Contents

No. 2, 2004

Simultaneous English language translation of the journal is available from MAIK "Nauka/Interperiodica" (Russia).
Paleontological Journal ISSN 0031-0301.

Phanerozoic Climatic Zones and Paleogeography with a Consideration of Atmospheric CO_2 Levels
A. J. Boucot, Chen Xu, and C. R. Scotese 3

Biogeographic Events in the Middle and Upper Cambrian, Using the Example of the Agnostida (Trilobita) and Brachiopoda
E. B. Naimark 12

New Data on the Sclerite Morphology of the Tommotiid Species *Lapworthella fasciculata*
Yu. E. Demidenko 23

Aptychi from the Volgian Stage of the Russian Platform
M. A. Rogov 28

New Rhyncholites of the Subgenus *Convexiterbeccus* from the Lower Cretaceous of the Southwestern Crimea
V. N. Komarov 35

Revision of the Brachiopod Family Schrenkiellidae Lazarev, 1990
S. S. Lazarev 40

New Permian Chonetids (Brachiopods) from Mongolia
G. A. Afanasjeva 47

The Lower Kazanian (Upper Permian) Terebratulid Assemblage of the Family Beecheriidae fam. nov. (Brachiopoda) from the East of the Russian Platform
T. N. Smirnova 50

Revision of Spiriferid Brachiopods of the Family Uchtospiriferidae from the Devonian of Southern Timan
N. V. Oleneva 55

Jurassic Insects (Insecta) from the Sai-Sagul Locality (Kyrgyzstan, Southern Fergana)
I. D. Sukacheva and A. P. Rasnitsyn 64

A New Species of Bark Beetles of the Genus *Hylesinus* (Insecta: Coleoptera: Scolytidae) from the Oligocene of France
A. V. Petrov and V. V. Zherikhin 69

A New Dvinosaur (Amphibia, Temnospondyli) from the Upper Tatarian of the Middle Volga Region
Yu. M. Gubin 72

On the Heterocelous Vertebrae in Horned Dinosaurs (Protoceratopidae, Neoceratopsia)
V. S. Tereshchenko 81

Parauromastyx gilmorei gen. et sp. nov. (Isodontosauridae, Iguania), a New Lizard from the Upper Cretaceous of Mongolia
V. R. Alifanov 87

New Early Miocene Shrews (Soricidae, Mammalia) from Kazakhstan
A. V. Lopatin 93

A New Representative of the Family Raoellidae (Suiformes) from the Middle Eocene of Khaichin-Ula 2, Mongolia
I. A. Vislobokova 102

New Species of *Samaropsis* from the Gzhelian of the Donets Basin
N. I. Boyarina 108

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2004, № 2, с. 3–11

УДК 551.8

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ФАНЕРОЗОЯ С УЧЕТОМ СОДЕРЖАНИЯ CO_2 В АТМОСФЕРЕ

© 2004 г. А. Дж. Буко, Чень Су, К. Р. Скотиз

Отделение зоологии Орегонского университета, Корваллис, США

Институт геологии и палеонтологии Китайской академии наук, Нанкин, КНР

Отделение геологии Техасского университета, Арлингтон, США

Поступила в редакцию 17.02.2003 г.

Принята к печати 26.02.2003 г.

По таким индикаторам климата, как эвапориты, калькреты, угли, бокситы, каолины и каолиниты, тиллиты, стагмалиты, глендониты и холодноводные морские осадки, реконструированы глобальные климатические обстановки для 27 временных интервалов фанерозоя – от кембрия до миоцена. Климатические изменения увязаны с палеогеографией соответствующего геологического времени. Сравнение полученных результатов с динамикой глобальных климатических градиентов, установленных ранее на основе колебаний уровней CO_2 в атмосфере, выявило несоответствие между ними, что свидетельствует о вероятной ошибочности геохимических моделей.

ОБЗОР ФАНЕРОЗОЙСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЯСОВ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Давно установлено и даже стало стереотипом представление о том, что на протяжении фанерозоя глобальные климатические пояса не оставались неподвижными и безледниковые эпохи чередовались с эпохами континентальных оледенений. Наш обзор включает свыше 7000 данных из 4000 с лишним работ о климатически чувствительных отложениях и нескольких биогеографических индикаторах кембрия–миоцена. К ним относятся угли, эвапориты, калькреты, тиллиты, латеритные образования (включая бокситы), каолины, стагмалиты, глендониты и т. д. Эти сведения нанесены на палеогеографические карты, реконструированные с учетом климатической зональности. В итоге получено 27 карт для раннего кембрия – миоцена, которые также согласуются с новейшими биогеографическими данными (Boucot et al., in press). В ближайшем будущем мы попытаемся подытожить биогеографическую информацию для фанерозоя с целью уточнения карт, основанных на климатических данных. Для лучшего понимания эволюции глобальных климатических зон фанерозоя мы помещаем в данной работе без обеспечения конкретными данными четыре карты: для раннего–среднего ордовика, средней–поздней перми, раннего мела и раннего эоцена.

На карте для раннего кембрия большинство континентальных масс смещено в южное полушарие. Эвапориты распространены в Лаврентии, нескольких районах Южной Америки, Арморике, Иберии, Сардинии и Восточной Германии, на юго-западе Сибирской платформы, Ближнем Востоке, в Пакистане, в Северном и Южном Китае, Австралии, т.е. в обширном аридном поясе южного полушария. Предполагается, что глобальный климатический градиент в эту эпоху был очень низким, о чем свидетельствует широкое распространение морских карбонатных пород. Такая ситуация заметно отличается от среднекембрийско-эйфельской обстановки, когда в высоких южных широтах были распространены прохладноводные осадочные породы и фауны. Показательно положение южного края Лаврентии (район Оуачита), примыкающего к центральной части Анд, который литостратиграфически и по трилобитовой биогеографии практически идентичен району Сан-Хуан Предкордильер, влившемуся в состав Южной Америки начиная со среднего ордовика. После раннего ордовика Лаврентия дрейфует в восточном направлении вдоль западного берегового края Южной Америки, пока в девоне не занимает положение, близкое к современному. Также следует отметить, что относительно низкий климатический градиент характерен не только для раннего кембрия, но и для послеледникового интервала в конце протерозоя. Необычайно низкий климатический градиент раннего кембрия также выражен в широком распространении археоциатид, которые, по-видимому, населяли относительно теплые воды. И все же присутствие в раннем кембрии особой биогеографической области Балто-Акадии согласуется с тем, что район южного полюса был хотя и достаточно теплым, но более холодным, чем примыкающие к нему области более низких широт.

Средний–поздний кембрий значительно отличается от раннекембрийской эпохи появлением высокоширотного прохладноводного умеренного пояса в южном полушарии, о чем свидетельствуют широкое распространение холодно- или умеренноклиматических кремнисто-обломочных мадстоунов и песчаников с характерными невыветрелыми зернами слюды, отсутствие эвапоритов, красноцветов, калькретов, известняков, доломитов или других показателей теплого климата, а также прохладноводная фауна Атлантической биогеографической области. Эти высокоширотные обстановки южного полушария просуществовали вплоть до эйфеля, когда глобальный климатический градиент значительно ослаб. Бокситы, которые указывали бы на тропический или субтропический климат, в этом стратиграфическом интервале еще не обнаружены. Мы обосновываем положение тропическо-субтропического пояса данными по карадокскому веку, которые экстраполируются на более древние интервалы геологического времени.

Следует учитывать, что на картах кембрия–девона связи Сибирской платформы, погребенного палеозоя Западно-Сибирской низменности, Восточного Урала, палеозойских обнажений Юго-Восточного Казахстана, востока Джунгарии, большей части Внутренней Монголии, Южной Монголии и Большого Хингана основаны на следующих предпосылках. Разнообразные породы этого обширного пояса в значительной степени состоят из островодужных вулканических и вулканогенных осадков, офиолитов и мелких карбонатных платформ, образовавшихся в небольших теплых мелководных морских акваториях. Структурно и стратиграфически эти регионы очень сложны и все еще не очень хорошо изучены из-за трудностей картирования в Юго-Восточном Казахстане. Палеозой скрыт под обширным чехлом постпалеозойских бассейновых осадков и обнажается только на ограниченных участках горных хребтов. Лишь небольшое число скважин проходит через постпалеозойский чехол Западно-Сибирской низменности. До сих пор ощущается недостаток в детальном картировании большей части Джунгарии, Монголии, Внутренней Монголии и Большого Хингана. В целом этот огромный регион несомненно представлял собой раннепалеозойский океан, сжатый в основном к концу миссисипия, когда Сибирская платформа значительно продвинулась на запад и юг, а также во время девонских и постмиссисипских подвижек Сибирской платформы. Современное взаиморасположение в большой степени отражает поздемиссисипские движения. Для обнаженных блоков Восточного Урала и западной окраины Сибирской платформы оценены расстояния, пройденные за определенные интервалы геологического времени.

Раннеордовикская география сходна с географией среднего–позднего кембрия, с немногочисленными калькретами в Иберии и Лаврентии. В целом данные и выводы по этим эпохам одинаковы.

Карта среднего–позднего ордовика сходна с раннеордовикской за исключением того, что в Южной Сибири и Южном Казахстане присутствуют бокситы, свидетельствующие о существовании тропического-субтропического пояса (рис. 1). В среднем ордовике Предкордильерский террейн объединяется с Южной Америкой (Casquet et al., 2001), а Лаврентия начинает движение вдоль северо-западного берега Южной Америки к северу и в девоне постепенно останавливается напротив северной части этого континента. Тропический-субтропический пояс фиксируется по нескольким центральноазиатским бокситам карадока. В терминальном ордовике высоких южных широт присутствуют тиллиты и стагмалиты. Эти породы обычно относят к хирнантскому интервалу позднего ашгилла, но в Северной Африке известны более ранние ашгиллские и, возможно, позднекарадокские стагмалиты, а в Южной Африке есть тиллиты того же возраста (тиллиты Пахиус). Последние через переходные глины Суум перекрываются алевролитами Диса с более молодыми морскими фаунами хирнанта. Бокситы Северного Судана отвечают кратковременному эпизоду накопления тепловодных осадков, присутствующих в Центральной Европе и Средиземноморье. Эти осадки зажаты между древними и более молодыми прохладноводными – холодноводными породами, которые могут быть эквивалентны глинам Суум с гигантскими конодонтами. А.Дж. Буко и др. (Boucot et al., 2003) обобщили данные по кратковременному тепловодному интервалу приблизительно среднеашгиллского возраста, который прослеживается в Центральной и Южной Европе и в Северной Африке. Аридный пояс южного полушария выражен хорошо, в то время как присутствие его в северном полушарии устанавливается только по отложениям в Сибири.

Силурийская карта по-прежнему демонстрирует устойчивое движение Лаврентии на восток – от своего положения напротив Центральных Анд в раннем ордовике к расположению около Колумбии в девоне. Бокситы здесь в настоящее время не известны. Нижнесилурийские тиллиты местами присутствуют в Южной Америке и Северной Африке. Устойчивое движение Южной Америки к северу устанавливается по присутствию в Венесуэле тепловодных силурийских фаун, которые сильно отличаются от прохладноводных ордовикских фаун. Это движение продолжалось и в раннем девоне, когда прохладноводные силурийские фауны сменились тепловодными девонскими. Все еще хорошо выражен аридный пояс южного полушария, а свидетельства его существова-

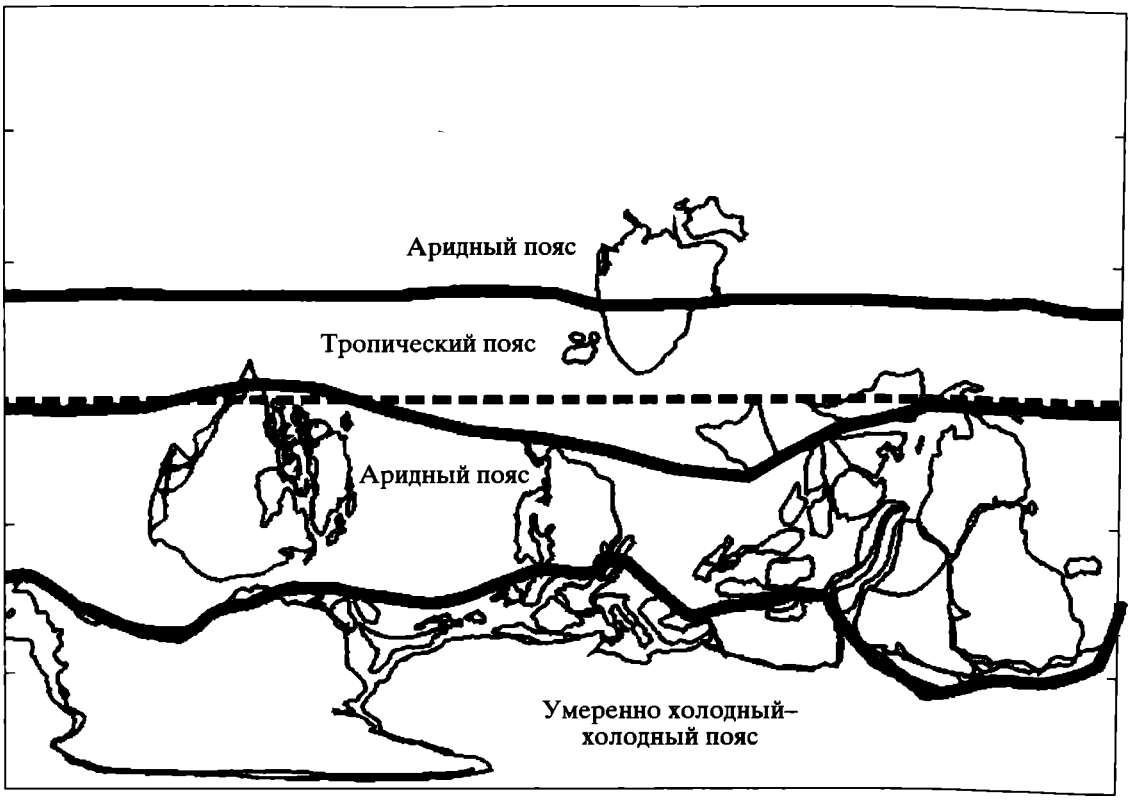

Рис. 1. Глобальные климатические пояса среднего и позднего ордовика.

ния в северном полушарии имеются на Сибирской платформе.

Ранний девон все еще характеризуется обширным аридным поясом южного полушария, скудными данными о наличии тропического-субстропического пояса (одно местонахождение бокситов на Восточном Урале) и свидетельствами существования аридного пояса в северном полушарии (на Сибирской платформе). Признаки высокоширотных оледенений (глендониты или стагмалиты) в эту эпоху отсутствуют.

Средний девон отличается большим распространением бокситов в Южной Сибири, Юго-Восточном Казахстане, в северных частях Западного Урала и Русской платформы. Живетские угли в Арктической Канаде и Южном Китае указывают на тропический-субтропический пояс, дополнительно к эвапоритам в северном и южном поясах. Эйфельские эвапориты под живетскими углями в Арктической Канаде соответствуют началу крупного движения Лаврентии на север, в тропическую область. Это перемещение в северное полушарие в значительной степени закончилось к концу карбона. В среднем девоне, на границе эйфеля и живета, Балтика и Лаврентия претерпели коллизию акадской орогении. Это событие, по-видимому, совпадает по времени с событием Кацак-отомари. Глобальный климатический градиент в это время существенно снизился, и в Антарктике образовывались красноцветы и калькреты, в отличие от нижнедевонских отложений и фаун Мальвино-Каффрской области. Аридные пояса в обоих полушариях по-прежнему были выражены достаточно отчетливо.

Следует подчеркнуть, что движение Лаврентии, Балтики и большей части нынешней Азии в северное полушарие в основном завершилось к концу миссисипия. Важно также учитывать, что существует плохо изученная обширная область предмезозойских вулканических поясов, офиолитов и мелких карбонатных платформ, которая погребена под мезо-кайнозойским чехлом Западно-Сибирской низменности, слагает Восточный Урал (восток Большого Уральского хребта), выходит из-под чехла Западно-Сибирской низменности в Юго-Восточном Казахстане (часть, называемая некоторыми авторами Казахстанией) и продолжается на восток, частично через Тянь-Шань, во Внутреннюю Монголию, Южную Монголию и Большой Хинган. Эта область первоначально представляла собой обширный океан. Она сочленилась с Русской и Сибирской платформами к серпуховскому веку и имеет сложную историю развития, как это видно в Восточном Прибалхашье. Все это подчеркивает важность миссисипия как времени поистине крупной палеогеографичес-

кой перестройки, значимость которой равноценна образованию северной и южной частей Атлантического океана в мезозое.

Поздний девон характеризуется признаками существования тропического-субтропического пояса, сходного с таковым в среднем девоне, но с более широким распространением бокситов в Юго-Восточном Казахстане, на Урале, Тимане и в Южном Китае. В северном и южном полушариях присутствуют аридные пояса с многочисленными калькретами и эвапоритами. Среди эвапоритов иногда встречаются осадочные каолины, что наиболее естественно объясняется гумидностью горного климата, по крайней мере, сезонной. С возвышенностей каолины сносились в эвапоритовые осадочные бассейны. Свидетельства позднедевонского струнийского оледенения присутствуют в центральной части Южной Америки и, возможно, в Чаде, но не сопровождаются какими-либо ассоциациями прохладно- или холодноводных организмов. Где-то в конце девона или в миссисипии Сибирская платформа, спаянная с террейнами Аляски, по-видимому, двигалась к Северной Америке. Аридные пояса обоих полушарий по существу были такими же, как и во второй половине среднего девона.

Турнейский и визейские века характеризуются широким распространением в Восточной Европе и Южном Китае бокситов и углей, что указывает на тропический-субтропический пояс. На западе Лаврентии этот гумидный низкоширотный регион становится более засушливым и переходит в область аридного климата. В прошлом, как и ныне, гумидные западные окраины океанов низких широт сменялись к западу засушливыми регионами, как это сейчас наблюдается в низкоширотной Австралии, Восточном Китае и Северной Америке. Имеются некоторые признаки оледенения в Западной Аргентине. Значительными темпами продолжалось движение на север Лаврентии, Балтики и Сибири, а также спаянного воедино складчатого региона Западно-Сибирской низменности и Юго-Восточного Казахстана. Существование низкоширотного аридного пояса южного полушария надежно устанавливается в Северной Америке, на западе Северной Европы и далее к юго-востоку – в Северной Африке и, вероятно, в Юго-Западной Азии.

В позднем миссисипии (серпухове) завершается массовое движение большинства континентов в северное полушарие. Сибирская платформа и Западно-Сибирская низменность с Восточным Уралом занимают свое нынешнее положение относительно Западного Урала. В серпуховское время существовали северный и южный аридные пояса, оконтуривающие экваториальный тропический-субтропический пояс. Последний характеризуется многочисленными бокситами Старого Света. Северный и южный умеренно теплые пояса отмечены углями, располагающимися к северу и югу от соответствующих аридных поясов. Умеренно холодные условия устанавливаются для высоких северных и южных широт. На Фолклендских островах отмечаются некоторые признаки оледенения. Имеются также свидетельства существования аридных поясов в северном и, по-видимому, в южном полушариях. Не исключено, что аридные пояса "пангееобразно" смыкались на экваторе.

Пенсильваний (башкирский и московский века) характеризуется обширным, сужающимся к западу, тропическим-субтропическим поясом с бокситами, каолинами и углями, а также северным и южным аридными поясами, высокоширотным оледенением в Южной Америке, на Аравийском полуострове и в Австралии, а также стагмалитами в Сибири.

Конец пенсильвания (гжель) характеризуется смешением аридных и гумидных индикаторов в низких широтах, в частности в Лаврентии, что отражает климатические колебания с частотой циклов Миланковича (пенсильванские-нижнепермские циклотемы Северной Америки). Хорошо развитые бокситы на востоке указывают на тропический-субтропический пояс. Этот век заметно отличается от предшествующего башкирского-московского времени. Возраст многих пенсильванских тиллитов остается под вопросом – не до конца ясно, являются ли они башкирскими-московскими или серпуховскими, или же захватывают оба интервала. Имеются убедительные свидетельства существования северного и южного аридных поясов, которые могли "пангееобразно" соединяться на западе Северной Америки.

В ранней перми высокоширотное оледенение южного полушария достигло максимума. Это время характеризуется широким распространением на востоке тропическо-субтропических бокситов и углей, которые исчезают к западу. К северу и югу этот пояс переходит в аридные пояса. Впервые получают заметное развитие глендониты. В основном они присутствуют в Восточной Австралии, а также, возможно, и в Южной Африке. В высоких широтах северного полушария – в Северо-Восточной Сибири и на юге Новой Земли – известны стагмалиты. Имеются многочисленные проявления аридного пояса в северном полушарии и менее убедительные признаки его существования в южном полушарии, за исключением Южной Америки. Возможно, оба пояса соединялись "пангееобразно" на западе Северной Америки.

В средней и поздней перми существовала обширная аридная область, которая занимала большую часть Западной Пангеи, за исключением высоких широт с их хорошо выраженными углями (рис. 2). В высоких широтах северного и южного

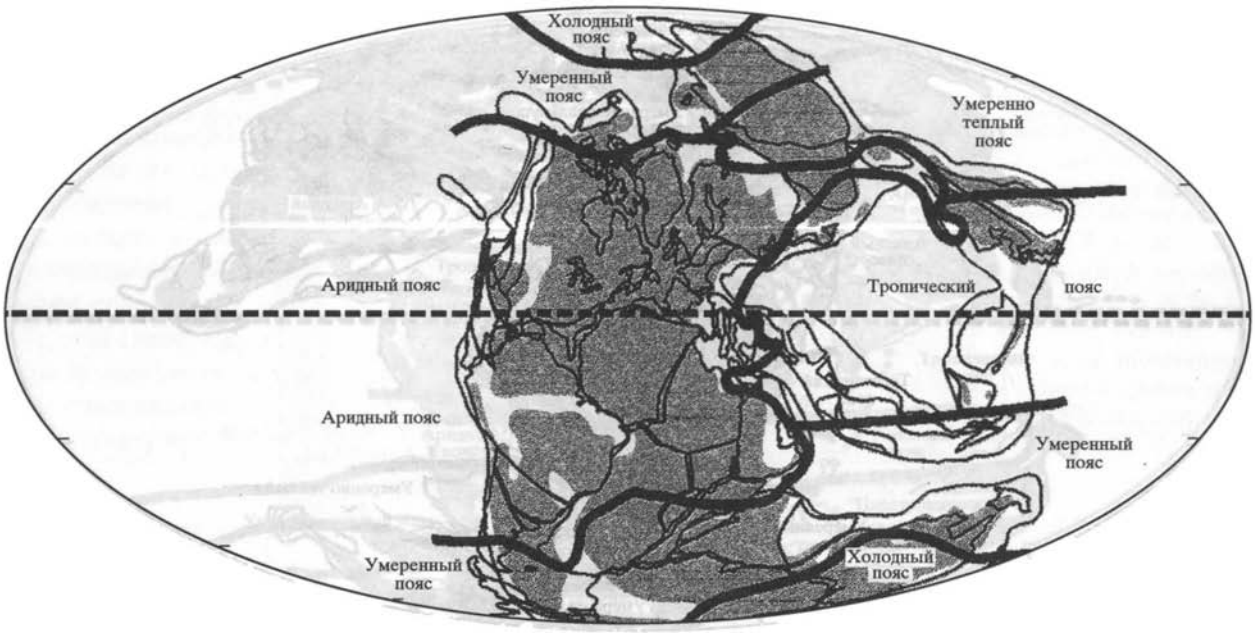

Рис. 2. Глобальные климатические пояса средней и поздней перми.

полушарий хорошо представлены глендониты и стагмалиты. Заслуживает внимания крупномасштабный низкоширотный градиент от гумидного климата на востоке к аридному на западе. Имеются убедительные свидетельства континентального оледенения. Наличие по крайней мере одного высокоширотного северного местонахождения бокситов пока не укладывается в имеющуюся палеоклиматическую картину. Тропический-субтропический пояс надежно устанавливается по бокситам от Ближнего Востока до Китая и Вьетнама.

Климатическая модель раннего триаса отличается неясностью и плохой обоснованностью. Основная аридная область Пангеи устанавливается по скудным данным. Известно несколько угольных залежей, но их датировки неточны и могут быть средне- или позднетриасовыми. Бокситы на востоке Пангеи, при условии правильности определения их возраста, свидетельствуют об очень низком климатическом градиенте.

Климатическая модель среднего триаса разработана лучше, но тоже не вполне достаточно. Имеются основания для установления обширной аридной области в низко- и среднеширотной Пангее. Угли в высоких северных и южных широтах указывают на гумидные умеренно теплые условия. Признаки низкоширотного тропического-субтропического пояса скудны. По-видимому, глобальный климатический градиент был очень низким.

Климатическая модель позднего триаса вполне разработана. В эту эпоху существовали обширные северная и южная аридные области, за пределами которых развиты угли, указывающие на два умеренно теплых пояса. Бокситы и угли на востоке свидетельствуют о тропическом-субтропическом поясе, который к западу постепенно становился более аридным. Бокситы в высоких северных широтах впервые, если не считать их единственного позднепермского местонахождения, свидетельствуют о "паратропических" условиях в Урало-Сибирском регионе. Эвапориты и угли в низких широтах Пангеи указывают на возможное чередование аридных и гумидных условий с частотой циклов Миланковича, однако циклотемы неизвестны. Свидетельств существования холодных и прохладных климатов нет. В целом обилие и распространение углей может говорить о существенно большей гумидности позднего триаса по сравнению с более ранними эпохами триаса.

Употребляемый здесь и далее термин "паратропический" означает ситуацию, климатически аномальную по сравнению с современностью. По имеющимся данным, в плиоцене-четвертичном времени, как и сейчас, климатический пояс к северу от аридного пояса в северном полушарии был умеренно теплым. Однако с позднего триаса до миоцена этот пояс характеризуется многочисленными свидетельствами латеритного выветривания, в частности бокситами, а в раннем эоцене здесь были распространены мангры и некоторые связанные с ними морские беспозвоночные. Поэтому мы полагаем, что считать данные условия умеренно теплыми нельзя. Однако термина для обозначения охарактеризованного выше пояса в настоящее время нет. Мы используем пока для

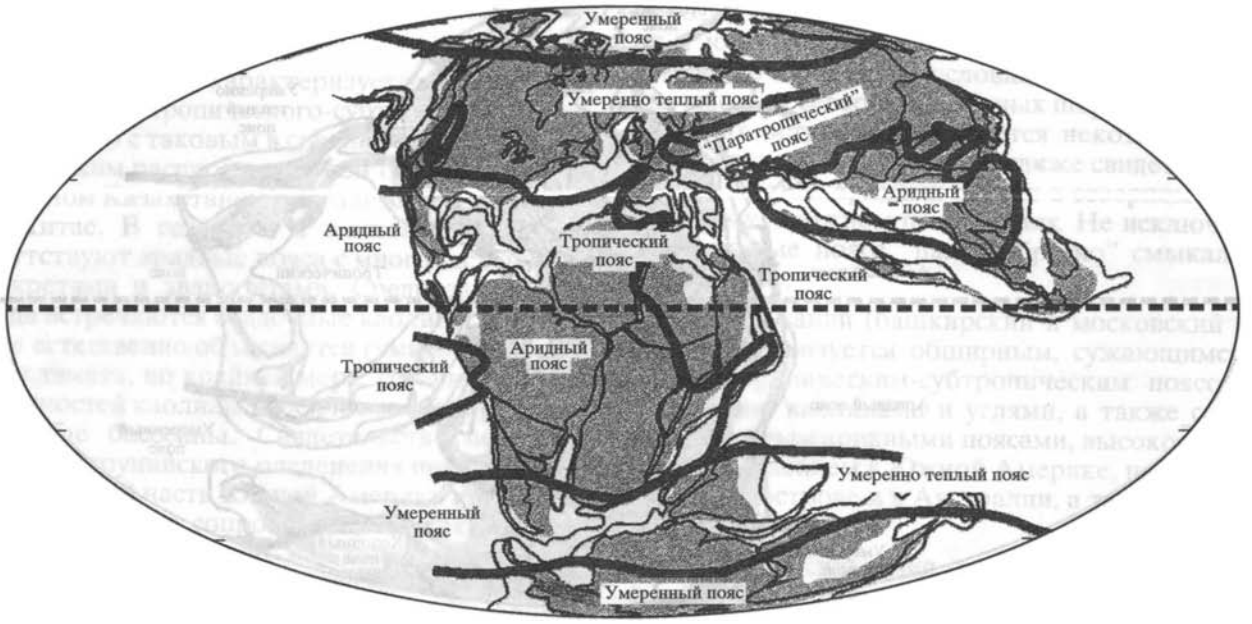

Рис. 3. Глобальные климатические пояса раннего мела.

этого пояса рабочее название "паратропический", надеясь, что другие специалисты в дальнейшем предложат более подходящий термин.

Средняя и поздняя юра характеризуется низко-среднеширотной аридной областью Пангеи, с востока оконтуренной территорией с тропическо-субтропическими условиями, которые устанавливаются по бокситам и углям. Некоторое количество углей на западном фланге Пангеи свидетельствует о близости к восточному побережью Панталассы. Северные "паратропические" условия Старого Света устанавливаются по бокситам. На существование обширных умеренно теплых поясов к югу и к северу указывают месторождения углей и находки крокодилов. В поздней юре большая низко-среднеширотная аридная область Пангеи была ограничена в высоких широтах умеренно теплыми поясами, охарактеризованными углями и некоторыми находками крокодилов. Бокситы на востоке указывают на тропическо-субтропические гумидные условия, но некоторые более северные их месторождения в Европе следует считать "паратропическими". Аридные условия в Центральной и Южной Азии, по сравнению с ранней и средней юрой, распространяются далеко на север. Морозные зимы в высоких северных широтах устанавливаются по стагмалитам Старого Света.

В раннем мелу все еще различаются низко-среднеширотная аридная область Пангеи и восточная аридная область (рис. 3), возможно обусловленная эффектом дождевой тени за высокими вулканическими горами на востоке. Калькреты близ Скалистых гор Северной Америки, по-видимому, указывают на другую область развития дождевой тени. Широкое распространение бокситов очерчивает восточный тропический-субтропический пояс с "паратропическими" условиями на севере. Тропические-субтропические гумидные области образования бокситов к западу постепенно сменяются аридной областью Пангеи. Стагмалиты и глендониты в районах высоких северных и южных широт свидетельствуют о морозных зимах. Угли на средних широтах на севере и юге западной окраины Пангеи указывают на близость к Панталассе. Обширные области высокоширотного угленакопления в обоих полушариях свидетельствуют об умеренно теплых условиях. Ранний мел характеризуется наибольшим во всем мезозое глобальным климатическим градиентом.

В позднем мелу существовали северный и южный аридные пояса. Восточноазиатский аридный пояс, по-видимому, создавался горновулканической дождевой тенью. Слабая дождевая тень имела место и к востоку от среднеширотных Скалистых гор Северной Америки. Тропическо-субстропические и "паратропические" теплые гумидные обстановки определяются по широкому распространению бокситов в Евразии и Северной Америке. К югу и северу существовали умеренно теплые условия с крокодилами и пальмами. Глобальный климатический градиент был выражен значительно слабее, чем в раннем мелу.

Ограниченные данные по палеоцену указывают на продолжающееся существование южного и северного аридных поясов, разделенных тропиче-

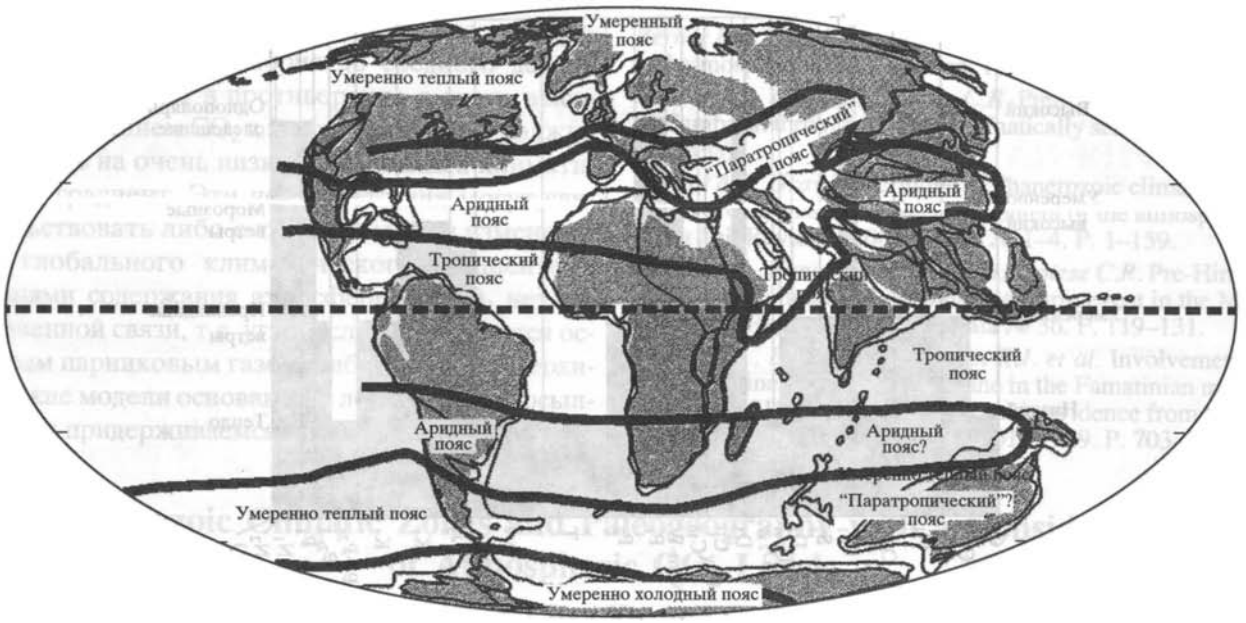

Рис. 4. Глобальные климатические пояса раннего эоцена.

ским-субтропическим гумидным поясом с бокситами. В северном полушарии были развиты "паратропические" условия с образованием бокситов. Об умеренно теплых обстановках на севере и юге свидетельствует распространение пальм, мангр и крокодилов. На умеренно холодные условия высоких широт указывают два местонахождения стагмалитов.

В раннем эоцене существовали северный и южный аридные пояса, разделенные тропическим-субтропическим поясом с бокситами и углями (рис. 4). В Северной Америке и Евразии устанавливается северный "паратропический" пояс с бокситами. Об умеренно теплых поясах на севере и юге свидетельствуют находки крокодилов, пальм и мангр. Тиллиты Антарктического полуострова указывают на оледенение, по крайней мере, локальное. Это время характеризуется исключительно низким глобальным климатическим градиентом, сходным с градиентами раннего кембрия, позднего девона и триаса.

В среднем и позднем эоцене существовали северный и южный аридные пояса (данные по южному поясу немногочисленны), разделенные обширной тропической-субтропической областью с углями и бокситами. "Паратропические" условия в Центральной Азии определяются по бокситам. В Центральной и Северной Европе "паратропики" устанавливаются по присутствию мангр, пальм, мангровых устриц и мангровых двустворок Aenigmonia в Англо-Парижском бассейне, а также по нуммулитовым известнякам плато Хатон-Рокаль. Об умеренно теплом климате более высоких северных и южных широт свидетельствует распространение углей и каолинов. Тасманийский тиллит указывает на оледенение, по крайней мере, локальное.

В олигоцене северный и южный аридные пояса были разделены тропическим-субтропическим поясом с малым количеством бокситов, за исключением "паратропических" местонахождений на севере и юге Старого Света. Умеренно теплые условия в более высоких широтах устанавливаются по распространению пальм и крокодилов. Тиллиты Антарктического полуострова и Антарктического шельфа свидетельствуют об оледенении. В Восточной Азии стагмалиты и глендониты указывают на морозные высокоширотные зимы.

В миоцене существовали северный и южный аридные пояса, разделенные тропическим-субтропическим гумидным поясом с углями и бокситами. Умеренно теплые условия на севере и юге устанавливаются по рапространению пальм и крокодилов. Европейские бокситы в более высоких широтах – последние напоминания о "паратропиках". Тиллиты на юге Чили, на Антарктическом полуострове и в заливе Аляска свидетельствуют об оледенении, а глендониты Восточной Азии – о морозных зимах. Среднеширотные глендониты на западе Северной Америки свидетельствуют об апвеллинге. Стагмалиты у побережъя Восточной Гренландии указывают на морозные зимы. "Паратропические" условия устанавливаются в Европе и Австралии по бокситам и другим продуктам латеритного выветривания.

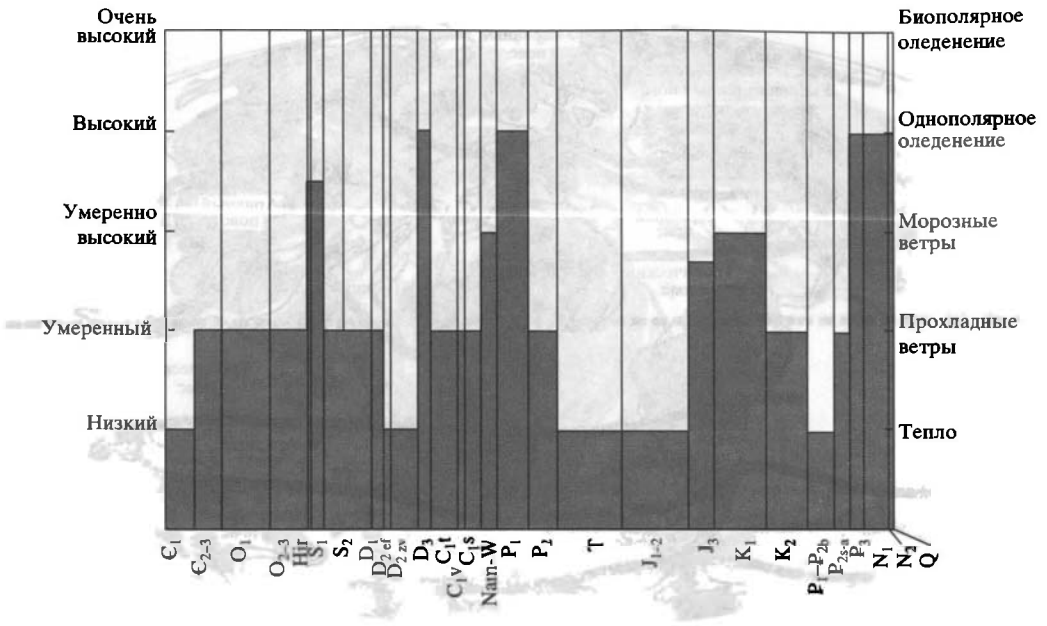

Рис. 5. Изменения глобального климатического градиента на протяжении фанерозоя (Boucot, Gray, 2001, рис. 1). По оси ординат – уровни градиента, по оси абсцисс – геологическое время.

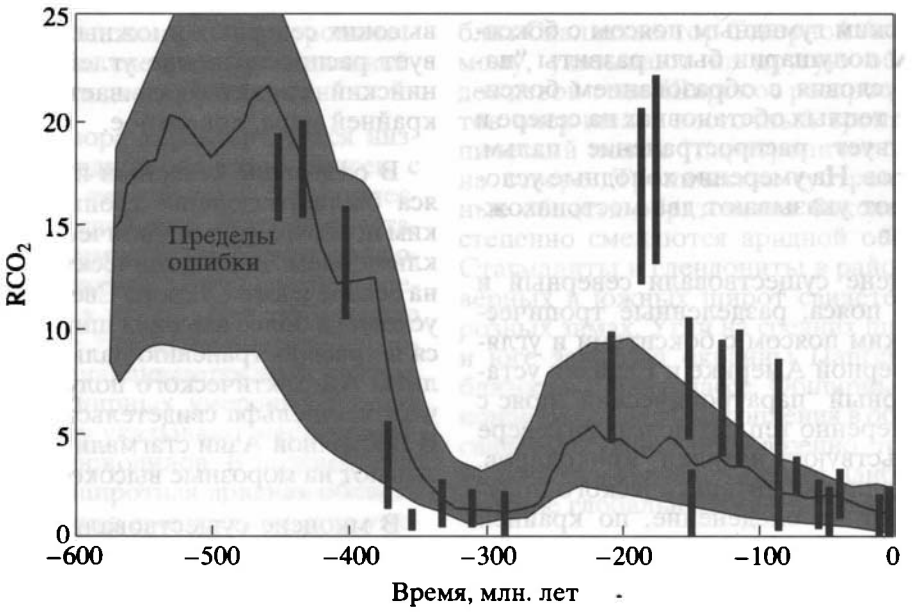

Рис. 6. Изменения содержания CO_2 в атмосфере на протяжении фанерозоя (Berner, 1997).

ПРОТИВОРЕЧИЕ МЕЖДУ МОДЕЛЯМИ СОДЕРЖАНИЯ CO_2 В АТМОСФЕРЕ ФАНЕРОЗОЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫМИ ВЫВОДАМИ О ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ГРАДИЕНТАХ

На рис. 5 показаны изменения глобального климатического градиента в фанерозое, основанные на таких геологических свидетельствах, как эвапориты, тиллиты, угли и т.п. (Boucot, Gray, 2001, рис. 1). На рис. 6 отражены изменения содержания CO_2 в фанерозойской атмосфере, основанные на геохимических данных (Berner, 1997). Эта геохимическая модель исходит из допущения, что начиная с позднего девона большая часть органического углерода усваивалась сосудистыми растениями, что сильно противоречит геологическим данным (см. подробности Boucot, Gray, 2001). Обращает на себя внимание множество не-

соответствий между этими двумя подходами. Например, в целом умеренный климатический градиент со среднего кембрия до среднего девона (эйфеля) вступает в противоречие с очень высоким содержанием CO_2 в это же время, что должно указывать на очень низкий глобальный климатический градиент. Эти несоответствия могут свидетельствовать либо о том, что между изменениями глобального климатического градиента и уровнями содержания атмосферного CO_2 нет существенной связи, т.е. углекислота не является основным парниковым газом, либо о том, что геохимические модели основаны на ложных предпосылках. Мы придерживаемся последнего мнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Berner R.A. The rise of plants and their effect on weathering and atmosphere CO_2 // Science. 1997. V. 276. P. 544–546.

Boucot A.J., Chen Xu, Scotese C.R. Preliminary compilation of Cambrian through Miocene climatically sensitive deposits (in press).

Boucot A.J., Gray J. A critique of Phanerozoic climatic models involving changes in the CO_2 content of the atmosphere // Earth Sci. Reviews. 2001. V. 56. № 1–4. P. 1–159.

Boucot A.J., Rong Jia-yu, Chen Xu, Scotese C.R. Pre-Hirnantian Ashgill climatically anomalous warm event in the Mediterranean Region // 2003. Lethaia № 36. P. 119–131.

Casquet C., Baldo E., Pankhurst R.J. et al. Involvement of the Argentine Precordillera terrane in the Famatinian mobile belt: U-Pb SHRIMP and metamorphic evidence from the Sierra de Pie de Palo // Geology. 2001. V. 29. P. 703–706.

Phanerozoic Climatic Zones and Paleogeography with a Consideration of Atmospheric CO_2 Levels

A. J. Boucot, Chen Xu, and C. R. Scotese

Compilation of climatically sensitive deposits (chiefly evaporites, calcretes, coals, bauxites, kaolins and kaolinites, tillites, dropstones, glendonites and cool-water marine sediments, palms, as well as crocodilians etc.) through twenty-seven Phanerozoic time intervals enables one to revise the contemporary paleogeography in a manner consistent with the climatic information. We also take account of some of the available biogeographic information. Comparison of the changing Phanerozoic global climatic gradients based on geological evidence with the previously published models of Phanerozoic atmospheric CO_2 based on geochemical assumptions indicates that either the assumptions on which the geochemical models are based are erroneous or that atmospheric CO_2 is not a greenhouse gas. We prefer the former possibility.