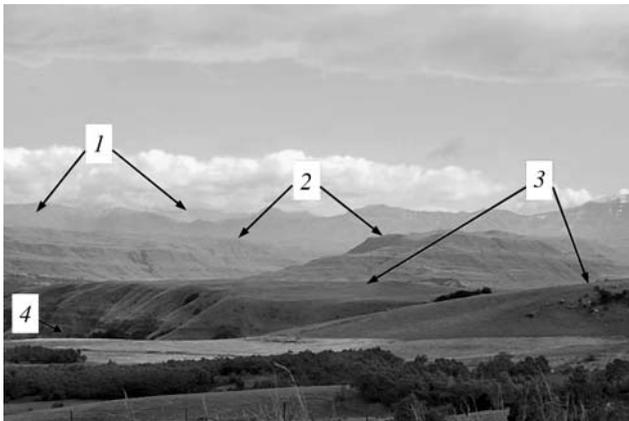


Рис. 6. Ярусное строение рельефа по периферии Драконовых гор (провинция Наталь, ЮАР)
Поверхности: 1 – гондванская и постгондванская, 2 – африканская, 3 – постафриканская; 4 – врезы современных долин

делить, в пределах какой ПВ вы находитесь. На некоторых участках разновозрастные поверхности сливаются в единую.

Однако для периферийных участков наиболее высокоподнятых массивов, напр., Драконовых гор и др., характерна прекрасно выраженная ярусность рельефа, обусловленная близким соседством разновозрастных и разновысотных поверхностей выравнивания (рис. 6). Формирование ярусного рельефа связано с поэтапным поднятием массива (в данном случае фрагмента Большого уступа) на протяжении мезо–кайнозоя и активной денудации с формированием ПВ по его периферии. Смещенные в результате денудации горные породы накапливались в прибрежной зоне Индийского океана, формируя толщи коррелятных отложений, позволяющих установить возраст основных этапов денудации.

Данные наблюдений за особенностями строения современного рельефа территории: наличие серии береговых линий, деформации уровней морских террас, продолжающееся активное врезание рек и обилие цокольных и эрозионных террас в речных долинах в южной части провинции Наталь (несравнимое с ситуацией на севере последней), периодические землетрясения и др. позволяют говорить о продолжающейся тектонической активности этого региона и воздымании отдельных его участков [8].



Рис. 7. Растрескивание пород из-за интенсивного физического выветривания. В результате химического выветривания на поверхности обломков образовались коричневые гематитовые корочки с черными мелкими пятнами омарганцевания (Намибия)

субгоризонтальные равнины, развивавшиеся преимущественно за счет попятной эрозии и педиментации [8].

Таким образом, на территории Юж. Африки доминируют разновозрастные поверхности выравнивания – пологоволнистые или субгоризонтальные равнины с отдельными останцами или их группами могут тянуться на десятки и даже первые сотни километров. И нередко лишь опытный взгляд специалиста, посвятившего не один десяток лет изучению особенностей местного рельефа, может с уверенностью опре-

делить, в пределах какой ПВ вы находитесь. На некоторых участках разновозрастные поверхности сливаются в единую. Однако для периферийных участков наиболее высокоподнятых массивов, напр., Драконовых гор и др., характерна прекрасно выраженная ярусность рельефа, обусловленная близким соседством разновозрастных и разновысотных поверхностей выравнивания (рис. 6). Формирование ярусного рельефа связано с поэтапным поднятием массива (в данном случае фрагмента Большого уступа) на протяжении мезо–кайнозоя и активной денудации с формированием ПВ по его периферии. Смещенные в результате денудации горные породы накапливались в прибрежной зоне Индийского океана, формируя толщи коррелятных отложений, позволяющих установить возраст основных этапов денудации. Данные наблюдений за особенностями строения современного рельефа территории: наличие серии береговых линий, деформации уровней морских террас, продолжающееся активное врезание рек и обилие цокольных и эрозионных террас в речных долинах в южной части провинции Наталь (несравнимое с ситуацией на севере последней), периодические землетрясения и др. позволяют говорить о продолжающейся тектонической активности этого региона и воздымании отдельных его участков [8].

Наряду с доминирующими денудационными фрагментами ПВ на исследуемой территории имеются и аккумулятивные, причем не только прибрежные и шельфовые, как, например, близ Дурбана.

Выше мы уже говорили о том, что в пределах пустыни Калахари, где подъем территории был незначительным, большую часть мезо–кайнозойской истории продолжалась аккумуляция континентальных отложений, которая разделялась несколькими эрозионными циклами, следы которых погребены под осадками этого внутреннего бассейна. Локально по периферии Калахари прослеживаются меловая, эоцен–олигоценая, плиоценовая ПВ и два плейстоценовых уровня [7]. Все поверхности наклонены к центру бассейна. Мощность песчаных отложений достигает здесь 15–60 м. В целом на протяжении мезо–кайнозойской истории в этой части региона доминировал аридный климат, однако были и плювиальные периоды, когда Калахари являлась конечным бассейном стока и здесь аккумуляровались аллювиальные и озерные отложения.

В настоящее время подобная аккумуляция наблюдается на ограниченных участках локальных бессточных водоемов (пэнов) и носит сезонный характер, сменяясь в засушливые периоды дефляцией [12]. Доминирование аридных условий привело здесь к формированию обширных зон эолового рельефа – различным образом ориентированных дюн, на отдельных участках в настоящее время закрепленных растительностью. Относительно молодые, в значительной мере

обводненные депрессии заполняют болотные фации отложений (напр., дельта р. Окаванго). Аккумулятивные участки имеются и в пределах полигенетической равнины пустыни Намиб. Что интересно, в результате активного развития эоловых процессов



Рис. 8. Останцы на поверхностях выравнивания (Намибия): А – оглаженные процессами десквамации, Б – конической формы, В – “валунные”

границы аккумулятивных и денудационных участков ПВ здесь весьма подвижны и могут смещаться в значительных пределах.

Итак, на исследуемой территории сохранились разновозрастные и нередко весьма древние поверхности выравнивания, занимающие преимущественно водораздельные пространства. В настоящее время в регионе доминируют аридные и семиаридные условия и ведущими геоморфологическими процессами на водоразделах являются химическое и физическое выветривание и различные виды денудации, в том числе, дефляция, гравитационные (обваливание и осыпание), десерпция. Широкое развитие приобретают эоловые процессы, чему способствует разреженный растительный покров или его полное отсутствие на большей части территории [12].

В результате интенсивного выветривания обломки пород покрываются пустынным загаром, легко растрескиваются (рис. 7), часто за счет десквамации приобретают сфероидальную форму, нередко для них характерны структуры “табакерки” – когда внешние корочки обломков более плотные, нежели их середина. Поверхность наиболее устойчивых в данных условиях пород – долеритов и гнейсов – иногда напоминает медовые соты.

Аналогичные процессы преобразуют и крупные останцы, сохранившиеся в пределах ПВ. В результате активного развития десквамации они нередко приобретают оглаженный вид, чем-то напоминая бараньи лбы (рис. 8А), хотя чаще все же имеют вогнутые склоны и форму правильных конусов (рис. 8Б). Постепенно разрушаясь дальше, они превращаются либо в копье – скопление угловатых глыб, либо в “валунные” останцы (рис. 8В), если преобладает сфероидальное выветривание.

Пожалуй, наиболее долго сохраняются в виде останцов крупные гранитные массивы, постепенно “всплывающие” в результате разности в плотности горных пород. Одной из таких структур является Брандберг (2606 м) на севере Намибии (рис. 9), возвышающийся над выровненной поверхностью почти на 1800 м. По периферии массива хорошо видна контактная зона с приразломным ожелезнением и омарганцеванием, зеркала скольжения.

На протяжении длительной истории своего существования фрагменты древних ПВ оказывались в совершенно разных ландшафтно-климатических условиях и подвергались влиянию различных геоморфологических процессов. В частности, благодаря тектоническим движениям, фрагменты юрской ПВ в приводораздельной части Драконовых гор сейчас находятся в условиях среднегорья и подвержены процессам нивации.



Рис. 9. Кольцевой массив Брандберг (2606 м) – самая высокая гора Намибии

Изменение влажности климата как сезонное, так и на протяжении кайнозоя также приводило и приводит к смене ведущих геоморфологических процессов: во время периодов повышенной влажности на территории доминируют флювиальные процессы, под воздействием которых происходит активное преобразование и разрушение фрагментов ПВ. Подобные картины мы наблюдали по периферии многих припод-

нятых участков в пределах Большого уступа (расчленение притоками р. Оранжевой гондванской ПВ в Драконовых горах, расчленение до бедленда откопанной ПВ в бассейне р. Куйсеб и др.).

Деятельность слабоврезанной и постоянно перемещающейся локальной эрозионной сети – один из важных процессов образования педиментов [11]. Эрозионная работа по выравниванию педимента производится водными струями и коррозией влеко-мых ими наносов. Следы подобной работы прекрасно видны на космических снимках восточной части пустыни Намиб [12].

Заключение

Таким образом, на исследуемой территории широко развиты фрагменты разновозрастных поверхностей выравнивания: наряду с пятью экспонированными описано, по крайней мере, еще три погребенные и впоследствии откопанные на отдельных участках. Эти фрагменты занимают различное положение в рельефе, но преимущественно представляют собой разновысотные пологоволнистые или субгоризонтальные водораздельные пространства, часть которых, однако, располагаясь в предгорьях, переходит в придолинные поверхности, затягивающиеся в близлежащие горные массивы. Погребенные ПВ вскрываются, как правило, в бортах глубоких плейстоценовых долин и в местах развития активной эрозии по периферии поднятий.

Дряхлый облик водоразделов контрастирует с молодыми врезами, нарушающими их целостность. Причем наиболее активно эрозионные процессы идут по окраинам молодых поднятий и близ уступов, разделяющих разновозрастные ПВ. На стабильных в тектоническом плане участках предгорий постоянно мигрирующая локальная эрозионная сеть, напротив, способствует дальнейшему выравниванию и расширению педиментов.

В пределах наиболее обширных участков ПВ в настоящее время продолжается выравнивание и разрушение останцовых массивов под воздействием активного физического и химического выветривания, десквамации, коррозии, гравитационных процессов и дефляции. Наиболее возвышенные фрагменты (абс. выс. более 3000 м) юрской поверхности в пределах Драконовых гор подвержены процессам нивации. На аккумулятивных участках ПВ в засушливых условиях преобладают эоловые процессы, а при повышенной обводненности – болотообразование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Т.1. Северная и Южная Америка. Антарктида и Африка. М.: Недра, 1971. 548 с.
2. Кинг Б.К. Сравнение древних рифтов Карру и молодых кайнозойских рифтов Восточной Африки // Континентальные рифты. М.: Мир, 1981. С. 427–430.
3. Махачек Ф. Рельеф Земли. М.: Иностран. лит., 1961. 703 с.
4. Милановский Е.Е. Рифтогенез в истории Земли. М.: Недра, 1983. 280 с.
5. Ананьев Г.С., Бредихин А.В. Геоморфология материков. М.: КДУ, 2008. 348 с.
6. King L.C. South African Scenery. Third edition. Edinburgh and London: Oliver&Boyd, 1963. 308 p.
7. Кинг Л. Морфология Земли. М.: Прогресс, 1967. 559 с.
8. King L.C. The Natal Monocline: explaining the origin and scenery of Natal, South Africa. Second Revised Edition. Pietermaritzburg: University of Natal Press, 1982. 134 p.
9. Ананьев Г.С., Леонтьев О.К. Геоморфология материков и океанов. М.: Изд-во МГУ, 1987. 275 с.
10. Dixey F. Some observations on the physiographical development of Central and Southern Africa // Tr. Geol. Soc. S. Afr. 1938. V. 41. P. 113–170.
11. Чичагов В.П., Тимофеев Д.А. Проблема пенепленов и педиленов на примере равнин северо-запада Африки // Геоморфология. 2009. № 1. С. 12–25.

12. Лебедева Е.В. О некоторых формах флювиального рельефа Южной Африки и специфике их развития в условиях изменения природных обстановок // Геоморфология. 2010. № 4. С. 58–71.
13. Физико-географический атлас мира. М.: ГУГК, 1964. 298 с.
14. Уфимцев Г.Ф. Аридные горы // Геоморфология. 2006. № 2. С. 21–33.

Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию
26.01.2010

PLANATION SURFACES IN THE SOUTHERN AFRICA: EVOLUTION AND PRESERVATION

E.V. LEBEDEVA

Summary

There are numerous fragments of planation surfaces in the Southern Africa; some of them had been buried and then exhumed. Decrepit old age of watersheds contrasts with young incisions, which break their integrity. Erosion is most intensive along the margins of the young risings, where buried planation surfaces are predominantly disclosed. Within the largest areas of planation surfaces planation processes continue and the destruction of remnants is taking place under strong physical and chemical weathering, desquamation, corrosion, gravitational processes, and deflation. The uppermost parts of the surfaces (>3000 m above sea level) undergo nivation. Within the accumulative parts of the surfaces eolian processes are predominant under arid conditions, swamp development – due to overmoistening.

УДК 551.435.8(571.53)

© 2011 г. Д.В. ЛОПАТИН, Т.М. СКОВИТИНА

ДЕНУДАЦИОННЫЙ МОРФОЛИТОГЕНЕЗ ПРИОЛЬХОНЬЯ (СТ. 1. КАРСТОВО-ДЕНУДАЦИОННЫЙ РЕЛЬЕФ)¹

Проявление в рельефе литоморфных свойств субстрата

При проведении геоморфологических исследований на какой-либо территории (в большей степени это касается геоморфологических ландшафтов с преобладанием денудационных процессов в условиях малоамплитудного рельефа) необходимо уделять достаточное внимание рассмотрению взаимосвязи морфологии поверхности с ее материальной субстанцией – структурой комплексов земной коры, вступающих в контакт с гидро- и атмосферой. Сам субстрат не в состоянии создавать те или иные формы рельефа, но через особенности своего внутреннего строения он может влиять на типические черты ландшафта. Субстрат, таким образом, является своеобразным экраном морфологического спектакля между двумя антагонистическими силами – особенностями структуры земной коры и воздействием окислительных и денудационных процессов гидро- и атмосферы [1]. В силовом поле экзоконтакта возникают все экзодинамические процессы. И, в зависимости от вещественного состава субстрата, в одних случаях мы видим карстовый морфолитогенез, в других – куполовидные выступы интрузивных тел, а в третьих – мелкосопочник, развивающийся на разноплотностных осадочных или кристаллических породах, т.е. в природе наблюдается большое разнообразие выражения в рельефе различных свойств субстрата. По способу влияния их можно объединить в три главные группы: а) литоморфную, б) палеотектоническую и в) тектонофизическую.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 09-05-00397 и № 08-05098098 (Сибирь)).