

ГЕОГРАФИЯ ЗА РУБЕЖОМ

УДК 551.43

Т. М. СКОВИТИНА*, Е. В. ЛЕБЕДЕВА**, А. А. ЩЕТНИКОВ*, Е. В. СЕЛЕЗНЁВА***,
Ф. АНДЖЕЛЛЕЛЛИ****, Д. В. МИХАЛЁВ***

*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

**Институт географии РАН, г. Москва

***Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

****Национальный институт исследования и защиты окружающей среды, г. Рим, Италия

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ ЭФИОПИИ

Охарактеризованы особенности рельефа Главного Эфиопского рифта и Афарского треугольника, а также Эфиопского нагорья. Рассмотрена роль активной тектоники и молодого вулканизма, во многом определивших облик и морфологическое разнообразие современных ландшафтов Эфиопии. Представлено краткое описание нескольких уникальных природных объектов.

Ключевые слова: рифтовая долина, современные тектонические движения, вулканические ландшафты, структурные формы рельефа, опасные геоморфологические процессы.

We give an outline of the topographic features of the Main Ethiopian Rift and the Afar Triangle as well as of the Ethiopian Highlands. We highlight the role played by the active tectonics and young volcanism which have largely determined the appearance and morphological diversity of modern landscapes of Ethiopia. A brief description of several unique natural sites is provided.

Keywords: rift valley, modern tectonic movements, volcanic landscapes, structural landforms, hazardous geomorphological processes.

ВВЕДЕНИЕ

Эфиопия расположена в Северо-Восточной Африке, она граничит с Эритреей, Джибути, Сомали, Суданом и Кенией (рис. 1) [1]. По численности населения страна занимает второе место среди африканских государств (88 млн чел., по данным на 2010 г.).

Геологическая история рассматриваемого региона может быть подразделена на четыре этапа, соответствующих докембрию, палеозою, мезозою и кайнозою. Каждый из них представлен соответствующими ансамблями пород [2]. Наиболее «яркая» по масштабности геологических событий кайнозойская эра, во время которой на территории Эфиопии происходили активные тектонические процессы: общее поднятие территории, активный вулканизм, рифтообразование и др., благодаря чему сформировался современный рельеф региона, включающий весьма разнообразные формы эндогенного и экзогенного генезиса.

С особенностями строения и развития основных геоморфологических районов Эфиопии мы смогли ознакомиться в течение научных экскурсий, проходивших до и после региональной конференции Международной ассоциации геоморфологов в феврале 2011 г. в Аддис-Абебе [3], а также во время самостоятельно организованных полевых наблюдений. Общая протяженность маршрутов составила около 6,5 тыс. км.

Своеобразие морфологических ландшафтов Эфиопии характеризуется прекрасной выраженностью в рельефе разнонаправленных тектонических движений, обилием структурных форм, активными

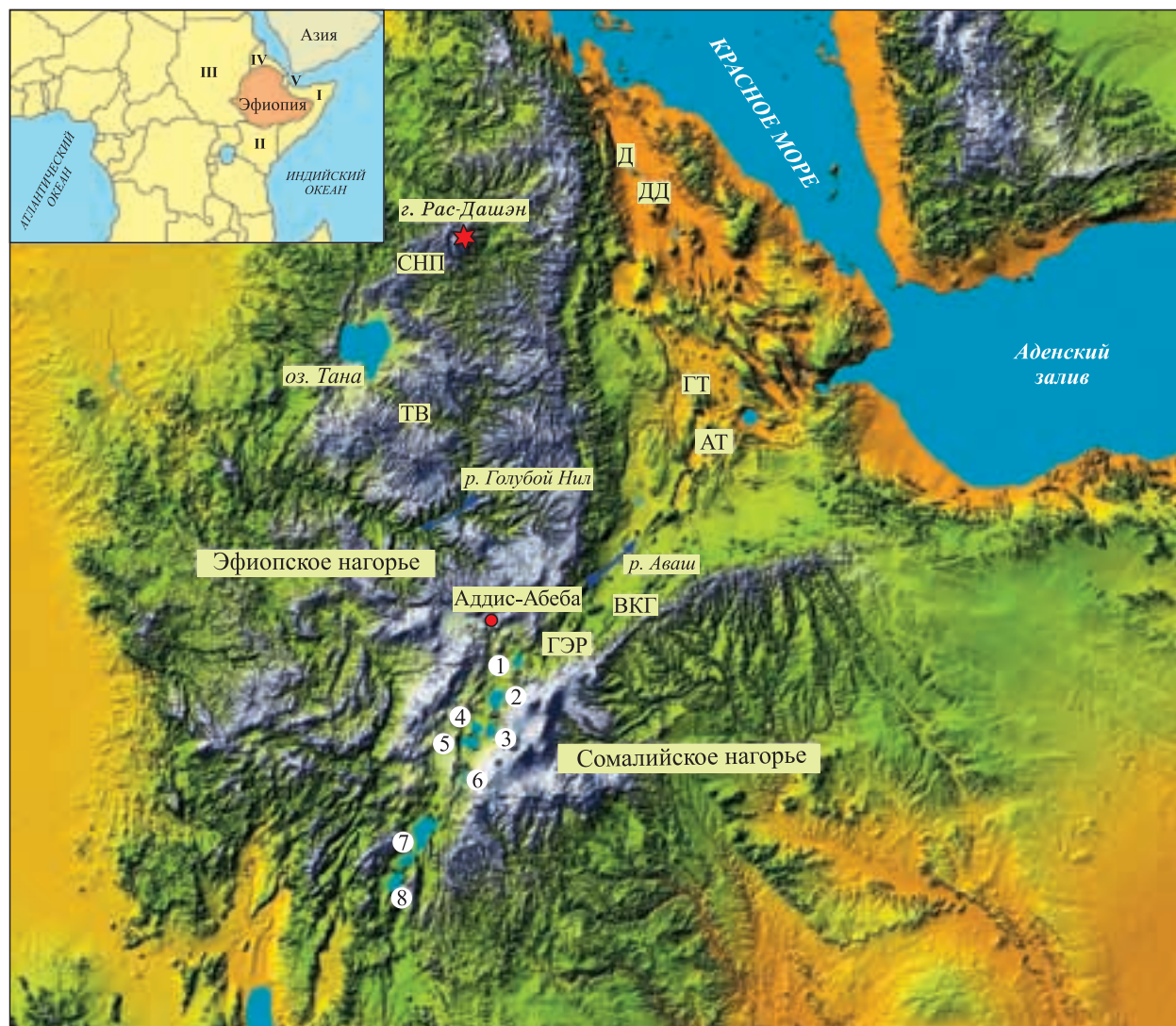


Рис. 1. Цифровая модель рельефа Эфиопии.

ГЭР — Главный Эфиопский рифт, ВКГ — вулканический комплекс Гарибольди, АТ — Афарский треугольник, ГТ — грабен Тэндахо, Д — Даллол, ДД — депрессия Данакиль, СНП — Сыменский национальный парк, ТВ — водопад Тис-Ысат. Озера, расположенные в днине ГЭР: 1 — Кока, 2 — Звай, 3 — Лангано, 4 — Абията, 5 — Шала, 6 — Ауаса, 7 — Абая, 8 — Чамо. На врезке страны, граничащие с Эфиопией: I — Сомали, II — Кения, III — Судан, IV — Эритрея, V — Джибути.

эрозионными процессами. В настоящей статье освещаются наиболее интересные геологические и геоморфологические черты данной территории и ее основных регионов — Главного Эфиопского рифта, Афарского треугольника и Эфиопского нагорья.

ГЛАВНЫЙ ЭФИОПСКИЙ РИФТ

Главный Эфиопский рифт (ГЭР) был заложен в позднем миоцене. Эта классическая внутриконтинентальная рифтовая структура (см. рис. 1). Ее протяженность составляет около 500 км при ширине до 80 км. Рифтовая долина рассекает на две части крупнейшее в Восточно-Африканской рифтовой системе сводовое поднятие, формирование которого началось в олигоцене. Юго-восточным плечом рифта служит Сомалийское нагорье, а северо-западным — Эфиопское (или Абиссинское). Оба нагорья

с поверхности сложены преимущественно продуктами извержений и представляют собой вулканические плато. Над их поверхностью возвышаются многочисленные молодые вулканы, в том числе позднеголоценовые. Высоты окружающих Главный Эфиопский рифт гор достигают 4000 м над ур. моря.

Крутые, слабо затронутые эрозионными процессами, сбросовые бортовые уступы рифта имеют высоту 1000–1500 м над уровнем дна. Они осложнены многочисленными тектоническими ступенями и сейсмодислокационными структурами и характеризуются высокой тектонической активностью контролирующих их разломов. Узкие эшелонированные промежуточные тектонические ступени практически лишены фасетного оформления уступов, которое обычно возникает вследствие эрозионного расчленения плеч-противоподнятий рифтовых впадин. Все эти ступени отличают монолитное строение и четкая морфологическая выраженность тектогенных граней.

На отрогах северо-западного борта ГЭР можно наблюдать инверсионно приподнятые и эрозионно расчлененные до состояния бедленда участки окраины рифтовой впадины, например, в районе пос. Уарабей (рис. 2, а). Наличие здесь молодых инверсионных преобразований внутривпадинных структур роднит особенности морфотектоники ГЭР с Байкальской рифтовой зоной, где инверсионные тектонические движения представляют собой характерную черту новейшей геодинамики впадин и в значительной мере осложняют их развитие [4, 5].

Днище самой рифтовой долины (абс. выс. 1200–1600 м) сложено в основном продуктами извержений, их мощность превышает 500 м. Здесь распространены крупные кальдеры диаметром 10–25 км, часть из которых заняты озерами (Шала, Ауаса). На севере ГЭР преобладают маары. Кроме того, днище рифта разбито молодыми малоамплитудными сбросами. Особенно четко это фиксируется в его осевой части и ближе к юго-восточному борту, где сгущение тектонических разрывов достигает максимальной концентрации. Эти разломы периодически «напоминают» о себе, рассекая свежее плотно дороги глубокими трещинами (например, возле оз. Звай). К этой же зоне, так называемому поясу разломов Уонджи, приурочены эпицентры землетрясений и активное проявление плейстоценоголоценового вулканизма. Последнее извержение здесь зафиксировано около 230 л. н. [6]. С поясом Уонджи связаны и максимальные скорости раздвижения рифтовой впадины — 4–6 мм/год [7].

В позднем плейстоцене—начале голоцена большая часть дна рифта была занята обширным озерным водоемом, который постепенно деградировал. Его реликты сейчас остались лишь в приуроченных к осевому поясу Уонджи кальдерах. Сохранившиеся в центральной части Главного Эфиопского рифта (между озерами Шала и Лангано) озерные отложения свидетельствуют о многочисленных перестройках древнего озерного бассейна.

Некоторые озера, например Абията, существовали задолго до начала последней плейстоценовой эпохи в Африке [8]. Расположенные в центральной части Эфиопского рифта водоемы имеют площадь в первые сотни квадратных километров (оз. Звай — до 442 км²) и глубину от 7 (оз. Звай) до 257 м (оз. Шала). Они значительно отличаются по мутности и солёности воды. В районе локализации каль-

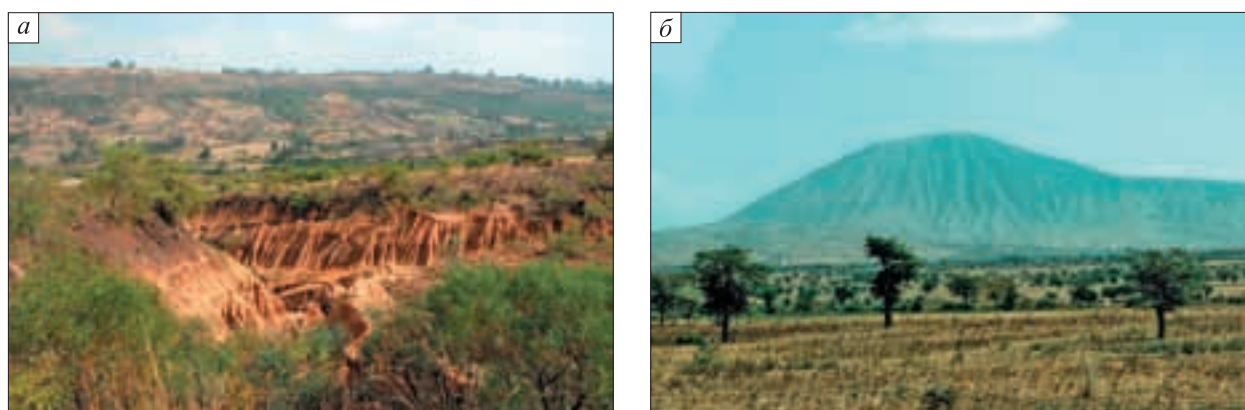


Рис. 2. Главный Эфиопский рифт.

а — инверсионно поднятые и расчлененные эрозией до состояния бедленда краевые части рифта; б — крупнейшая вулканическая постройка центрального типа в днище рифта — вулкан Зыкуало (абс. отм. 2989 м).

дер отмечена повышенная гидротермальная активность. Горячие источники (температура до 65–85 °С) достаточно многочисленны и широко используются местным населением как для лечебных, так и для санитарно-гигиенических целей.

Вулкан Зыкуало (абс. выс. 2989 м) (см. рис. 2, б), расположенный южнее г. Аддис-Абебы, — крупнейшая вулканическая постройка центрального типа в днище ГЭР с почти идеальной геометрией конуса. Вулканы этой части рифта, приуроченные к зоне разломов Уонджи, наиболее молодые (позд-неголоценовые). Многие из них сейчас находятся в фумарольной стадии.

АФАРСКИЙ ТРЕУГОЛЬНИК

На востоке ГЭР сочленяется с Красноморским рифтом и рифтом Аденского залива, формируя так называемый треугольник Афар. Это наиболее сложное и интересное в геологическом и геоморфологическом плане место, где происходит наложение рифтовых структур различной ориентировки [9]. В Красноморской и Аденской рифтовых зонах, которые тесно связаны с системой срединно-океанических хребтов, процесс рифтогенеза достиг максимального масштаба и привел к раздроблению и утонению континентальной коры, а в их центральных частях — даже к ее полному разрыву и новообразованию океанической коры [10]. По последним данным зачатки океанической коры есть и на севере Афарского треугольника (в депрессии Данакиль) [7].

Скорость раздвижения Аденского и Красноморского рифтов составляет соответственно 11 и 20 мм/год, что намного превышает таковую ГЭР [11]. Поэтому неудивительно, что морфологические ландшафты региона Афар четко контролируются активной тектоникой и молодым вулканизмом. Яркий пример этого — грабен Тэндахо со следами молодых разнонаправленных смещений, соответствующих ориентировке разных рифтовых зон [12]. Безжизненные лавовые поля и практически черные покровы базальтов, для которых нередко характерно сфероидальное выветривание, придают особую суровость этому региону.

На севере региона Афар находится депрессия Данакиль — одно из самых жарких и труднодоступных на Земле мест с отметками до 126 м ниже ур. моря. К оси депрессии приурочена цепочка действующих щитовых вулканов, окруженных застывшими потоками лавы, и соляные озера. Вблизи оз. Ассале расположена серия мааров, наиболее крупный из которых — Даллол (48 м ниже ур. моря), сформировавшийся в 1926 г. В его кратере находится озеро — оно ядовитого желто-зеленого цвета, что обусловлено высоким содержанием серы ($pH < 1$), при этом из-за обилия окислов железа берега озера имеют охристо-рыжий цвет. В кратере можно увидеть самые причудливые формы фумарол и сольфатар (рис. 3, а).

На юге региона Афар в окрестностях вулкана Фантале (последнее извержение произошло около 1820 г.) прекрасно сохранились лавовые потоки с блистерами (лавовыми гротами высотой до 3 м), они частично затоплены наступающими водами оз. Мэтэхара (Бэсэка). О процессах раздвига в пре-

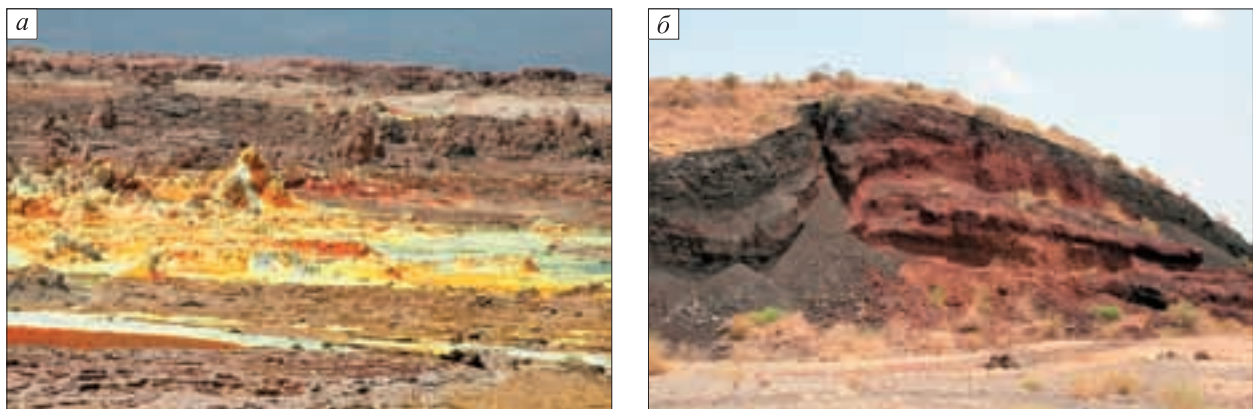


Рис. 3. Афарский треугольник.

а — причудливые формы фумарол и сольфатар в кратере маара Даллол (48 м ниже ур. моря); б — деформированный конус молодого вулкана, сложенный переслаивающимися базальтовыми лавами и их туфами (вулканический комплекс Гарибольди).

делах рифтовой зоны здесь свидетельствует серия субпараллельных открытых разломов шириной до 1–2 м, видимой глубиной до 12 м и более [13] и протяженностью до нескольких километров на западном берегу озера. На некоторых участках разломы не прямолинейные, а имеют зигзагообразную форму

Для всей Эфиопии и этого региона в особенности характерна высокая сейсмичность, причем большинство землетрясений здесь мелкофокусные, коровые, с магнитудой более 5. Подобное землетрясение (магнитуда 5,9) в 1969 г. стерло с лица земли г. Сэрдо — бывшую столицу региона Афар. Следы тектонических движений видны здесь повсюду: молодые подвижки привели к смещению крупных блоков на бортах грабена Тэндахо, деформировали вулканический конус, сложенный переслаивающимися базальтовыми лавами и их туфами (см. рис. 3, б), и днище малой кальдеры вулканического комплекса Гарибольди и др.

На севере Сомалийского плато активная тектоника на многих участках вызвала перестройки речной сети: в результате формирования ступенчатого уступа рифтовой впадины произошло отсечение ориентированных на юг верховьев долин, принадлежащих бассейну р. Уаби-Шэбэлле, с изменением направления их стока на противоположное (в сторону рифта) и образованием на месте современного водораздела серии бессточных озер в седловинах — фрагментах древних долин. Следы многочисленных перестроек видны также вдоль восточного края Эфиопского нагорья, где проходит водораздел между бассейнами Красного и Средиземного морей.

Несмотря на крайне засушливые современные условия, для южной периферии региона Афар в местах выхода известняков характерно наличие следов развития карстовых процессов — в частности, желобковых карров, которые, по данным Н. А. Гвоздецкого [14], формируются под воздействием атмосферных осадков. Распространение карстующихся пород обусловило и формирование известковых (фитокластических) туфов, широко развитых в долинах рек и переслаивающихся с песчаными и гравелистыми отложениями террас. В ряде случаев они описаны и у подножий склонов. Накопление туфов происходило во временном интервале 12–16 тыс. л. н. [12]. Характер осадков свидетельствует о существовании более влажных условий и наличии растительности на склонах в этот период, что и обусловило интенсификацию растворения карбонатных пород. Датирование фитокластических карбонатных новообразований позволяет определить скорости углубления речных долин, которые достигают в окрестностях г. Дыре-Дауа 1 мм/год, а также возрастные рубежи формирования педиментов. В пределах меловых известняков Эфиопского и Сомалийского нагорий отмечены также достаточно обширные пещеры, самая крупная из них пещера Соф Омар протяженностью более 15 км [15].

ЭФИОПСКОЕ НАГОРЬЕ

Большую роль в формировании современного рельефа Эфиопского (Абиссинского) нагорья сыграли тектонические разломы, образование которых началось в кайнозое и сопровождалось излиянием базальтовых лав с формированием трапповых плато (олигоцен–миоцен), а также отдельных стратовулканов и различных интрузивных форм (силлов, даек). В настоящее время нагорье имеет вид обширной пологоволнистой равнины (абс. выс. 2200–2700 м), местами прорезанной глубокими эрозионно-тектоническими долинами, с отдельными, иногда довольно крупными изолированными горными массивами. Активное действие процессов эрозии и денудации привело к экспонированию на севере нагорья ранее погребенных поверхностей выравнивания. Самая древняя из них относится к раннему палеозою, а самая молодая — к раннему кайнозою [16].

Наиболее крупный горный массив — Сымен, расположенный на севере нагорья (примерно в 1000 км от Аддис-Абебы) и представляющий собой эродированный щитовой вулкан миоценового возраста [17]. Здесь находится самая высокая точка Эфиопии — гора Рас-Дашэн (4620 м над ур. моря), при этом средняя высота хребтов составляет 3000–3500 м над ур. моря (это место называют «крышей» Африки) [18]. Впечатляющие по выразительности морфологические ландшафты Сыменского горного массива (рис. 4, а), которые мы наблюдаем сегодня, также сформировались благодаря активным тектоническим процессам, проявлением интенсивной эрозии и денудации кайнозойских базальтов и туфов (общей мощностью до 3000 м), слагающих массив [18]. Наиболее яркие формы рельефа — глубокие (до 2000 м) каньоноподобные ущелья, отвесные уступы высотой до 1500 м и более, отпрепарированные денудацией останцы причудливых очертаний и т. д. Значительная часть этого горного массива (около 220 км²) с 1969 г. объявлена национальным парком Сымен, а с 1978 г. включена в список Всемирного природного наследия ЮНЕСКО.

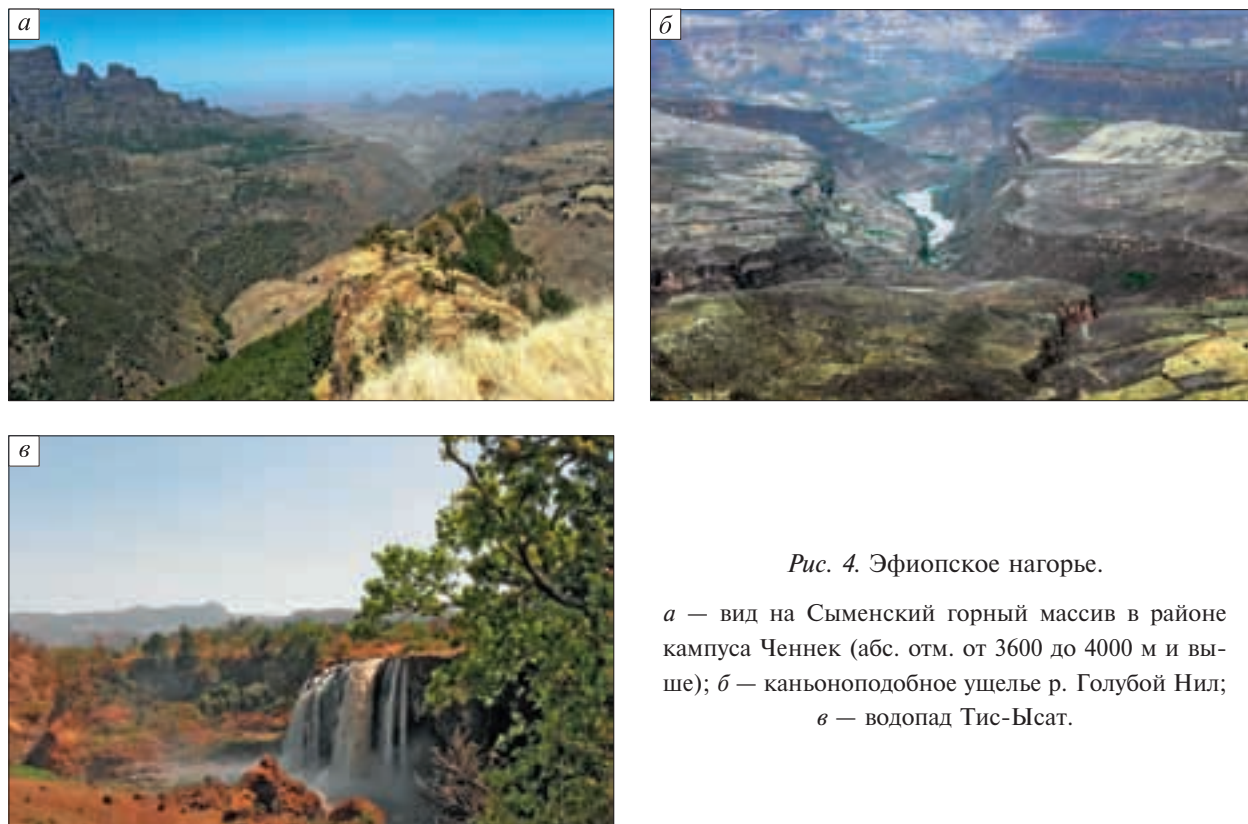


Рис. 4. Эфиопское нагорье.

а — вид на Сыменский горный массив в районе кампуса Ченнек (абс. отм. от 3600 до 4000 м и выше); *б* — каньоноподобное ущелье р. Голубой Нил; *в* — водопад Тис-Ысат.

Одно из самых интересных мест Эфиопского нагорья представляет собой ущелье Голубого Нила. Голубой Нил (местное название Аббай) — крупнейшая река Эфиопии и одна из самых ярких природных достопримечательностей страны. Вытекая из расположенного в северо-западной части нагорья оз. Тана, река сначала течет на юго-восток, затем на юг, а потом поворачивает на запад, сделав таким образом гигантскую петлю и обогнув озеро с юга. Далее она протекает уже по территории Судана, где в районе Хартума соединяется с Белым Нилом.

На протяжении 800 км Голубой Нил течет по каньоноподобному глубокому ущелью (см. рис. 4, *б*). В центральной части нагорья оно достигает своей максимальной глубины — 1500 м. В отвесных бортах ущелья можно «прочитать» практически всю геологическую историю региона: в верхней части разреза вскрываются третичные базальты, ниже — мощная толща осадочных пород мезозоя и палеозоя, а в русле реки выходят метаморфические породы докембрийского фундамента. Ущелье производит на наблюдателя не менее сильное впечатление, чем, например, знаменитый Гранд-Каньон р. Колорадо в США.

По большей части современная морфология Эфиопского нагорья представлена различными структурными формами рельефа. Это и участки плосковершинных плато, и высокогорные скалистые массивы, отдельные вулканические купола, преобразованные процессами выветривания, причудливо отпрепарированные силлы и дайки. Склоны нагорья часто имеют ступенчатый профиль — также результат действия избирательной денудации. Такой же ступенчатый продольный профиль в некоторых районах характерен и для речных долин, в пределах которых можно встретить водопады [2]. Так и Голубой Нил, вытекая из юго-восточной части оз. Тана, он, вначале спокойный и полноводный, примерно через 30–35 км при пересечении базальтовых пластов обрывается красивейшим водопадом со свободным падением около 40 м, шириной до 400 м во влажный период, а в засушливый лишь 100 м. Это водопад Тис-Ысат, что на амхарском наречии означает «дымящаяся вода» (см. рис. 4, *в*).

Водопады такого типа обычно возникают в результате препарировки рекой геологического субстрата, структурно-литологические особенности которого определяют создание крутых уступов в тальвегах водотоков. Прежде всего, это водопады на участках пересечения рекой молодых базальтовых

покровов [19]. Однако гораздо более устойчивыми породами, нежели базальты, в здешнем климате являются мезозойские песчаники, выходы которых, собственно, и формируют столовые вершины и идеально ровные участки нагорья, в то время как для базальтов характерны скорее пологоволнистые поверхности более мягких очертаний.

Озеро Тана — одно из самых больших и живописных озер Эфиопии, оно расположено на высоте 1830 м над ур. моря. Водное зеркало озера составляет около 2156 км², в сезоны дождей значительно увеличиваясь, а максимальная глубина достигает 15 м. Водоем образовался в четвертичное время в результате интенсивной вулканической деятельности и блокирования стока рек лавовыми потоками. Молодые вулканические породы здесь можно наблюдать повсюду — на берегах и островах.

На озере около двух десятков островов. В глубине многих из них сохранились средневековые православные монастыри и церкви. Внутри храмов есть изумительные по красоте исполнения настенные росписи на евангельские темы, а также бережно сохраняемые другие христианские реликвии: удивительные иконы, древние манускрипты и др. Поэтому кроме несомненной природной ценности территория озера имеет важное культурное и историческое значение, что, естественно, привлекает большое количество туристов.

На современном этапе сейсмотектоника по-прежнему во многом определяет формирование рельефа Эфиопского нагорья [20, 21]. В отдельных районах землетрясения фиксируются до нескольких десятков раз в год. Периодически наиболее сильные из них (>6 баллов) приводят к разрушениям дорог и домов, формированию обвалов и оползней [16].

Оползание грунта происходит и в результате выпадения значительного количества осадков (большая часть которых приходится на летний сезон дождей) в районах с сильно расчлененным рельефом, сложенным преимущественно наиболее податливыми осадочными породами с редким растительным покровом, а также подвергающимся активному антропогенному воздействию. Отдельные наиболее крупные оползни стали причиной переселения десятков жителей [16].

Весьма опасны и непредсказуемы и процессы речной эрозии во время летних паводков. Иногда они настолько мощные, что способны нанести существенный урон хозяйству страны, разрушая мосты и подмывая берега. Значительный вклад в современные рельефообразующие процессы вносит и антропогенный фактор. Высокая плотность населения, экстенсивный путь ведения хозяйства, повсеместное уничтожение древесной, а нередко и травянистой растительности на склонах при крайне неравномерном выпадении осадков вызывают активизацию процессов эрозии и деградации почв, которые поражают своими масштабами и составляют реальную проблему для всего государства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рифтогенез и сопутствующие ему процессы — вулканизм и тектоника — обусловили специфику современного рельефа Эфиопии. Они сформировали наиболее крупные морфологические черты региона — Эфиопское и Сомалийское нагорья, сами рифтовые долины, а также определили положение многих озер, речных долин и их последующие перестройки. Формирование рельефа активно продолжается и в настоящее время: следы современных вертикальных и горизонтальных подвижек, перехваты речных систем, приводящие к смещению, в том числе и главного африканского водораздела, видны практически повсюду.

Значительные скорости современных процессов рельефообразования характерны для всех описанных регионов. В пределах рифтовых долин они связаны с современными тектоническими движениями и молодым вулканизмом, на Эфиопском нагорье — с глубиной расчленения рельефа, неравномерным выпадением осадков и активным антропогенным воздействием, неуклонно возрастающим на протяжении последних четырех тысячелетий и постепенно ставшим одним из ведущих факторов рельефообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A Space Shuttle radar topography image by NASA. — <http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA04965.jpg>
2. Asrat A., Demissie M., Mogessie A. Geotourism in Ethiopia. — Addis Ababa: Shama Books, 2008. — P. 185.
3. Запорожченко Э. В., Лебедева Е. В., Селезнёва Е. В. и др. Региональная конференция Международной Ассоциации геоморфологов в Аддис-Абебе // Геоморфология. — 2011. — № 3. — С. 92–96.

4. **Щетников А. А.** Проявление гобийского механизма (Goby type) горообразования в Байкальской рифтовой зоне (на примере Тункинского рифта) // География и природ. ресурсы. — 2008. — № 3. — С. 31–35.
5. **Уфимцев Г. Ф., Щетников А. А., Филинов И. А.** Инверсии в новейшей геодинамике Байкальской рифтовой зоны // Геол. и геофиз. — 2009. — Т. 50, № 7. — С. 796–808.
6. **Woldegabriel G., Aronson J. L., Walter R. C.** Geology, geochronology and rift basin development in the central sector of the Main Ethiopian Rift // Geol. Soc. of Amer. Bull. — 1990. — Vol. 102. — P. 439–458.
7. **Williams F., Mohr P.** Ethiopia's Rift Valley: Its Geology and Scenery. A Guide for Visitors. — Millbrook: Nova Press, 2011. — 39 p.
8. **Le Turdu C., Tiercelin J. J., Gibert E. et al.** The Ziway–Shala lake basin system, Main Ethiopian Rift: influence of volcanism, tectonics, and climatic forcing on basin formation and sedimentation // Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology. — 1999. — Vol. 150. — P. 135–177.
9. **Рельеф Земли** (морфоструктура и морфоскульптура). — М.: Наука, 1967. — 331 с.
10. **Милановский Е. Е.** Рифтогенез в истории Земли (рифтогенез на древних платформах). — М.: Недра, 1983. — 280 с.
11. **Tarponnier P., Armijo R., Manighetti I., Courtillot V.** Bookshelf faulting and horizontal block rotations between overlapping rifts in southern Afar // Geophys. Res. Lett. — 1990. — Vol. 17. — P. 1–4.
12. **Acocella V., Bekele A., Coltorti M.** Tectonic Landforms and Volcanism in Southern Afar // Excursion guide IAG Regional Conference 2011. — Addis Ababa: Addis Ababa Univer., 2011. — 40 p.
13. **Williams F.** The Geology of Awash National Park. A Guide for Visitors. — Addis Ababa: Geol. Survey of Ethiopia, 2010. — 27 p.
14. **Гвоздецкий Н. А.** Карст. — М.: Мысль, 1981. — 214 с.
15. **Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н.** Карст мира. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2007. — 331 с.
16. **Nyssen J., Asfawossen A., Dramis F., Umer M.** Geomorphological hazards, land degradation and resilience in the northern Ethiopian highlands. — <http://www.geomorph.org/sp/arch/ET2011NEH.pdf/2011>
17. **Mohr P.** The Ethiopian Rift System // Bull. Geophys. Obs. — 1968. — № 11. — P. 1–65.
18. **Simen Mountains, Ethiopia.** World Heritage Site. Topographic map 100 000 scale. — Bern: Centre for Development and Environment, University of Bern, 2010. — 1 sheet.
19. **Щетников А. А., Филинов И. А.** Водопады Тункинского Прибайкалья // Рельеф и Человек. — М.: Научный мир, 2007. — С. 147–157.
20. **Белоусов В. В., Герасимовский В. И., Горячев А. В. и др.** Восточно-Африканская рифтовая система. — М.: Наука, 1974. — Т. 1. — 245 с.
21. **Казьмин В. Г.** Рифтовые структуры Восточной Африки. — М.: Наука, 1987. — 206 с.

Поступила в редакцию 10 октября 2011 г.