

[15] Plan de champ de bataille des 5 et 7 septembre 1812 par les Ingénieurs Géographes
A. Pressat, E. Chevrier, A. Regnault. РГВИА, ф. 846, оп.16, № 3803, л.1.

Москва
culturalandscape@mail.ru
Российский научно-исследовательский институт
культурного и природного наследия
им. Д. С. Лихачёва

Поступило в редакцию
23 апреля 2013 г.

Изв. РГО. 2013. Т. 145. Вып. 4

© М. И. АМОСОВ, И. Г. МОСКАЛЕНКО, М. В. МУХАНОВА,
М. В. СЫРОМЯТИНА

ИЗМЕНЕНИЕ ГРАНИЦ ПРИРОДНЫХ ЗОН АФРИКИ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ—ГОЛОЦЕНЕ

Цель исследования — составление карт природных зон Африки для периодов максимума последнего оледенения (калиброванный радиоуглеродный возраст около 21 тыс. л. н.) и оптимума голоцена (около 6 тыс. л. н.), а также сопоставление их с картой современных природных зон. Выбранные временные срезы прошлого соответствуют крайним состояниям глобального климата в период позднего плейстоцена—голоцена, когда отличия природной зональности от современной были выражены наиболее существенно. Объект исследования выбран исходя из известной симметрии широтного положения Африки; кроме того, в Африке мало горных сооружений, препятствующих «нормальной» циркуляции воздушных масс и искажающих структуру зональности.

Методы исследования и использованные данные. В предыдущей работе [1] представлена карта современных природных зон мира, при создании которой нами была предложена классификация природных зон без привязки к климатическим поясам. При таком подходе ландшафты, расположенные в разных климатических поясах, но обладающие схожей растительностью и почвами, относились к одной зоне. В частности, вечнозеленые леса восточного побережья Мадагаскара, сформировавшиеся благодаря предгорному барьерному эффекту и расположенные в тропическом поясе, были отнесены к зоне постоянно-влажных гилей, так же как и расположенные в экваториальном поясе вечнозеленые леса бассейна Конго и северного побережья Гвинейского залива. Существенно, что такой подход к классификации природных зон может быть использован и при составлении карт природной зональности прошлых эпох, для которых выделение границ климатических поясов крайне затруднено.

Обобщенная характеристика растительности и почв современных природных зон Африки дана в табл. 1.

Для реконструкции границ палеозон использовались литературные данные о растительности и климатах прошлого, а также об изменении уровней

Таблица 1

Характерные особенности растительности и почв современных природных зон Африки

Природная зона (подзона)	Растительность	Почвы*
Гилеи постоянно-влажные	Вечнозеленые многоярусные лиственные леса	Красно-желтые ферралитные (ферральсоли)
Гилеи переменнo-влажные	Листопадно-вечнозеленые лиственные леса	Красные ферралитные (нитисоли)
Гемигилеи	Вечнозеленые многоярусные лиственные и смешанные леса	Желтоземы, красноземы (акрисоли, алисоли)
Саванны типичные и влажные**	Ксерофильные травы (преимущественно злаки) с отдельными деревьями	Красные ферралитные, коричнево-красные, красно-бурые (нитисоли, ликсисоли, вертисоли)
Саванны опустыненные	Разреженные сообщества ксерофильных трав с отдельными деревьями	Красновато-бурые (регосоли, ареносоли, вертисоли)
Пустыни	Фрагментарная ксерофитная растительность (полукустарнички, суккуленты, эфемеры, галофиты)	Пустынно-тропические, пески с неразвитыми почвами (лептосоли, регосоли, ареносоли и др.)
Полупустыни	Разреженная растительность, сочетающая элементы степей и пустынь	Сероземы (ареносоли, кальцисоли, гипсисоли и др.)
Жестколистные леса и редколесья	Вечнозеленые леса и редколесья из жестколистных пород	Коричневые (лювисоли, камбисоли)
Степи	Ксеро-криофильные травы, обычно с господством дерновинных злаков	Красновато-черные, каштановые (файоземы, каштаноземы)

Примечание. * Названия почв указаны по традиционной классификации [7, 8, 12]. В скобках — названия по World Reference Base for Soils Resources [24]. ** В настоящей работе отдельно рассматриваются ландшафты подзоны опустыненных саванн.

озер, прибрежных морских течений и др. [3, 21, 28, 34—36, 48]. Важное значение придавалось исследованию климатических ниш (температурно-влажностных условий) существования современных природных зон и сведениям об изменениях климатических показателей в прошлом.

В большинстве случаев в качестве климатических характеристик, описывающих границы современных природных зон, используются сложные гидротермические коэффициенты в сочетании с радиационными и термическими показателями [9, 12, 18]. Однако сложность расчета гидротермических коэффициентов для прошлых эпох делает невозможным их использование при реконструкциях палеозон. Поэтому в данной работе для определения климатических ниш природных зон были взяты годовое количество осадков и средние месячные температуры самого теплого месяца. Вместе с тем от указанных климатических характеристик зависит способность растительности к вегетации, что в конечном счете и определяет положение границ природных зон.

На основе метеорологической информации, полученной из Национального центра климатических данных США (NCDC NOAA) [37], нами была создана климатическая база данных. Она включает в себя климатические нормы (1961—1990 гг.) среднемесячных значений средних, максимальных и минимальных температур воздуха и месячных сумм осадков по данным 2435 метеорологических станций всего мира. Для африканского материка мы располагали данными по 343 станциям.

На основе этих данных для каждой природной зоны определялась климатическая ниша (характерные температурно-влажностные условия). Анализ температурных условий в различных зонах Африки показал малую значимость этого фактора для их дифференциации: температуры самого теплого месяца изменяются от 20—28 (в саваннах) до 27—41 °С (в пустынях), различия температур самого холодного месяца — от 24—27 (в гилеях) до 9—19 °С (в полупустынях). Таким образом, температурные условия современных природных зон Африки таковы, что во всех зонах эти условия не могут препятствовать круглогодичной вегетации растительности. Поэтому главный климатический фактор, лимитирующий развитие биоты в Африке, — увлажнение.

В связи с этим были созданы карты распределения годового количества осадков по данным метеостанций; для устранения пробелов в информации по отдельным территориям Африки дополнительно использованы материалы, представленные в монографии «Климаты Африки» [13]. При составлении карты осадков изолинии проводились через каждые 100 мм.

На следующем этапе на основе полученной карты для всех природных зон в программе MapInfo рассчитывались площади природных зон, соответствующие каждому интервалу годовых сумм атмосферных осадков. Анализ этих данных позволил выделить диапазоны климатических параметров, значения которых наиболее вероятны для каждой природной зоны. В качестве рубежа статистической достоверности для процедуры моделирования климатических условий был выбран показатель > 5 % от площади зоны. При пересечении климатических ниш соседних зон в зависимости от соотношения их площадей в «спорном» интервале определялся также наиболее вероятный климатический рубеж между зонами (табл. 2).

Таблица 2
Количество осадков в природных зонах Африки

Природная зона (подзона)	Осадки, мм (интервалы с встречаемостью более 5 % от площади зоны)	Осадки, мм (вероятностные значения после сопоставления с соседними зонами)
Гилеи постоянно-влажные	1400—2100	1500—2100
Гилеи переменно-влажные	1100—2000	1200—1500
Гемигилеи	700—900	800—900
Саванны типичные и влажные	500—1400	600—1200
Саванны опустыненные	100—600	200—600
Пустыни	0—200	0—200
Полупустыни	0—500	200—500
Жестколистные леса и редколесья	200—800	300—800
Степи	300—600	300—600

Для оценки климатической обусловленности границ некоторых природных зон использованы дополнительные климатические показатели. Так, сравнение положения границ саванн и степей, показанных на мировой карте природных зон [1], с картами вероятности наступления заморозков [21] позволило нам исходить из допущения, что к саваннам могут быть отнесены только те территории с преобладанием злаков, где нет ежегодно повторяющихся заморозков. Злаковники с ежегодными заморозками следует относить к степям.

Проведенное исследование климатических ниш и вновь привлеченные литературные источники [20] позволили уточнить положение современных границ природных зон на Мадагаскаре и на западном побережье Мозамбикского пролива, что нашло отражение на карте современных природных зон Африки (рис. 1).

При реконструкции положения границ палеозон в первую очередь проводилось обобщение имеющихся литературных данных [14, 21, 27—29, 34, 38—40, 45, 49, 50, 52]. При этом выделялись регионы, в отношении которых имеются публикации, по-разному показывающие зональную принадлежность территории. В этих случаях проводился углубленный анализ с использованием палеогеографических данных о количестве осадков [3—6, 10, 22, 28, 31, 35, 40, 47—49], которые сопоставлялись с определенными нами климатическими нишами природных зон.

В дополнение к данным о прошлом распределении осадков использовались палеолимнологические материалы [19, 36, 40—43, 51] и данные о холодных течениях, вызывающих апвеллинги [2, 11, 16], которые могут оказывать иссушающее влияние на климат прибрежных территорий. При определении границ пустынь в Северной Африке в период оптимума голоцена важным источником информации стали материалы по палеозоогеографии [33] и археологии [44]. Для уточнения границ степей на севере и на юге материка были использованы сведения о положении границы территории с отсутствием отрицательных температур в период максимума оледенения [21].

Примененный нами подход к реконструкции палеозон с использованием данных о климатических нишах современных природных зон отчасти перекликается с методиками, ранее использовавшимися при реконструкции палеозон для территории Северной Евразии [17] и при анализе сценариев развития высотной поясности Кавказа [15] и Алтае-Саян [25, 26].

Результаты исследования. Природные зоны Африки в период максимума последнего оледенения. Положение границ природных зон в период максимума последнего оледенения существенно отличалось от современного (рис. 1 и 2). Полученная нами картина природной зональности периода оледенения хорошо согласуется с современными представлениями об изменениях главных климатообразующих факторов.

Главные особенности зональной структуры того времени определялись изменениями атмосферной циркуляции. В условиях глобального похолодания, ставшего причиной оледенения, произошло уменьшение прогрева приэкваториальных областей Африки. Одновременно сдвинулись в сторону экватора и ослабли субтропические центры высокого давления. Результатом таких изменений стали ослабление пассатов и снижение количества осадков над большей частью континента (на 250—500 мм осадков в приэкваториальной части).

Уменьшение количества осадков вблизи экватора привело к почти полной деградации зон постоянно-влажных и переменнo-влажных гилей. Исследова-

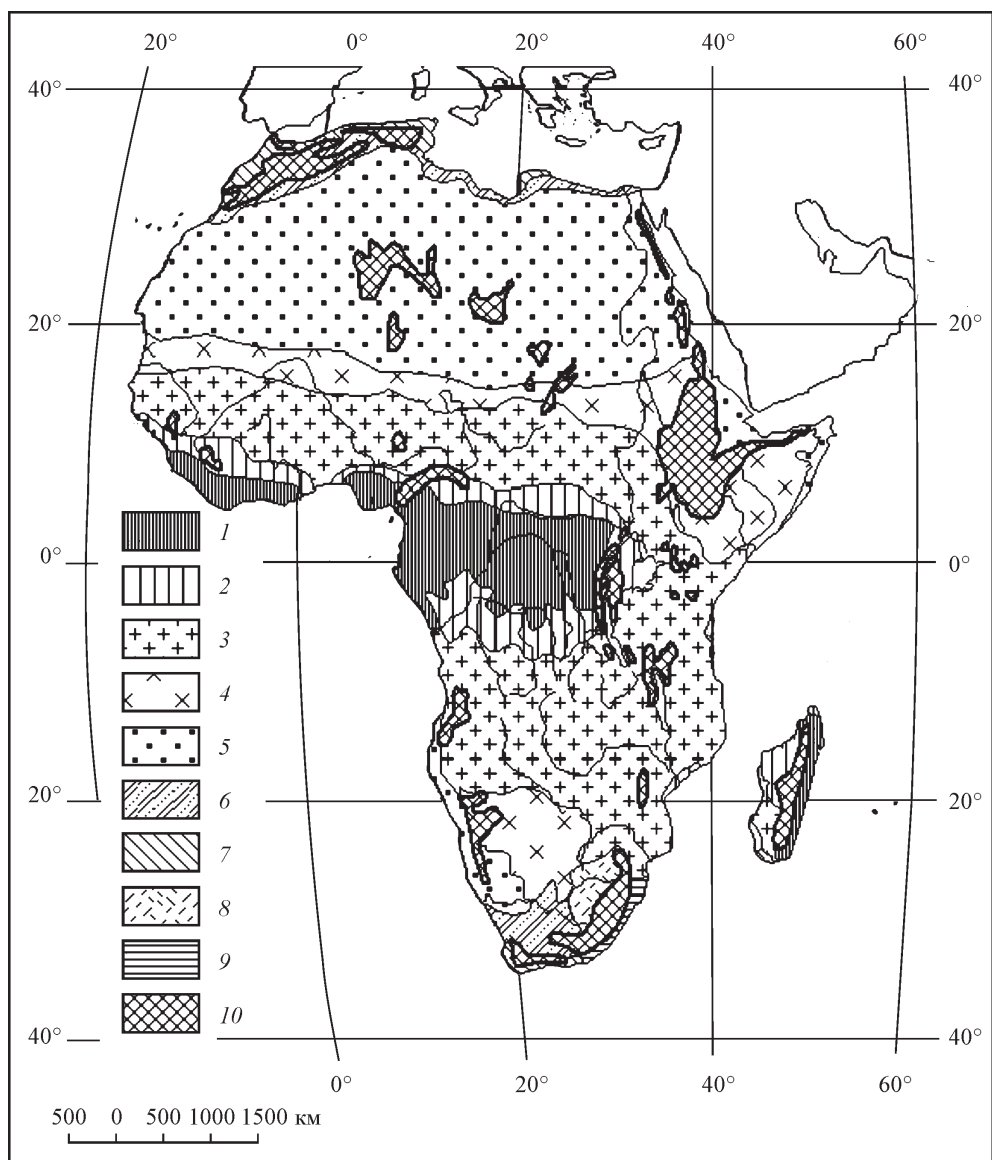


Рис. 1. Современные природные зоны Африки.

1 — постоянно-влажные гилеи, 2 — переменнo-влажные гилеи, 3 — типичные и влажные саванны, 4 — опустыненные саванны, 5 — пустыни, 6 — полупустыни, 7 — жестколистные леса и редколесья, 8 — степи, 9 — гемигилеи, 10 — горные области.

ния, результаты которых приведены в работах [27, 28, 45, 48], и наши расчеты показывают, что постоянно-влажные гилеи могли сохраниться только на ограниченных участках побережья Гвинейского залива, а также в одной из частей бассейна Конго (сохранялись также галерейные леса вдоль рек, не показанные на нашей карте). К постоянно-влажным гилеям примыкала зона переменнo-влажных гилей. Обширные пространства, освободившиеся от лесов, занимали типичные и влажные саванны.

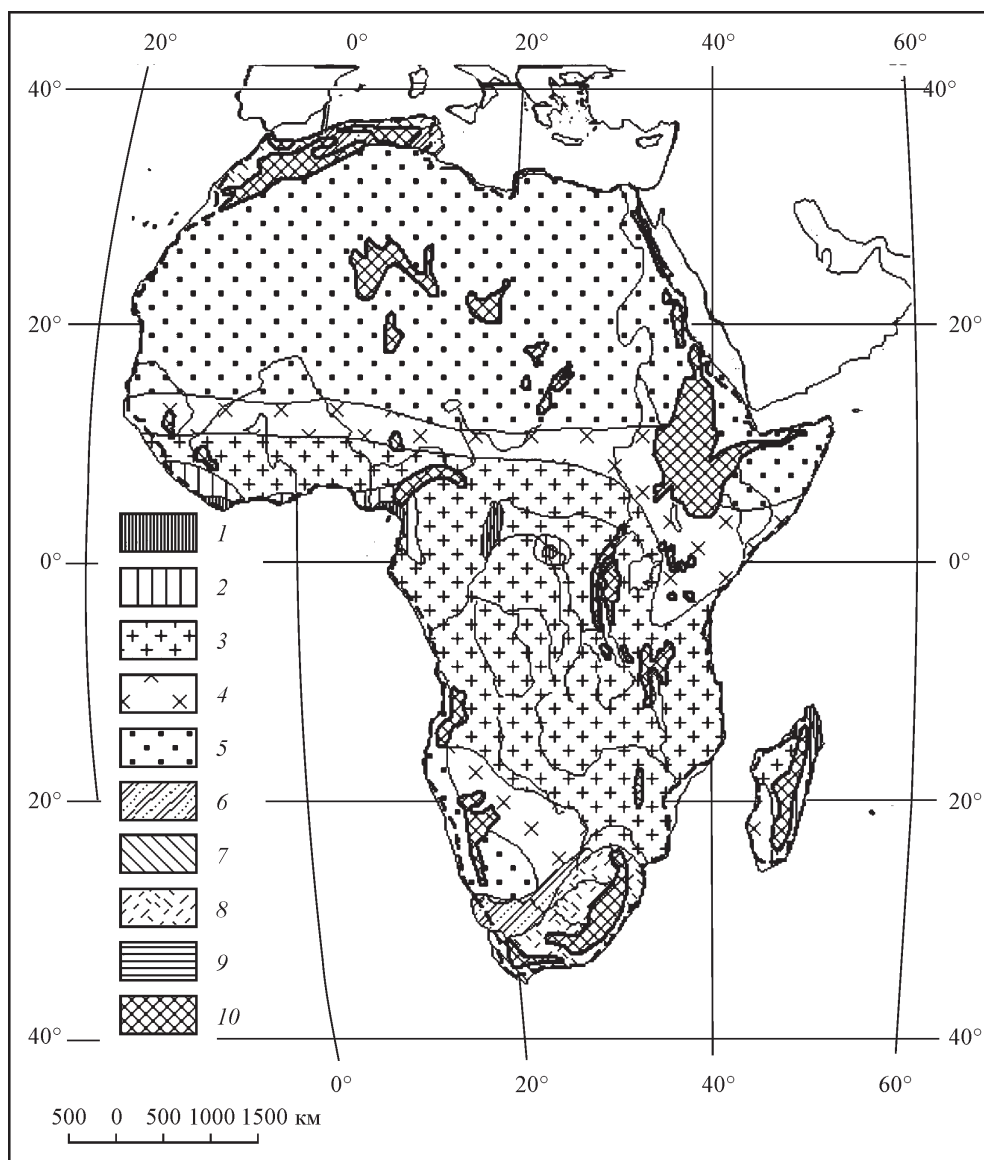


Рис. 2. Природные зоны Африки в период максимума последнего оледенения.
Условные обозначения те же, что и на рис. 1.

Другим следствием ослабления пассатной циркуляции стали расширение пустынь в сторону экватора и сдвиг подзоны опустыненных саванн в том же направлении. Эти изменения особенно отчетливо проявились в районе южной границы Сахары, которая продвинулась на юг примерно на 500 км.

Развитие прибрежных пустынь (Намиб, Западная Сахара, побережье п-ова Сомали), как и сейчас, зависело от вдольбереговых холодных течений, вызывающих апвеллинги. В период оледенения апвеллинги Бенгельского и Канарского течений у западных берегов Африки усиливались [2], что, по на-

шим оценкам, могло привести к продвижению пустынных ландшафтов в сторону экватора на 400 км. Соответственно к экватору сдвигались опустыненные саванны.

Сезонное Сомалийское течение, вызывающее апвеллинг летом северного полушария у восточного побережья одноименного полуострова, во время оледенений ослабевало, что было вызвано снижением интенсивности летнего Индийского муссона [11]. Поэтому протяженность прибрежных пустынь на западе п-ова Сомали должна была несколько уменьшиться (на 250—300 км), ближе к экватору на месте современных пустынных ландшафтов располагались опустыненные саванны. Напротив, можно предположить, что во внутренних районах п-ова Сомали вследствие общего уменьшения интенсивности циркуляции атмосферы могли иметь место аридизация климата и смена опустыненных саванн пустынными ландшафтами. Следует, однако, иметь в виду, что для рассматриваемой территории нет опубликованных первичных палеогеографических данных, а наше предположение об аридизации внутренних частей полуострова базируется на сведениях об изменении уровней озер в соседнем регионе Восточной Африки [36, 43], где фиксируются иссушение климата и расширение опустыненных саванн [28].

На крайнем севере Африки — в районе Средиземноморья — по палинологическим материалам фиксируется распространение степей на месте ландшафтов современных жестколистных лесов и редколесий [34], что должно было бы трактоваться как свидетельство иссушения климата. Однако такой вывод не согласуется с палеолимнологическими данными, которые указывают на рост увлажнения. Об этом, в частности, свидетельствует заметный подъем уровня Мертвого моря [19].

Вслед за Х. Эленга и другими [34] мы считаем, что это противоречие может быть объяснено с учетом специфики сезонности в выпадении осадков. По-видимому, большая часть осадков, приносимых западными ветрами в Средиземноморье, выпадала в зимний период в виде снега. Кроме того, на развитии растительности могли негативно влиять и температурные изменения (большая продолжительность и суровость зимнего сезона), что могло неблагоприятно сказываться на теплолюбивой флоре жестколистных лесов.

По нашему мнению, все эти факторы в совокупности могли быть причиной деградации зоны жестколистных лесов и редколесий на севере Африки и замены ее степной растительностью. Возможно, небольшие фрагменты жестколистных лесов сохранялись на юге Атласских гор [46].

Изменения природной зональности на крайнем юге Африки были относительно небольшими. В связи со сдвигом субтропических центров высокого давления в сторону экватора на юге континента произошло усиление западного переноса, которое способствовало некоторому расширению зоны жестколистных лесов. Область Большого Карру и отчасти район Верхнего Карру также испытывали влияние усилившихся западных ветров, что могло привести к расширению степей за счет полупустынь. Напротив, в районе восточных предгорий Драконовых гор, где в настоящее время поступление атмосферной влаги обеспечивается пассатами, имело место уменьшение количества осадков. Это должно было вызвать расширение зоны степей и практически полную деградацию гемигилей. Представители влаголюбивой флоры могли сохраняться только в долинах рек, стекающих с Драконовых гор к Индийскому океану.

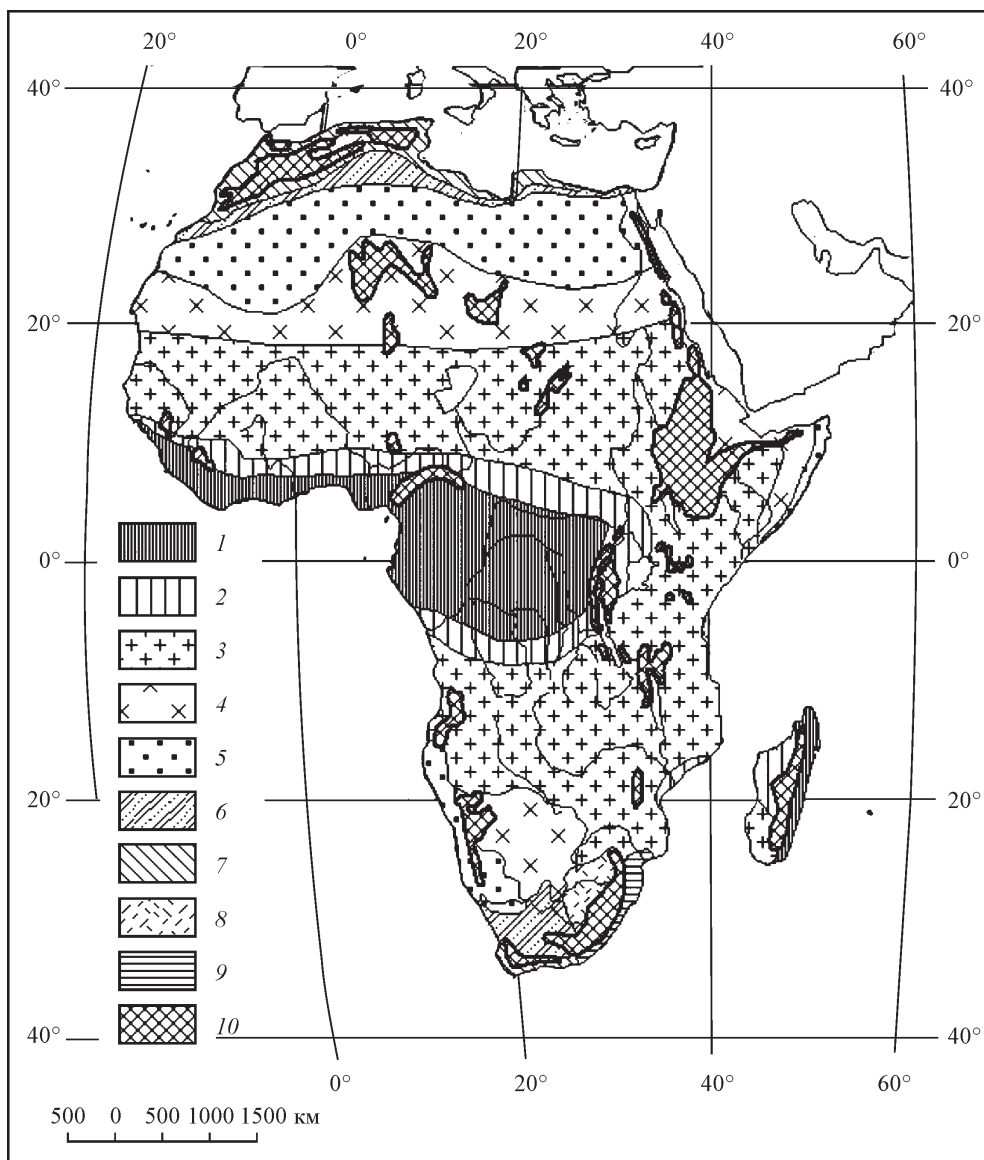


Рис. 3. Природные зоны Африки в период термического оптимума голоцена.

Условные обозначения те же, что и на рис. 1.

На Мадагаскаре перестройка зон была следствием ослабления пассатной циркуляции. Площадь постоянно-влажных гилей существенно уменьшилась, они могли сохраниться только на северо-западе острова. Переменно-влажные гилей занимали остальную часть восточного побережья. На западе острова вследствие нарастания сухости располагались саванновые ландшафты, причем опустыненные саванны могли существенно продвинуться в северном направлении.

Природные зоны Африки в период оптимума голоцена. В период оптимума голоцена (рис. 3) приэкваториальные районы Африки прогревались лучше, чем в настоящее время. В связи с этим пассатная цирку-

ляция становилась более интенсивной, а количество осадков вблизи экватора увеличивалось (на 250—300 мм по сравнению с современным уровнем). Территория постоянно-влажных гилей расширялась. Зона переменного-влажных гилей занимала примерно такую же площадь, как сейчас, но располагалась дальше от экватора.

Значительные изменения происходили в Северной Африке, где благодаря действию космических факторов наблюдалось сезонное перераспределение инсоляции на верхней границе атмосферы, выражающееся в зимнем уменьшении и летнем увеличении этого показателя [30]. В связи с этим зона внутритропической конвергенции пассатов в летний сезон северного полушария сдвигалась севернее экватора на еще большее расстояние, чем в настоящее время. Соответственно увлажнялась значительная часть территории Сахары.

В литературе существуют различные трактовки масштабов зональных сдвигов, происходивших в районе современного расположения Сахары. Одни авторы [14, 48] считают, что почти вся она превращалась в саванну, другие [27, 28, 32, 52] полагают, что пустынные ландшафты сохранялись в северной половине современной Сахары. Имеющиеся оценки распределения осадков на севере Африки в период оптимума голоцена [3, 4, 10, 14, 28, 35, 44] и полученные нами сведения о климатических нишах современных природных зон позволяют сделать вывод о правильности второй точки зрения. Даже в период оптимума голоцена уровень осадков в северной части современной Сахары не превышал 250 мм, поэтому здесь сохранялась полоса пустынных ландшафтов шириной 500—1000 км, протянувшаяся от Атлантики до Красного моря.

К северу от полосы пустынь располагались полупустыни и зона жестколистных лесов и редколесий. Территории, занятые этими зонами, превышали площади их современных аналогов.

В районе п-ова Сомали сказывалось усиление летнего Индийского муссона и зависящего от него апвеллинга. В связи с этим вдоль восточного побережья полуострова сохранялись пустыни, тогда как во внутренних частях полуострова большое развитие получили ландшафты опустыненных и типичных саванн.

На юге Африки положение границ природных зон почти не отличалось от современного. В южном полушарии приход солнечной радиации на верхней границе атмосферы в летнее время уменьшался [30], что, по-видимому, снижало увлажняющий эффект, связанный с повышением глобальной температуры и интенсификацией пассатной циркуляции.

Некоторые изменения в положении границ природных зон могли иметь место в связи с ослаблением апвеллинга, вызванного Бенгельским течением. Соответственно северная граница пустыни Намиб могла быть сдвинута к югу. Наши оценки позволяют также предположить, что имело место некоторое увеличение площади гемигилей на юго-востоке Южной Африки, а на юге Мадагаскара могли исчезнуть опустыненные саванны и их место занимали ландшафты типичных саванн.

Заключение. За период позднего плейстоцена—голоцена (последние 21 тыс. лет) структура природной зональности Африки претерпевала масштабные перестройки, что было обусловлено преимущественно изменениями увлажнения. Во время максимального развития оледенения северного полушария в Африке происходило общее иссушение климата, гумидные (лесные) зоны сильно деградировали, а пустыни расширялись. В период оптимума голоцена общий уровень увлажнения на континенте увеличивался, в связи с чем лесные ландшафты постоянно-влажных и переменного-влажных гилей по-

лучали наибольшее распространение; площадь пустынь сокращалась, их частично замещали опустыненные саванны и другие ландшафты.

Изменения природной зональности в Северном и Южном полушариях отличались значительным своеобразием. Более существенные перемены были характерны для северной части материка, тогда как на юге Африки трансформации природных зон и перемещения их границ были относительно небольшими. Так, в северном полушарии амплитуда перемещения южной границы Сахары за исследованный период составляла до 1000 км и более; особенно масштабное отступление пустыни происходило в период оптимума голоцена. В южном полушарии северная граница пустынь и опустыненных саванн почти не меняла положения (за исключением северной оконечности пустыни Намиб, положение которой зависело от силы апвеллинга Бенгельского течения).

Такие различия, по нашему мнению, были связаны с особенностями сочетания климатообразующих факторов. Так, в период оптимума голоцена благодаря действию космических факторов внутритропическая зона конвергенции пассатов, с которой связано увлажнение ландшафтов на стыке Сахары и зоны саванн, продвигалась к северу. Одновременно с этим сдвигом наблюдалось общее повышение влагосодержания в атмосфере и интенсивности пассатной циркуляции. Таким образом, оба фактора способствовали отступлению Сахары. В южной части материка такого сочетания факторов увлажнения в оптимуме голоцена не наблюдалось, поэтому положение границ пустынь оставалось стабильным.

Масштабы изменения природной зональности вблизи северной и южной оконечностей Африки также значительно отличались. На крайнем юге зона жестколистных лесов и редколесий существовала непрерывно, лишь незначительно изменяя свои границы в течение рассматриваемого периода, тогда как в африканском Средиземноморье жестколистные леса почти полностью исчезали в период максимума оледенения и сильно разрастались в теплых условиях оптимума голоцена. Можно предположить, что отмеченные отличия стали следствием разницы в степени выхолаживания территорий в период максимума оледенения.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о больших трансформациях в структуре природной зональности в африканской части северного полушария и о гораздо меньших переменах в южной части материка.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-05-00604).

Список литературы

- [1] Амосов М. И., Артемьев Ю. М., Москаленко И. Г., Сыромятина М. В. Температурно-влажностные условия природных зон мира // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. 2011, № 3. С. 100—108.
- [2] Бараш М. С., Оськина Н. С., Иванова Е. В. Приафриканские апвеллинги в позднем плейстоцене по данным изучения планктонных фораминифер // Океанология. 1980. Т. 20, вып. 1. С. 97—105.
- [3] Борзенкова И. И. Колебания увлажнения Сахары и соседних с нею областей за последние 20 тысяч лет // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1980, № 3. С. 36—45.
- [4] Борзенкова И. И. Эмпирическая палеоклиматология: состояние проблемы и методы исследований // Изменения климата и их последствия. СПб.: Наука, 2002. С. 75—92.

- [5] Величко А. А. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства северного полушария. Поздний плейстоцен—голоцен. Атлас-монография. М.: ГЕОС, 2009. 120 с.
- [6] Величко А. А. Соотношение изменений климата в высоких и низких широтах Земли в позднем плейстоцене и голоцене // Палеоклиматы и оледенения в плейстоцене / Под. ред. Величко А. А., Гуртовой Е. Е., Фаустовой М. А. М.: Наука, 1989. С. 5—19.
- [7] Географический энциклопедический словарь: понятия и термины / Гл. ред. А. Ф. Трёшников. М.: Сов. энциклопедия, 1988. С. 432.
- [8] Глазовская М. А. Почвы зарубежных стран. М.: Высшая школа, 1983. С. 312.
- [9] Григорьев А. А., Будыко М. И. О периодическом законе географической зональности // Докл. АН СССР. 1956. Т. 110, № 1. С. 129—132.
- [10] Зубаков В. А. Глобальные климатические события плейстоцена. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 288.
- [11] Иванова Е. В. Глобальная термохалинная палеоциркуляция. М.: Научный мир, 2006. 320 с.
- [12] Исаченко А. Г., Шляпников А. А. Природа мира: Ландшафты. М.: Мысль, 1989. 504 с.
- [13] Климаты Африки / Под ред. А. Н. Лебедева, О. Г. Сорочан. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 200 с.
- [14] Клименко В. В. Климат: непрочитанная глава истории. М.: МЭИ, 2009. 407 с.
- [15] Коломийц Э. Г. Прогноз влияния глобальных изменений климата на ландшафтную структуру горной страны // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1985. № 1. С. 14—30.
- [16] Лапенис А. Г., Шабалова М. В. Изменения глобального климата и механизм увлажнения внутриконтинентальных аридных зон // Метеорология и гидрология. 1992, № 8. С. 18—24.
- [17] Марков К. К., Бурашикова Т. А., Муратова М. В., Суетова И. А. Климатическая модель и географические зоны времени голоценового оптимума на территории СССР // Антропогенные факторы в истории развития современных экосистем. М.: Наука, 1981. С. 230—240.
- [18] Мильков Ф. Н. Природные зоны СССР. М.: Мысль, 1977. 293 с.
- [19] Мурзаева В. Э., Коноплева В. И., Девяткин Е. В., Серебрянный Л. Р. Плувиальные обстановки позднего плейстоцена и голоцена в аридной зоне Азии и Африки // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1984, № 4. С. 15—25.
- [20] Полиан Р. Мадагаскар — малый континент между Африкой и Азией // Мадагаскар. М.: Прогресс, 1990. С. 14—47.
- [21] Природа и ресурсы Земли. Атлас. Т. 1—2. М.: Вена, 1998.
- [22] Суркова Г. В. Особенности глобальной циркуляции в период оптимума голоцена и позднеплейстоценового криохрона по данным моделей общей циркуляции атмосферы // Метеорология и гидрология. 2003, № 6. С. 18—31.
- [23] Физико-географический атлас мира. М.: ГУГК, 1964. 298 с.
- [24] Цех В., Хинтермайер-Эрхард Г. Почвы мира. Атлас. М.: Академия, 2007. 120 с.
- [25] Чистяков К. В., Москаленко И. Г., Зелепукина Е. С. Высотная структура ландшафтной поясности Убсу-Нурской впадины // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. 2007, вып. 3. С. 128—139.
- [26] Чистяков К. В., Москаленко И. Г., Зелепукина Е. С. Климат Убсу-Нурской впадины: пространственная модель // Изв. РГО. 2009. Т. 141, вып. 1. С. 44—61.
- [27] Anhof D., Ledru M.-P., Behling H., Da Cruz Jr. F. W., Cordeiro R. C., T. Van der Hammen, Karmann I., Marengo J. A., Oliveira P. E., Pessenda L., Siffedine A., Albuquerque A. L., Da Silva Dias P. L. Paleo-environmental change in Amazonian and African rainforest during the LGM // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2006, N 239. P. 510—527.

- [28] *Anhuf D., Schröder B., Motzer T.* Palaeovegetation Maps of Africa. University of Mannheim, 2000. URL: www.uni-mannheim.de/phygeo/palaeo.htm
- [29] *Barham L., Mitchell P.* The First Africans. Cambridge University Press, 2008. 601 p.
- [30] *Berger A.* Long-term variations of daily insolation and Quaternary climatic change // *Journal of Atmospheric Science*. 1978, vol. 35. P. 2362—2367.
- [31] *Bush A. B. G., Philander S. G. H.* The climate of the Last Glacial Maximum: Results from a coupled atmosphere-ocean general circulation model // *Journal of geophysical research*. 1999, vol. 104. N D20. P. 509—525.
- [32] *Collins J. A., Schefuß E., Heslop D., Mulitza S., Prange M., Zabel M., Tjallingii R., Dokken T. M., Huang E., Mackensen A., Schulz M., Tian J., Zarriess M., Wefer G.* Interhemispheric symmetry of the tropical African rainbelt over the past 23.000 years // *Nature, Geoscience*. 2010, N 4. P. 42—45.
- [33] *Drake N. A., Blench R. M., Armitage S. J., Bristow C. S., White K. H.* Ancient water-courses and biogeography of the Sahara explain the peopling of the desert // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2011, N 108(2). P. 458—462.
- [34] *Elenga H., Peyron O., Bonnefille R., Jolly D., Cheddadi R., Guiot J., Andrieu V., Bottema S., Buchet G., Beaulieu J.-L., Hamilton A. C., Maley J., Marchant R., Perez-Obiol R., Reille M., Riollot G., Scott L., Straka H., Taylor D., Van Campo E., Vincens A., Laarif F., Jonson H.* Pollen-based biome reconstruction for southern Europe and Africa 18.000 yr BP // *Journal of Biogeography*. 2000, N 27. P. 621—634.
- [35] *Frenzel B., Pecsí M., Velichko A. A.* Atlas of paleoclimates and paleoenvironments of the northern hemisphere. Late Pleistocene — Holocene. Budapest; Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1992. 153 p.
- [36] *Gasse F.* Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum // *Quaternary Science Reviews*. 2000, N 19. P. 189—211.
- [37] Global Climate Normals 1961—1990. National Climatic Center NOAA (Национальное управление океанических и атмосферных исследований). CD-Rom.
- [38] *Heine K.* Holocene climate of Namibia: a review based on geoarchives // *African Study Monographs*. 2005, suppl. 30. P. 119—133.
- [39] *Heine K.* Some observations concerning the age of the dunes in the western Kalahari and palaeoclimatic implications // *Paleoecology of Africa*. 1990, vol. 21. P. 161—178.
- [40] *Heine K.* The main stages of the late quaternary evolution of the Kalahari region, Southern Africa // *Paleoecology of Africa*. 1982, N 15. P. 53—76.
- [41] *Hipondoka M.* The Development and Evolution of Etosha Pan, Namibia. Würzburg, 2005. 152 p. URL: http://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/volltexte/2005/1435/pdf/The_Development_and_Evolution_of_Etosha_Pan_Namibia_150dpi.pdf
- [42] *Johnson T. C., Malala J. O.* Lake Turkana and Its Link to Nile // *The Nile. Monographiae Biologicae*. 2009, vol. 89. N 4. P. 287—304.
- [43] *Kiage L. M., Liu K.* Late Quaternary paleoenvironmental changes in East Africa: a review of multiproxy evidence from palynology, lake sediments, and associated records // *Progress in Physical Geography*. 2006, N 30(5). P. 633—658.
- [44] *Kindermann K., Bubenzer O., Nussbaum S., Riemer H., Darius F., Pollath N., Smettan U.* Palaeoenvironment and Holocene land use of Djara, Western Desert of Egypt // *Quaternary Science Reviews*. 2006, N 25. P. 1619—1637.
- [45] *Leal M. E.* The African rain forest during the Last Glacial Maximum, an archipelago of forests in a sea of grass. Wageningen, 2004. URL: edepot.wur.nl/25106
- [46] *Medail F., Diadema K.* Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin // *Journal of Biogeography*. 2009, N 36. P. 1333—1345.
- [47] *Nicholson S. E., Flohn H.* African environment and climatic changes and the general atmospheric circulation in late Pleistocene and Holocene // *Climate Change*. 1980, N 2. P. 313—348.

- [48] Ray N., Adams J. M. A GIS-based Vegetation Map of the World at the Last Glacial Maximum (25.000—15.000 BP). Internet Archaeology. 2001. 11. URL: http://intarch.ac.uk/journal/issue11/rayadams_toc.html
- [49] Rodrigues D., Abell P. I., Kropelin S. Seasonality in the early Holocene climate of Northwest Sudan: interpretation of *Etheria elliptica* shell isotopic data // Global and Planetary Change. 2000, N 26. P. 181—187.
- [50] The Human past. World Prehistory and the Development of Human Societies. L.: Thames and Hudson, 2005. 182 p.
- [51] Trauth M. H., Deino A. L., Bergner A. G. N., Strecker M. R. East African climate change and orbital forcing during the last 175 kyr BP / Earth and Planetary Letters. 2003, N 206. P. 279—313.
- [52] Uriarte A. History of Earth's Climate. San Sebastian: Gobierno de Vasco, 2011. 314 p.

Санкт-Петербург
 mamosov@mail.ru
 Санкт-Петербургский
 государственный университет

Поступило в редакцию
 26 февраля 2013 г.

Изв. РГО. 2013. Т. 145. Вып. 4

© Ю. П. КЛЕВАНЦОВ,* В. А. РОЖКОВ,** К. Г. СМЕРНОВ,**
 Н. А. СУХИХ**

ВЕРТИКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЙ В ФИНСКОМ ЗАЛИВЕ

За последние годы в районе мыса Шепелевский в Финском заливе Балтийского моря доплеровским профилографом течений ADCP 300 кГц выполнена серия синхронных измерений трехкомпонентного вектора $\vec{U}(z, t)$ скорости течений. Для анализа выбраны 10 реализаций с интервалом дискретности $\delta t = 1$ мин на 11 горизонтах (z) в точке $59^\circ 58'$ с. ш., $29^\circ 05'$ в. д. с глубиной 20 м в 2010—2012 гг.

В настоящей работе обсуждаются вопросы описания эпюры скорости течений на серии горизонтов при различных гидрометеорологических ситуациях.

Исходные данные и их характеристика. В табл. 1 для всех реализаций приведены статистические характеристики векторов на трех горизонтах (близ поверхности, у дна и на глубине 6—8 м).

Эти реализации отличаются диапазонами изменений скорости ветра, высот ветровых волн, температурой воды и воздуха, флуктуациями атмосферного давления, наличием штормовых нагонов, ледяного покрова и других гидрометеорологических условий.

Из представленных 10 реализаций по ледовым условиям можно выделить: № 7 — в последнюю неделю которой устанавливался лед, № 8 — когда лед был все время, и № 9, когда были зафиксированы прохождения ледовых полей.