

Наука за рубежом

УДК 551(1/9) (63)

© 2017 г. Е.В. ЛЕБЕДЕВА¹, Т.М. СКОВИТИНА²ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ
И ФОРМЫ РЕЛЬЕФА ЭФИОПИИ¹Институт географии РАН, Москва, Россия²Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

e-mail: Ekaterina.Lebedeva@gmail.com, skovii@crust.irk.ru

В 2015 г. в серии “Геоморфологические ландшафты Мира” вышла монография, посвященная Эфиопии. Книга состоит из трех частей: “Общее введение в геоморфологию Эфиопии”, “Региональные исследования” и “Прикладные аспекты”. Книга великолепно иллюстрирована, что позволяет получить полное впечатление о рельефе этой страны. Помимо характеристики структуры книги и базовой информации по общим главам, дан обзор нескольких региональных разделов, посвященных наиболее интересным чертам рельефа этой страны: палеогляциальным ландшафтам, экструзивным куполам региона Адва, структурным междуречьям амба, травертиновым плотинам в горах Тыграй, морфологии Афарской депрессии и региона Огаден.

Ключевые слова: поверхности выравнивания, травертиновые плотины, экструзивные купола, Афарская депрессия.

Под эгидой Международной ассоциации геоморфологов в издательстве Springer уже несколько лет выходит весьма примечательная серия “Геоморфологические ландшафты Мира” (гл. ред. П. Мигон). В настоящее время она насчитывает 12 монографий по геоморфологическим ландшафтам Франции, Испании, Португалии, Венгрии, Чехии, Италии, Колумбии, Бразилии, Индии, Эфиопии, Южной Африки и Намибии. Это замечательно иллюстрированные книги, созданные ведущими геоморфологами перечисленных стран либо специалистами, проводившими там многолетние работы. В каждой из монографий представлена информация о наиболее ярких и интересных геоморфологических ландшафтах той или иной страны, специфических формах рельефа, сведения о современных и палеоклиматических условиях региона, его геологии, тектонике, истории формирования рельефа.

Наибольший интерес для нас, авторов этой статьи, представляет одна из последних работ — вышедшая в 2015 г. монография, посвященная геоморфологическим ландшафтам Эфиопии¹, поэтому на ней мы и остановимся подробнее. В свое время нам посчастливилось ознакомиться с особенностями строения основных геоморфологических районов Эфиопии во время научных экскурсий, проходивших до и после региональной конференции Международной ассоциации геоморфологов в феврале

¹ Landscapes and landforms of Ethiopia. World Geomorphological Landscapes / Ed.P. Billi. Springer Science+Business Media Dordrecht, 2015. 406 p.

2011 г. в Аддис-Абебе [1], а также во время самостоятельно организованных полевых наблюдений на Эфиопском нагорье, в Главном Эфиопском рифте и в депрессии Данакиль. Общая протяженность наших маршрутов составила около 6.5 тыс. км [2, 3], однако нам так и не удалось увидеть все геоморфологические достопримечательности этой удивительной страны. Поэтому мы с удовольствием взяли в руки книгу, написанную большим международным коллективом геоморфологов под редакцией Паоло Билли (Италия).

Книга состоит из введения, трех частей и 21 раздела. Часть I – “Общее введение в геоморфологию Эфиопии” – содержит 5 разделов; часть II – “Региональные исследования” – 14; III – “Прикладные аспекты” – 2. Как и вся серия, книга великолепно иллюстрирована, что позволяет получить полное впечатление о рельефе этой страны.

Часть I. “Общее введение в геоморфологию Эфиопии”

Гл. 1, “Геоморфологические ландшафты Эфиопии” (П. Билли), включает в себя общегеографическую характеристику территории, описание почв, растительности, эрозионных процессов и других проблем землепользования. Наибольший интерес вызывают подразделы об основных геоморфологических ландшафтах страны. П. Билли отмечает, что рельеф Эфиопии в значительной степени контролируется геологической структурой, но в то же время выветривание, эрозионные и аккумулятивные процессы внесли свой вклад в формирование современного облика рельефа. Именно здесь находится одна из самых активных современных зон растяжения на планете, что привело к формированию трех главных морфоструктурных единиц Эфиопии с весьма специфическими геоморфологическими чертами: I – Эфиопского (Абиссинского) нагорья, которое можно подразделить на северную (с вулканическим поясом Адва), центральную и юго-западную части; II – рифтовой долины, состоящей из северной, центральной и южной ветвей Главного Эфиопского рифта, а также Афарской и Данакильской впадин; III – Сомалийского плато, в пределах которого выделяются северный и южный секторы, а также плоскогорье Огаден, постепенно снижающееся к Сомали и Индийскому океану.

В гл. 2, “Геология Эфиопии: обзор и геоморфологические перспективы” (Э. Аббате, П. Бруни и М. Сагри) описаны главные события геологической истории Эфиопии с докембрия до кайнозоя, начиная с закрытия Мозамбикского океана между Западной и Восточной Гондваной и формирования кристаллического фундамента во временном интервале 880–550 млн л.н. Последующие 100 млн л. складчатый фундамент подвергался интенсивной эрозии, которая уничтожила все признаки докембрийского орогена; в ордовике и силуре шло накопление осадочных, а в позднем карбоне – ранней перми – ледниковых отложений, которые перекрыли раннепалеозойскую поверхность выравнивания. Начало распада Гондваны привело к затоплению в юре т.н. “Африканского Рога”², что было связано с морской трансгрессией Палеотетиса и зарождающегося Индийского/Мадагаскарского океана. После юрской трансгрессии шло накопление меловых континентальных осадков; территория Эфиопии в течение 70 млн лет испытывала очередное выравнивание, а далее, в олигоцене наступила первая фаза рифтогенеза и практически одновременно происходили излияния траппов, которые перекрыли пенепленизированную поверхность. На севере Эфиопского нагорья в миоцене благодаря излиянию многочисленных щитовых вулканов сформировался огромный базальтовый покров, перекрывший в свою очередь траппы. К концу олигоцена вулканизм сместился в направлении к Афарской депрессии, которая испытывала активное растяжение; между Эфиопским и Сомалийскими нагорьями формировался Главный Эфиопский рифт. Отрыв Арабского субконтинента от Нубийской плиты и опускание Данакильского блока привело к образованию крутых краевых

² Африканский Рог – неофициальное название Джибути, Сомали, Судана и Эфиопии.

эскарпов на востоке страны и граничащих с ними изогнутых и протяженных осадочных бассейнов. В связи с новой фазой растяжения развивались впадины в Афарской депрессии и в Главном Эфиопском рифте. Многие из них являются уникальными в плане сохранности свидетельств первых этапов эволюции человека. Тройное сочленение Главного Эфиопского рифта и рифтов Аденского залива и Красного моря произошло в раннем плиоцене, образовав так называемый “треугольник Афар”.

В **третьей главе** рассмотрены основные климатические параметры, такие как температура, осадки, влажность, направление ветра и др. Авторами (М. Фаццини, К. Биши, П. Билли) составлена серия климатических карт с учетом рельефа местности, уточнены климатические характеристики территории, согласно классификации климатов В. Кёппена. Значительное внимание уделено изменению климата: установлено, что в последние 30–50 лет минимальные значения температуры повышаются, в то время как годовое количество осадков снижается.

Научная литература по геоморфологии и гидрологии эфиопских рек чрезвычайно малочисленна, хотя, очевидно, что реки играют весьма важную социальную и экономическую роль в жизни страны. Поэтому столь актуальна посвященная этой теме **глава 4**. Самые крупные реки Эфиопии принадлежат бассейнам Средиземного моря (например, Голубой Нил) и Индийского океана. Авторами (П. Билли, С. Голла и Д. Тефферра) собраны данные разных источников о наиболее продолжительных временных рядах наблюдений за гидрологическим режимом эфиопских рек. Также приведены морфологические, гидрологические, гидравлические, седиментационные и другие характеристики, которые весьма различаются в пространственном и временном отношениях.

На территории Эфиопии выделяют четыре основных поверхности выравнивания (ПВ): предордовикская, предпозднетриасовая, предсеноманская и предолигоценовая; соответствующие им несогласия в осадочных толщах прослеживаются на территории всей страны. Этой проблеме посвящена **пятая глава** (М. Колторти, Д. Фирузабади, А. Борри и др.). ПВ в виде обширных ступеней окружают по периферии участки поднятий. Наиболее возвышенные части Эфиопского нагорья на значительной площади перекрыты базальтами. От них радиально расходится серия крупных палеодолин, сохранившихся на водоразделах Афара, Главного Эфиопского рифта, низменностей Сомали и Судана. Они сформировались до излияния базальтов, но на большей части нагорья были перекрыты более молодыми вулканическими образованиями. Прогрессирующее врезание в пределах поднятия вскоре после отложения базальтов установлено, например, в каньоне Голубого Нила, оно продолжалось в течение миоцена и плио-плейстоцена во многих других частях страны.

Во II части **“Региональные исследования”** дан анализ наиболее интересных геоморфологических ландшафтов и процессов в различных регионах Эфиопии: гор Сымен, где сохранились ледниковые и перигляциальные формы плейстоценового возраста (**гл. 6**); археологической области Аксум, сельскохозяйственное освоение которой длится уже несколько тысячелетий (**гл. 7**); региона Адва с его неповторимыми отпрепарированными экструзивными массивами (**гл. 8**); плосковершинных массивов по периферии Эфиопского нагорья, называемых “амба”, уступы которых активно преобразуются обвалами (**гл. 9**); гор Тыграй (на севере страны), для которых характерно активное развитие овражной эрозии, и где в отдельные этапы позднего плейстоцена и голоцена формировались травертиновые плотины (**гл. 10, 11**); бассейна р. Кобо (восточный уступ Абиссинского нагорья) со своеобразными долинами временных водотоков (**гл. 12**); эрозионных процессов на Эфиопском нагорье, гидрологического и геоморфологического влияния объема смыва на функционирование водохранилищ (**гл. 13**); озера Хейк, геоморфология, стратиграфия и геохимия отложений которого позволяют реконструировать климатические и гидрологические изменения за последние 3500 лет (**гл. 14**); морфологии Афарской депрессии, обусловленной процессами рифтогенеза (**гл. 15**); морфометрии, гидрологии и гидрохимии озер Главного Эфи-



Рис. 1. Распаханные поля в горах Сымен (на абс. выс. около 3500 м). Здесь и далее фото Е. В. Лебедевой

опского рифта (гл. 16–18); геоморфологических ландшафтов и форм рельефа региона Огаден (юго-восточная Эфиопия) (гл. 19). Остановимся подробнее лишь на тех из них, которые представляют наибольший интерес, с точки зрения специфики геоморфологических ландшафтов региона.

В гл. 6 описаны **палеогляциальные ландшафты Сымена** и других высокогорных областей Эфиопии (рис. 1). На сегодняшний день ледниковых ландшафтов на территории Эфиопии не существует, но следы древнего оледенения установлены на высокогорных участках с отметками не менее, чем 4350 м над у.м., на севере страны (горный массив Сымен) и около 4100 м над у.м. на юге (горы Арси и Бале). Ледники, в основном позднеплейстоценового возраста, спускались здесь до отметок 3700 м над у.м. в северной и до 3200 м над у.м. в южной части Эфиопии. Более интенсивное позднеплейстоценовое оледенение было в горах Бале, где общая площадь ледников составляла 190 км², а в горном массиве Арси около 85 км². В Сыменских горах ледники занимали только 13 км². Кроме того, в этих горных массивах, а также в других горных системах, в которых не обнаружены следы ледников, были найдены палеоперигляциальные склоновые отложения. Это позволило Х. Хёрни провести реконструкцию позднеплейстоценового палеоклимата. Им установлено, что: а) температура воздуха в позднем плейстоцене была на 8 °С ниже, чем в настоящее время, климат был гораздо суше, и он, вероятно, не подвергался воздействию муссонов, по крайней мере на севере страны; б) наиболее вероятно, что в раннем голоцене с появлением муссонных дождей началась фаза активной эрозии, за которой последовала фаза продолжительной стабилизации. В то же время над палеоперигляциальными склоновыми отложениями сформировалась почва, мощность горизонта А которой превысила 70 см. Благодаря антропогенной эрозии (сельскохозяйственная деятельность в Эфиопии началась несколько тысячелетий назад), эти почвы вплоть до отметок 3800 м над у.м. сильно деградировали.

Совершенно неповторим **геоморфологический ландшафт региона Адва** (гл. 8, М. Ма-чадо). На юге наиболее примечательной чертой является обширная региональная ПВ, срезающая докембрийское основание. Позже она была погребена под палеозойскими и мезозойскими осадочными породами. В северной части региона плосковершинные структурные плато верхнего яруса сформированы базальтовыми покровами среднего кайнозоя. В период миоцен-плиоценовой вулканической активности траппы



Рис. 2. Отпрепарированные купола прорыва региона Адва



Рис. 3. Структурно обусловленные ступенчатые горы (рельеф амба)

оказались проткнуты трахитовыми и фанолитовыми экструзивными бисмалитами (куполами прорыва), которые в настоящее время отпрепарированы в виде останцовых возвышенностей причудливой формы (рис. 2). Водоразделы нижнего яруса сложены песчаниками формации адиграт. В послеплиоценовое время бывшие эрозионные поверхности были откопаны и расчленены молодой дренажной сетью. Четвертичные отложения в регионе Адва представлены травертинами позднего плейстоцена и неконсолированными осадками плейстоцен-голоценовых аллювиальных конусов выноса, голоценовыми флювиальными отложениями и коллювием исторического и современного возраста.

Особым своеобразием отличается и *рельеф амба*, описанный в *гл. 9*. Амба (эфипск.) — это структурно обусловленные ступенчатые горы в северной части страны, для которых характерно активное отступление ограничивающих их крутых склонов в результате обвалов (рис. 3). Авторы раздела (Я. Ниссен, Я. Мойерсонс, Й. Деккерс и др.) более четырех лет (1998–2001 гг.) изучали процессы обрушения пород с уступов амба и перемещение обломков на склонах в результате смыва и выпаса скота. Наблюдения позволили установить, что вдоль 1500-метровой секции Амба Арадам с вертикального уступа в верхней части склона (высотой 24 м) ежегодно отделяются и падают по крайней мере 80 т пород. Средняя скорость отступления этого клифа составляет 0.37 мм/год. Скорость транспортировки обломочного материала на нижних более пологих участках склонов колеблется между 23.1 и 37.9 кг/м в год. Однако, когда выпас скота на этом склоне прекращается, перемещение обломков фактически останавливается. Наблюдения показали, что процессы перераспределения обломочного материала на склонах в данном регионе (кроме разрушения самого уступа в результате обвалов) имеют преимущественно антропогенную природу.

Формирование *травертиновых плотин*, которые можно рассматривать как косвенные индикаторы позднелейстоцен-голоценовых климатических обстановок (*гл. 11*), — достаточно типичное для Эфиопии явление. Проведенные Дж. Фубулли и Ф. Драмисом в горах Тыграй геоморфологические и стратиграфические исследования отложений двух травертиновых плотин и оценка их возраста по ^{14}C позволили восстановить изменения окружающей среды в голоцене. В частности, эволюция исследованных плотин указывает на существование нескольких периодов масштабного осаждения травертинов (известковых туфов) — 10.9–9.3; 8.4–7.4; 6.6–5.5 тыс.л.н., чередовавшихся с периодами замедления их формирования или даже его полным прекращением (9.3–8.4; 7.4–6.6 тыс.л.н.). Приблизительно с 5.5–2.5 тыс.л.н. скорости осаждения туфа постепенно снижались, пока эрозия не прорезала плотины вплоть до коренных пород, лежащих в их основаниях. Последовательность этих событий в Тыграе можно коррелировать с колебаниями уровней озер в Главном Эфиопском рифте: периоды высокого стояния озер соответствуют главным стадиям осаждения травертинов, и, напротив, периоды низких уровней — этапам прекращения осаждения травертинов и доминирования эрозии. Авторы считают, что данные по накоплению известковых туфов Тыграя также обнаруживают некоторую корреляцию со стадиями потепления-похолодания в бассейне Средиземного моря и, в более общем смысле, с основными пиками изменения глобальных температур голоцена. Таким образом, приведенные данные подчеркивают основную роль атмосферных осадков и температуры воздуха как контролирующих факторов накопления травертинов.

Морфология *Афарской депрессии* обусловлена преимущественно процессами рифтообразования (*гл. 15*, Дж. Корти, Я.Д. Бастов, Д. Кейр и др.). Это треугольник суши между Нубийской, Сомалийской и Арабской плитами и единственное место, где на суше можно наблюдать финальную стадию раздвига континентов. Хорошо известно, что рифтообразование началось в месте крупного разлома, который сейчас ограничивает Афарскую депрессию, но роль вулканизма в развитии этого зарождающегося океанического бассейна не была ясна. Наблюдения в Эфиопии кардинально изменили понимание процесса раздвига континентов: в последние годы было доказано, что повторяющееся внедрение магмы способствует растяжению и в результате формируется ландшафт, где доминируют свежие разломные уступы (горсты и грабены) и активные вулканические сооружения.

Своеобразен и *регион Огаден* (юго-восточная Эфиопия) (*гл. 19*, Д. Меге, П. Персел, С. Почат, Т. Гайдет), расположенный на Сомалийском плато. Сейчас это название используется для территории площадью около 300 тыс. км² с отметками ниже 1500 м над у.м., который охватывает большую часть провинции Сомали и включает юго-восточную часть Оромии. Климат здесь жаркий, аридный до семиаридного. Здесь выделяются живописные каньоны в верховьях рек Гэнале и Шебеле, которые возник-

ли благодаря поднятию, сопровождавшему формирование Эфиопского рифта. Разнообразие вулканического рельефа, представленного в регионе, отражает сложную кайнозойскую историю окраин Огадена. Классическим примером инверсионного рельефа являются “меандрирующие” базальтовые холмы — выполненные эффузивами долины ископаемой речной сети различного возраста. Современная речная сеть отражает природу наиболее крупных черт рельефа Огадена и историю формирования поднятия. В западном Огадене глубокие врезы вскрывают эвапориты и провоцируют развитие одного из крупнейших участков гравитационного спрединга на Земле в горах Аудо.

Часть III книги посвящена прикладным аспектам геоморфологических исследований — опасным геолого-геоморфологическим процессам (гл. 20) и самой острой проблеме, стоящей перед страной, — деградации земель в горных регионах (гл. 21).

В главе 20 “*Геологический риск в Эфиопии*” (Дж. Фубулли, Ф. Драмис) представлен краткий обзор потенциально опасных геолого-геоморфологических процессов на территории Эфиопии. За счет активного рифтогенеза здесь происходят землетрясения с высокой магнитудой и извержения вулканов. Длительные и интенсивные осадки в сезоны дождей и периодически повторяющиеся землетрясения в условиях сильного расчленения рельефа с глубоко врезаемыми долинами и высокими крутыми склонами провоцируют развитие оползней. Все эти процессы угрожают экономике и инфраструктуре страны — дорожной сети, плотинам, водохранилищам и др.

Высокие темпы *деградации земель в горах Эфиопии* (гл. 21), по мнению Я. Ниссена, Ж. Пойсена, С. Ланкрита и их коллег, обусловлены комбинацией провоцирующих эрозию факторов: редких ливней, крутых склонов, сведения лесов, перевыпаса скота, системы сельского хозяйства, где доминируют открытые поля, бедности фермеров и устаревшим сельскохозяйственным технологиям. Путешествуя по Эфиопскому нагорью, можно увидеть много мероприятий, проводимых для сохранения почвы и воды. Знания коренного населения и инициативы фермеров в различной степени интегрируются с новыми технологиями.

Мы остановились достаточно детально лишь на нескольких разделах из этой замечательной книги. Несомненно, что она будет весьма интересна для российского читателя, несмотря на удаленность, своеобразие и слабую изученность данного региона, а может быть и именно поэтому. Мы думаем, что наши коллеги-геоморфологи смогут познакомиться и с другими книгами серии “Геоморфологические ландшафты Мира”. Также нас не покидает надежда, что когда-нибудь столь же насыщенная интересными материалами наблюдений последних десятилетий и великолепно иллюстрированная серия будет создана и геоморфологами нашей страны. Рельеф нашей необъятной Родины заслуживает этого не меньше, чем и другие регионы Земли. А хороших специалистов, которые продолжают изучать его — часто не благодаря, а вопреки — тоже немало...

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Запорожченко Э.В., Лебедева Е.В., Селезнева Е.В., Сковитина Т.М., Щетников А.А., Филинов И.А. Региональная конференция Международной ассоциации геоморфологов в Аддис-Абебе // Геоморфология. 2011. № 3. С. 92–96.
2. Skovitina T., Angelelli F., Lebedeva E., Selezneva E., Shchetnikov A., Mikhalev D. Morphologic landscapes, geo-archeological and historical sites of Ethiopia (photo reporting) // Geo-Archeologia. 2011. № 1. P. 19–65.
3. Сковитина Т.М., Лебедева Е.В., Щетников А.А., Селезнева Е.В., Анджелелли Ф., Михалев Д.В. Морфологические ландшафты Эфиопии // География и природные ресурсы. 2012. № 3. С. 153–160.

Поступила в редакцию 17.04.2016

GEOMORPHIC LANDSCAPES AND LANDFORMS OF ETHIOPIA

E.V. LEBEDEVA¹, T.M. SKOVITINA²

¹*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

²*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia*
e-mail: Ekaterina.Lebedeva@gmail.com, skovit@crust.irk.ru

S u m m a r y

The monograph devoted to Ethiopia was published in 2015 in the book's series "World Geomorphological Landscapes". The book consists of three parts: "General Introduction to the Geomorphology of Ethiopia" (5 chapters), "Local Studies" (14 chapters) and "Applied Aspects" (2 chapters). The book is perfectly illustrated, which allows to get a full impression of geomorphology of the country. In this review, the general structure of the book and content of each of the three chapters are provided as well as several regional chapters are overviewed that describe the most interest geomorphic features of the country, such as formerly glaciated landscapes, Adwa plugs, Amba structural interfluves, travertine dams in Tygray mountains, morphology of the Afar depression and the Ogaden region.

Keywords: planation surfaces, travertine dams, extrusive domes, Afar basin.

DOI:10.15356/0435-4281-2017-1-121-128