

Млрд. лет	Хронометрическая		Хроностратиграфическая	
	Эон		Эра	
0			Фанерозойский	Кайнозойская
				Мезозойская
				Палеозойская
	Pt ₃	Протерозойский		Синийская
1,0	Pt ₂			Рифейская
2,0	Pt ₁			Гуронская
				Рэндская
	Ar ₃			
3,0	Ar ₂			Свазийская
	Ar ₁			Исуанская
4,0				
5,0	Прискойский		Происхождение Земли	

Шкала геологического времени

У.Б. ХАРЛЕНД
 А.В. КОКС
 П.Г. ЛЛЕВЕЛЛИН
 К.А.Г. ПИКТОН
 А.Г. СМИТ
 Р. УОЛТЕРС

A geologic time scale

W. B. HARLAND

A. V. COX

P. G. LLEWELLYN

C. A. G. PICKTON

A. G. SMITH

R. WALTERS

assisted by K. E. Fancett

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

Cambridge

London New York New Rochelle

Melbourne Sydney

Шкала геологического времени

У.Б. ХАРЛЕНД
А.В. КОКС
П.Г. ЛЛЕВЕЛЛИН
К.А.Г. ПИКТОН
А.Г. СМИТ
Р. УОЛТЕРС

при участии К. Е. Фансетта

Перевод с английского
д-ра биол. наук И.С. Барскова

под редакцией
акад. В.В. Меннера

МОСКВА «МИР» 1985



ББК 26.323
Ш66
УДК 551.7:550.93

Ш66 Харленд У. Б., Кокс А. В., Ллевеллин П. Г.,
Пиктон К. А. Г., Смит А. Г., Уолтерс Р.
Шкала геологического времени: Пер. с англ./
Харленд У. Б., Кокс А. В., Ллевеллин П. Г.
и др.—М.: Мир, 1985.—140 с., ил.

В современной мировой литературе нет книги, которая бы более полно и содержательно отражала все новейшие достижения в разработке хроностратиграфической шкалы на основе методов биохронологии, радиометрии, магнитометрии и палеоклиматологии. Видные английские ученые У. Б. Харленд, П. Г. Ллевеллин, К. А. Г. Пиктон, А. Г. Смит и Р. Уолтерс и известный американский исследователь А. В. Кокс обобщили опыт детализации и корреляции стратиграфических шкал в мировом масштабе. Книга превосходно иллюстрирована, сопровождается ценными справочными приложениями и новейшей библиографией. Все это делает ее не только полезной, но и необходимой для геологов всех специальностей, а также преподавателей и студентов геологических вузов.

X $\frac{1904040000-092}{041(1)-85}$ 122-85, ч. 1

ББК 26.323
552

Редакция литературы по геологии

© Cambridge University Press, 1982
This book was originally published in the
English language by Cambridge University
Press, Cambridge, England.
© Перевод на русский язык, «Мир», 1985

Предисловие редактора перевода

В последние годы в разных странах появилось много работ, посвященных вопросам взаимосвязи геологического времени и стратиграфических подразделений. Особое положение среди этих работ занимает предлагаемый советскому читателю труд авторского коллектива «Шкала геологического времени», выполненный под редакцией проф. У. Б. Харленда и изданный Кембриджским университетом (Англия). Эта книга в простой и общедоступной форме раскрывает современное состояние стратиграфической шкалы и многообразие методов, используемых для ее построения. В ней особо подчеркивается единство всех выделяемых подразделений, которые могут обосновываться самыми разными методами, но всегда служат единой цели расчленения геологического времени. Предлагаемая работа с блеском отображает то понимание стратиграфических подразделений, которое сложилось у европейских геологов (несмотря на то, что она создана интернациональным авторским коллективом). В этом отношении книга значительно дополняет и уточняет положения «Международного стратиграфического справочника» (1979), в котором отражена главным образом точка зрения американской стратиграфической школы. Еще в процессе составления указанного справочника с его противопоставлением литостратиграфических, биостратиграфических и хроностратиграфических единиц ощущалась необходимость в объединении стратиграфических подразделений, выделяемых на различной основе, и уточнении взаимоотношений между группами подразделений. Подобная работа не могла быть выполнена Подкомиссией по стратиграфической классификации и номенклатуре, работавшей над составлением справочника, и поэтому возникла необходимость в создании специальной рабочей группы, которая занялась бы вопросами комплексного обоснования стратиграфических подразделений. С этой целью на 25-й сессии Международного геологического конгресса в Сиднее по предложению английских специалистов такая группа была создана непосредственно под эгидой Международной стратиграфической комиссии (МСК). Ее конвине-ром был избран Ван Хинде. К сожалению, начатые группой работы, в которых основной упор делался на объединение биостратиграфических и радиоизотопных датировок, были почти прекращены из-за перегруженности конвине-ра другими обязанностями. Необходимость продолжения работы была вновь подчеркнута на 26-й сессии Международного геологического конгресса в Париже. Однако деятельность рабочей группы возродить не удалось. Необходимость

сводки по геологическому времени ощущалась все острее, и подобные работы были начаты в ряде стран, а также в крупнейших межнациональных нефтяных компаниях. Проф. У. Б. Харленд взял на себя труд координировать эти работы, блестящим завершением которых стала настоящая книга.

Книга представляет собой исчерпывающее справочное издание, в котором сконцентрированы и систематизированы сведения по временным шкалам, применяемым на практике для датирования геологических образований.

В вводной главе подчеркивается, что основу шкалы геологического времени составляют стратиграфические подразделения, которые датируются в годах. Эти два метода определения геологического возраста — выделение стратиграфических подразделений и их датировка в годах — независимы, взаимно дополняют друг друга и достаточны для использования в любых геологических целях. Основным методом определения границ, по мнению авторов, является их закрепление в виде точек в стратотипическом разрезе. Предложен новый вариант временной стратиграфической шкалы, где пересмотрены объемы периодов, эпох и веков фанерозоя; предлагается использовать и для докембрия те же методы выделения подразделений, что и для фанерозоя. В специальной главе излагается новый метод хронометрического расчета границ по радиоизотопным датировкам (хронограммы) и уточняется возраст границ. Дана переработанная палеомагнитная шкала. В заключительной главе все шкалы сводятся воедино и сопровождаются таблицей важнейших глобальных геологических (эвстатические колебания уровня моря, орогенные циклы, события в тектонике плит) и биологических (возникновение и вымирание важнейших групп органического мира) событий.

Книга с ее многочисленными таблицами и графиками призвана стать основным справочником в области наук о Земле. Таблицы на обложке суммируют шкалу, изложенную в книге.

Авторы специально подчеркивают, что предлагаемая ими шкала геологического времени не может считаться окончательной; она подводит читателя к актуальным вопросам, вызывает на дискуссию, намечает пути разрешения трудных вопросов; в книге объективно разобраны проблемы, находящиеся сейчас в стадии разработки и обсуждения, такие, как вопросы границы кембрия и докембрия, юрского расчленения нижнего девона, квартера и т.д.

Авторский коллектив можно поздравить с большой удачей. Ему удалось фактически вы-

полнить задачу, поставленную 25-й сессией Международного геологического конгресса. Эта работа несомненно будет способствовать дальнейшему прогрессу в направлении комплексных стратиграфических исследований, служащих целям детализации и точности временных сопоставлений в геологии.

Следует отметить, что некоторые общие положения книги весьма сильно отличаются от принятых в нашей стране стратиграфических концепций. Так, авторы защищают и пытаются последовательно провести идею о том, что стратиграфические подразделения определяются лишь стратотипами, их границы и объем — фиксиро-

ванными точками в стратотипах, а не этапностью геологического развития и развития органического мира. Эти положения отражают бытующие в западных странах взгляды, знакомство с которыми не только интересно для наших исследователей, но и полезно, так как позволяет реально оценить различия в стратиграфических концепциях при знакомстве с работами зарубежных стратиграфов.

Книга несомненно привлечет внимание самого широкого круга геологов нашей страны.

В. Меннер

Кембриджская серия наук о Земле

Редакторы:

*Н. Ф. Хьюз, А. Х. Кук, У. Б. Харленд,
Дж. Г. Склатер*

Шкала геологического времени

В книге дан сжатый обзор временных шкал, которые используются в геологии для датирования стратиграфических разрезов и определения геологических эпох. В тексте обсуждается и оценивается состояние хроностратиграфической, хронометрической и других шкал; приведены ретивизованные датировки в годах Стандартной стратиграфической шкалы.

Гл. 1—вводная, содержит исторический обзор; в гл. 2 приведены стратиграфическая временная шкала и схемы корреляции для каждого периода и других временных интервалов и их обсуждение; в гл. 3 изложен новый способ представления данных по расчету возраста границ (хронограммы), который дает возможность отразить сильные и слабые стороны возрастных датировок; в гл. 4 приведена новая магнитостратиграфическая временная шкала; в гл. 5 в виде схем обобщены материалы по глобальным событиям. Книга с содержащимися в ней таблицами и схемами является фундаментальным справочником для специалистов разных разделов наук о Земле.

Предисловие

Интервал между публикациями шкал геологического времени превышает 100 лет. Многие думают, что существующие шкалы достаточно совершенны, и бывают обескуражены теми результатами, которые они получают, применяя эти шкалы при расширении объема исследований. В то же время уже сейчас возможен новый уровень точности, однако имеющиеся шкалы очень неравноценны, и их уточнение в некоторых критических точках, несомненно, принесет положительные результаты. Увеличение степени точности открывает перед исследователями новые возможности, и любые усилия в этом направлении имеют огромное значение. С этой точки зрения не является исключением и наш вариант шкалы, предложенный в 1982 г. Мы полагаем, что этот вариант будет полезен, и уверены, что и он будет изменен. Его отличительная особенность состоит в том, что мы постарались показать, как конструируется шкала геологического времени, насколько она недолговечна, и, кроме того, представить материалы для ее дальнейшего совершенствования. Временная шкала Лондонского геологического общества 1964 г. была принята некритически; мы надеемся, что с данной публикацией этого не случится. По нашим первоначальным оптимистическим прогнозам, настоящую работу планировалось закончить к 1981 г., к 100-летию Международного геологического конгресса (МГК) в Болонье, который одной из своих задач ставил стандартизацию хроностратиграфической шкалы.

Все мы очень хорошо осознавали ограниченность «Временной шкалы фанерозоя», опубликованной в 1964 и 1971 гг. У. Б. Харленд в процессе исследований по Кембриджской программе арктического шельфа (КПАШ) пришел к выводу о необходимости создания усовершенствованной шкалы, которая и была принята при работах по этой программе и разослана всем подписчикам КПАШ. Шкала КПАШ использовалась также при работе по Международному проекту «Доплейстоценовые тиллиты» и была опубликована на с. 12 и 13 заключительного тома издания, посвященного программе КПАШ (Hambrey, Harland, 1981). Совершенно независимо к мысли о необходимости усовершенствовать шкалу пришел А. Г. Смит при составлении компьютерных карт. П. Г. Ллевеллин в 1975 г. разработал временную шкалу для компании British Petroleum; в октябре 1980 г. шкала была ревизована Р. Уолтерсом и распространена в качестве международного циркуляра компании. После того как British Petroleum получила циркуляр КПАШ, стало совершенно очевидным совпадение наших намерений.

Непосредственно перед этим У. Б. Харленд обратился к Лондонскому геологическому обществу с просьбой включить его в рабочую группу для организации симпозиума по Шкале геологического времени, активное участие в котором было бы реализацией его намерений осуществить ревизию шкалы. Однако было решено, что на первой стадии деятельности рабочей группы общество пригласит ряд докладчиков для широкой дискуссии на симпозиуме, но не для проведения совместных исследований. На Сиднейском симпозиуме (Cohee, Glaessner, Hedberg, 1978) были осуждены важные работы, но не планировалось создание согласованной временной шкалы для общего пользования.

Мы намеревались ревизовать в нашей работе и шкалу магнитных инверсий. К счастью, А. В. Кокс во время пребывания в Кембридже также пришел к убеждению о необходимости усовершенствовать шкалу магнитных инверсий (гл. 4). За гл. 1 и 2 с самого начала взяли на себя ответственность У. Б. Харленд и Р. Уолтерс; А. Г. Смит (и А. В. Кокс) работал над гл. 3. К. А. Г. Пиктон, хотя и не имел возможности встретиться с авторами, согласился сделать указатель к работе. К. Е. Фансетт помогал У. Б. Харленду в организации, подборе материалов, редактировании и составлении списка литературы. После того как К. Е. Фансетт покинул Кембридж, эту работу выполнял Т. А. Бревер.

С самого начала было решено опубликовать настенную таблицу, с тем чтобы наглядно представить основные положения временной шкалы, которая подробно обсуждается в книге. Р. Уолтерс и П. Г. Ллевеллин согласились координировать составление таблицы и описать некоторые ее особенности¹. У. Б. Харленд осуществлял наблюдение за расположением материала по всей книге.

Авторы многим обязаны директорам компании British Petroleum за содействие в выполнении иллюстраций и настенной таблицы и за разрешение участвовать в работе П. Г. Ллевеллину и Р. Уолтерсу. Авторы благодарны также А. А. Майлсу и его коллегам по British Petroleum за выполнение рисунков.

Список литературы включает те работы, на которые имеются ссылки в тексте, но одна из них заслуживает особого упоминания, так как мы ее использовали in toto, — это бесценный список Армстронга (см. Cohee et al., 1978).

¹ Таблица на русском языке не публикуется. — Прим. ред.

Мы признательны многочисленным коллегам за консультации по стратиграфии: Н. Ф. Хьюзу за консультацию по всей шкале в целом и за классификацию мезозоя; Р. В. Хею и М. Д. Шеклтону за существенную помощь по составлению временной шкалы четвертичного периода; М. Д. Хэмбри за сбор материала и выполнение многих рисунков к тексту, а также за написание разд. 2.17; Р. Т. Ву за консультации по проблемам расчленения триаса и по другим разделам, посвященным стратиграфии Китая; В. Х. К. Рамсботтому, президенту Подкомиссии по стратиграфии карбона МСГН, за предоставление неопубликованных материалов и за ценные советы; Д. Г. Смит, который способствовал нашему взаимопониманию; П. Ф. Френду, который проверил работу по девону; Р. Б. Риккардсу, который обратил наше внимание на новые данные по стратиграфии силура; К. П. Хьюзу и Д. В. Кауи, с которыми мы советовались по классификации ордовика и кембрия; Г. Видалю и Е. Нисбету за помощь при разработке временной шкалы докембрия.

Мы выражаем свою признательность А. Д. Флиту за блестящий обзор данных по глобальным изменениям уровня моря и за составление кривой изменения уровня моря в фанерозое (рис. 5.1).

А. В. Кокс

Институт наук о Земле, Станфордский университет, Станфорд, Калифорния, США

У. Б. Харленд

А. Г. Смит

Отделение наук о Земле, Кембриджский университет, Кембридж

П. Г. Ллевеллин

Р. Уолтерс

Отдел исследований и разработки Научно-исследовательского центра компании British Petroleum, Санбери-он-Темз, Миддлсекс

К. А. Г. Пиктон

Deminex UK Oil and Gas Ltd, Лондон

Помимо участия в составлении книги каждый из авторов выполнял и другие обязанности, что тем не менее не помешало закончить книгу, сохранив всех ее участников. Мы предвидели затруднения и допускали, что из-за них работа может быть менее совершенной, если мы не постараемся сделать ее настолько хорошей, насколько можем. Мы планировали, что наша работа, даже если ее не опубликуют, будет достаточно подготовлена для представления на симпозиум Геологического общества в 1982 г., надеялись, что ее можно будет использовать на практике, и допускали, что затем в короткий срок она может быть усовершенствована.

Выбирая язык и характер полиграфического исполнения, мы учитывали необходимость соответствия работы международным стратиграфическим стандартам, которые приняты учеными во многих языковых сообществах. Поэтому, принимая для хроностратиграфической шкалы названия, которые не имеют корней в английском языке, мы остановились на более простой форме их написания, например Visean (без акцентов), Paleozoic (без дифтонга). Это справедливо и по отношению к ряду других терминов (например, paleomagnetic).

Для сокращения объема книги некоторые ее разделы набраны петитом.

Введение

1.1. Цель

Шкала геологического времени состоит из датированных в годах стандартных стратиграфических подразделений, выделение которых основано на изучении последовательности горных пород. Она объединяет два различных типа шкал: хронометрическую, основанную на единицах продолжительности – годах (стандарт – секунда), и хроностратиграфическую, которая мыслится в настоящее время как шкала последовательности горных пород со стандартизированными точками, выбранными в стратотипах границ – разрезах максимально полных в пограничных частях. Хроностратиграфическая шкала – это своего рода договор, все пункты которого должны быть согласованы, но не относятся к категории открытий, в то время как ее датирование в годах – предмет скорее открытия, чем договора. Хроностратиграфическая шкала, будучи согласованной и принятой, должна оставаться неизменной, тогда как ее датирование будет объектом периодической ревизии. По этой причине не может существовать никакой окончательной шкалы геологического времени, и наша собственная попытка должна рассматриваться только как построение шкалы 1982 г., т.е. года ее публикации.

1.2. Традиционная стратиграфическая временная шкала

По результатам стратиграфических работ, проведенных в XIX в., было создано бесчисленное количество конкурирующих стратиграфических схем. С целью наведения некоторого порядка Первый международный геологический конгресс (МГК) в Париже в 1878 г. поставил в качестве своей задачи разработку стандартной стратиграфической шкалы. Были сделаны предложения по стандартным цветам для систем (Аноп., 1980, с. 70–82) и единообразию геологической номенклатуры (с. 82–84), а также приняты единые подразделения (с. 85–87) и проведен обзор некоторых региональных стратиграфических проблем.

На следующем конгрессе в Болонье в 1881 г. продолжали разрабатываться многие из вышеупомянутых предложений, планировалось создание международных карт со стандартной раскраской стратиграфических периодов и типов пород (Аноп., 1882, с. 297–411); в приложениях был отражен вклад национальных исследований в стандартизацию стратиграфической классификации и др. (с. 429–658).

Однако это обнадеживающее начало не получило на конгрессах организационного продолжения, которое могло бы обеспечить дальнейшее развитие выдвинутых предложений. Исключением было создание комиссий по составлению международных карт. Такое положение сохранялось до организации в 1960 г. Международного союза геологических наук (МСГН), когда были созданы исполнительные органы в виде Комиссии по стратиграфии МСГН и ее многочисленных подкомиссий.

К 1978 г. сложилось мнение, что системы и другие подразделения, отражающие естественные этапы истории Земли в пределах одного района, постепенно теряют свое значение, и поэтому необходимо разработать и принять соглашение о таких подразделениях, которые были бы распознаваемы в широких масштабах. Несмотря на это, на практике продолжалось описание подразделений в основном как биостратиграфических единиц, и даже в настоящее время многие уверены, что подразделения Международной стратиграфической шкалы определяются содержащимися в них ископаемыми. Применение этого принципа, однако, ведет к затруднениям: с открытием новых ископаемых могут измениться границы подразделений; границы, определяемые по отдельным ископаемым, могут быть диахронными; среди исследователей имеются разногласия по поводу того, какие таксоны должны быть определяющими. Таким образом, очевидно, что традиционная стратиграфическая шкала должна представлять собой лишь часть стандартной стратиграфической шкалы нового типа.

1.3. История становления стандартной стратиграфической шкалы

В 1948 г. на МГК была сделана одна из первых попыток искусственной стандартизации стратиграфической границы (граница плиоцена и плейстоцена в основании калабрия в Италии). В основу подхода к решению проблемы был положен принцип, в соответствии с которым решение о проведении границы принимается по согласованию и стандартизировать подразделения нужно только по их границам и только в одной местности. Международная процедура стандартизации границы по одной точке в опорном разрезе была выработана в процессе деятельности Рабочей группы по границе силура и девона. Эта процедура включала, во-первых, согласование примерного положения границы в последовательности биостратиграфических подразделений,

которое наиболее соответствовало бы современной практике в проведении данной границы. Следующий этап включал поиски разреза, где граница силура и девона была бы представлена в отложениях с обильными ископаемыми, обеспечивающими наилучшие возможности для корреляции.

Если руководствоваться этой процедурой, то требования к стандартной глобальной стратиграфической шкале могут быть сведены к следующему:

1) Выбирается последовательность согласованных опорных точек в протяженных разрезах осадочных пород в однородных (морских) фациях. Эти разрезы должны обладать подходящими качествами с точки зрения их международной корреляции, охраны и доступности. Выбирается точка в разрезе стратотипа границы, которая мыслится точкой во времени, когда эта часть породы была образована. Пара таких точек определяет соответствующий временной промежуток.

2) Принятие этой процедуры влечет за собой существенные последствия, затрагивающие концепцию хроностратиграфических подразделений в целом. До такой стандартизации интервалы шкалы мыслились как временные эквиваленты ранее определенных пород. Таким образом, вначале описывались системы (отделы, ярусы и хронозоны), а уже потом определялись соответствующие им временные интервалы – периоды (эпохи, века и хроны). Новая процедура установления пограничных точек основана на противоположных представлениях. Временные подразделения (период и т.д.) определяются своими начальной и конечной точками, а соответствующие им породы (система и т.д.) устанавливаются только путем корреляции. Путем корреляции можно осуществить хорошую датировку всей основной толщи пород, но при этом границы остаются неопределенными и неидентифицируемыми. Вследствие примата времени во временной шкале мы используем выражения «ранний», «средний», «поздний», а не «нижний», «средний», «верхний». Для того чтобы избежать для обозначения подразделений таких выражений, как «ранне ранний», лучше поискать названия для всех эпох (т.е. для подразделений ниже периода и выше века).

3) Для такой заново стандартизированной шкалы предлагались различные названия. Лондонское геологическое общество (ЛГО) использует название «Стандартная стратиграфическая шкала» (ССШ) в противопоставление традиционной стратиграфической шкале (ТСШ) и региональным стратиграфическим шкалам (РСШ) (George et al., 1967). Международная подкомиссия по стратиграфической классификации (МПСК) в своем «Стратиграфическом справочнике» (Hedberg, 1976) рассматривает ее в качестве Стандартной глобальной хроностратиграфической шкалы (СГХШ). К сожалению, и в «Американском стратиграфическом кодексе» и в «Стратиграфическом справочнике» МПСК некоторые основные понятия перепутаны. Стандартная шкала в упомянутых публикациях делится на периоды и системы, в данной же работе – это подразделе-

ния разных частей шкалы. Периоды и т.д. отнесены к *геохронологическим подразделениям*, системы и т.д. – к *хроностратиграфическим*. Совершенно ясно, что время и породы – это совершенно разные вещи (как это и следует из самих названий «период» и «система»), хотя при их определении исходят из одних и тех же стандартных опорных точек. Реально для таких точек существует одна временная шкала, и то, что происходило во временных интервалах, которые таким образом определены, то и должно быть скоррелировано и описано настолько точно, насколько это возможно. Две кажущиеся различными дисциплины (геохронология и хроностратиграфия, по терминологии Хедберга) представляют собой попросту разные аспекты одной дисциплины – временной корреляции.

4) Традиционно принято и согласовано, что при использовании иерархии подразделений (как это и следует из их названий – эра, период, эпоха, век, хрон) границы смежных более крупных подразделений и границы входящих в них более мелких смежных подразделений являются одновременными, т.е. совпадают. В определении крупных и мелких подразделений различий не существует. Границы эр определяются так же, как и границы хронов, и, следовательно, одно определение границы может быть определением нескольких подразделений различного ранга. Значение иерархии – служить главным образом для указания объема подразделения, для экономии описания, а также для описания событий различной продолжительности или недостаточной определенности в схеме корреляции.

5) Названия, которые используются в нашей шкале для обозначения временных промежутков, являются в основном теми же, что и названия подразделений пород в классических разрезах. Однако, будучи однажды выбранными для СГХШ, эти названия теряют свое местное значение и должны использоваться в международном масштабе для временного интервала, определенного опорными точками. По согласованию можно сохранить в СГХШ хорошо известные названия, однако после того, как они будут переопределены на некотором расстоянии от эпонимической местности, местные геологи должны принять, что названия применяются уже в новом смысле, и быть чрезвычайно осторожными в использовании литостратиграфических названий.

6) Принципы, разработанные для определения глобальной шкалы, могут применяться и для создания стандартных региональных шкал как ступеней в процессе корреляции, но увеличение количества шкал в общем нежелательно. Работа по стандартизации является очень важной и не должна вести к увеличению количества шкал. После стандартизации глобальных временных промежутков региональные шкалы способны дать не больше, чем глобальные пограничные точки.

1.4. Геохронометрическая шкала

Положение с хронометрической шкалой совершенно иное. Эта шкала является периодической и состоит из подразделений равной продол-

жительности. Следовательно, все, что необходимо для ее построения,— это определить стандартную единицу (одна секунда, основанная на распаде цезия, и, исходя из этого,— один год или в качестве альтернативной единицы— астрономический год). Точно так же как линейная шкала строится на единице длины и ею определяется, так и хронометрическая шкала основана на определении единицы продолжительности.

Согласования требуют лишь названия подразделений, отвечающих большим интервалам времени. Как сама схема названий, включающая такие названия, как миллений (10^6 лет), гигений (10^9 лет) и т. д., так и обозначаемые этими названиями хроностратиграфические подразделения не несут никакого иного смысла, кроме обобщенного выражения возраста. В отличие от хроностратиграфических подразделений они определяются не опорными точками в породах, а лишь начальной и конечной точками, обозначающими какое-то целое число единиц продолжительности, считая от современности (т. е. до «ныне»; точкой «современность» («ныне») условно считается 1950 г.). Эти материалы приведены в приложении 4.

По мнению некоторых исследователей, изучение докембрийской истории и изучение истории фанерозоя различаются по ряду особенностей, что требует использования для докембрия только хронометрических подразделений. Подкомиссия по стратиграфии докембрия МСГН в 1976 г. пришла к соглашению о том, что граница между археем и протерозоем должна определяться хронометрическим рубежом с возрастом 2500 млн. лет (ровно); более того, предлагаются и другие подразделения того же типа, как это можно видеть из обзора, приведенного в гл. 2. Альтернативой является применение по отношению к докембрию хроностратиграфических подразделений, имеющих собственные названия. Вместе с тем нельзя сбрасывать со счетов возможность параллельной разработки подобных хронометрических подразделений и для фанерозойского времени. Хроностратиграфическая шкала, разрабатываемая в данной книге (гл. 2), учитывает и эти положения. Хронометрические подразделения, кратные 500 млн. лет, уже были предложены (Harland, 1975, 1978) и получили названия от латинских, а не от греческих корней: первовремя (Priscotime)— до 4000 млн. лет; древневремя (Antiquitime)— 4000–2500 млн. лет; средневремя (Mediotime)— 2500–1500 млн. лет; нововремя (Novotime)— 1500 млн. лет и далее. Такое деление не нашло признания, но, поскольку других рекомендаций по начальной границе архея (начало древневремени) не было, для времени до 4000 млн. лет в гл. 2 принято название «первовремя» (Priscoan — прискоеское).

1.5. Определение возраста

Выше охарактеризованы две искусственно созданные шкалы (хронометрическая и хроностратиграфическая). Сами по себе они не дают возможности ни датировать породы, ни коррелиро-

вать их во времени. Функция этих шкал— создать основу для сравнения возрастов. Они позволяют сократить количество способов, с помощью которых вообще может быть выражен геологический возраст (до двух: одного— словесного, другого— числового— в зависимости от того, какой из них в каждом конкретном случае возможен). Эти способы не являются взаимозамещающими, и поэтому необходимы оба. Некоторые породы могут быть более точно датированы хронометрически, чем хроностратиграфически, в других случаях более точный возраст пород может быть дан в хроностратиграфической шкале. Если бы переход от одной шкалы к другой всегда давал большую точность, можно было бы повсеместно представлять возраст в годах.

Поскольку отказ от какой-либо из этих временных шкал привел бы к неопределенности в датировке и утере информации, а использовать более чем две шкалы нет никакой необходимости, возраст пород вполне удовлетворительно может быть определен в терминах либо одной, либо другой шкалы.

1.6. Естественные хронологии

Могут также существовать шкалы или хронологические последовательности, не лимитирующиеся заранее заданными определениями и построенные на естественных явлениях.

Простейшей из них является бинарная шкала магнитных инверсий, в которой регистрируются только два альтернативных состояния магнитного поля. Эта шкала описана в гл. 4. Имеются шкалы, основанные на грациях между двумя крайними состояниями, например между оледенениями и межледниковьями или между похолоданиями и потеплениями, между высоким и низким уровнем моря, между периодами большей и меньшей тектонической активности. Они рассматриваются в гл. 5. Существуют шкалы, основанные на радиоактивном распаде и кривых остывания, и, наконец, вследствие «многоликости» явления эволюции, имеется столько биостратиграфических шкал для одного и того же временного интервала, сколько таксономических групп может использоваться для их создания. Некоторые из биостратиграфических шкал приведены в гл. 2. Каждый из перечисленных способов установления естественной последовательности событий имеет свои преимущества и свое значение для корреляции. Вместе с тем все они зависят от интерпретации тех или иных свойств пород, возраст которых наилучшим образом может быть выражен либо в одной, либо в другой из двух временных шкал. А поскольку это можно сделать только в рамках Стандартной глобальной хроностратиграфической шкалы (СГХШ), то невозможно отдать предпочтение какой-либо из шкал, основанных на хронологии природных явлений; исключение составляет их терминология.

Что, однако, интересно в естественных явлениях, так это то, что их изучение является движущей силой науки. Шкала же геологического времени— это только инструмент или язык для

интерпретации истории Земли: более того, временная шкала не имеет никакого другого применения, кроме временной корреляции, которая целиком зависит от интерпретации природных явлений.

1.7. Местные подразделения пород

Горные породы являются единственным объективным источником и для изучения природных явлений в геологической истории, и для суждения о возрасте. Имеются детально разработанные соглашения по описанию и классификации пород с выделением официальных подразделений, т.е. формаций, которые объединяются в группы, подгруппы и комплексы и подразделяются на пакки и слои (Hedberg, 1976).

Все стратиграфические подразделения в том виде, как они были первоначально описаны, являлись местными подразделениями пород, даже если впоследствии их названия приобрели региональное или глобальное значение. Таким образом, эпонимические области для названий в СГХШ сильно перемешаны. Системы, отделы, ярусы были первоначально описаны как толщии пород, и во многих случаях эти названия именно так и продолжают использоваться, как, например, в Южноафриканской стратиграфической схеме (см. Kent, Hugo, 1978).

1.8. Шкалы геологического времени

Возвратимся к тому, с чего мы начали. Шкала геологического времени реально—это двойная шкала; обе шкалы—хроностратиграфическая и хронометрическая—существуют бок о бок и хорошо приспособлены друг к другу. В табл. 1 показана одна из ранних попыток построения шкалы геологического времени (1893 г.), еще до того как стали применяться радиометрические методы. Г. С. Вильямс был одним из многих, кто попытался это сделать. В качестве единицы продолжительности он использовал геохрон—продолжительность наиболее хорошо установленного периода—эоцена. На схемах 1.1 и 1.2 сравниваются принятые здесь хроностратиграфические подразделения и их современные датировки с датировками, принятыми в более ранних работах (Holmes, 1937, 1947 (шкала В); Holmes, 1959; Kulp, 1961; временная шкала фанерозоя Лондонского геологического общества—Harland, Smith, Wilcock, 1964; временная шкала фанерозоя Ламберта с добавлениями—Harland et al., 1971; Van Eysinga, 1975; шкала геологического времени Армстронга по данным симпозиума на МГК в Сиднее; шкала Р. Уолтерса 1980 г. для компании British Petroleum—по работе Llewellyn, 1975; шкала К. А. Г. Пиктона 1980 г. для Кембриджской программы арктического шельфа, таблица из которой была опубликована—Hambrey, Harland, 1981, с. 12, 13).

Все эти временные шкалы построены путем интерполяции и экстраполяции опорных точек, датированных радиометрически. Образцы из этих точек обладали удовлетворительным соче-

Таблица 1.1.

Стандартная временная шкала геохронологии, в которой за единицу времени, или геохрон, принята продолжительность эоценового периода (H. S. Williams, 1893, с. 295)

Современный	}	1	}	3	
Четвертичный					
Плиоцен	}	1			
Миоцен					
Эоцен	1				
Мел	}	4			9
Юра					
Триас	2				
Карбон	}	6			45
Девон					
Верхний силур	4				
Нижний силур, или ордовик	}	15			
Кембрий			15		

танием признаков, в частности они были взяты из пород, содержащих ископаемые, которые позволяли провести сопоставление со стратотипом. Для сопоставления относительной продолжительности подразделений помимо радиометрических используют и другие методы: сравнение мощностей, анализ ритмичности, определение количества сходных биоценозов, скорость спрединга. Корреляция отложений, кроме биостратиграфической, также может осуществляться разными методами: литостратиграфическими, палеомагнитными, палеоклиматическими. Наилучшими точками, конечно, являются те, которые располагаются в породах, характеризующихся наибольшим числом признаков и определений. Но так как шансы обнаружить подходящие породы не одинаковы для разных частей шкалы, то и в составной шкале некоторые ее части более точны, чем другие.

Существует несколько способов оценки неопределенности для каждой датировки. Рассмотрим некоторые из них. Экспериментальная ошибка, определяющаяся обычно как стандартная ошибка, информирует только о том, что определения, выполненные по одной и той же породе, дают такой-то разброс значений. Минерал, по которому проводится радиометрическое определение, может иметь различное окружение; в истории преобразования породы может изменяться и это окружение, и сама порода. Все это меняет степень закрытости системы—признак, на котором основано определение возраста. Таким образом, к радиометрическому значению возраста нужно относиться не как к абсолютному значению, а как к вероятному, отличающемуся от истинного значения. Существуют неопределенности, возникающие в процессе интерполяции между двумя опорными точками. Имеются неопределенности, обусловленные неточностью корреляции с помощью палеонтологических или других применяемых методов. Это, точно так же как и в случае временной корреляции, приводит к оценке возраста вероятного, но не истинного

Схемы 1.1, 1.2. Хроностратиграфическая шкала с последовательными хронометрическими датировками, включая наши собственные данные, взятые из гл. 2 и 3

Схема 1.1. От голоцена до перми

Эон	Эра	Подэра	Эпоха	Век	Обозначения	Holmes, 1937	Holmes, 1947B	Holmes, 1959	Kulp, 1961	Лондонское геологическое общество, 1964	LГО, 1971	Van Eysinga, 1975	Armstrong, 1978	British Petrol., 1980 (международ.)	Pickton и/или Hambrey, Harland, 1981	Эта работа, 1982						
						млн. лет	Век	Продолжительность														
Фанерозойский	Кайнозойская	Третичный	Неогеновый (Ng)	Четвертичн. (Q) или плейстоцен	Голоцен	Hol						0,01			0,01	Hol	0,01	2,0				
				Плейстоцен	Ple												0,01	Ple	1,99			
				Миоцен	2 Пьяченцкий	Pia						1,5/2	1,5/2					2,0	Pia	3,1		
					1 Занкский	Zan	16	12	11	13	7	7			5		5	Zan	6,2			
					3 Мессинский	Mes												Mes	6,2			
					Тортонский	Tor												Tor	11,3			
					2 Серравальский	Srv												Srv	14,4			
					Лангский поздний	Lan ₂												Lan ₂				
					Лангский ранний	Lan ₁												Lan ₁				
					1 Бурдигальский	Bur												Bur		10,2		
					Аквитанский	Aqt	32	26	25	25	26	27			22,5		22,5	Aqt	24,6			
					Олигоцен	2 Хаттский	Chh											32	Chh	32,8		
				Рюпельский		Rup	48	38	40	36	37/38	38/39			38			Rup	38,0			
				3 Приабонский		Prb				45								Prb	42,0			
				2 Бартонский		Brt											40	Brt	49	8,5		
				2 Лютетский		Lut											44	Lut	50,5			
				1 Ипрский		Ypr	68	58	60	58	53/4	54/5			55		53,5	Ypr	54,9	4,4		
				Палеоцен (Pal)		2 Танетский	Tha											60	Tha	60,2	5,3	
						1 Датский	Dan			70	63	65	67			65	65	65	Dan	65	4,8	
						Меловой	K ₂ Сенон	Маастрихтский	Maa			72	70	72			72	70	73	Maa	73	8
								Кампанский	Cmp					76	78			84	78	Cmp	84	10
					Сантонский			San					82	84			88	82	San	86	4,5	
					Коньякский			Con				84	88	90			90	86	Con	88	1	
					Туронский			Tur				90	94	96			92	92	Tur	90	2,5	
					K ₁ Неком		Сеноманский	Cen				110	100	102		95	100	106	100	Cen	95	6,5
							Альбский	Alb											107	Alb	107	15,5
							Аптский	Apt											116	Apt	113	6
				Барремский			Brm											123	Brm	115	6	
				Готеривский			Hau									118		127	Hau	121	6	
				Юрский	J ₃ Мальм	Валанжинский	Vlg											130	Vlg	126	7	
						Берриасский	Ber	108	127	135	135	136	133			141	143	Ber	135	6		
						Титонский	Tth					146	150			145		149	Tth	141	6	
						Кимериджский	Kim					151	155					157	Kim	143	6	
						Оксфордский	Oxf					157	161			160		162	Oxf	149	7	
					J ₂ Доггер	Келловейский	Clv											166	Clv	156	6	
						Батский	Bth											166	Bth	165	6	
						Байосский	Baj			166	167	171				176		171	Baj	165	6	
						Ааленский	Aal											174	Aal	171	7	
						Тоарский	Toa					172	176					174	Toa	174	6	
				J ₁ Лейас	Плинсбахский	Plb					178	182				188	178	Plb	178	6		
					Синемюрский	Sin					183	187				198	183	Sin	183	6		
					Геттангский	Het	145	152	180	181	188	192			195		189	Het	189	7		
					Рэтский	Rht											192	Rht	192	6		
					Норийский	Nor											220	Nor	219	6		
				Триасовый	Tr ₃	Карнийский	Crn											228	Crn	225	6	
						Ладинский	Lad				200	205	210					234	Lad	231	7	
						Анизийский	Ans											238	Ans	238	5	
					Скифская Tr ₁ (Scy)	Оленекский	Spa												242	Spa	243	1/4
						Смитский	Smi												242	Smi	243	1/4
						Динерский	Die												242	Die	243	1/4
						Индексский	Gri	193	182	225	230	225	230	235	230	247	225	235	Gri	231	1/4	
					Пермский	P ₂	Татарский	Tat											248	Tat	248	5
							Казанский	Kaz											253	Kaz	253	2 1/2
							Уфимский	Ufi											259	Ufi	259	2 1/2
				Кунгурский			Kun									251		255	Kun	258	5	
				Артинский			Art					256 1/2	262 1/2					269	Art	263	5	
				P ₁		Сакмарский	Sak											278	Sak	277	9	
						Ассельский	Ass	227	203	270	280	280	286			276	280	288	Ass	286	9	

Эон	Эра	Подэра	Эпоха	Век		Обозначения	Holmes, 1937	Holmes, 1947B	Holmes, 1959	Kulp, 1961	Колонское геологическое общество, 1964	ЛГО, 1971	Van Eysinga, 1975	Armstrong, 1978	British Petro., 1980 (международ.)	Pickton иl Hambrey, Harland, 1981	Эта работа, 1982									
				млн. лет	Век												Продолжителн.									
Фанерозойский	Палеозойская	Каменноугольный (Pen)	Пермский	P ₁	Ассельский	Ass	227	203	270	280	280-286	>276	280	288	290	290	286	Ass	9							
					Нозинский	Gze														Gze	?					
					Касимовская	Kas															Kas	?				
					Московская	Mos							292½	296,5			307	300	300	296	Mos	?	34			
					Башкирская	Bsh							312½	319,5			330	315	315	315	Bsh	?				
					Серпуховская	Spk											325	341	325	320?	Spk	13	?			
					Визейская	Vis														333	Vis	19	40			
					Турнейская	Tou							320	337½	344,5			356	335	352	Tou	8				
					(D)	Девонский	D ₃	Фаменский	Fam	275	255	350	345	345	352	360	345	368	345	365	360	360	Fam	7		
								Франский	Frs										379		373	367	Frs	7		
		Эживетский	Giv							365	359	366				385	358	381	374	Giv	6					
		Эйфельский	Eif							390	370	377			370	391		388	380	Eif	7	48				
		Эмский	Ems													396	370	395	387	Ems	7					
		Зигенский	Sig										374	381		401		401	394	Sig	7					
		Жединский	Ged										390	398		406		406	401	Ged	7					
		(S)	Силурийский	Prjидол				Прждидол	Prd	313	313	400	405	395	403	405	395	{417}	{425}	405	411	408	Prd	6		
								Лудлов	Lud										432		415	414	Lud	7		
								Венлок	Wen										423	440	428	428	Wen	7	30	
					Лландоверри	Lly	341	350	440	425	435	443		435	446	435	440	438	Lly	10						
					(O)	Ордовикский	Ашгилл	Ашгилл	Ash									445		447	448	Ash	10			
								Карадок	Crd														Crd	10		
									Костонский				445	445	453		450	465			469	458	Llo	10	67	
								Лландейло	Llo												477	468	Llo	10		
								Лланвирн	Lln										492		485	478	Lln	10		
								Аргенг	Arg	392	430	500	500	500	509		500	500	500	500	495	488	Arg	10		
		Тремадок	Tre															505	505	Tre	17					
		(€)	Кембрийский	Мерионет (Mer)				Долгельский	DoL													520	523	DoL	9	
								Ментуросский	Mnt				530	515	524		515	524	515			520	523	Mnt	9	
								Меневский	Men														540	540	Men	9
					Сольвский	Sol							540	549		540	545	540		540	Sol	8	85			
Ленский	Len																		570	570	Len	15				
(Pt)	Протерозойский	Вендский (V)	Атдабанский	Atb	470	510	600		570	579	574	570	574	574	570	570	570	Atb	15							
			Томмотский	Tom															590	590	Tom	20				
			Эдиакарская	Edi															640	650	Edi	40				
			Морменскес	Mor															700	650	Mor	20	80			
			Смалфиорд	Sma																670	650	Sma	20			
			У	U																800	U	130				
			Юрматинский (Y)	Y																~ 1050	Y	~ 300				
			Бурзянский (B)	B																~ 1350	B	~ 300				
			Гуронский (H)	H																~ 1650	H	~ 300				
			Рэндский (Ran)	Ran																~ 2100	Ran	~ 300				
Свазий	Исуанский (I)	Разрезы Луны (Hde)	Исуанский	I														~ 2400	I	~ 300						
			~ 2630																~ 2800	Sw	950					
			~ 2800																	~ 3750	I	~ 150				
			~ 2800																							
			~ 3750																							

Хронометрические определения, млрд. лет

Протерозойский (Pt ₃)	1,0	Гадриний	Z _{0,8}
Протерозойский (Pt ₂)	1,8	Геликий	Y
Протерозойский (Pt ₁)	2,5	Эфебий	X
Архейский (Ar ₃)	2,9?		
Архейский (Ar ₂)	3,5?		
Архейский (Ar ₁)			W

Эти подразделения в международном масштабе не выделяются. В этой работе они обсуждаются в главе 2, чтобы показать, как может разрабатываться хроностратиграфическая шкала докембрия при наличии хороших разрезов

(который неопределим). Существуют также структурные неопределенности, возникающие в тех случаях, когда взаимоотношения между анализируемыми породами установлены предположительно. Точно учесть все эти неопределенности невозможно. Знак « \pm » только запутывает ситуацию, если он дается без объяснения. Одна из основных причин расхождения числовых значений, полученных для одних и тех же пород, может быть устранена путем достижения международного соглашения об использовании одних и тех же констант распада. В приложении 1 приведены таблицы для перевода старых значений возрастных датировок в значения, основанные на константах, принятых в 1976 г.

Основная цель настоящей работы заключается отнюдь не в том, чтобы показать, насколько наши заключения предпочтительнее других для построения временной шкалы 1982 г., которая не так уж сильно отличается от предыдущих шкал, а в том, чтобы продемонстрировать, насколько это было в наших возможностях, как шкала конструируется. Мы полагаем, что необходима частая ревизия шкалы для того, чтобы приводить ее в соответствие с новыми данными, поставляемыми многими научными дисциплинами, и надеемся, что предлагаемая работа будет способствовать этому, так как показывает и недостатки шкалы. Указание на каждый неучтенный пример несовершенства шкалы является очень важным. В идеале главы этой работы должны были бы быть написаны в том порядке, в котором они представлены в книге, т. е. так, чтобы после определения хроностратиграфической схемы наибольшие усилия были бы предприняты по ее датировке в годах, а затем эта датировка применялась бы к магнитостратиграфической шкале. Но так случилось, что авторы не имели возможности работать в такой последовательности, и значения, приведенные в гл. 3, были получены, а рисунки к ней были выполнены до того, как был составлен окончательный текст гл. 2.

Окончательный вариант гл. 2 отличается от более раннего незначительно, но имеются и некоторые существенные отличия. Сильно изменена классификация карбона. Это отражено на схеме 1.2: радиометрические датировки относятся к европейским подразделениям, где они выполнены по породам континентальных фаций, и их очень непросто перевести в альтернативную шка-

лу (по морским породам). Возникли также проблемы с датировками в триасовом периоде. Скифская эпоха рассматривалась первоначально как одно возрастное подразделение, а затем была разделена на четыре века. Поэтому вполне вероятно, что ее продолжительность занижена. Наоборот, рэтский век, вероятно, характеризуется лишь одной биозоной того же типа, что и каждая из шести биозон норийского века. Так что продолжительность рэта, по-видимому, завышена. Однако, поскольку датированные опорные точки между скифием и рэтским веком остались теми же, мы не можем просто увеличить продолжительность первого за счет второго.

Количество подразделений и их продолжительность не существенны, если все их границы хорошо определены и они могут быть сопоставлены и датированы в годах. Даже если объем рэта составляет только 1/6 объема нория, мы не видим причины ликвидировать рэт или понизить его ранг, как это делают некоторые исследователи, только на этом основании лишая его возможности выполнять отчетливые коррелятивные функции. Более того, не существует никаких принципов, на основе которых можно было бы доказать, что все эффективно используемые биозоны имеют или должны иметь равную продолжительность. Тем не менее остается фактом, что при построении шкалы лишь небольшое число границ хорошо датировано опорными точками. Эти привязанные опорные точки обсуждаются детально в гл. 3 и на схемах 1.1 и 1.2 показаны жирными линиями в правой колонке. Для длинных интервалов между опорными точками мы просто использовали грубый расчет возраста располагающихся между ними подразделений, как если бы они имели равную продолжительность. Очевидно, что в последующем необходим более детальный анализ многих отрезков истории Земли, вместившихся в каждый геохронологический век, чтобы с большей вероятностью сравнивать их продолжительность. Мы для этого не имели времени.

Таким образом, еще до публикации стало ясно, что предлагаемая здесь двойная шкала нуждается в ревизии. Это еще раз подчеркивает наше исходное положение, в соответствии с которым такой тип двойной временной шкалы открыт для совершенствования, и она никогда не может быть окончательной.

Хроностратиграфическая шкала

2.1. Введение

4502
 В этой главе мы попытаемся составить хроностратиграфическую шкалу. Некоторые ее части уже хорошо разработаны вследствие международного соглашения и/или общепринятого употребления, другие нуждаются в дальнейшем уточнении. Там, где стандарты не были согласованы, мы располагали некоторой свободой для того, чтобы их предложить. Это, несомненно, вызовет неудовольствие некоторых читателей, но может оказаться полезным, так как позволяет оперировать временной схемой для шкалы в целом и может приблизить день, когда будет разработана полная шкала. Хотя первые шаги к международному согласованию шкалы были приняты еще на Международном геологическом конгрессе в Болонье в 1881 г. (Anon., 1882), существо задачи, заключающееся в том, что требуется точное определение границ, было понято очень нескоро. Первым важным шагом на этом пути была попытка согласования плиоцен-плейстоценовой границы в 1948 г. на МГК в Лондоне. Полная правомерность применения этого принципа дождалась своего утверждения вплоть до решения Международного союза геологических наук (МСГН) по установлению силурийско-девонской границы в Клонке в СССР, которое окончательно было принято в 1972 г. на сессии МГК в Монреале (McLaren, 1977). Теперь законными полномочиями к применению этого принципа располагают группы, активно работающие почти по каждой из остальных границ, так что можно надеяться, что в течение 5–10 лет будут установлены основные точки шкалы.

Наиболее существенным требованием к такой шкале является определение последовательности опорных точек в стратотипических разрезах (стратотипах границ), которые обладают хорошими возможностями для корреляций. Необходимо достаточно широкие возможности, которые должны быть перечислены (как в Клонке для границы силура и девона) или отмечены каким-то другим способом для того, чтобы можно было определить хроностратиграфическую шкалу (Hughes et al., 1967). Конечно, когда такая шкала установлена, она должна обеспечить единственный согласованный стандарт для корреляции и датировки в годах.

Для того чтобы можно было использовать традиционные стратиграфические названия и классификации в единой стандартной стратиграфической шкале, необходимо утвердить или согласовать в едином полномочном органе (т.е.

МСГН) три положения: 1) схему подразделений с соответствующей классификацией, 2) согласованные названия для каждого подразделения, которые будут соответствовать временному интервалу между границами, и 3) согласованное стандартное положение границ. Рассмотрим эти три элемента хроностратиграфической шкалы.

1) Классификация традиционно разрабатывается на иерархической основе и включает зоны (например, фанерозой), эры (например, мезозой), периоды (например, юрский), эпохи (например, позднеюрскую), века (например, оксфордский), хроны (например, magiae). Количество рангов не имеет принципиального значения, но сложилось исторически. Предпринимались попытки стандартизировать эту иерархию, но вместе с тем вводились подэры, подпериоды, подэпохи. Толщи пород, образованные за соответствующие интервалы времени, называются зонотемами, системами, отделами, ярусами, хронозонами. Общепризнанной особенностью иерархической классификации является то, что границы подразделений более высокого ранга должны совпадать с границами подразделений более низкого ранга. Это обуславливает соответствие по времени их общих границ. Не обязательно использовать все из утвержденных иерархических подразделений. Когда временные объемы всех подразделений будут определены, за ними будет закреплено приемлемое количество названий. Названия подразделений более высокого ранга служат опознавательными вехами для подразделений более низкого ранга или для неопределенного интервала. Это позволяет избежать необходимости помнить названия всех подразделений более низкого ранга.

2) Названия веков происходят в основном от названий формаций, которые использовались в достаточно широком понимании, в качестве названий региональных ярусов. Обычно они имеют свои первоначальные стратотипические местности и стратотипические разрезы. При составлении стандартной шкалы необходимо иметь одно и только одно название для каждого отдельного временного подразделения данного ранга. Это может быть одно из наиболее общепринятых для этого интервала названий или нововведенное. Если это одно из известных названий, как в большинстве случаев, то когда границы подразделения с таким названием будут определены, возможно, где-то в другом районе, это может повлечь за собой запрещение употреблять данное название для обозначения первоначального интервала разреза. Те, кто предлагает использовать

какое-то подходящее название в качестве международного, должны доказать, что границы, которые реально определяют данный временной интервал, могут хорошо фиксироваться в других местах.

3) Определение и стандартизация – двуединый процесс. Во-первых, необходима договоренность о приблизительном временном интервале в истории Земли, который фиксирует данное подразделение. Это позволит сделать границу согласуемой и доказательной. Такая договоренность может быть достигнута на биостратиграфической основе еще до того, как будет решен вопрос о местности для выбора опорной точки в стратотипе границы.

В настоящей главе мы подразделяем геологическое время, как это и делается традиционно, на периоды (для последокембрийского времени). Для каждого периода существует своя история установления, что обсуждается в соответствующих разделах. На каждой из схем слева приведена хроностратиграфическая шкала; названия на ней напечатаны строчными буквами. Справа приводятся подразделения пород или региональные ярусы, названия которых напечатаны прописными буквами.

Схема представляет собой попытку составить единую стандартную шкалу с иерархией ее временных подразделений. В том случае, когда однозначно понимаемой шкалы не было, мы предлагаем предварительную схему. Для правой стороны схемы выбраны местные подразделения или региональные схемы по принципу их наиболее частой применимости. Они приводятся для того, чтобы показать примерную эквивалентность подразделений, и схема не претендует на их точную корреляцию.

Официальным определениям «ранняя», «средняя» и «поздняя» для эпох мы предпочли стратиграфические названия, что в общем обычно не принято. Преимуществом использования стратиграфических названий для обозначения эпох является то, что в этом случае они могут быть определены недвусмысленно, так как термины «ранняя», «средняя» и «поздняя» часто употребляются в различном смысле и могут быть спутаны с неофициальными названиями, которые применяются, вероятно, даже чаще. В названиях ярусов, напротив, единообразно используется суффикс -ский (-ian).

Для временной шкалы мы используем систему обозначений, которая должна быть опробована на уникальность и в случае подтверждения может получить широкое применение (см. приложение 3). Обозначения для эонов, эр и периодов в основном общеприняты в международном масштабе, и мы применили символы, приведенные в «Геологическом атласе мира», изданном ЮНЕСКО (Choubert, Faure-Muret, 1976). Для остальных подразделений мы ввели трехбуквенную систему, так как пришли к выводу, что обозначения в две буквы не обеспечивают их распознавания и уникальности. Для обозначения раннего, среднего и позднего подразделений употребляется цифровой индекс; это позволяет индексировать подразделения, если их больше трех, и избежать двусмысленности, которая возникает при сокращении словесных выражений (например, буква L может означать как Late – поздний, так и Lower – нижний). Такие слова мы рекомендуем писать полностью, чтобы сразу было видно, являются ли они официальными названиями (пишутся с прописной буквы при международном использовании) или неофициальными (пишутся со строчной буквы).

Хронометрическая колонка озаглавлена «Млн. лет» (миллионы лет назад) и приведена для удобства. Эти данные перенесены сюда из гл. 3 и не являются иллюстрацией положений настоящей главы. Так случилось, что работа над гл. 3 и 4 предшествовала работе над гл. 2, и датировки, приведенные в гл. 3 и 4 (как и схемы в этих главах), были привязаны к предварительному варианту хроностратиграфической шкалы. Если бы у авторов имелось время обсудить всю ра-

боту целиком совместно, то они, используя данные гл. 2, должны были бы дать более точную относительную продолжительность для разных ярусов.

Там, где была необходимость, китайский язык транслитерировался пиджин-инглиш, русский – в соответствии со стандартом системы PCGN/BGN (Постоянный комитет по географическим названиям Совета по географическим названиям Соединенных Штатов Америки), так, как это использовалось в «Атласе времен». Как уже отмечалось, мы приняли американский вариант написания, без дифтонгов в таких названиях, как Paleozoic. Мы не встретили поддержки у ряда английских коллег, но пошли на это, полагая, что это обеспечивает большую свободу и что шкала предназначена для международного использования.

2.2. Докембрийская временная шкала

Путаница, существующая в исторической последовательности названий и классификации докембрийских пород и их подразделений, обсуждалась неоднократно (см. Wilmarth, 1925; Harland, 1974). В конце концов из многих ранее предложенных названий МСГН были рекомендованы только «протерозой» и «архей». Слитное написание термина «докембрий» было принято МСГН в 1972 г. вместо названия «до-кембрий» (ср. довенд, до-плейстоцен). Некоторые исследователи полагают, что существуют различия в методах стратиграфического расчленения докембрийских и фанерозойских пород. Однако для всех пород, образовавшихся в ходе эволюции Земли, применимы одни и те же принципы и процедуры, несмотря на все многообразие типов пород как сформировавшихся в разное время, так и разновозрастных.

2.2.1. Хронометрические подразделения. Многие исследователи считают, что временные границы докембрийских подразделений могут определяться только некоторыми кратными числами продолжительности в стандартных годах. Одной из первых попыток выделить в докембрии естественные историко-геологические подразделения для Земли в целом и для отдельных регионов и определить их возраст в годах было принятие Геологической службой Канады названий «гадриний», «геликий», «эфебий» для обозначения тектоно-исторических подразделений Канадского щита с границами 880, 1640 и 2390 млн. лет соответственно (Stockwell, 1964), которые были округлены до 1000, 1800 и 2500 млн. лет (Douglas, 1980). В то же время Геологическая служба США пошла по принципу выделения в докембрии искусственных подразделений (W, X, Y, Z) с проведением их границ в округленных числах абсолютного возраста (James, 1972), несмотря на то что эти подразделения примерно соответствовали подразделениям, изображаемым на геологических картах. Таким образом, было подчеркнuto, что последние должны рассматриваться как региональные подразделения.

Подкомиссия по стратиграфии докембрия МСГН на своем совещании 18–19 сентября 1979 г. большинством голосов приняла рекомендацию по предварительному расчленению протерозойского зона на три эры с границами на уровнях 900 и 1600 млн. лет. Было высказано также

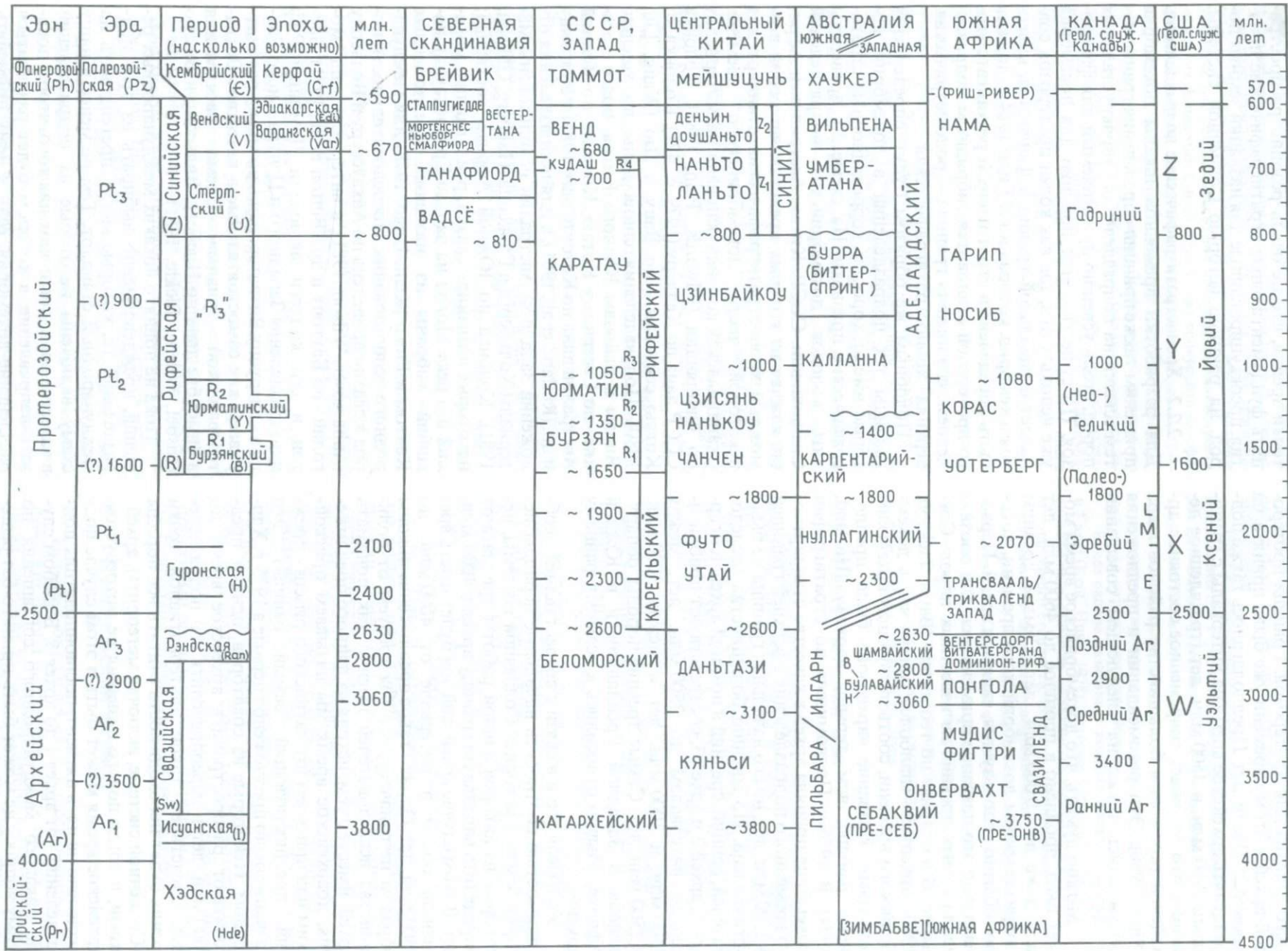


Схема 2.1. Временная шкала докембрия

мнение о проведении границы на уровне 1500 млн. лет и/или использовании четырехчленного деления для протерозоя. Граница протерозой/архей к этому времени уже была принята на уровне 2500 млн. лет. Предполагалось также подразделять архейское время на интервалы с границами 2900 млн. и 3500 млн. лет (трехчленное деление), что отражает современное состояние архейской геологии в большинстве районов мира (Sims, 1980). Эти рекомендации и предложения обсуждались также на следующем совещании в 1982 г.

Можно думать, что докембрийское время может быть продлено в прошлое до 4600 млн. лет или даже до 10 000 млн. лет. Самым древним подразделением докембрийского времени, которое обычно используется, является архей. Первоначально это название применялось для обозначения самых древних из известных пород. Согласно «Глоссарию по геологии» (Bates, Jackson, 1980), археозой – «наиболее ранняя часть докембрийского времени, соответствующая архейским породам». Название «археозой» было предложено раньше, чем термин «архей» (Harland, 1974). В 1976 г. Подкомиссия по стратиграфии докембрия приняла архей в качестве стандартного временного подразделения с верхней границей в 2500 млн. лет, но его начальная граница не была установлена. По мнению большинства исследователей, ранний, средний и поздний архей, или архей 1, архей 2 и архей 3, соответствуют приблизительно интервалам до 3500 млн. лет, между 3500 млн. и 3000 млн. лет и между 3000 млн. и 2500 млн. лет. Самые древние породы, обнаруженные в Западной Гренландии и в Южной Африке, обычно относились к «самому раннему архею».

Учитывая это и в связи с возрастающей необходимостью соотносить начальные периоды истории Земли с историей Солнечной системы, некоторые из авторов данной работы предлагают определить начальную границу архея в 4000 млн. лет. В этом случае архейский зон будет иметь временной объем в интервале от 4000 млн. до 2500 млн. лет. Однако такое предложение никоим образом не означает, что мы требуем от большинства исследователей именно так понимать архей. Вместе с тем, исходя из данного предложения, доархейское время мы называем прискойским или прискоем (от латинского *prisus* – прежний, предшествующий, самый ранний). Это название было предложено впервые в 1975 г. Харлендом. Некоторые из соавторов, однако, предпочитают распространить архейское время до 5000 млн. лет и переопределить его подразделения. Следствием такой альтернативной точки зрения будет необходимость считать все породы в Солнечной системе, включая метеориты, архейскими, и тогда нового названия не потребуются. Архейское время может быть в этом случае подразделено на пять пятисотмиллионнолетних подразделений – от архея 1 до архея 5. В любом случае никакого международного соглашения по этому вопросу не может быть принято без решения Стратиграфического комитета МСГН. Пока

что мы предлагаем опробовать название «прискойский». Оно кажется нам приемлемым с той точки зрения, что не очень резонно распространять фундаментальные стратиграфические понятия, преокупированные для названий земных пород, на раннюю историю Солнечной системы.

2.2.2. Хроностратиграфические подразделения.

Для разработки временной шкалы докембрия применим также принцип определения границ путем ссылки на подразделения супракристалльных пород, столь успешно применяемый для фанерозоя. По существу, этот принцип для докембрия уже используется, так как конец протерозоя совпадает с начальной границей фанерозоя, палеозоя и кембрия, которая в 1983 или 1984 г. должна быть определена в стратотипе. В результате этого протерозой становится гибридным подразделением: его нижняя граница – хронометрическая, верхняя – хроностратиграфическая.

Подобным же образом будут определяться границы тех подразделений в докембрии, которые имеют хорошие корреляционные стратиграфические признаки. На схеме 2.1 приведены пять колонок докембрийских подразделений Скандинавии, СССР, Китая, Австралии и Африки, каждая из которых представляет собой возможный хроностратиграфический стандарт для некоторой части докембрийского времени. Скандинавская колонка основана на материалах по Финляндии (Edwards, Fein, 1981). Колонка СССР дана по Келлеру (1979, с. 421). Колонка по Китаю составлена по Вану и Лю (Wang, Liu, 1980). Подразделения синия даны по ущелью Янцзы и районам Южного Китая, более древние – по Северному Китаю. Колонка по Южной Австралии дана по Котсу (Coats, 1981) и Рутланду и др. (Rutland et al., 1981), а для подразделения отложений Западной Австралии использованы материалы Хольберга и Гликсона (Hallberg, Glikson, 1981). Колонка по Южной Африке – составная; некоторые названия – свазий, рэнд, ваалий, моголий (по реке Могол на западе Грикватауна), намибий – выбраны из названий, предложенных Кентом и Гюго (Kent, Hugo, 1978) для международного использования. Последовательность пород в свазии приведена по Анхауссеру и Вильсону (Anhaeusser, Wilson, 1981), в интервале рэнд – моголий – по Баттону и др. (Button et al., 1981). Баттон и его коллеги включали Доминион-Риф и подразделения Западного и Центрального Рэнда в надгруппу Витватерсранд, но мы их рассматриваем как самостоятельные в качестве «Витватерсрандской триады». Схема расчленения в Зимбабве дана по Нисбету, Вильсону и Биклю (Nisbet, Wilson, Bickle, 1981).

Пока не принято никаких международных решений, преждевременно выбирать из этих подразделений те, которые могут претендовать на международный стандарт. Тем не менее в нашу схему включены некоторые из подразделений в качестве периодов и эпох для того, чтобы показать направление, в котором будет развиваться расчленение докембрия, если к нему применять хроностратиграфический принцип.

Синийская эра. В связи с предстоящим определением начальной границы кембрия в стратотипе встает вопрос о том, как эта схема классификации и номенклатуры будет применяться для подразделения предшествующего времени. Двусмысленность названия «эокембрий» и по определению, и по классификации заставляет отказаться от его международного использования, хотя оно еще имеет неофициальное хождение для обозначения пород неопределенного возраста на пороге фанерозоя. Синий и венд – два конкурента на официальном подразделение, предшествующее кембрию. Название «синий» имеет приоритет, и многие годы этот термин использовался в СССР и Китае. Затем, когда работы по изучению докембрия в СССР и Китае начали развиваться независимо, было введено и широко распространилось название «венд», которое получило признание почти в международном масштабе. Однако для венда нет ни хорошего типового разреза, ни хорошей схемы классификации, по которой было бы достигнуто соглашение, даже в СССР. Между тем вследствие интенсивного развития исследований в Китае возрастает значение термина «синий». В понимании этого названия вкладываются два разных смысла в зависимости от того, включается или нет в состав синия мощная толща северных разрезов Чжисяня, возраст которой древнее 800 млн. лет. В настоящее время эта толща исключается из состава синия, и его объем ограничивается породами моложе 800 млн. лет, т. е. объем синия соответствует первоначально установленному в платформенных разрезах, типизированных в обнажениях ущелья Янцзы (так, как показано на схеме 2.1). Более полный геосинклинальный разрез Синьцзяна представляет собой лучший стандарт, в котором представлены 4 подразделения с горизонтами тиллитов, что очень благоприятно для международных корреляций. Согласно Вану и др. (Wang et al., 1981), это подразделения Байиси, Алтунгол, Терикен, Хангиркяок. На схеме 2.1 синий представлен в качестве эры или подэры (в объеме от Байиси до Хангиркяок), которая подразделяется на два периода – стёртский и вендский. В этом случае венд понимается в узком смысле и включает две эпохи (см. Harland, Herod, 1975) – варангскую (Kulling, 1951) и эдиакарскую (Cloud, 1972). Такое подразделение приемлемо в том случае, если для корреляции синия использовать разрез Синьцзяна, что поможет разрешить трудные проблемы корреляции венда и терминального рифея (Vidal, 1979). Внутри этого временного промежутка возможны относительно хорошие палинологические и климатологические корреляции. Видаль предлагает трехчленное деление венда на валдай, варангерий и еще одно более древнее подразделение (Vidal, 1981). В Северной Европе имеются хорошие разрезы, с которыми коррелируется этот интервал. Однако здесь название «валдай» не используется, так как оно установлено для подразделения четвертичной системы. Название «варангий» имеет приоритет перед названием «варангерий». Для самого древнего подразделения Видалем предложен (личное сообщение, 1981) термин «веттергий». Название связано с местностью в Швеции, в которой имеется небольшой изолированный выход пород, относящихся к этому времени.

Классификация, которой отдано предпочтение в настоящей работе, удовлетворяет стремлениям австралийских, китайских, советских и скандинавских геологов, которые очень много сделали для разработки этой части докембрийской шкалы и для описания ее ключевых разрезов. Клауд (Cloud, 1973) и Глесснер (Glaessner, 1977) предложили для эдиакария более дробные подразделения, которые недавно пересмотрены (Jenkins, в печати) с точки зрения выделения «эдиакарского периода». Предлагается выделять по крайней мере два яруса (верхний – паундский, нижний – вонокский). Варангий по типовым горизонтам в районе Варангер-фьорда также подразделяется на два яруса: мортенснес (верхний) и смалфиорд (нижний). Аналогичное подразделение возможно и для стёртского периода, для которого имеются хорошие корреляционные возможности, включая комбинацию биостратиграфических и климатических признаков.

Досинийские эры. Если для предшествующей синию эры принять название «рифей», то возникнет необходимость

в кардинальном пересмотре понятия «поздний рифей» (R_3), так как каратавий (назван по хребту Каратау) и стёртый перекрываются. В том случае (и только в том случае!), если предлагаемое здесь понимание термина «рифей» получит одобрение советских коллег, возникнет необходимость в его новом определении.

Пока же приведенные здесь досинийские подразделения предложены для того, чтобы показать путь, по которому будет развиваться классификация. Гуронский разрез с его четырьмя потенциальными эпохами (три из них являются гляциальными циклами) имеет четкие корреляционные признаки и может служить хорошим стандартом для подразделения этого отрезка истории Земли.

Более ранние названия в колонке предложены Кентом и Гюго (Kent, Hugo, 1978), которые аргументированно обосновали применимость африканских разрезов в качестве международного стандарта. Отсюда мы заимствовали последовательность архейских подразделений: рэнд (включая витватерсранд) и свазий. Наиболее полные разрезы последнего имеются в Свазиленде и Зимбабве. Исуан (от местности в Западной Гренландии) – подразделение для самых ранних земных пород. Для еще более ранней части разреза Клауд (Cloud, 1976) использует название «хэдий». Горные породы этого интервала, возможно, не сохранились на Земле, но, вероятно, широко развиты на Луне.

2.3. Фанерозойский эон

Название «палеозойская серия» впервые было предложено Седжвиком в 1838 г. для обозначения пород, перекрывающих группы первичных слоистых пород; Дж. Филлипс в 1840 г. применил термин «палеозой» к «переходным» породам более высокого положения, включавшим древний красный песчаник, а в 1841 г. он распространил его на все породы от кембрия до перми и ввел также термин «мезозой» и «кайнозой» в их современном смысле.

Общим для обозначения временного промежутка кембрий – голоцен было выражение «пост-докембрийское время» до тех пор, пока Чедвик в 1930 г. не предложил для него название «фанерозой» (палеозой + мезозой + кайнозой), а для протерозоя и архея вместе – название «криптозой» (Harland, 1974).

Все вышеупомянутые названия имеют описательный смысл, отражающий эволюцию жизни, но, будучи принятыми в стратиграфической иерархии, становятся условными названиями стратиграфических подразделений и в этом значении используются в настоящее время. Другими словами, их границы совпадают с границами соответствующих подразделений более низкого ранга, которые определяются точкой в разрезе. Таким образом, начальная граница фанерозоя определяется той же самой точкой, которая будет определять начальную границу кембрия, но не понятиями об эволюции, которые могут меняться благодаря последующим открытиям.

2.4. Кембрийский период

История определения и классификации кембрийских пород на Британских островах, особенно в Северном Уэльсе, от первой публикации этого названия в 1835 г. Адамом Седжвиком и до ультимативного разрешения конфликта, связан-

ного с кембро-силурийской границей, путем признания ордовикской системы Лапворта в 1879 г., рассматривалась Стабблфилдом (Stubblefield, 1951) и Кауи, Раштоном и Стабблфилдом (Cowie, Rushton, Stubblefield, 1972). Кембрия – вариант написания слова Камбрия (древнее британское государство на территории современной северо-западной Англии) – является латинизацией уэльского слова *Sumgu* (соотечественник, соратник, в противопоставление захватчикам англосаксам). Слово *Sumgu*, употребляющееся в церковном обиходе, сохранилось только в Уэльсе, и название «кембрий» (*cambr*) уже было широко распространено в Уэльсе, когда Седжвик впервые его применил. Детальная стратиграфическая информация о многочисленных вариантах деления кембрия не только на Британских островах, но и во многих других регионах приведена в *Lexique stratigraphique Internationale*. В настоящее время эти названия имеют лишь исторический интерес и здесь не приводятся.

Седжвик впервые разделил кембрий на нижний и верхний. Его нижний кембрий подразделялся на группу Вангор (со сланцами Лланбери и песчаниками Харлех) вниз и группу Фестиниог (с лингуловым плитняком, сланцами Тремадок и сланцами Арениг) вверх. Его верхний кембрий включал слой Бала и охватывал вышележащие отложения до основания известняков Вулхоп. С 1879 г. кембрийская система ограничивается только нижним кембрием Седжвика и то не полностью. Арениг с этого времени считался самым нижним подразделением вновь выделенной ордовикской системы, а тремадок долгое время рассматривался как часть кембрийской системы, что доказывали, например, Виттингтон и Вильямс (Whittington, Williams, 1964). В нашей схеме, однако, тремадок рассматривается в качестве первой эпохи ордовика согласно преобладающему международному использованию и независимо от того, правильно это или нет по первоначальному пониманию.

Трудности классификации и корреляции кембрия первоначально были связаны с редкостью характерных ископаемых. Это привело, в частности, к тому, что в Северной Америке породы с *Olenellus* были помещены выше, а не ниже, чем слои с *Paradoxides*. Истинные взаимоотношения были установлены лишь в 1890-е годы (Cowie et al., 1972).

Для Центральной Европы Барранд в 1859 г. привел список древней примордиальной фауны с *Paradoxides*, а Брэггер показал, что оленеллиды *Holmia* древнее, чем *Paradoxides* в центральной Норвегии (Harland, 1976).

В Северной Америке название «акадий» было введено в 1865 г. Дж. У. Доусоном для обозначения слоев, охарактеризованных *Paradoxides*, и применено Уолкоттом в 1891 г. для «самого древнего подразделения палеозоя Северной Америки». Тогда же Уолкотт ввел название «потсдам» для верхнего кембрия. Номенклатурная путаница была устранена после того, как в 1903 г. Уолкотт заменил название «потсдам» на «саратог», а в 1912 г. – на «сент-крокс». Для нижнего кембрия уже с 1887 г. он применял название «джорджий», а в 1912 г. Уолкотт рекомендовал

название «вукоб» (*Waucoban*) для обозначения региональной серии пород и применил название «таконская» в качестве термина общего пользования для обозначения раннекембрийской эпохи. Таконская система была выделена еще в 1842 г. Эммонсом как самая ранняя часть нью-йоркской системы (Wilmarth, 1925).

В связи с этим в Северной Америке эти и другие названия имели региональное значение, часто различное в Аппалачах и Кордильерах; названия «джорджий», «акадий» «потсдам» (или «саратог») чаще употреблялись на востоке (см. Blackwelder, 1912) и позже иногда на западе, где обычно использовались названия «вукоб», «альбертий», «крокс». В настоящее время в Северной Америке предпочитают использовать западную номенклатуру.

Сказанное позволяет нам принять подразделение кембрия на три эпохи, для которых, однако, нет принятых в международном масштабе названий. Из-за неоднозначного использования названий «нижний», «средний» и «верхний кембрий» и из-за того, что часто необходимо ссылаться на отдельные части эпох (например, говорят ранне кембрий или еще хуже), мы отдали предпочтение наиболее стабильной классификации, стандартизированной в типовых районах, которые не обязательно располагаются в эпонимической местности. Выбор был сделан в пользу названий, однозначно и длительное время использовавшихся для кембрийских отложений Британии и/или недавно-предложенных рабочей группой Лондонского геологического общества (Cowie et al., 1972).

2.4.1. Керфайская эпоха. Название «керфай» предпочтительнее названия «комлей», так как употребление последнего, хотя это подразделение и хорошо определено (Cowie et al., 1972), может привести к путанице из-за того, что название «верхний комлей» применялось для обозначения группы отложений в среднем кембрии. В Южном Уэльсе отсутствует хорошо определенный разрез для обоснования названия «керфай», но последний может быть хорошим составным подразделением по внебританским районам. Термин «керфай» уже был выбран в качестве стандартного европейского названия МСГН (Cohee, 1970) и использован в стратиграфической схеме Ван Эйсинга (Van Eysing, 1975), так что он хорошо известен в международном масштабе.

2.4.2. Сент-дэвидская эпоха. «Сент-дэвидская» (дэвидская по аналогии с крокской) – название, предложенное для обозначения среднекембрийской эпохи (Cowie et al., 1972). Оно, по-видимому, полностью приемлемо. Породы с *Paradoxides* впервые были идентифицированы в районе Сент-Дэвида, их расчленение на меневий и сольвий в этом районе также имеет длительную историю применения в стратиграфии среднего кембрия.

2.4.3. Мерионетская эпоха. «Мерионетская» (от названия бывшего округа в Северном Уэльсе; в настоящее время он входит в состав округа Гвинедд) – название позднекембрийской эпохи. При-

Период	Кембрийский период			КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА								
	Эпоха	Век	Биостратиграф. корреляция	млн. лет	Уэльс		НОРВЕГИЯ		СИБИРЬ	КИТАЙ	АВСТРАЛИЯ	СЕВ. АМЕРИКА
					Север	Юг	ЦЕНТР	ФИНМАРК				
(Є) Кембрийский	0	Тремадок	<i>Dictyonema flabelliforme</i>	505	СЛОИ С ДИКТЙОНЕМА СЛОИ ТИИ-ЛДАН				ОЛЕНТИНСКИЙ (КАЗАХСТАН)		ДЕТСОНСКИЙ	ТРЕМПЕЛИОНСКИЙ
	Мерцонем (поздний кембрий) (Mer) (Є ₃)	Долгельский (Dol)	<i>Acerocare</i>		ДОЛГЕЛЛИ	МЕНТУРОГ	ГРУППА "ЛИНГУЛОВОГО РАКУШНЯКА"			ШИДЕРТИНСКИЙ	ФЕНШАНЬ	ПЕЙНТОНСКИЙ
			<i>Peltura scarabaeoides</i> <i>Peltura minor</i> <i>Protopeltura praecursor</i>	ЧАНШАНЬ							"ПРЕД-ПЕЙНТОНСКИЙ"	
			<i>Leptoplastus</i>								"ПОСТАЙДЕЙМСКИЙ"	
			<i>Parabolina spinulosa</i>								АЙДЕЙМСКИЙ	
	Ментуросский (Mnt)	<i>Olenus & Agnostus obesus</i>						ТЧОРСКИЙ	ГУШАНЬ	МИНДИАЛСКИЙ	ДРЕСБАЧСКИЙ	
		<i>Agnostus pisiformis</i>										
	Сент-дэвид (средний кембрий) (St D) (Є ₂)	Поздний (Men ₃)	Меневский (Men)	<i>Lejopyge laevigata</i>	Парадоксидес форхаммери	КЛОГАУ	МЕНЕВИЙ		МАЙСКИЙ	ЖАНСЯ	СЮЖУАН	АЛЬБЕРТСКИЙ
				<i>Solenopleura brachymetopa</i>								
				<i>Ptychagnostus lundgreni</i> & <i>P.(G) nathorsti</i>								
		Средний (Men ₂)	Меневский (Men)	<i>Ptychagnostus punctuosus</i>	Парадоксидес парадоксиссимус	ЦЕФНОЛОХ			АМГИНСКИЙ	МАОЖУАН	ТЕМПЛТОНСКИЙ	
				<i>Hypagnostus parvifrons</i>								
Ранний (Men ₁)		Меневский (Men)	<i>Tomagnostus fissus</i> & <i>Ptychagnostus atavus</i>	Парадоксидес парадоксиссимус	ГАМЛАН							
Поздний Средний (Sol _{2,3})	Сольвский (Sol)	<i>Ptychagnostus gibbus</i>										
Ранний (Sol ₁)	Сольвский (Sol)	<i>Eccaparadoxides oelandicus pinus</i>	E. oelandicus	БАРМУТ								
		<i>Eccaparadoxides insularis</i>										
Керфай (ранний кембрий) (Crf) (Є ₁)	Ленский (Len)	Амдабанский (Atb)	<i>Anabaraspis lermontovi dzavanovskii</i> & <i>Paraticmacca Bergeroniellus expansus</i> & <i>Bergeroniellus micmaciformis</i>	РИНОГ	ХАРЛЕХ		ЕВЬЕВИК	ЛЕНСКИЙ	ЛОНВАНМЯО	ОРДСКИЙ		
			<i>Judomia & Dipharus attleborensis</i>									
	Томмотский (Tom)	Амдабанский (Atb)	<i>Judomia (& Fallotaspis)</i>	ЛАНБЕДР	ДОЛУЭН			ХОЛЬМИЕВЫЕ СЛАНЦЫ	ПЕСТРОЦВЕТНЫЙ	ЦАНЛАНПУ	"НИЖНИЙ КЕМБРИЙ"	
			<i>Dokidocyathus lenicus</i>									
			<i>L. bella</i> & <i>Dokidocyathus regularis</i>									
		<i>L. tortuosa</i>					СЛАНЦЫ И ИЗВЕСТНЯКИ БРАСТАД	КЁНЖУСИ				
РЄ	Эдиакарий	Паундский (Pou)	<i>Anabarites trisulcatus</i>	590?			РИНГСАКЕР	ЮДОМСКИЙ				

менение этого термина ясно показывает, что тремадок не входит в состав кембрия. В английском написании название используется без добавления окончания *-ian*, как и названия некоторых эпох ордовика и силура, что находится в соответствии с британской практикой употребления названий. Та же практика используется для того, чтобы отличать названия эпох от названий веков, для которых предпочтительнее употреблять окончание *-ский (-ian)*.

Последовательность веков, перечисленная здесь, взята из работы Кауи и др. (Cowie, в печати), и у нас нет данных для ее обоснования. Идентификация веков до некоторой степени ясна из колонки руководящих ископаемых, приведенной в настоящей работе.

Начальная граница кембрия обсуждалась во многих работах; одна из таких работ (Harland, 1974) была подготовлена к началу осуществления проекта № 29 Рабочей группы по границе докембрия и кембрия Международной программы геологической корреляции (МПК) под руководством Дж. В. Кауи. Группа надеется установить согласованную границу начала кембрия в 1983–1984-х годах. Пока преждевременно обсуждать, где будет выбран стратотип границы. Однако советские разрезы—наиболее серьезные претенденты, и не будет неожиданным, если тремя ярусами, как это предложено Кауи (Cowie, в печати), будут сибирские ярусы (томмотский, атдабанский, ленский).

Для веков среднего кембрия (сент-дэвидских) Кауи было использовано расчленение на три зоны *Paradoxides*. В схему 2.2 мы включили эти подразделения, оставив также подразделения сольвий и меневий, так как они имеют давнюю традицию использования и выделены, так же как и сент-дэвид, в Южном Уэльсе.

В позднем кембрийской эпохе (мерионет) выделяются подразделения ментурога и долгеля, но опущен ярус фестиниога, который располагается между ними (по трехчленному делению Кауи; см. Cowie et al., 1967). Все эти названия—североуэльские.

Все колонки на схеме 2.2, как указано выше, приведены согласно Кауи (Cowie, в печати) и в соответствии с левой стороной схемы. Колонка по Норвегии с правой стороны приведена по Мартинссону (Martinsson, 1974) и только для раннего кембрия, так как для всех остальных подразделений в Скандинавии используются международные термины. Колонка по Китаю дана согласно Вану и Лю (Wang, Liu, 1980). Остальные колонки приведены по Кауи и др. (Cowie et al., 1972).

2.5. Ордовикский период

Ордовикская система была установлена Лапвортом в 1879 г. и разрешила конфликт, связанный с тем, что, согласно первоопределениям Мурчисона и Седжвика, силурийская и кембрийская системы перекрываются. Выделение ордовика способствовало тому, что удалось определить все три периода раннепалеозойской эры. История этой проблемы рассмотрена Виттингтоном и Вильямсом (Whittington, Williams, 1964), а британские разрезы детально обсуждались Вильямсом (Williams, 1973).

В округе Арениг—Бала Лапворт в составе ордовика выделил толщу вулканических туфов и осадочных пород мощностью 3600 м, и нижняя граница первоначально была здесь определена над тремадоком (сланцы Амнод), начиная с базальных песчаников группы арениг Седжвика и до основания лландовери (аргиллиты Cwm уг

Этнен) в кровле аргиллитов Фол-и-Динас, которые являются нижней формацией группы бала Седжвика.

Виттингтон и Вильямс (Whittington, Williams, 1964) рассмотрели сложную, полную ошибок и путаницы, историю отхода от упомянутых выше простых определений, указывающих на принадлежность тремадока к ордовика. Вследствие приоритета и по логике первоначального определения тремадокские породы следует исключать из ордовика, но фактически большинство геологов во всем мире ошибочно включают тремадок в ордовик. Чтобы не вступать в противоречие с общепринятым употреблением и в соответствии с утвержденным международным соглашением, в нашей схеме ордовик начинается с тремадока. Таким образом, эта граница установлена не по правилу приоритета, а по соглашению. В качестве руководящего ископаемого для корреляции самых древних ордовикских пород обычно используют *Dictionema flabelliforme*, хотя эту точку в качестве начальной границы ордовикского периода еще необходимо стандартизировать в каком-то опорном разрезе.

Следовательно, подразделения внутри ордовика основаны на названиях пород и разрезах в Британии. Эти разрезы, однако, разобщены и не могут быть сопоставлены непосредственно, так что два или даже три стандартных разреза не позволяют непосредственно проследить всю последовательность британских подразделений, которая представлена на схеме 2.3. Это отчетливо видно на корреляционных схемах, приводимых Вильямсом и др. (Williams et al., 1972).

Лапворт чаще использовал двух-, а не трехчленное деление ордовика, которое соответствовало первоначальному подразделению ордовика Седжвиком на арениг и бала. Двучленное деление было заново подтверждено Уайттингтоном и Вильямсом (Whittington, Williams, 1964). В предлагаемой схеме мы делаем попытку вернуть название «бала» для обозначения позднеордовикского подпериода, несмотря на то что это название случайно употреблялось Седжвиком (в 1852 и 1873 гг.) для обозначения верхнего кембрия. Выбрать общее название для раннеордовикского подпериода трудно, так как арениг Седжвика уже подразделен на арениг, лланвирн и лландейло, и первоначальное название может быть понято в разном смысле. Часто используется трехчленное деление ордовика, особенно в Америке, хотя Виттингтон и Вильямс приводят веские аргументы против этого. В настоящее время, в связи с включением тремадока в состав ордовика, кажется более резонным принять трехчленное деление. Название «канадий», если его определять как соответствующее названиям «тремадок» и «арениг», будет приемлемым для обозначения раннего подпериода ордовика при его трехчленном делении, несмотря на то что канадский тип фауны в общем чужд типовым (британским) разрезам этой части колонки. Мы пытались найти подходящее название для подразделения, включающего лланвирн и лландейло, но нам не хватило изобретательности. Однако это не является серьезным препятствием, если считать,

Ордовикский период				ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА									
Период	Эпоха	Век	Биостратиграфическая корреляция	млн. лет	ЕВРОПА		КАЗАХСТАН	КИТАЙ	АВСТРАЛИЯ	СЕВ. АМЕРИКА			
					ЧССР	ЭСТОНИЯ							
Ордовикский	О ₃	Лландовери	Рудданский	438 448 458 468 478 488 505	КОСОВ КРАЛУВ ДВУР БОГДАЛЕЦ ЗАХОРАНЫ ВИНИЦЕ ЛЕТНЯ ЛИБЕНЬ ДОБРОТИВА ШАРЕЦ КЛАБОВ	ЭСТОНИЯ ПОРКУНИ ПИРГУ БОГДАЛЕЦ БОГДАЛЕЦ ЛОДЕНИЦЕ ХРУСТЕНИЦЕ УХАКУ ЛАСНАМЯГИ АЗЕРИ КУНДА ВОЛХОВ ЛАТОРП ОЛЕНТИНСКИЙ	ХАРЬЮ ТОЛЕН ЖАРЫК ДУЛАНКАРА АНДЕРКЕН ОАНДУ КЕЙЛА ИОГВИ ИДАВЕРЕ КУКРУЗЕ КАРАКАН КОПАЛЫ КОГАШИК РАХМЕТ ОЛЕНТИНСКИЙ	ВУФЕН ЧЕНЬТАНКАН ЛИНЬСЯН БАОТА (ПАГОДА) ХЬЮЛЕ ЦЕЛИНОГРАД НЮШАН ЧОНЬБИ НИНГУО (НИНКУО) СИНЬЧАН	ЦЗЯНТАНЦЗЯН ЧЕНЬТАНКАН АЙЦЗЯШАНЬ (НЕЙЧАШАНЬ) ИИЧАН (ИИЧАН)	БОЛИНДСКИЙ РИЧМОНД МЭЙСВИЛЛ ЭДЕН ИСТОНСКИЙ ШЕРМАН КИРКФЕЛЬД РОКЛЕНД БЛЭК-РИВЕР ГИСБОРНСКИЙ ЧЭЗИ ДАРРИЧИЛЬСКИЙ УАЙТРОК ЯАПИНСКИЙ КАСЛМЕЙНСКИЙ ЧЕУТОНСКИЙ БЕНДИГОНСКИЙ ЛАНЦЕФИЛЬДСКИЙ УОРЕНДСКИЙ ДЕТСОНСКИЙ ЛЕЙНТОНСКИЙ	ЦИНЦИАНТИНСКИЙ ШАМПЛЕЙНСКИЙ КАНАДСКИЙ ГАСКОНЕЙДА		
		Ашгилл	Хирнантский (Hir)									<i>Dicellograptus anceps</i>	
			Раутейский (Raw)										
			Котлейский (Cau)										
		Аш (Ash)	Пасгилльский (Pus)									<i>Dicellograptus complanatus</i> <i>Pleurograptus linearis</i>	
			Оннийский (Onn)									<i>Dicranograptus clingani</i>	
			Актонский (Act)										
			Маршбрукский (Mrb)										
			Лонгвилльский (Lon)										
			Карадок									Саудлейский (Sou)	<i>Climacograptus wilsoni</i>
												Харнский (Har)	<i>Climacograptus peltifer</i>
												Костонский (Cos)	<i>Diplograptus multidentis</i>
			Лландейло									Поздний (Llo ₃)	<i>Nemagraptus gracilis</i>
												Средний (Llo ₂)	
		Лланвирн	Ранний (Llo ₁)									<i>Glyptograptus teretiussculus</i>	
			Поздний (Lln ₂)									<i>Didymograptus murchisoni</i>	
		Лланвирн (Lln)	Ранний (Lln ₁)									<i>Didymograptus bifidus</i>	
			Поздний (Arg ₂)									<i>Didymograptus hirundo</i>	
Аренг	Ранний	<i>Isograptus gibberulus</i>											
		<i>Didymograptus nitidus</i>											
		<i>Didymograptus deflexus</i>											
		<i>Tetragraptus approximatus</i>											
Тремадок	(Arg)	(Arg ₁)	<i>Apatokephalus serratus</i>										
			<i>Clonograptus heres</i> & <i>Shumardia pusilla</i>										
			<i>Symphysurus incipiens</i>										
			<i>Dictyonema flabelliforme</i>										
€	€ ₃	Долгельский		505									

Схема 2.3. Хроностратиграфическая шкала и корреляция ордовика

что объем среднего ордовика соответствует предложенному здесь.

Обращаясь к более детальному расчленению ордовикского времени на эпохи и века, необходимо, во-первых, отметить, что эпохи, предшествующие бала, пока что не подразделены на именованные века, тогда как в составе бала установлено 11 веков. *Тремадокская эпоха* недвусмысленно соответствует группе тремадок с *Dictioneta* в Северном Уэльсе. Исторически, как было указано выше, это кембрий, однако, по соображениям популярности, мы ее включаем в ордовик. *Аренигская эпоха* была сокращена до ее современного объема за счет выделения *ландейло* Мурчисоном (см. Ramsay, Salter, 1866) и из него *ланвирна* (Хиксом в 1881 г.). Мурчисоновское название *карадок* было впервые использовано в качестве обозначения подразделения бала Рамзеем и Сальтером в 1866 г.; от карадока, следуя Марру (1905 г.), был отделен *ашгилл*. Все эти эпохи в настоящее время определяются в терминах граптолитовых зон, как это показано на схеме 2.3. Ашгиллско-ландоверская граница, связанная с разрезами в Шотландии, может быть привязана к уэльским разрезам, где в Фол-и-Динас выделяется хирнантский ярус, связанный с фауной *Hirnantia*, но разрез Доббс-Линн (южная Шотландия) является более подходящим в качестве стандарта для корреляции.

Основные британские граптолитовые зоны, используемые для корреляции, показаны на схеме согласно Вильямсу (Williams, 1972). Объединение двух биозон в одну — *Diplograptus multidentis* основывается на общепринятом использовании их именно в таком понимании. Эта биозона в общем имеет большую продолжительность, чем некоторые века, выделение которых основано на комплексе ископаемых. Биостратиграфическая корреляция тремадока основана на биозонах, установленных в Скандинавии, и приведена согласно Кауи и др. (Cowie et al., 1972). Посттремадокские подразделения даны по Вильямсу (Williams, 1972), так же как колонки по Чехословакии, Эстонии и Казахстану. Колонка по Китаю приведена по Шен Шеньфу (Sheng Shen-Fu, 1980), австралийские ярусы даны по Уэбби и др. (Webby et al., 1981), постканадские разрезы Северной Америки — по Суиту и Бергстрёму (Sweet, Bergström, 1976, с. 134), а более ранние части разреза основаны на данных Суита и Бергстрёма (Sweet, Bergström, 1975) и Шен Шеньфу (Sheng Shen-Fu, 1980).

2.6. Силурийский период

Силурийская система была впервые выделена в 1839 г. Мурчисоном (названа по племени силуров, населявших Уэльский бордерленд), и в ее состав были включены породы, отнесенные Седжвиком к кембрию. Соответственно название «силур» использовалось в двух различных смыслах в зависимости от того, включались или не включались в состав силура слои, которые в настоящее время рассматриваются как ордовикские. В связи с этим в 1893 г. для пород, которые не включали эти слои, было предложено название «готландий», и оно конкурировало с названием «силур» до 1960 г., когда на Международном геологическом конгрессе в Копенгагене было принято окончательное решение рассматривать силур в узком понимании, т.е. в объеме верхнего силура Мурчисона.

В 1859 г. Мурчисон включил в состав силура лландовери, венлок и лудлов. Эти названия имеют точный смысл и приняты для обозначения ранней, средней и поздней эпох силура. Лапворт в 1879 и 1880 гг. использовал названия «валент» (приблизительно соответствует лландовери) и «салоп» (приблизительно соответствует венлоку и лудлову вместе). Но они перестали применяться после того, как было выделено четвертое подразделение — даунтон (О. Т. Jones, 1929), которое включало часть разреза «черепичного камня» (Tilestones) Мурчисона, который в свою очередь представлял собой часть того, что позже стало называться древним красным песчаником. Запутанная история номенклатуры силурийского периода рассматривалась Уиттардом (Whittard, 1961), Коксом и др. (Cocks et al., 1971).

Четыре силурийские эпохи (S_1-S_4) были объединены в два подпериода: ранний силур ($S_1 + S_2$) и поздний силур ($S_3 + S_4$), после того как Подкомиссией по стратиграфии силура МСГН (Holland, 1980) было рекомендовано рассматривать венлок и лудлов в качестве эпох (так, как это принято в нашей схеме).

2.6.1. Лландоверская (ландоверийская) эпоха. Начальная граница лландовери (граница ордовика и силура) плохо стандартизирована в округе Лландовери, вследствие чего ее определение путем сопоставления отнесено к разрезу Доббс-Линн, расположенному близ Моффета, Шотландия, где Лапворт устанавливал ордовикскую систему. Она принимается в подошве слоев зоны *Glyptograptus persculptus* (зона комплекса).

Века, на которые подразделяется лландовери в нашей схеме, были выделены Коксом, Тогхиллом и Циглером (Cocks, Toghill, Ziegler, 1970) в типовом районе Уэльса. Эти четыре века могут быть неофициально объединены попарно и рассматриваться как ранний и поздний лландовери соответственно. До сих пор существуют неразрешенные проблемы в корреляции граптолитовых фаций Шотландии с раковинными фациями Уэльса. Буквенные символы (А, В, С) в колонке биостратиграфической корреляции, отражающие разделение лландовери на ранний, средний и поздний на основе брахиоподовых раковинных фаун в разрезе Уэлш (Cocks et al., 1970), приведены для разъяснения принятого здесь двучленного деления силура.

2.6.2. Венлокская эпоха. Название «венлок» впервые было использовано Мурчисоном в 1839 г. и происходит от названия хребта Венлок в Уэльском бордерленде. Схема расчленения на формации и пачки разрабатывалась в течение длительного времени. По инициативе Лондонского геологического общества было проведено повторное изучение этих пород с целью выработки предложений для международного использования, с тем чтобы их можно было коррелировать на основе последовательности граптолитовых зон (Bassett et al., 1975). Соответствующие определения и классификация этих пород, принятые без детального обсуждения истории классификации, кратко изложены ниже.

Начальная граница *шейнвудского* века (граница лландовери-венлок) определена в стандартном разрезе (Национальная сетка SO 5688 9839) в Хьюли-Брук, в 200 м юго-восточнее фермы Лисоус и в 500 м к северо-востоку от

Силурийский период					СИЛУРИЙСКАЯ СИСТЕМА									
Период	Эпоха	Век	Биостратиграфическая корреляция	млн. лет	ЕВРОПА			СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ, РУЧЕЙ МИРНЫЙ	СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА					
					ХРЕБЕТ ВЕНЛОК И ЛУДЛОВ, АНГЛИЯ	ЧССР	ГОТЛАНД							
Силурийский (S)	D	Ранний девон	Жединский	<i>Monograptus uniformis</i>	408	ДИТТОНСКИЙ	ЛОХКОВИЙ							
		Пржидол (S ₄) (Prd)		<i>Monograptus ultimus</i>	414	КРАСНЫЙ ДАУНТОН СЛАНЦЫ ТИМСАЙД ДАУНТОН-КАСТЛ УАЙТКЛИФФ	СЛАНЦЫ ПРЖИДОЛ		МИРНЫЙ					
		Лудлов (S ₃) (Lud)	Лудфордский (Ldf)	<i>Bohemograptus</i>	421	ЛЕЙНТУОРДАЙН	СЛАНЦЫ КОПАНИНА	ИВЯНЬС ВУДНЕС	ХЕМСЕ	БИЗОН	КЕЙЮГАНСКИЙ			
	<i>Saetograptus leintwardinensis</i>			БРИНДЖВУД										
	Горстский (Gor)		<i>Pristiograptus tumescens</i> <i>Saetograptus incipiens</i>	ЭЛТОН										
			<i>Lobograptus scanicus</i> <i>Neodiversograptus nilssoni</i>	ВЕНЛОК ТИКВУД										
		Венлок (S ₂) (Wen)	Гомерский (Hom)	Глидон (Gle) <i>Monograptus ludensis</i>	428	КОЛБРУКДЕЙЛ			КЛИНТЕБЕРГ	ВЕРХНИЙ САНДУГАН	ЛОКПОРТСКИЙ			
	Уайтвелл (Whi) <i>Gothograptus nassa</i>													
	Шейнвудский (She)		<i>Cyrtograptus lundgreni</i>	БИЛДОУЗ								МУЛЬДЕ	ХАЛЛА	
			<i>Cyrtograptus ellesae</i>											
			<i>Cyrtograptus linnarsoni</i> <i>Cyrtograptus rigidus</i> <i>Monograptus riccartonensis</i> <i>Cyrtograptus murchisoni</i> <i>Cyrtograptus centrifugus</i>											ТОФТА
		Лландоверу (S ₁) (Lly)	Теличский (Tel)	<i>Monoclimacis crenulata</i> C ₆	438	ВУЛХОП ВИЧ	СЛАНЦЫ ЛИТЕНЬ		СЛИТЕ ХЁКЛИНТ ВЕРХНИЙ ВИСБЮ НИЖНИЙ ВИСБЮ	АНИКА	ОНТАРИЙСКИЙ			
	<i>Monoclimacis griestoniensis</i> C ₅													
	<i>Monograptus crispus</i> C ₄													
	Фронский (Fro)		<i>Monograptus turriculatus</i> C ₂₋₃											
			<i>Monograptus sedgwickii</i> C ₁											
	Идвийский (Idw)	<i>Monograptus convolutus</i> B ₃	РАДДАНСКИЙ (Rhu)	<i>Coronograptus gregarius</i> B ₂	КОУЛЕЙ-ПАРК									
				<i>Coronograptus gregarius</i> B ₁										
		<i>Coronograptus cyphus</i> A ₄												
<i>Cystograptus vesiculosus = atavus</i> A ₃														
Идвийский (Idw)	РАДДАНСКИЙ (Rhu)	<i>Akidograptus acuminatus</i> A ₂												
		<i>Glyptograptus persculptus</i> A ₁												
O	Ашгилл	Хирнантский						У Т S R Q	ЧАЛМАК ТИРЕХТЯХ	АНГЛАНДИЙСКИЙ				

церкви в Хьюли. Маркировочная точка границы установлена на левом (северном) борту ручья в основании пачки G—нижней пачки формации Билдоуз непосредственно выше сланцев Парнл (Bassett et al., 1975, с. 13).

Гомерский век подразделяется на два хроно-уайтвелл и глидон, которые хорошо коррелируются через граптолитовые зоны и четко распознаются в других местах. Объем этих граптолитовых зон дается по Бассетту и др. (Bassett et al., 1975, с. 2); это лучшая временная шкала сланцевой толщи венлока (главным образом формации Колбрукдейл).

Начальная граница хроно уайтвелл располагается в небольшом боковом притоке ручья Шентон-Брук (Национальная сетка SO 6194 0204), который протекает через лесной участок Уайтвелл в 500 м к северу от Хомера. «Маркировочная точка находится внутри более или менее непрерывного разреза оливковых до зелено-вато-серых, тонкослоистых, разбитых трещинами на отдельные блоки аргиллитов. Ее точное положение совпадает с точкой, в которой граница биозон *ellesae/lundgreni* пересекает правый (северный) берег ручья». Бассетт и др. (Bassett et al., 1975) привели детальные биостратиграфические данные, которые можно использовать для международной корреляции.

Начальная граница хроно глидон определена (Национальная сетка SO 5016 8999) на юго-восточной стороне проселочной дороги в 182 м восточнее церкви Итон и совпадает с точкой, в которой граница биозон *lundgreni/nassa* пересекает дорогу.

2.6.3. Лудловская эпоха. При расчленении лудловской эпохи (Holland, 1980) четыре ранее выделенных века (Cocks et al., 1971) были объединены в два века. Их соотношения показаны ниже:

Holland, 1980	Cocks et al., 1971
Лудфорд	{ Уайтклифф Лейнтуордайн
Горст	{ Бринджвуд Элтон

Начальная граница *горстского* века (граница венлок/лудлов) определена Холландом и др. (Holland, Lawson, Walmsley, 1963) на лесном участке Пич в антиклинали Лудлоу в стандартном разрезе Старого карьера (Национальная сетка SO 4726 7301), расположенного на южной стороне дороги Лудлоу—Вигмор, примерно в 2 км северо-восточнее церкви Астон. Точка располагается в более молодых слоях, чем предлагалось ранее.

Начальная граница *лудфордского* века выбрана в основании слоев с *Saetograptus leintwardinensis* (Holland, 1980) и точно определена Холландом и др. (Holland et al., 1963) в разрезе северо-западной стенки карьера Саннихилл в долине Мэри-Кноле в 2,8 км юго-юго-западнее Лудлоу (Национальная сетка SO 4953 7255).

2.6.4. Пржидольская эпоха. Эта эпоха отвечает приблизительно тому, что называлось постлудловским или преждединским временем; название пока не узаконено в международном масштабе. Рационально было бы использовать название «даунтон», применяемое в Уэльском

бордерленде, так как оно продолжает последовательность лландовери—венлок—лудлов. Однако в этих фациях граптолиты не обнаружены. В настоящей работе предпочтение отдано названию «пржидол» (происходит от сланцев Пржидол, на долю которых приходится от 20 до 80 м разреза E 332 Барранда в Чехословакии). Дополнительным доводом в пользу такого решения послужило то, что здесь уже установлена классическая граница силура и девона, а также граница лудлова и пржидола. Граница лудлов/пржидол отвечает основанию биозоны *Monograptus ultimus*, но конкретно на местности не определена.

Эпохи, века и биостратиграфическая корреляция на схеме 2.4 даны по Коксу и др. (Cocks et al., 1971) с изменениями, внесенными Бассеттом и др. (Bassett et al., 1975) и Холландом (Holland, 1980). Детальные материалы по граптолитовым зонам любезно предоставлены Риккардсом. Колонки по хребту Венлок, Лудлоу, ЧССР и Готланду даны по Коксу и др. (Cocks et al., 1971), по северо-востоку Сибири—по Орадовской и Соболевской (1979), по Северной Америке—по Норфорду и др. (Norford et al., 1970, с. 604).

2.7. Девонский период

Девонская система установлена Седжвиком и Мурчисоном в 1839 г. в Девоне, Англия, после многочисленных споров о том, являются ли эти породы силурийскими или каменноугольными (Rudwick, 1979). Было доказано, что они одновозрастны с древним красным песчаником. Расчленение системы по морским фаунам проведено в результате работ Дюмона, Бейриха, Ромера и многих других исследователей в Арденно-Рейнском регионе, где позже (Ziegler, 1979) была предпринята попытка стандартизировать временные подразделения этого периода. Некоторые даже предпочитали называть девонский период рейнским.

2.7.1. Раннедевонская эпоха. *Жедин* в качестве нижнего яруса нижнего девона был впервые определен Дюмоном в 1848 г. (назван по селению Жедин в Бельгии). Его начальная граница как граница силура и девона является первой стратиграфической границей, утвержденной Комиссией по стратиграфии МСГН (в Монреале в 1972 г.). Эта граница установлена в стратотипе границы в Клонке близ Праги, Чехословакия. Опорная точка выбрана чуть ниже слоя с первым появлением обильных *Monograptus uniformis* и *M. uniformis angustidens*, а именно в слое № 20 мощностью 7–10 см в разрезе, описанном Хлупачем, Егером и Зигмундовой (Chlupáč et al., 1972). Этот горизонт соответствует основанию жединского яруса, так что начальная точка жединского века, таким образом, также стандартизирована (McLaren, 1977). Так как установленная в ЧССР граница—это граница между пржидолом и лохковом, то имеются некоторые основания называть нижний ярус девона не жединским, а лохковским. Однако название «жединский» распространено в международном масштабе.

Зигенский век (название дано Кайзером в 1881 г. по городу Зигену в ФРГ) первоначально рассматривался как кобленцкий ярус Дижона (1848 г.) и как нижний кобленц Госселе (1880–1888 гг.). Граница жедин–зиген соответствует основанию типового зигена. Однако в типовой местности зиген беден остатками ископаемых, и лучший стандарт для границы может быть установлен в Чехословакии.

Название «эмский ярус» было введено Дорлодо в 1900 г. для того, чтобы избежать путаницы в номенклатуре ранее предложенных подразделений нижнего девона (обсуждение в деталях см. Ziegler, 1979). Начальная граница эмского века может быть принята, например, в Грe-де-Верo (Ziegler, 1979).

2.7.2. Среднедевонская эпоха. Название «эйфельский» (по массиву Эйфель в ФРГ) впервые было применено Дюмоном в 1848 г. для обозначения пород различного возраста. Современное понимание стандартного яруса соответствует тому, которое сложилось к 1937 г. (см. Richter, 1942; Ziegler, 1979). Геологи франкоязычных стран чаще используют название «кувенский» (по городу Кувен в Бельгии; название предложено Дюпоном в 1885 г.). Кувен соответствует всему эйфелю в современном понимании и части верхнего эмса. По этой причине он не рекомендуется здесь в качестве подразделения стандартной шкалы. В качестве начальной границы эйфельского века может быть выбрана граница хайсдорфских и лаухских слоев в Веттельдорфском стандартном разрезе в массиве Эйфель.

Живетский век (назван по городу Живе, Франция) установлен Госселе в 1879 г., и в настоящее время это название используется в том же смысле, что и вначале. Нижняя граница яруса определяется современными немецкими геологами появлением *Stringocephalus burtini* (Ziegler, 1979).

2.7.3. Позднедевонская эпоха. Название *франский* (ярус) дано по селению Фран, Бельгия (Gosselet, 1880), и принято примерно в своем первоначальном смысле: как адорфский ярус, как ярус *Manticoceras*, как сенекский ярус Северной Америки. Начальная граница франского века должна быть помещена в основание Ассис-де-Фромеден или в основание Ассис-де-Франс. Хауз и др. совмещают ее с «основанием гониатитовой зоны *Phaciceras lunulicosta* яруса *Manticoceras*» (House et al., 1977, с. 8). Это та граница, которой в немецкой ортохронологической шкале пользуются специалисты по аммоноидеям на протяжении нынешнего века и которую поддерживают специалисты по конодонтам.

Название *фаменский* (ярус) (по местности Фаменн в Бельгии) впервые было предложено Дюмоном в 1885 г. для обозначения прежней системы кондроз. Госселе в 1879 г. применил его в современном смысле. Нижняя граница яруса должна проходить вблизи подошвы сланцев Зендейллес, но, как и все границы внутри девона, пока не определена. Верхняя граница отвечает кровле яруса *Wocklumeria* (зоны *W. sphaero-*

ides) и проходит ниже яруса *Gattendorfia* (см. дискуссии о турнейском ярусе, разд. 2.8.1).

Временные подразделения и обе биостратиграфические колонки на схеме 2.5 даны по Хаузу и др. (Hause et al., 1977). Из этой же работы взяты колонки по Европе. Детали по разрезам восточной Австралии даны по Хилл (Hill, 1967), по Северной Америке (Аппалачский бассейн) — по Оливеру и др. (Oliver et al., 1967).

2.8. Каменноугольный период

Каменноугольные отложения в Британии были классифицированы первыми вследствие их большого экономического значения и наличия хороших обнажений. Фарей в 1807 и 1811 гг. предложил для них название «угольная формация» (Coal Measures), Уайтхерст в 1778 г. выделил песчаники Миллстоун вместе с горным, или каменноугольным, известняком. Эти подразделения составили среднюю, или каменноугольную, толщу, установленную Конибиром и Филлипсом в 1822 г. (в нее включали также древний красный песчаник). Рамсботтом в своем детальном обзоре показал, что карбон был «создан» Конибира. В его работе объемом 140 страниц приведено детальное описание каменноугольных пород Англии и Уэльса. Карбон был первой из установленных систем и рассматривался последовательно в качестве толщи, формации, группы и отдела, пока Филлипс в 1839 г. не применил к нему название «система» (Ramsbottom, 1981). Три упомянутых выше британских подразделения соответствуют трем подразделениям, выделенным в Европе. В 1878 г. Грин и др. объединили две верхние толщи, используя двучленное деление, предложенное в Бельгии еще в 1808 г. д'Омалиусом д'Аллуа, в котором верхнее подразделение называлось угленосной толщей (Terrain Houiller) (Zittel, 1901; Ramsbottom et al., 1978).

Три подразделения: намюр (название предложено Пюрве в 1883 г.), вестфал и стефан (оба названия даны Лаппаном в 1893 г.) — были систематизированы Ионгансом в 1928 г., который подразделил вестфал на вестфал А, вестфал В и вестфал С на основании гониатитовых биозон и на вестфал D — по флоре. Вестфал Е позже был отнесен к стефану.

Участники Геерленской конференции в 1935 г. подразделяли карбон на два отдела. Для нижнего отдела было введено название «динант». В 1960 г. Подкомиссией по стратиграфии карбона МСГН для верхней части карбона было предложено название «силезий». Та же Подкомиссия в 1972 г. (Джордж и Вагнер) рассматривала динант и силезий в ранге подсистем, намюр, вестфал и стефан — в ранге отделов.

Начало силезия определялось появлением *Cravenoceras leion* (Геерленская конференция, 1958 г.). Разрез Литл-Мэрлей-Клаух Пендлейского холма в Ланкашире, Англия, предполагался в качестве стратотипа границы для выбора опорной точки начала пендлейского века силезия.

Подразделение в 1891 г. «каменноугольной,

		Девонский период			ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА										
Период	Эпоха	Век	Биостратиграфическая корреляция		млн. лет	ЕВРОПА				НОВЫЙ ЮЖНЫЙ УЗЛС ВОСТОЧНАЯ АВСТРАЛИЯ КОНДОБОЛИН ХИЛЛ-ЭНД	СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА				
			Аммоноидеи	Конодонты		АНГЛИЯ СЕВЕРНЫЙ ДЕВОН УЗЛЬСКИЙ БОРДЕРЛЕНД	ФРАНЦИЯ БЕЛЬГИЯ	ФРГ	ЧССР						
Девонский (D)	С	Турнейская	Гастьерский	<i>Gattendorfia Stufe</i>	360	ПИЛЬТОН	ТУРНЕЙСКИЙ			ГЕРВИ	БРЕДФОРД	ЧАУТАУКВАНСКИЙ			
				<i>Wocklumeria Stufe</i>									<i>Protognathodus</i>		ВОКЛЮМ
	Позднедевонская (D ₃)	Фаменский (Fam)	<i>Clymenia Stufe</i>	<i>Polygnathus styriacus</i>	367	БЭГГИ АПКОТТ ПИКВЕЛЛ ДАУН	ФАМЕНСКИЙ						КАССАДАГА		
			<i>Platyclymenia Stufe</i>	<i>Scaphignathus velifer</i>											ДАСБЕРГ
			<i>Cheiloceras Stufe</i>	<i>Palmatolepis maginifera</i>											ХЕМБЕРГ
			<i>Crickites holzapfeli</i>	<i>P. rhomboides</i>											НЕХДЕН
			<i>Manticoceras cordatum</i>	<i>P. crepidia</i>											
			<i>Phacoceras lunulicosta</i>	<i>P. triangularis</i>											
	Среднедевонская (D ₂)	Франский (Frs)	<i>Phacoceras lunulicosta</i>	<i>P. gigas</i>	374	МОРТЕ	ФРАНСКИЙ						КОХОКТОН		
			<i>Maeniaceras cordatum</i>	<i>Ancyrognathus triangularis</i>											
			<i>Phacoceras lunulicosta</i>	<i>Polygnathus asymmetricus</i>											
			<i>Maeniaceras terebratum</i>	<i>Schm. hermanni</i>											
			<i>Maeniaceras molarium</i>	<i>Poly. cristatus</i>											
			<i>Cabrieroceras crispiforme</i>	<i>Polygnathus varcus</i>											
	Среднедевонская (D ₂)	Живетский (Giv)	<i>Maeniaceras molarium</i>	<i>Icriodus obliquimarginatus</i>	380	ИЛЬФРАКОМБ	ЖИВЕТСКИЙ			СРЕБСКО	КОНДОБОЛИН		ТАГАНИК		
			<i>Cabrieroceras crispiforme</i>	<i>Polygnathus kockelianus</i>											
			<i>Pinacites jugleri</i>	<i>Spathognathodus bidentatus</i>											
			<i>Anarcestes lataseptatus</i>	<i>Icriodus corniger</i>											
			<i>Sellanarcestes wenkenbachi</i>	<i>Non-latericrescid Icriodus-Polygnathus</i>											
			<i>Mimagoniatites zorgensis</i>	<i>Ic. b. bilatericrescens steinhornensis-Polygnathus</i>											
Раннедевонская (D ₁)	Эмссский (Ems)	<i>Mimagoniatites zorgensis</i>	<i>Ic. huddlei curvicauda</i>	387	ХАНГМАН	КУВЕНСКИЙ			ХОТЕЧ	КАННИНГАМ	ОНЕСКВЕТАУ				
		<i>Anetoceras hunsrueckianum</i>	<i>Ic. h. huddlei</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ancyrodelloides-Ic. pesavis</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Icriodus w. postwoschmidti</i>												
		<i>Monograptus uniformis</i>	<i>Icriodus w. woschmidti</i>												
Раннедевонская (D ₁)	Зигенский (Sig)	<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>	394	ЛИНТОН	КОБЛЕНЦСКИЙ			ДАЛЕЙ	ЗЛИХОВСКИЙ					
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
Раннедевонская (D ₁)	Жединский (Ged)	<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>	401	ДИТТОНСКИЙ				ПРАЖСКИЙ	МЭРИОНС	ДИР-ПАРК				
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
		<i>Monograptus hercynicus</i>	<i>Ic. h. curvicauda-rectangularis sl-angustidens</i>												
S	Пржидол			408	ДАУНТОНСКИЙ				ЛОХКОВСКИЙ	КРУДАЙН	ГЕЛЬДЕРБЕРГ				

или пеннинской», системы на угленосную толщу, или пенсильваний, и нижний карбон, или миссисипий, приписывается Г.С. Вильямсу (см. Wilmarth, 1925). Вильямс включал в пенсильваний «конгломерат угленосной толщи», или песчаники Миллстоун (формация Поттсвилл). Название «миссисипий» использовалось и раньше, с тех пор как Винчелл предложил его в 1869 г. для обозначения отложений, относившихся к карбону, или горному известняку, в США. С 1891 г. в США выделялись уже три группы, объединявшие несколько формаций. Ульрих в 1911 г. подразделил миссисипий на ваверлейскую и теннессию «систему». Геологическая служба США использовала для карбона название «антраколит».

Наиболее представительными разрезами в морских фациях являются богатые ископаемыми русские разрезы, вплоть до пермских пород. В отличие от Западной Европы и Северной Америки в карбоне СССР выделяются три отдела, что приводит к двусмысленности названий «нижний карбон» и «верхний карбон», которые в разных регионах имеют различный временной объем.

Для обозначения самого верхнего подразделения карбона Лаппаран в 1893 г. предложил название «уральский» и рассматривал его как морской эквивалент стефана. Но это название практически не использовалось, так как оказалось, что значительная часть пород, которые относились к уральским, принадлежит перми. Для самой верхней части карбона на Южном Урале предлагалось также название «оренбургский». До последнего времени это подразделение рассматривалось в качестве яруса, залегающего выше гжельского. Однако позже название «оренбургский» было отвергнуто, так как входившие в это подразделение породы оказались частично пермскими (Sherlock, 1948, с. 14).

Длительная история, связанная с тем, что три района (Западная Европа, СССР и Северная Америка) оказались практически равноправными конкурентами при выборе названий и стратотипов подразделений глобальной шкалы карбона, по-видимому, близится к завершению. Предлагаемая здесь схема предвзвешивает это. Схема 2.6 представляет собой комбинацию представлений ряда авторитетных исследователей. При этом мы руководствовались впечатлением, что Подкомиссия по стратиграфии карбона МСГН может принять какую-то близкую схему (Ramsbottom, 1981). В нашей схеме мы следуем предложениям Буруза и др., выдвинутым в 1977 г. (Rotai, 1979), согласно которым миссисипий и пенсильваний должны быть приняты в качестве подсистем частично из-за приоритета перед названиями «динант» и «силезий», но в основном из-за того, что граница миссисипия и пенсильвания примерно соответствует границе нижнего и среднего карбона в СССР. При подразделении миссисипия мы придерживаемся главным образом европейской схемы, при подразделении пенсильвания — схемы советских исследователей. Вне зависимости от того, будут приняты или нет эти названия исследователями трех отмеченных регионов, мы использовали

в своей схеме результаты детальной подготовительной работы по определению ярусов и отделов карбона, которые нашли свое отражение в двух сообщениях Лондонского геологического общества (George et al., 1976; Ramsbottom et al., 1978) и на симпозиуме в СССР (Wagner, Higgins, Meyen, 1979).

2.8.1. Миссисипский подпериод. Наиболее приемлемым уровнем для определения начальной границы *турнейского* яруса является горизонт, отвечающий кровле известняков Этрень и основанию хангенбергских известняков в ФРГ, где появляется *Gattendorfia subinvoluta*.

«Выбранный уровень ближе всего соответствует общепринятому определению границы в основании зоны *Gattendorfia*, как она была установлена в 1935 г. на Геерленском конгрессе. Он отвечает первому появлению конодонтов *Siphonodella sulcata* внутри эволюционной линии от *S. praesulcata* к *S. sulcata*. Это несколько ниже первой находки *Gattendorfia* в разрезе Хоннеталь. Самым важным в настоящее время является обнаружение разреза, наиболее приемлемого в качестве стратотипа границы...» (из рекомендаций и предложений Рабочей группы по установлению границы девона и карбона; Paproth, 1980).

Однако начальная опорная точка для границы D/C, пока еще не определенная в международном масштабе, предварительно установлена в Ирландии в береговом разрезе в основании сланцевой пачки Кастрл формации Кинсейл (Национальная сетка Ирландии 16242 04069; George et al., 1976, с. 6, 7). Для обозначения самого нижнего подразделения карбона Джордж и др. (George et al., 1976) используют принятое в Ирландии название «курсей». Оно почти полностью соответствует названию «турне», которое имеет приоритет и очень широко используется, так что название «курсей» может иметь только региональное значение.

Турнейская эпоха подразделяется на два века, обоснование которых дано в Бельгии: *гастьерский* и *ивуарский*. В Британской зональной схеме им отвечают зоны K + Z и γ соответственно. Названия «гастьерский» и «ивуарский» рекомендованы к использованию Британским институтом геологических наук, а в международном масштабе — Подкомиссией по стратиграфии карбона (Ramsbottom, 1981). Таким образом, для этих подразделений наиболее приемлемы бельгийские названия. Из этого, конечно, не следует, что границы веков обязательно будут определены в эпонимических местностях. Для каждой границы возможна только одна опорная точка, и пока не ясно, будут ли они определены в Ирландии, Бельгии или еще где-нибудь. Нижняя граница гастьерского века отмечена в стратотипическом разрезе в Гастье.

Визейская эпоха определяется примерно в соответствии с бельгийской последовательностью биостратиграфических подразделений (см. схему 2.6). Попытка точного определения веков в составе эпохи была предпринята Джорджем и др. (George et al., 1976); здесь вкратце приводятся их данные.

Начальная граница *чадского* века проходит внутри известняковой группы Четбурн в основании слоев Бэнкфилд-Ист близ Клитроу, Ланкашир, Англия (Национальная сетка SD 7743 4442). Начальная граница *арундского* века расположена в основании известняков Пен-и-Холт на восточном берегу залива Хоббихорс-Бей на юге Пемброкшира в Уэльсе (название яруса от слова «арундо» — пони (лат.); Национальная сетка SR 8800 9563). Начальная граница *холкерского* яруса лежит в основании известняков Парк в морском обрыве холма Холкер, Камберленд, Англия (Национальная сетка SD 3330 7827). Начальная граница *асбийского* века лежит в основании известняков Поттс-Бекк у Литл-Асби-Скар, Камбер-

ленд, Англия (Национальная сетка NY 6988 0827). Начальная граница *бригантского* века (назван по кельтскому племени бригантов) лежит в основании известняков Пегхорн (самого нижнего подразделения Йордальских фаций) на берегу восточного рукава реки Иден, в 5 км к юго-юго-востоку от Киркби-Стефен, Камберленд, Англия (Национальная сетка NY 7832 0375). Терминальная граница бригантского века отвечает концу диантского регионального подпериода.

Серпуховский, по-видимому, неудовлетворительное название для позднемиссисипской эпохи: она соответствует примерно намюру А (альтернативное название «намюральский»).

Серпуховская эпоха стандартизирована на Британских островах (Ramsbottom et al., 1978; Ramsbottom, 1981). Начальную границу *пендлейского* века (и серпуховской эпохи, намюра А или силезия) на Геерленском конгрессе в 1958 г. предлагалось проводить в основании слоев, «содержащих самые ранние *Cravenoceras leion* Bisat». Стратотипическую опорную точку предполагалось определить в слоях Литл-Мэрлей-Клаух Пендлейского холма в Ланкашире, Англия, или, в качестве альтернативного решения, в слоях Слив-Аниерин, округ Лейтрим, Ирландия. Пендлейский, *арнсбергский*, *шокьерский*, *а.тортский* века (до конца намюра А и до начала пенсильвания) являются эквивалентами гониатитовых зон, введенных Бизатом в 1928 г. (Ramsbottom, 1981), которые многие годы используются в Британии: это E1, E2, N1 и N2 соответственно. Более точные определения нам не известны.

2.8.2. Пенсильванский подпериод. По принятому здесь определению *башкирская* эпоха начинается с киндерскутского века, начальная граница которого, таким образом, определяет и начальную границу пенсильвания. Эпоха в целом описана Семихатовой и др. (см. Wagner et al., 1979) с приведением характеристики, удовлетворяющей международной корреляции.

Три века — *киндерскутский*, *марсенский* и *едонский* — определены на Британских островах по подошвам гониатитовых зон намюра В и намюра С (Ramsbottom et al., 1978). Все вместе эти подразделения отвечают раннему башкиру. *Черемшанский* и *мелекесский* века являются частью последовательности подразделений в СССР и вместе со всеми последующими веками до конца карбона основаны на разрезах Подмосковского бассейна и Урала. Они приняты для предлагаемой нами стандартной шкалы без определения опорных точек для стратотипов границ.

Московская эпоха подразделяется на четыре века, которые детально описаны Ивановой и др. (см. Wagner et al., 1979) с приведением биостратиграфических критериев для международной корреляции. Насколько нам известно, века определены в биостратиграфических терминах, но не стандартизированы опорными точками в стратотипах.

Начальную границу *касимовской* эпохи (основание русского верхнего карбона) предлагается (Rotai, 1979) проводить по появлению *Protriticites pseudomontiparus* — *Obsoletes obsoletus*, т.е. в основании известняков N₂ Донецкого разреза. Три века касимовской эпохи отвечают трем фораминиферным зонам.

Гжельская эпоха, по определению Ротая (1978), отвечает трем фузулинидовым зонам и подразделяется соответственно на три века. Она заканчивается на границе с ассельским веком

перми. Как уже указывалось, стратиграфия верхов карбона и низов перми была сильно запутанной частично из-за трудностей, связанных с противоречивостью корреляций. До последнего времени в практике советских геологов верхний карбон подразделялся на верхний, оренбургский, и нижний, гжельский, ярусы, так что показанное на схеме 2.6 разделение его на касимовскую и гжельскую эпохи может показаться странным. Но, вероятно, это сейчас хорошо установлено.

Схема 2.6 составлена по работам, цитированным выше. Биостратиграфическая схема взята из работы Ротая (1979), за исключением биостратиграфических корреляций гастьерского, ивуарского и чадского веков, для которых использована модифицированная схема, предложенная Подкомиссией по стратиграфии карбона в 1979 г. и любезно предоставленная нам, хотя она еще не напечатана, В.Г.К. Рамсботтомом — председателем Подкомиссии. Принципиальное изменение заключается в том, что в качестве нижней зоны карбона показана *Gattendorfia*, а не *Wocklumeria*.

2.9. Пермский период

В 1841 г. после путешествия по России Р.И. Мурчисон предложил название «пермская система» для обозначения «обширной серии мергелей, сланцев, известняков, песчаников и конгломератов», которая венчает каменноугольную систему, окаймляя выходы карбона в виде огромной арки, протягивающейся от Волги к Уралу и от Северного («Архангельского») моря до южных степей Оренбурга. Он назвал ее по древнему царству Пермия, которое располагалось в предгорьях Урала. В 1845 г. Мурчисон считал, что породы, которые сейчас известны как кунгурские — татарские, принадлежат к одному веку. Время, отвечающее образованию подстилающих слоев (артинский век и т.д.), рассматривалось как пермокарбон (т.е. промежуточное между карбоном и пермью).

Уже с 1822 г. (Конибир и Филлипс) в Англии были хорошо известны доломитовые известняки и новый красный песчаник, которые рассматривались как эквиваленты верхнего красного лежня и цехштейна (традиционное горняцкое название) с его знаменитыми шиферными сланцами в ФРГ. Однако в них отсутствовали слои с богатой фауной, и в Западной Европе их было трудно сопоставить и адекватно обосновать выделение новой системы. Отсутствие ископаемых в этих отложениях отмечалось еще в 1808 г. д'Омалиусом д'Аллауа, который рассматривал шиферные сланцы как часть толщи триасового пестрого песчаника. При таком понимании название «пермь» заменяет в качестве термина общего пользования название «пеннин».

Дж. Манкоу в 1853 г. установил присутствие пермских пород в США на обширных площадях от Миссисипи до Колорадо и отметил наличие внутри них двух подразделений, аналогичных подразделениям Западной Европы. Он предложил использовать название «диас» как более приемлемое, чем название «пермь», а также объединить диас и триас в один большой период (Zittel, 1901). Таким образом, с этими представлениями согласуется разделение перми на две эпохи (или

Пермский период						ПЕРМСКАЯ СИСТЕМА									
Период	Эпоха	Век	Хрон	Биостратиграфическая корреляция		млн. лет	СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЕВРОПА	С С С Р		ЯПОНИЯ	АВСТРАЛИЯ (КВИНСЛЕНД)	С Ш А (ДЕЛАВЭРСКИЙ БАССЕЙН)			
				Фузулинидовые зоны	Брахиоподы			Восток русской платформы	ТИМАН			АВСТРАЛИЯ (КВИНСЛЕНД)	С Ш А (ДЕЛАВЭРСКИЙ БАССЕЙН)		
Пермский (P)	Поздняя (P ₂)	Грисбахский				248		ВЯТСКИЙ СЕВЕРОВИНСКИЙ	КРАСНЫЕ ГЛИНЫ И МЕРГЕЛИ	КУМА	? РЕВАН	ДЕУЭЙ- ЛЕИК	ОЧУАНСКИЙ		
		Татарский (Tat)		<i>Yabeina yasubaensis</i>			253	ПЕСТРЫЙ ПЕСЧАНИК	УРЖУМСКИЙ		ПЫТЫРЬЮСКИЙ			БАРАЛАБА ТАМАРИ	РАСТЛЕР
			Казанский (Kaz)		<i>Lepidolina toriyamai</i>				ОХР 5 ОЛЛЕР 4 ЛЕЙН 3		ВЕРХНЕ- КАЗАНСКИЙ			ВЕСЛЯНСКИЙ	
		Уфимский (Ufi)			<i>Verbeekina verbeeki</i>	<i>Cancrinelloides</i>			СТАССФУРТСКИЕ ЗВАПОРИТЫ		НИЖНЕ- КАЗАНСКИЙ			ЧЕВЬИНСКИЙ	АКАСАКА
			<i>Neoschwagerina craticulifera</i>	?		главный доломит- пахучие сланцы	ВЕРРА	ШЕМШИНСКИЙ	УСТЬКУЛОМСКИЙ	ЭКСМУР		ВОРД			
	Ранняя (P ₁)	Кунгурский (Kun)	Иреньский	<i>Neoschwagerina simplex</i>	<i>Pseudosyrinx</i>		258		СОЛИКАМСКИЙ	ИРЕНЬСКИЙ	НАБЕЯМА		ЛЕОНАРДСКИЙ	ГВАДЕЛУПСКИЙ	
			Филипповский					БЕЛЫЙ ЛЕЖЕНЬ	ФИЛИППОВСКИЙ	ВЫЛЬСКИЙ		ГЕББИ			
		Артинский (Art)	Байгенджинский	<i>Parafusulina kaerimizensis</i>	<i>Sowerbina</i>			263	КРАСНЫЙ ЛЕЖЕНЬ	ИКСКИЙ	КОМИЧАНСКИЙ		СЛАНЦЫ СИРИУС	ЛЕОНАРДСКИЙ	
			Актастинский		<i>Antiquatonia</i>						НЕРМИНСКИЙ				
		Сакмарский (Sak)	Стерлитамакский	<i>Pseudofusulina vulgaris</i>	<i>Jakutoproductus</i>			268		СТЕРЛИТАМАК- СКИЙ	ПЕЛЬСКИЙ	САКАМОТОДЗАВА	ТИВЕРТОН	ВУЛЬФКЕМПСКИЙ	
			Тастубский		<i>Tornquistia</i>				ТАСТУБСКИЙ	ИЛИБЕЙСКИЙ	ЛИЗЗИ-КРИК				
		Ассельский (Ass)	Крумайский	<i>Pseudoschwagerina morikawai</i>	<i>Attenuatella</i>	<i>Yakovlevia</i>				ТАСТУБСКИЙ	ИЛИБЕЙСКИЙ	САКАМОТОДЗАВА		ВУЛЬФКЕМПСКИЙ	
			Устькалыкский		<i>Tomopsis</i>	<i>Orthotichia</i>			КОКХАНСКИЙ	НЕНЕТСКИЙ	БАРНЕТ				
			Сюреньский		<i>Kochiproductus</i>				СОКОЛЬГОРСКИЙ	ИНДИГСКИЙ	ЖО-ЖО				
		C	Gze	Ногинский		<i>Triticites</i>		286				ХИКАВА			ЯННЖИН

два подпериода) – раннюю и позднюю. Для них приемлемы названия «красный лежень» и «цехштейн», поскольку они основаны на подразделениях, раньше всего выделенных при детальном исследовании.

Карпинский в 1874 г. расширил объем пермских отложений в России за счет включения в их состав артинских и сакмарских отложений.

В 1879 г. было введено название «тюрингий» как эквивалент названия «цехштейн». В 1893 г. Лаппаран предложил трехчленное деление, рассматривая тюрингий в качестве верхней, саксоний (верхняя часть красного лежня) – в качестве средней, и отэний (от Отэн, Франция) – в качестве нижней перми. Значительно позже (после 1978 г.) трехчленное деление было предложено также Уотерхаузом. Средняя эпоха, по Уотерхаузу, имеет объем от кунгурского (филипповского) века до джувльфинского (назван по городу Джувльфа на реке Аракс, Кавказ) века (джувльфинский век включает (?часть татарского века и (?часть триасового времени); поздняя эпоха Уотерхауза включала то, что мы относим, согласно Тозеру (Tozer, 1967), к раннетриасовому грисбахскому веку. После многих дебатов схема ярусов (или веков, как рассматривается здесь) была предложена Лихаревым и др. (1966) и одобрена рабочей группой Лондонского геологического общества (Smith et al., 1974). Однако в советских разрезах, по-видимому, имеется много гиатусов, так что в целом эта схема представляет собой приемлемый стандарт лишь с точки зрения номенклатуры и классификации; в стандартизации этих подразделений в стратотипах большого прогресса пока не достигнуто (Smith et al., 1974). Попытка охарактеризовать объем стандартных подразделений лишь через их соответствие зонам ископаемых русского разреза приведет к крайнему упрощению. Предложенные в нашей схеме стандартные века являются лишь указанием на происхождение названий; их классификация дана по Котляр (1977).

2.9.1. Раннепермская эпоха. Наиболее древние ассельские отложения на Урале сопоставляются с самыми древними отложениями Северной Америки, содержащими *Triticites californicus* в основании вульфкемпа. Начальная граница перми, таким образом, определяется по границе между последней зоной пенсильвания *T. coronadoensis* и древнейшей зоной перми *T. californicus*. Необходимо отметить, что из-за существовавших долгое время неопределенностей в корреляции и классификации некоторые толщи, традиционно относившиеся к карбону (например, верхи стефана С), следует считать ассельскими. Проблема нижней границы перми в СССР рассмотрена Раузер-Черноусовой и Щеголевым (Rauscher-Chernousova, Shchogolev, 1979).

К сакмарскому ярусу (по реке Сакмара, притоку реки Урал, Южный Урал) первоначально относили все отложения от кровли верхнего карбона до подошвы артинского яруса. В 1950 г. Руженцев подразделил их на два подъяруса – ассельский (внизу) и сакмарский (вверху), которые затем были повышены в ранге до ярусов.

Породы артинского века (по реке Арти, Западное Приуралье; название введено Карпинским в 1874 г.) широко распространены на востоке Европейской части СССР и в Центральной (Средней) Азии. Они содержат *Pseudofusulina* и примитивные *Parafusulina*. Название используется для обозначения верхней части нижней перми; артинский ярус подразделяется на два подъяруса.

Кунгурский ярус (по бывшему Кунгурскому уезду; название введено в 1896 г.) иногда объединяется с артинским или с уфимским ярусом.

2.9.2. Позднепермская эпоха. Породы уфимского века (по городу Уфе; название введено в 1915 г.) первоначально рассматривались как «нижние красноцветы», «нижняя часть пермской системы (P₁)», «нижнепермская красноцветная группа». В качестве начального века позднепермской эпохи это подразделение было предложено в 1960 г.

Казанский век (по городу Казани) в настоящее время подразделяется на семь частей (хронов). Некоторые авторы объединяют его с уфимским в один камский век. В этом случае они рассматриваются как нижнее подразделение верхней перми при двухчленном делении.

Породы татарского века (название введено в 1887 г.) известны как «верхняя пестроцветная пачка» или «ярус пестроцветных мергелей» и первоначально включались в триасовую систему. В общей глобальной шкале их место определить не просто, что связано с общей регрессией и со специфичностью обстановки в конце палеозойской эры. Стефенс, Вагнер и Самсон (Stephens, Wagner, Samson, 1979) описали и перечислили 12 фузулинидовых зон для ранней перми в Центральных Кордильерах Америки. Так как эти зоны не скоррелированы с русскими ярусами, мы не включили их в схему 2.7, но приводим ниже для того, чтобы дать представление о последовательности фузулинидовых фаун:

Леонардский ярус

Parafusulina spiculata
Parafusulina communis
Parafusulina allisonensis
Parafusulina leonardensis

Вульфкемпский ярус

Schwagerina aculeata
Pseudoschwagerina convexa
Schwagerina cf. *S. crebrisepeta*
Eoparafusulina linearis
Pseudofusulina hueconensis
Schwagerina bellula
Pseudofusulina attenuata
Triticites californicus

Фузулинидовые зоны на схеме 2.7 взяты из списка по Японии, где фузулиниды представлены обильно (Takai, Matsumoto, Toriyama, 1963). Брахиоподовая схема приведена по Арктической Канаде, которая не очень удалена от СССР. Перечень зон и их сопоставление даны по Смит и др. (Smith et al., 1974).

Другие колонки на схеме 2.7 взяты из следующих источников: Северо-Западная Европа и США – из Смита и др. (Smith et al., 1974); Япония – из Такаи и др. (Takai et al., 1963); Австралия – из Уотерхауза (Waterhouse, 1978); СССР – из таблицы без номера, которая приложена к схеме сопоставления пермских разрезов в работе Лихарева (1966). Детализация этих двух колонок по СССР проведена на основе данных табл. 1 и 2, 4 и 5 упомянутой работы.

2.10. Триасовый период

Триасовая система была установлена в Западной Европе в 1834 г. для совокупности из трех ранее выделенных подразделений: пестрого песчаника, или бунтзандштейна, раковинного известняка, или мушелькалька, и кейпера. Традиционные ярусы (скифский, анизийский, карнийский, норийский) были выделены в морских отложениях Северных Известняковых Альп в Австрии. Аммонитовые зоны, установленные в этих

Триасовый период				ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА																																		
Период	Эпоха	Век	Биостратиграфическая корреляция	млн. лет	Альпы	ФРГ	СИБИРЬ	КИТАЙ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА																												
										КАНАДСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ АРХИПЕЛАГ	СЕВЕРО-ВОСТОК БРИТ. КОЛУМБИИ	ЮГО-ЗАПАД НЕВАДЫ																										
J	Лейас	Гетмангский																																				
(Tr)	Позднетриасовая	Рэтский (Rht)	<i>Choristoceras marshi</i>	213	ИЗВЕСТНЯК ДАХШТЕЙН или ГЛАВНЫЙ ДОЛОМИТ	РЭТ-КЕЙПЕР	ЮСУЧАНСКАЯ	ЭРЧАО	ОТАПИРИЯ	Ф О Л А Г	ХЕЙБЕРГ	ПАРДОНЕ	ГАББС	?																								
		П	<i>Rhabdoceras suessi</i>	219		ШТЕЙН-МЕРГЕЛЬ		ХЕДАЛИЧЕНСКАЯ	ХУБАЧОН						ВАРЕПА	ОТАМИТА	ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ																	
			<i>Himavatites columbianus</i>	225																		КРАСНАЯ СТЕНА	БАНАН	ОТАМИТА	ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ									
		<i>Drepanites rutherfordi</i>	П																											<i>Tropites welleri</i>	РАЙБЛ (СЛАНЦЫ)	ТОРСТНИКОВЫЙ ПЕСЧАНИК	БАНАН	ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ
		<i>Juvavites magnus</i>																												<i>Tropites dilleri</i>								
		<i>Malayites dawsoni</i>	Р	<i>Sirenites nanseni</i>		КАССИАН		ТОРСТНИКОВЫЙ ПЕСЧАНИК	БАНАН						ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ																			
		(Nor)	<i>Majisovicsites kerri</i>	225																КРАСНАЯ СТЕНА	ТОРСТНИКОВЫЙ ПЕСЧАНИК	БАНАН	ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ											
		Среднетриасовая	Tr ₃	П		<i>Klamathites macrolobatus</i>		231	РАЙБЛ (СЛАНЦЫ)						ТОРСТНИКОВЫЙ ПЕСЧАНИК	БАНАН	ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ																	
	<i>Tropites welleri</i>				<i>Tropites dilleri</i>	РАЙБЛ (СЛАНЦЫ)	ТОРСТНИКОВЫЙ ПЕСЧАНИК			БАНАН	ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ								ГРАНТСВИЛЛ																
	Р			<i>Sirenites nanseni</i>	КАССИАН			ТОРСТНИКОВЫЙ ПЕСЧАНИК	БАНАН						ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ	ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ																			
	(Crg)			<i>Trachyceras obesum</i>		231	КАССИАН			ТОРСТНИКОВЫЙ ПЕСЧАНИК	БАНАН	ОРЕТА	ШЕЙПОЙНТ	СЕРЫЕ СЛОИ						ЛАНИНГ	ГРАНТСВИЛЛ																	
	Tr ₂		П	<i>Paratrachyceras sutherlandi</i>	238	ВЕНГЕН	ИЗВЕСТНЯК ВЕТТЕРШТЕЙН	СЕРЫЙ КЕЙПЕР	ФА ЛАН	КАЙХИКУА	БЛАА-МАУНТИН	ЛЯРД	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР																								
				<i>Megincoceras meginiae</i>											238	ВЕНГЕН	ИЗВЕСТНЯК ВЕТТЕРШТЕЙН	СЕРЫЙ КЕЙПЕР	ФА ЛАН	КАЙХИКУА	БЛАА-МАУНТИН	ЛЯРД	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР														
			Р	<i>Pragocerasites poseidon</i>	243	РЕЙТЦИ	ИЗВЕСТНЯК ВЕТТЕРШТЕЙН	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ФА ЛАН	КАЙХИКУА	БЛАА-МАУНТИН	ЛЯРД	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР																								
			(Lad)	<i>Pratrachyceras subasperum</i>											238	РЕЙТЦИ	ИЗВЕСТНЯК ВЕТТЕРШТЕЙН	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ФА ЛАН	КАЙХИКУА	БЛАА-МАУНТИН	ЛЯРД	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР														
	Раннетриасовая (скифская) (Scy)	Оленекская (Olk)	Спэтский (Spa)	<i>Keyserlingites subrobatus</i>	243	ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР																								
<i>Olenikites pilaticus</i>				243											ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР															
Смитский (Smi)			<i>Wasatchites tardus</i>	248	ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР																									
<i>Euflemingites romunderi</i>			243											ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР																
Индская (Ind)		Динерский (Die)	<i>Vavilovites sverdrupi</i>	248	ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР																									
			<i>Proptychites candidus</i>											248	ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР															
		П	<i>Pachyprotychites strigatus</i>	248	ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР																									
			<i>Ophiceras commune</i>											248	ДОЛОМИТ РАМЗО	РАКОВИНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ТОЛБОЧАНСКАЯ	ИОННИНЧЖЕНЬ	МАЛАКОВИЯ	ГОР Е	БЛАА-МАУНТИН	ТОАД	ЭКСЕЛЬСИОР															
Р	Р ₂	Татарский																																				

отложениях, как оказалось позднее, не полны и не всегда располагались в правильной хронологической последовательности. По этим причинам, а также из-за того, что в Арктике и в Восточных Кордильерах Северной Америки были обнаружены великолепные разрезы триаса, Тозер (Tozer, 1967) предложил в них «стандарт для триасового времени», где более точно охарактеризованы аммонитовые зоны стандартных ярусов. Были предложены новые ярусы в составе раннего триаса, или скифия. Последнее название используется для обозначения всей раннетриасовой эпохи. В своей работе Тозер использовал определение границ с указанием точек в типовых разрезах, т.е. метод, который используется для определения хроностратиграфической шкалы. Сиберлинг и Тозер (Siberling, Tozer, 1968) разработали свою схему для Северной Америки в целом. Наша хроностратиграфическая шкала и определения подразделений взяты целиком из табл. II работы Тозера (Tozer, 1967).

2.10.1. Раннетриасовая (скифская) эпоха. Переход от перми к триасу практически нигде не представлен слоями, содержащими ископаемые. Этот перерыв отчетливо проявляется повсеместно и по времени обычно относится к перми, предшествуя первому (грисбахскому) веку. В Арктической Канаде он отвечает зоне *Otoceras woodwardi* Гималаев. Вопрос этот весьма труден и представляет собой классическую проблему границы палеозоя и мезозоя, в отношении которой имеются многочисленные противоречивые точки зрения. Таким образом, граница, предложенная в основании формации Блайнд-Фиорд (северо-запад острова Акселя Хейберга), возможно, не является удовлетворительной.

Некоторые исследователи оспаривают подразделение скифской эпохи на века и рассматривают скифий в качестве яруса (см., например, Kummel, 1957). Однако Спэт еще в 1935 г. подразделял ранний триас на собственно ранний триас и на «эо-триас», каждый из которых включал по три подразделения. Подразделения Спэта соответствуют индскому и оленекскому ярусам Кипарисовой и Попова (1956); однако в 1964 г. объем последних ярусов был изменен. В данной работе для нижнего триаса приняты четыре яруса Тозера (Tozer, 1967). Граница между его динерским и смитским ярусами отвечает границе между двумя вышеназванными подразделениями скифия.

Грисбахский век (название дано по ручью Грисбах-Крик на острове Акселя Хейберга) был выделен Тозером в 1965 г. (Tozer, 1967) и подразделяется на два подвека с двумя аммонитовыми зонами в каждом.

Начальная граница **динерского века** (по ручью Динер-Крик на острове Элсмир) располагается внутри формации Блайнд-Фиорд на северо-востоке острова Элсмир (Tozer, 1967, точка 16) и распознается по появлению *Gygonitidae*. Этот уровень коррелируется с границей между слоями с *Otoceras* и слоями с *Meekoceras* Гималаев (Diener, 1912, см. Tozer, 1967) и с границей между слоями с *Ophiceras* и нижним цератитовым известняком (Kummel, Teichert, 1966).

Начальная граница **смитского века** (назван по ручью Смит-Крик на острове Элсмир) также располагается внутри формации Блайнд-Фиорд на северо-востоке острова Элсмир и соответствует границе между индским и оленекским ярусами Кипарисовой и Попова (1956, 1964).

Начальная граница **спэтского века** (назван по ручью Спэт-Крик на острове Элсмир) располагается в нижней сланцевой пачке формации Блаа-Маунтин; типовая местность в бассейне Спэт-Крик на острове Элсмир (см. Tozer, 1967, точка 11); дополнительный разрез расположен на острове Акселя Хейберга.

2.10.2. Среднетриасовая эпоха. Типовая местность **анизийского века** расположена в Австрии, но здесь вблизи основания яруса отсутствуют аммониты. Тозер (Tozer, 1967) определил начальную границу анизийского века как основание зоны *Lenotropites caurus* в типовой местности этого вида (западное крыло антиклинали, расположенной к востоку от дозорного столба 375 на Аляскинском шоссе, северо-восток Британской Колумбии, точка 28).

Начальная граница **ладинского века** (назван по тирольской народности ладина) по тем же самым причинам, что и нижняя граница анизия, определяется не в первоначальных ладинских породах в Италии, а в хребте Гумбольдта, Невада, США (Tozer, 1967).

2.10.3. Позднетриасовая эпоха. Название **карнийского века** происходит от Карнийских Альп (в работе используется написание Carnian; написание Karnian, которое использует Тозер (Tozer, 1967), является немецкой, а не латинской транскрипцией). Карнийский ярус был установлен Мойсисовичем в 1869 г. Начальная граница карнийского века обосновывается в типовой местности Юэ-Маунтин, в 6,5 км к западу-северо-западу от триангуляционного пункта 6536, район реки Тод-Ривер, северо-восток Британской Колумбии (Tozer, 1967, точка 23).

Норийский (или ювавийский) ярус Западных Альп (Мойсисович, 1895, Динер, 1926) подразделяется на три части, однако имеются сомнения в правильности их относительного расположения.

Породы рэтского (назван по Рэтским Альпам) века бедны пелагическими ископаемыми. Они были включены в триасовую систему (Arkell, 1933), но остаются некоторые неясности в их корреляции со слоями с *Rhaeticoceras contorta*.

Типовой местностью начальной границы рэтского века является Браун-Хилл на реке Пис-Ривер, северо-восток Британской Колумбии (Tozer, 1967, точка 20). Первоначальная типовая местность располагается в грабене Кендельбах, Сент-Вольфганг, Австрия, и в настоящее время рэт как подразделение более древнее, чем геттанг с *Psiloceras planorbis*, без всяких сомнений, относят к триасу. Однако в нашей схеме объем рэта ограничивается одной аммонитовой зоной в отличие от норийского яруса, включающего шесть зон. Тозер (Tozer, 1979) предлагает упразднить рэт, ввести его в состав поздненорийского севатского подъяруса и ревизовать зональное расчленение этого интервала: вместо двух зон *Rhaeticoceras suessi* и *Choristoceras marshi* выделять при таком расширенном понимании севатского яруса три зоны-со-

rdilleranus, amoenum (обе вместе приблизительно эквивалентны первоначальной зоне *suessi*) и *crickmayi* (вместо зоны *marshi*). В этой работе мы рассматриваем рэт в качестве самостоятельного века в обычном понимании.

Еще один спорный момент касается временного интервала, непосредственно предшествующего юрскому периоду, начало которого определяется появлением *Psiloceras planorbis*. Синий лейас начинается с допланорбисовых слоев, следовательно, еще с позднего триаса. Хэллам (Hallam, 1981) полагает, что такое заключение является «стратиграфическим педантизмом», так как «здравый смысл подсказывает нам, что в качестве маркера границы между системами» должен быть взят горизонт наиболее заметного фациального изменения, прослеживающийся на больших пространствах, пусть и не всегда совпадающий с появлением первых юрских аммонитов.

Несмотря на такое категорическое мнение, мы при определении нижней границы геттанга (и юры в целом) следуем рекомендации стратиграфического комитета Лондонского геологического общества (George et al., 1969, с. 53), приведенной (вслед за Cope et al., 1980b) здесь в разд. 2.11.1. Литостратиграфические границы определяют изменения фаций, но не хроностратиграфические границы, которые должны быть стандартизированы внутри разреза однообразной фации, так что синий лейас прекрасно иллюстрирует это положение, и его базальные допланорбисовые слои являются, следовательно, триасовыми.

2.10.4. Временная шкала триаса. Как уже отмечалось в гл. 1, гл. 3 и 4 написаны до того, как была завершена работа над гл. 2 и составлены схемы к ней. Временная шкала построена по принципу равномерного распределения по ярусам временных объемов, установленных между датированными опорными точками. Исходя из этого, при расчетах скифий учитывался в качестве яруса, как и рэт. Как мы сейчас показали, скифий с количественной точки зрения соответствует во временных единицах более чем одному подразделению, тогда как рэт составляет лишь около 1/6 норийского времени. Так как датированные в абсолютных цифрах опорные точки располагаются между скифием и рэтом, мы не можем просто приплюсовать к скифскому интервалу тот излишек времени, который первоначально приписывался рэту. Для того чтобы пересматривать временной объем больших веков, необходимо располагать более детальной датировкой временной шкалы, и мы надеемся, что в следующей шкале это будет сделано. Здесь же мы ограничимся просто указанием на необходимость ревизии, удовлетворяясь тем, что наша основная задача - привести доводы в пользу необходимости временной шкалы.

Колонка с правой стороны схемы 2.8 основана на следующих источниках: Альпы - по Шерлоку (Sherlock, 1948); ФРГ - по Уоррингтону и др. (Warrington et al., 1980); Сибирь - по Кипарисовой, Радченко и Горскому (1973); Китай - по Чену (Chen, 1974); Новая Зеландия - по Саггейту, Стивенсу и Те Пунга (Saggate, Stevens, Te Punga, 1978); острова Арктической Канады и северо-восток Британской Колумбии - по Тозеру (Tozer, 1967); юго-западная Невада - по Кюммелю (Kummel, 1961, с. 574).

2.11. Юрский период

Между 1797 и 1815 гг. Вильям Смит опубликовал разрезы и геологические карты Англии и Уэльса, в которых ключевую роль играла де-

тальная стратиграфия слоев юрского возраста. Особенно подробно подразделения юрских отложений изучены в Англии. В 1818 г. Бакленд объединил их в оолитовую формацию, или оолитовую серию, подразделяющуюся на нижний, средний и верхний оолит. Эти отложения перекрывали лейас Конибира и Филлипса (1822). В 1795 г. они были сопоставлены с известняками юры Александром фон Гумбольдтом (который считал их более древними, чем раковинный известняк). В 1829 г. Александр Броньяр выделил их в юрские слои, отнеся к ним, однако, только серию нижнего оолита Конибира и Филлипса. В Британии до сих пор название «юра» применяется вместе с ранее установленными названиями «лейас» и «оолит». Последующая история изучения этих отложений рассматривалась Циттелем (Zittel, 1901), Вильмартом (Wilmart, 1925), Аркеллом (Arkell, 1933, 1956) и Торренсом (Torrens in Cope et al., 1980a, b).

Вследствие обилия в юрских отложениях Британии ископаемых хорошей сохранности, в особенности аммонитов, зональное биостратиграфическое расчленение разработано для юры значительно лучше, чем для любой другой системы. Вклад в это внесли многие выдающиеся ученые (особенно Букман и Оппель). Аркелл в 1933 г. обобщил сведения о юрских породах Британии, а в 1956 г. - всего мира. В нашей работе принята схема, которая разрабатывалась Аркеллом в 1946-1956 гг., за исключением расчленения байоса. Мы приняли также название «титон» вместо названий «портланд» и «пурбек» Аркелла. Последний термин применялся для обозначения пресноводных фаций, в которых не выделяются аммонитовые зоны и которые частично имеют меловой возраст.

Для трех стандартных эпох вместо названий «ранняя», «средняя» и «поздняя» мы предпочли использовать прежние названия подразделений пород - «лейас», «доггер», «мальм». Хотя их чаще используют в последнем смысле, они также говорят и о времени. Что именно имеется в виду, ясно из контекста.

Зональные подразделения по аммонитам вследствие их детальности и точности соответствуют изохронным горизонтам в значительно большей степени, чем биостратиграфические подразделения других периодов. Поэтому многие авторы не видят различий между биозонами и хронозонами. Однако принципы, по которым они различаются, просты и одинаковы для всех слоев. Временные подразделения хроностратиграфической шкалы имеют общее применение: они должны быть определены опорной точкой в разрезах стратотипов границ, а хорошая корреляция с этими разрезами обеспечивается тем, что юрские аммониты дают для этого хорошие возможности. Биостратиграфические подразделения определяются только присутствием установленных в них ископаемых. На схеме 2.10 показана корреляция биостратиграфических подразделений с опорной шкалой.

Возрастные датировки, определяющие начальные границы подразделений, приведены согласно рекомендациям для Великобритании, принятым на коллоквиуме в Люксембурге (июль

1967 г.) и представленным Королевским обществом для Международной программы геологической корреляции к заседанию МСГН в Праге (1968 г.). Впоследствии они были опубликованы в работе Джорджа и др. (George et al., 1969). Ниже приводятся определения границ и указывается, где необходимо их провести. На схеме 2.9 приводится общий список ярусов и указаны их эквиваленты в разрезах некоторых районов мира. Классические зоны в количестве 74 перечислены на схеме 2.10 (Cope et al., 1980a, b). Можно видеть, что каждый ярус включает в среднем около 5 зон и 10–15 подзон, которые являются потенциальной основой для хронов при их стандартизации в будущем. Однако уже и в настоящее время они используются как временные подразделения, или хроны. Чтобы перевести их в этот статус, необходимо определить их с помощью опорных точек в стратотипах границ. Тогда их названия будут печататься романским (прямым), а не итальянским (курсивным) шрифтом.

2.11.1. Раннеюрская эпоха (лейас). Начальная граница *геттангского* века (по городу Геттанж, Франция) определяется по первому появлению рода *Psiloceras*. Начальная граница хрона *planorbis* и начальная граница юрского периода совпадают. Оппель (Oppel, 1856, с. 24–28) описал разрезы у Лайм-Регис и в карьерах близ Аплайма, Дорсет, Англия, как характерные для зоны *planorbis*; при этом он ссылался также на береговой разрез вблизи Уотчета, Сомерсет, Англия. Мортон (Morton, 1971, с. 84) рекомендовал рассматривать в качестве типового района зоны *planorbis* береговой разрез между Блу-Энке и Квантокс-Хед в районе Уотчета. Коп и др. (Cope et al., 1980b) рассматривают подзону *planorbis* как «ясно и несомненно приемлемую в качестве базальной подзоны базальной юрской зоны *planorbis*» (с. 22). Таким образом, часть формации синего лейаса ниже основания подзоны *planorbis* вместе со «слоями Уотчет» и группой Пенарт являются триасовыми.

Начальная граница *синемюра* (по древнеримскому названию города Семюр, Франция) является границей между хроном *bucklandi* и субхроном *conybeari*. Типовой район для зоны *bucklandi*, установленной Оппелем в 1856 г., не был указан. Подзона *conybeari* выявлена в районе Кейншем, Сомерсет, Англия, однако здесь нет непрерывного разреза, который подходил бы в качестве типовой местности. Мортон (Morton, 1971, с. 85) рекомендует определить типовую местность в 80 км к юго-юго-западу от Кейншема на побережье Дорсета, к юго-западу от Лайм-Регис. Здесь основание зоны *conybeari* располагается в основании слоя 21 Ланга, который обнажается у Севн-Рок-Поинт и у Девоншир-Хед. Точно типовая местность не обозначена.

Начальная граница *плинсбах* — это граница между субхроном *taylori* и хроном *jamesoni*. Согласно Мортону (Morton, 1971, с. 85), «для зоны *taylori* не имеется точной типовой местности, но впервые название зоны было использовано со ссылкой на дорсетский береговой разрез» (юг Англии). Здесь можно видеть, что слой 105 Ланга (Lang, 1928) в основании белемнитовых мергелей выпадает из разреза вследствие перерыва над слоем 104 (Spath, 1956, с. 148). Слой 105 обнажается вблизи Чармоута. У Плинсбах на юго-западе ФРГ отсутствуют две верхние подзоны синемюрской зоны *garicostatum* (Geyer, 1964, с. 165). Мортон (Morton, 1971, с. 85) рассматривает разрез Плинсбах как «приемлемый для определения плинсбахского яруса по его базальной подзоне... Здесь подзона *taylori* залегает с перерывом на нижней части зоны *garicostatum*».

Начальная граница *тоарского* века (по древнеримскому названию города Тур, Франция) является начальной границей хрона *tenuicostatum*. Мортон (Morton, 1971, с. 85) рассматривает в качестве типового разреза зоны и соответственно тоарского яруса обнажение к западу от Кеттлнесса, на север-

ном побережье Йоркшира, Англия. Опорная точка основания зоны располагается между слоями 28 и 29 Ховарта (Howarth, 1955).

2.11.2. Среднеюрская эпоха (доггер). Название *ааленский* было предложено Майер-Эймаром в 1864 г. для обозначения самой нижней части «бурой юры» в окрестностях Аалена, ФРГ, в северном отроге Швабских Альп. Начальная граница аалена (и средней юры) определяется в основании зоны *oralinum*. Однако вблизи современного Аален-Аттенхофера представлены только позднеааленские отложения, так что стратотип начальной границы яруса необходимо искать где-то в другом месте. Некоторые исследователи рассматривают аален в качестве раннего байоса, принимая трехчленное деление средней юры (Мортон и другие отстаивали эту точку зрения на коллоквиуме по юре в Люксембурге в 1967 г.). Мы принимаем аален в качестве самостоятельного века и, таким образом, подразделяем байосский век на две части — ранний и поздний. Зона *scissum* Аркелла, располагающаяся между зонами *oralinum* и *murchisonae*, не выделяется в Европе, где этот вид-индекс встречается и в вышележащих, и в нижележащих слоях.

Название *байосский* было введено д'Орбиньи в 1852 г. для обозначения слоев, обнажающихся вблизи города Байэ, Франция. Начальная граница века принята в основании зоны *discites* (в том случае, если аален рассматривается в качестве самостоятельного яруса). На северо-западной периферии Англо-Парижского бассейна байос представлен средней и верхней формациями верхнего оолита (нижняя формация относится к аалену).

Начальная граница *батского* века (назван по городу Бат, Англия) совпадает с начальной границей хрона *zigzag* (и субхрона *convergens*) и проходит в основании слоя 23 Стурани (Sturani, 1967) разреза Бас-Оран, в 4 км к востоку от города Баррема, Басские Альпы, юго-восточная Франция.

Начальная граница *келловей* (назван по селению Келловей, Англия; келловейский камень) отвечает начальной границе с *убхрона macroccephalus*. Типовой местностью для нее (как и для подзоны *macroccephalus*) был предложен район Чиппенхем-Троубридж, Уилтшир, Англия, однако определенный типовой разрез пока не указан.

2.11.3. Позднеюрская эпоха (мальм). Начальная граница *оксфорда* (назван по городу Оксфорд, Англия; формация оксфордской глины) соответствует начальной границе хрона *magiae* и субхрона *scarburgense* и, по-видимому, лучше определяется в морском обрыве Корнельского залива, в 3 км юго-восточнее города Скарборо, Йоркшир, Англия, чем в стандартном разрезе зоны *magiae* на побережье Обервилля, Нормандия, Франция. К счастью, в этом случае не возникает конфликтной ситуации, так как «оксфордская глина побережья Йоркшира прослеживается на большом протяжении настолько хорошо, что можно говорить об одновозрастности ее слоев с основанием зоны *magiae* в типовой местности в Нормандии; зона *magiae* подразделяется на подзоны, а типовой разрез самой нижней из них (подзоны *scarburgense*) располагается на побережье Йоркшира» (Morton, 1971, с. 89).

Начальная граница *кимериджского* века (назван по городу Кимеридж, Дорсет, Англия; формация кимериджской глины-кимеридж Аркелла) совпадает с началом хрона *baulei*, которое, вероятно, лучше определяется между Осмингтоном (Блэк-Хед) и заливом Рингстед на побережье Дорсета, Англия, чем на побережье Нормандии во Франции. Мортон (Morton, 1971, с. 90) определенно установил, что основание зоны *baulei* должно определяться в районе залива Рингстед. Имеются некоторые разногласия в определении объема этого века. Мы в качестве вышележащего яруса предпочли использовать титон (см. ниже). Поэтому в настоящей работе название «кимеридж» используется в объеме только раннего кимериджа других авторов, и начальная граница титона соответствует началу хрона *hybonotum*. Средний и верхний подъярусы кимериджского яруса относятся к титону.

Титонский ярус, названный в честь Титона, супруга Эос (Авроры) — богини Зари, был установлен Оппелем в 1863 г. в районе Срединноморья. В состав яруса Оппель включал

Юрский период					ЮРСКАЯ СИСТЕМА									
Период	Эпоха	Век	Биостратиграфическая корреляция	млн. лет	АНГЛИЯ			СССР (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)	КИТАЙ (ЦЕНТР. ЧАСТЬ ПРОВ. СЫЧУАНЬ)	ИНДИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ГРЕНЛАНДИЯ (ВОСТОК)	АРХИПЕЛАГ КАНАДСКОЙ АРКТИКИ	США (КАЛИФОРНИЯ)
					ДОРСЕТ	ЛИНКОЛЬШИР	ЙОРКШИР							
Юрский (J)	Ранне-меловая	Берриасский	<i>Berriasella grandis</i>	144	ПУРБЕК									
		Титонский	<i>Subcraspedites lamplughi</i>			НИЖНИЕ СЛАНЦЫ СПИЛСБИ								
	Мальм (Mlm) (Поздне-юрская)	(Tth)	<i>Hyboniticeras hybonotum</i>	150	ПОРТЛАНД									
		Кимериджский	<i>Aulacostephanus autissiodorensis</i>											
		(Kim)	<i>Pictonia baylei</i>		КИМЕРИДЖСКАЯ ГЛИНА	КИМЕРИДЖСКАЯ ГЛИНА								
	(J ₃)	Оксфордский	<i>Amoeboceras rosenkrantzi</i>	156	СЭНДСФУТ									
		(Oxf)	<i>Quenstedtoceras mariae</i>		ТАТОНА СЛАВЕТТА ООЛИТ ОСМИНГТОН ГЛИНЫ НОТ и др.	ГЛИНА АМПХИЛЛ	ГЛИНА АМТХИЛЛ							
	(J ₂)	Келловейский	<i>Quenstedtoceras lamberti</i>	163	ОКСФОРДСКАЯ ГЛИНА	ОКСФОРДСКАЯ ГЛИНА	ОКСФОРДСКАЯ ГЛИНА / ОСГОДБИ							
		(Clv)	<i>Macrocephalites macrocephalus</i>	169	КЕЛЛАУЭИС В КОРНБРАШ МЕРГЕЛЬ ФОРЕСТ СЛОИ БОВЕТИ	КЕЛЛАУЭИС КОРНБРАШ	КЕЛЛАУЭИС КОРНБРАШ							
	(Средне-юрская)	Доггер (Dog)	Батский	<i>Clydoniceras discus</i> <i>Procerites hodsoni</i> <i>Morrisiceras morrisi</i> <i>Procerites progradicilis</i> <i>Asphinctites tenuiplicatus</i> <i>Zigzagoceras zigzag</i>	175	ФУЛЛЕРОВА ЗЕМЛЯ	БЛИСЮОРС	СКЕЛБИ						
		(Bth) P	Байосский	<i>Parkinsonia parkinsoni</i> <i>Stenoceras subfurcatum</i> <i>Stephanoceras humphriesianum</i> <i>Hyperlioceras discites</i>	181	СЛОИ ЗИГЗАГ	ВЕРХНИЕ ЭСТУАРИЕВЫЕ СЛОИ	СКЕЛБИ						
	(J ₁)	Ааленский	(Aal)	<i>Graphoceras concavum</i> <i>Leioceras opalinum</i>	188	ВЕРХНИЙ НИЖНИЙ ООЛИТ	СРЕДНИЙ НИЖНИЙ ООЛИТ	СКАРБОРО КЛОХТОН/КЕЙТОН-БЭЙ						
		Тоарский	(Toa)	<i>Dumortiera levesquei</i> <i>Dactylioceras tenuicostatum</i> <i>Pleuroceras spinatum</i>	194	НИЖНИЙ НИЖНИЙ ООЛИТ	ГРАНТХЕМ	ХЕЙБЕРН						
	Лейас (Lia) (Ранне-юрская)	Плинсбахский	(Plb)	<i>Uptonia jamesoni</i> <i>Echioceras raricostatum</i>	200	НИЖНИЙ НИЖНИЙ ООЛИТ	НОРТХЕМПТОНСКИЙ ЖЕЛЕЗНЯК	ДОГГЕР						
		Синемюрский	(Sin)	<i>Arietites bucklandi</i> <i>Schlotheimia angulata</i>	206	БРИДПОРТ-ДАУН-КЛИФФ	ПЕРЕХОДНЫЙ СЛОЙ (МАРЛСТОУН)	БЛИ-УИК СТРИАТУЛС СЛАНЦЫ ПИК СЛАНЦЫ ЗИЛДИ ДИКЕТ-РОК СЕРЫЕ СЛАНЦЫ КЛИВЛЕНДСКИЙ ЖЕЛЕЗНЯК						
		Гетмангский	(Het)	<i>Psiloceras planorbis</i>	213	ЗЕЛЕННЫЕ АММОНИТОВЫЕ БЕЛЕМНИТОВЫЕ МЕРГЕЛИ и др.	ОСНОВНОЙ КОНКРЕЦИОННЫЙ СЛОЙ	СТАЙТС ЖЕЛЕЗИСТЫЕ СЛАНЦЫ ПИРИТОВЫЕ СЛАНЦЫ КРЕМНИСТЫЕ СЛАНЦЫ ИЗВЕСТКОВЫЕ СЛАНЦЫ						
		Рэтский				ЧЕРНЫЕ МЕРГЕЛИ ВИН МЯСНЫЕ СЛАНЦЫ	ЖЕЛЕЗИСТЫЙ ИЗВЕСТНЯК	БАКЛЕНДСКИЕ ГЛИНЫ						
	Tr	Поздне-триасовая				СИНИЙ ЛЕЙАС	ИЗВЕСТН. ГРАНБИ АНЧУЛТОВЫЕ ГЛИНЫ "ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИЗВЕСТНЯКИ"							

Схема 2.10. Биостратиграфическая зональность юры

Период		Эпоха		Век		Эпоха'	АММОНИОВЫЕ ЗОНЫ (Cope et al., 1980 a, b)	Зоны по Динаофлагелатам (Sarjeant, 1979)	Зоны по нанопланктону (van Hinte, 1978 b)
Юрский	Поздняя	Тимонский	(Tth)	[Волжский (Vol)] [Португальский (Por)]	[Кимериджский (Kim)] (поздний)	МАЛЬМ	<i>Subcraspedites lamplughii</i>	<i>Dichadogonyaulax culmula</i>	<i>Nannoconus colomi</i>
							<i>Subcraspedites preplicomphalus</i>		
							<i>Subcraspedites primitivus</i>		
							<i>?Titanites (Paracraspedites) oppressus</i>		
							<i>Titanites anguiformis</i>		
							<i>Galbanites (Kerberites) kerberus</i>		
							<i>Galbanites okusensis</i>		
							<i>Glaucolithites glaucolithus</i>		
							<i>Progalbanites albani</i>		
							<i>Virgatopavlovia fittoni</i>		
							<i>Pavlovia rotunda</i>		
							<i>Pavlovia pallasioides</i>		
	<i>Pectinatites (Pectinatites) pectinatus</i>								
	<i>Pectinatites (Arkelites) hudestoni</i>								
	<i>Pect. (Virgatosphinctoides) wheatleyensis</i>								
	<i>Pectinatites (Virgata) scitulus</i>								
	<i>Pectinatites (Virgata) elegans</i>								
	<i>Aulacostephanus autissiodorensis</i>								
	<i>Aulacostephanus eudoxus</i>								
	<i>Aulacostephanoides mutabilis</i>								
	<i>Rasenia cymodoce</i>								
	<i>Pictonia baylei</i>								
	Средняя	Батский	(Bth)	[Оксфордский (Oxf)] (ранний)	[Кимериджский (Kim)] (поздний)	ДОГЕР	<i>Amoeboceras rosenkrantzi</i>	<i>Stephanelytron redciffense</i>	<i>Vekshinella stradneri</i>
							<i>Amoeboceras regulare</i>		
<i>Amoeboceras serratum</i>									
<i>Amoeboceras glosense</i>									
<i>Cardioceras tenuiserratum</i>									
<i>Cardioceras densiplicatum</i>									
<i>Cardioceras cordatum</i>									
<i>Quenstedtoceras mariae</i>									
<i>Quenstedtoceras (Lambertoceras) lamberti</i>									
<i>Peltoceras athleta</i>									
<i>Erymnoceras coronatum</i>									
<i>Kosmoceras (Gulielmites) jason</i>									
<i>Sigaloceras calloviense</i>									
<i>Macrocephalites (M.) macrocephalus</i>									
<i>Clydonoceras (Clydonoceras) discus</i>									
<i>Oppelia (Oxyerites) aspidoides</i>									
<i>Procerites hodsoni</i>									
<i>Morrisiceras (Morrisiceras) morrisoni</i>									
<i>Tulites (Tulites) subcontractus</i>									
<i>Procerites progradilis</i>									
<i>Asphinctites tenuiplicatus</i>									
<i>Zigzagiceras (Zigzagiceras) zigzag</i>									
<i>Parkinsonia parkinsoni</i>									
<i>Strenoceras (Garantiana) garantiana</i>									
<i>Strenoceras subfurcatum</i>									
<i>Stephanoceras humphriestani</i>									
<i>Emileia (Otoites) souzei</i>									
<i>Witchellia laeviuscula</i>									
<i>Hyperlioceras discites</i>									
<i>Graphoceras concavum</i>									
<i>Ludwigia purchisonae</i>									
<i>Leioceras opalinum</i>									
Ранняя	Геммангский	(Het)	[Оксфордский (Oxf)] (средний)	[Кимериджский (Kim)] (ранний)	ЛЕУАС	<i>Dumortieria levesquei</i>	<i>Polysphaeridium ? deflandrei</i>	<i>Discorhabdus tubus</i>	
						<i>Grammoceras thovarsense</i>			
						<i>Haugia variabilis</i>			
						<i>Hildoceras bifrons</i>			
						<i>Harpoceras falciferum</i>			
						<i>Dactylioceras tenuicostatum</i>			
						<i>Pleuroceras spinatum</i>			
						<i>Amaltheus margaritatus</i>			
						<i>Proactylioceras davoel</i>			
						<i>Tragophylloceras ibex</i>			
						<i>Uptonia jamesoni</i>			
						<i>Echioceras raricostatum</i>			
<i>Oxynticeras oxyntum</i>									
<i>Asteroceras obtusum</i>									
<i>Caenisites turneri</i>									
<i>Arnioceras semicostatum</i>									
<i>Arietites bucklandi</i>									
<i>Schlotheimia angulata</i>									
<i>Alsatites liasicus</i>									
<i>Psiloceras planorbis</i>									

Зональное расчленение отсутствует

все отложения, залегающие между кимериджем (в принятом здесь понимании) и «валанжином». Его нижняя граница совпадает с основанием зоны *gravesiana* (соответствует зоне *elegans* – *hybonotum* принятой здесь зональной шкалы). Стратотипа яруса не было указано. Мы предпочли название «титонский» названию «волжский» (Cope et al., 1980a), так как оно основано на тетических, а не на бореальных фаунах. Первые являются лучшим стандартом для корреляции отложений Северного и Южного полушарий. К тому же, как выяснено в последнее время, титон непосредственно предшествует самому раннему веку мелового периода (берриасскому). На схеме 2.10 показаны два варианта положения начальной границы волжского века: один из них, по Герасимову и др. (1975), с более ранним положением границы, который используется советскими исследователями на Северном Урале, и другой – с более высоким положением границы, который был принят Кейси (Casey, 1963, 1967) для английских разрезов. В схеме ярусов юры Аркелла (Arkell, 1933, 1956) выше кимериджа в полном объеме располагаются портланд и пурбек. Портланд в понимании Аркелла соответствует полному объему титона, тогда как включаемые им в состав юры пурбекские отложения Англии не удовлетворяют требованиям международной корреляции, поскольку являются в основном пресноводными.

Схема 2.9 построена следующим образом: колонка «Юрский период» суммирует вышеприведенный текст. Три колонки по Британии даны по Копу и др. (Cope et al., 1980a, b); колонка по Сибири – по Крымгольцу (1972); данные по Сычуаню, Китаю, – по Вану и Лю (Wang, Liu, 1980); по Качу – по Аркеллу (Arkell, 1956, с. 386); по Новой Зеландии – по Саггейту и др. (Saggate et al., 1978); по Восточной Гренландии – по Сёрлику (Surlyk, 1977); по Канадскому Арктическому архипелагу – по Джонсону и Хиллсу (Johnson, Hills, 1973); по Калифорнии – по Аркеллу (Arkell, 1956, с. 553).

Последовательность аммонитовых зон, показанная на схеме 2.10, та же самая, что у Копы и др. (Cope et al., 1980a, b). Эта схема более детальная и таксономически более достоверная, чем схема Ван Хинте (Van Hinte, 1978b). Несовпадение зональности на схемах 2.9 и 2.10 умышленное. Для схемы 2.10 мы выбрали наиболее последовательную схему Копы и др. (Cope et al., 1980a, b), считая, что лучше не комбинировать ее ни с какой другой схемой. В то же время, поскольку мы используем термин «титон», в схему 2.9 резонно было ввести традиционную зону *Hybonoticerias hibonotum* как нижнюю зону титонского яруса, хотя она и не упомянута в схеме 2.10. Зональная схема по нанофоссилиям взята из работы Ван Хинте (Van Hinte, 1978b). Практически та же схема использовалась Барнардом и Хеем (Barnard, Hay, 1974). Привязка этой схемы к аммонитовой зональности проведена настолько точно, насколько это возможно.

2.12. Меловой период

Отложения писчего мела в Англо-Парижско-Бельгийском районе были основой для выделения меловой системы как одной из пяти основных толщ, установленных Ж.Ж. д'Омалиусом д'Аллау в 1822 г. В 1823 г. он определил меловую систему (Cretaceous terrains) как «формацию писчего мела с ее туфами, ее песками и ее глинами».

Уже Вильям Смит откартировал четыре толщи, залегающие между «нижней глиной» и «портландским камнем»: «белый мел, коричневый или серый мел, зеленый песок и слюдистую глину» (последнее подразделение позже называлось голубым мергелем, а с 1788 г. – гольтом). В 1822 г. Конибир и Филлипс подразделили эти отложения на две группы: мел (Chalk) и все нижележащие формации, так что двучленное деление, принятое в Англии и Франции уже на ранней ста-

дии изучения, унаследовано в виде обычно используемых двух эпох мелового периода.

Серия Шаства в Калифорнии в 1869 г. рассматривалась (У.М. Гиббом) как раннемеловая, а в 1887 г. П.Т. Хилл показал, что серия Команч в Техасе имеет такой же возраст и древнее, чем позднемеловая серия Галф. В 1906 г. Чемберлин и Салисбери выделили команчскую систему, но Геологической службой США это название использовалось для обозначения провинциального подразделения (серии). «Команч» и «галф» предлагались в качестве приемлемых международных названий для двух основных подразделений мелового периода (Wilmarth, 1925), и, возможно, что название «галф» следует использовать для обозначения второй эпохи.

Альтернативное трехчленное деление предлагалось, например, в 1841 г. Леймери, который ввел название «неоком» для обозначения нижнего подразделения и рассматривал нижний белый мел в качестве верхнего подразделения. Д'Орбиньи выделил пять ярусов: неокомский, аптский, альбский, туронский и сенонский – и позже добавил к ним ургонский (приблизительно соответствует барремскому) и сеноманский. Дальнейшие исследования привели к выделению 12 веков, которые общеприняты в международном масштабе. Если действительно можно будет выделять эпохи и подэпохи и использовать при этом названия «неоком» и «сенон», то все подразделения этого ранга необходимо будет заново переопределить. Например, Ог в качестве среднего мела рассматривал ярусы с альба по сеноман (Zittel, 1901). Так как тенденция к выделению подэпох существует, то эти подразделения включены в схемы 1.2 и 2.11.

Неокомская подэпоха. Уже с 1836 г., когда Турман предложил название «неоком» для обозначения слоев в окрестностях Невшателя, Швейцария, существует сомнение в том, к какой именно части раннего мела должно применяться это название. Некоторые авторы используют его для обозначения самых ранних частей мела с основания по валанжинский век включительно; другие включают в него готерив, баррем и даже апт. Мы следуем предложению Барбье, Дебельмаса и Тиоло, сделанному на Коллоквиуме по нижнему мелу (Barbier, Thieuloy, 1965; Debelmas, Thieuloy, 1965), и рассматриваем название «неоком» как неофициальный термин, объединяющий три яруса мела: берриас, валанжин и готерив.

Сенонская подэпоха. «Сенон», как и «неоком», является неофициальным названием, которое разными авторами используется по-разному в зависимости от того, включается в состав сенона маастрихт или нет. Согласно «Международному стратиграфическому словарю», в понимании д'Орбиньи (1842), создателя термина, сенон соответствует отложениям, в состав которых входят породы между туроном и данием, т. е. с основания мела Вилледо до кровли мела Маастрихта. В этом понимании сенон принят в данной работе.

Оставляя в стороне дискуссию о сложностях истории выделения ярусов мела, мы приводим последовательность временных подразделений, которая почти полностью принята в международном масштабе.

2.12.1. Ранний мел. В составе раннего мела установлено шесть веков.

Берриаский выделен А. Кокеном в 1871 г. Стратотип расположен вблизи деревни Берриас, на юго-востоке Франции. Это начальный век мела. Так как берриас определяется в поясе Тетис, этому названию отдано предпочтение перед названием «рязанский», применяющимся для обозначения подразделения в бореальном поясе, т.е. по тем же самым причинам, по которым в этой работе принято название «гитонский» вместо названий «шотландский» и «волжский». Первоначально берриас рассматривался как подразделение валанжина и нередко назывался инфраваланжином, пока, наконец, термин «берриас» не был снова принят к употреблению. Таким образом, начальная граница берриаса является начальной границей мелового периода и должна проводиться по появлению *Berriasella grandis* или вблизи этой точки. Однако нам неизвестно, определена ли маркирующая точка в стратотипе.

Валанжинский выделен Э. Дезором в 1853 г. с типовой местностью в ущелье Сейон близ замка Валанжен, Невшатель, Швейцария. Никакого стандартного определения для его основания не известно, но оно приблизительно соответствует появлению *Kilianella pertransiens*.

Аммонитовая зональность была разработана для воконтских фаций (южнее стратотипической местности), так как стратотип представлен мелководными сублиторальными отложениями, где аммониты редки. Барбие и Тиоло (Barbier, Thieuloy, 1965) рекомендуют принять в качестве парастратотипа разрез в Воконтском трого, предпочтительнее в районе Готских Альп.

Название **готеривский** предложено Реневи в 1874 г. (по городу Отрив – Hauterive, близ Невшателя, Швейцария). Начальная граница века приурочена к уровню появления *Endemoceras* в Северо-Западной Европе (*Lyticoceras* в поясе Тетис). Дебельмас и Тиоло (*Debelmas, Thieuloy, 1965*) рекомендуют, как и для валанжина (по тем же самым причинам), в качестве парастратотипа район Воконтского трого.

Название **барремский** предложено в 1861 г. Кокеном, который упоминал деревню Баррем близ Динье и Англе (Басские Альпы, юго-восточная Франция). Буснардо (Busnardo, 1965) соответственно выделит в качестве стратотипа протяженный разрез Англе. Здесь имеются достаточно хорошие возможности для выбора опорной точки для начальной границы по появлению *Pulchella pulchella*.

Аптский выделен д'Орбиньи в 1840 г.; название предложено для обозначения слоев, содержащих «верхнеэокомскую» фауну (по городу Апт, Басские Альпы, юго-восточная Франция). Три хрона основаны на подвеках: бедульском (Toucas, 1888), гаргасском (Kilian, 1887) и клансейском (Breistroffer, 1947). Начальная граница апта будет проводиться вблизи точки появления *Prodeshayesites fissicostatus* (в Англии) или *Deshayesites deshayesi* (во Франции).

Альбский (по латинскому названию реки Об – Alba, Франция) выделен д'Орбиньи в 1844 г. для интервала между аптом и тем подразделением, которое сейчас называется сеноманом. Этот век имеет, по-видимому, большую длительность, так что его рационально подразделять на ранний, средний и поздний. Согласно Брейстрофферу (Breistroffer, 1947), начальная граница апта определяется по появлению *Leymeriella tardefructa*. Составной стратотип для яруса был предложен Ларшером, Ратом и Малаприсом (Larcher, Rat, Malapris, 1965) и состоит из нескольких обнажений в районе реки Об. Самая поздняя часть позднеальбского хрона была отнесена в 1867 г. Реневи к «вракону»; этот термин в настоящее время считается излишним, так как он просто является другим названием временного интервала, который представлен зоной *Stoliczkaia dispar* Спэта (Spath, 1923).

2.12.2. Поздний мел. В составе позднего мела выделяется шесть веков.

Сеноманский – название, предложенное д'Орбиньи в 1847 г.; типовая местность в окрестностях города Ле-Ман (древнеримского Сеноманума), Франция, однако д'Орбиньи не указал типового разреза. Недавно Маркс (Marks, 1967) предложил в качестве стратотипа сеноманского яруса со-

ставной разрез в районе Сен-Ильфас – Телиньи – Мулен-де-Онэ. Начальная граница сеномана определяется по появлению *Mantelliceras mantelli*. Лондонское геологическое общество (Rawson et al., 1978) совмещает конец сеномана с основанием большой аммонитовой зоны *Mammites nodosoides*, тогда как Маркс (Marks, 1977) предложил для определения этой границы первое появление планктонных фораминифер *Praeglobotruncana helvetica*.

Туронский установлен д'Орбиньи в 1842 г., но в 1847 г. он отделил от турона нижнюю часть в качестве сеномана. Название происходит от древнеримской провинции Турония (ныне Турень), Франция. Никакого стратотипа предложено не было, но в 1852 г. д'Орбиньи указал в качестве типовой местности район между Самуром (на реке Луара) и Монтришаром (на реке Шер), Франция. Самая нижняя формация типового турона в районе, указанном д'Орбиньи, содержит *Mammites nodosoides*. Время первого появления этого вида рассматривается как начальная граница турона; зона *Mammites nodosoides* хорошо распознается во многих районах мира. *Praeglobotruncana helvetica*, которая рассматривается как руководящая форма для турона в регионе Тетиса, к сожалению, в Турени пока не обнаружена.

В 1856 г. Кокен подразделил «верхний мел» района Септоне (побережье Шарант, Франция) на три «яруса», нижний из которых подразделялся на «подъярус». В 1857 г. Кокен поднял ранг двух нижних «подъярусов» до ранга яруса, назвав его коньякским, со стратотипом в разрезе, описанном им в 1857 г. близ города Коньяк, на севере Аквитанского бассейна, Франция. В стратотипе, по-видимому, не встречаются ни фораминиферы, ни нанофоссилии, а базальные пески в районе Коньяка вообще не содержат ископаемых, имеющих какое-либо значение для корреляции. Однако, по определению, подошва коньяка является в то же время подошвой сенона, стандартом для которого служит формация мела Вилledo в Турени, в основании нижней пачки которой присутствует комплекс с *Barroisiceras haberfellneri*. Первое появление этого вида *Barroisiceras*, таким образом, рассматривается как начальная граница коньяка.

Сантонский – самый верхний «подъярус» Кокена (установленный в 1856 г.) – был поднят в ранге до яруса в 1857 г. (название происходит от деревни Сантес, Франция). В 1858 г. Кокен указал в качестве стратотипа разрез на дороге между Жавресаксом и Сантесом. В настоящее время невозможно на фаунистических основаниях ни определить сантон в его типовом районе, ни указать его верхнюю границу.

Кампанский – второй «ярус» Кокена, который был назван кампанским в 1857 г. (Кампания – древнеримское название местности Шампань). В 1958 г. Кокен объяснил, что стратотипом яруса является разрез на склоне холма у Обетер-сюр-Дронн. Де Гроссовр между 1895 и 1901 гг. разработал аммонитовую зональность, послужившую основой современного зонального расчленения. Начальная граница кампана примерно соответствует основанию зоны *Placentoceras bidorsatum*, но объем самого яруса пока не совсем ясен, так как современные исследования микрофауны в разрезах Обетера показывают, что основная часть типового кампана соответствует маастрихту в том понимании последнего, которое принято в настоящее время (Rawson et al., 1978). Серонье-Вивьен указывает в качестве парастратотипа разрез близ Не в долине Шарант, но макроископаемые в этом разрезе редки и не позволяют разработать стандарт для проведения нижней границы кампана (Rawson et al., 1978).

Маастрихтский – название, предложенное в 1849 г. Дюмоном, который отделил «известняки Маастрихта» от «сенонского мела». Стратотип в настоящее время обозначен Комиссией по изучению маастрихта и включает подразделения Ма – Мд Уленброка (Uhlenbroek, 1911), обнажающиеся в карьере ENCI в Сан-Питерсбурге на окраине Маастрихта (Южная Голландия). Типовой маастрихт соответствует лишь позднему маастрихту в обычном понимании. В ревизованном объеме, основанном на последовательности фауны белемнитов, маастрихт рассматривается как отвечающий времени распространения *Scaphites (Hoploscapites) con-*

Меловой период					МЕЛОВАЯ СИСТЕМА														
Период	Эпоха	Век	Биостратиграфическая корреляция	млн. лет	ЕВРОПА		СССР	ЯПОНИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	КАНАДА	США								
					ФРАНЦИЯ С/Ю	АНГЛИЯ	ДАЛЬН. ВОСТОК			ШОТЛАНД. ШЕЛЬФ	ПОБЕРЕЖЬЕ МЕКС. ЗАЛ.								
Меловой (К)	Pg	Палеоцен	Датский	65,0	МЕДОН							БАНКУЭРО	МИДУЭЙ						
					К ₂	Сенонская	Маастрихтский (Маа)	<i>Pachydiscus neubergicus</i>									НАВАРРО		
								<i>Acanthoscaphites tridens</i>											
							Кампанский (Смп)	<i>Bostrychoceras polyplacum</i>										ТЕЙЛОР	
								<i>Placentoceras bidorsatum</i>											
							Сантонский (Сан)	<i>Placentoceras syrtale</i>											
								<i>Texanites texanus</i>										АУСТИН	
						(Sen)	Коньякский (Кон)	<i>Parabevalites emscheri</i>										ДАУСОН-КАНЬОН	
								<i>Barroisiceras haberfellneri</i>											
							Туронский (Тур)	<i>Romaniceras deveriai</i>										ИГЛ-ФОРД	
								<i>Mammites nodosoides</i>											
							Сеноманский (Сен)	<i>Calycoceras naviculare</i>										ВУДБИН	
								<i>Mantelliceras mantelli</i>										УОШИТА ФРЕДЕРИКСБЕРГ	
					К ₁	Неокомская	Альбский (Алб)	<i>Stolickzkaia dispar</i>									ЛОГАН-КАНЬОН		
								<i>Leymeriella tardefurcata</i>											
							Аптский (Апт)	<i>Diodochoceras nodosocostatum</i>										ТРИНИТИ	
								<i>Deshayesites deshayesi</i>											
							Барремский (Врм)	<i>Silesites seranonis</i>										НЬЮЭВО-ЛЕОН	
	<i>"Nicklesia" pulchella</i>																		
К ₁	Неокомская	Готеривский (Гау)	<i>Pseudothurmannia angulicostata</i>									МИССИСОГА							
			<i>Acanthodiscus radiatus</i>																
		Валанжинский (Влг)	<i>Neocomites callidiscus</i>										ДУРАНГО						
			<i>Kilianella pertransiens</i>																
К ₁	Неокомская	Берриасский (Бер)	<i>Berriasella boissieri</i>																
			<i>Berriasella grandis</i>																
J	J ₃	Мальм	Титонский	144	ТИТОНСКИЙ ИЗВЕСТНЯК	СЛОИ ЛЮЛЮРС													

Схема 2.12. Биостратиграфическая зональность мела

ЗОНАЛЬНОЕ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ МЕЛА					
ЭПОХА	ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ	ЗОНЫ ПЕЛАГИЧЕСКИХ МАКРОИСКОПАЕМЫХ ТЕТИСА (Van Hinte, 1978 a)	ЗОНЫ ФОРАМИНИФЕР (Sigal, 1977)	Возраст, млн. лет	ЗОНЫ ИЗВЕСТКОВОГО НАНОПЛАНКТОНА (Sissingh, 1977)
Поздняя	Маастрихтский (Маа)	П <i>Pachydiscus neubergicus</i>	<i>Glt. mayaroensis</i>	65,0	25 <i>Nephrolithus frequens</i> 26 <i>Archaeolithus cymbiformis</i> 24 <i>Reinhardtites levis</i>
		Р <i>Acanthoscaphites tridens</i>	<i>Glt. gansseri</i>		23 <i>Tanolithus phacelusus</i>
	Кампанский (Смр)	П <i>Bostrychoceras polyplacum</i> <i>Hoplitoplacenticeras vari</i>	<i>Glt. stuarti</i> / <i>Glt. falsostuarti</i>	73,0	22 <i>Tetralithus trifidus</i> 21 <i>Tetralithus nitidus</i> 20 <i>Ceratolithoides aculeus</i>
		Р <i>Delawarella delawarensis</i> <i>Placenticeras bidorsatum</i>	<i>Glt. elevata</i> / <i>Glt. stuartiformis</i>		19 <i>Calculites ovalis</i> 18 <i>Aspidolithus parvus</i> 17 <i>Calculites obscurus</i>
		П <i>Placenticeras syrtale</i> w. <i>Eupachydiscus isculensis</i>	<i>Glt. concavata</i> <i>carinata</i>		83,0
	Р <i>Texanites texanus</i>	15 <i>Reinhardtites anthophorus</i>			
	Коньякский (Кон)	П <i>Parabevalites emscheri</i> (<i>Protexanites</i> , <i>Paratexanites</i> , <i>T. pseudotexanus</i>)	<i>Glt. concavata</i>	87,5	14 <i>Micula staurophora</i>
		Р <i>Barroisiceras haberfellneri</i>			13 <i>Marthasterites furcatus</i>
	Туронский (Тур)	П <i>Romaniceras deveriai</i>	<i>Glt. sigali</i> / <i>Glt. schneegansi</i>	88,5	12 <i>Lucianorhabdus maleformis</i>
		С <i>Romaniceras ornatissimum</i> <i>Romaniceras bizeti</i>	<i>Glt. helvetica</i>		11 <i>Tetralithus pyramidus</i>
		Р <i>Mammites nodosoides</i> (<i>Kanabicerus septemseriatum</i> , <i>Metalcoceras whitei</i> , <i>Inoceramus labiatus</i>)	<i>Wh. archaeocretacea</i>		91,0
	Сеноманский (Сен)	П <i>Calycoceras naviculare</i>	<i>Rtl. cushmani</i>	97,5	9 <i>Eiffellithus turriseiffeli</i>
		С <i>Acanthoceras rhotomagense</i>			
	Ранняя	Альбский (Алб)	П <i>Stoliczka dispar</i> <i>Mortonoceras inflatum</i> <i>Diploceras cristatum</i>	<i>Rtl. globotruncanoides</i> <i>Rtl. brotzeni</i> <i>Rot. appenninica</i> / <i>Pl. burkarti</i> <i>Tic. bregglensis</i>	97,5
С <i>Hoplites lautus</i> / <i>H. nitidus</i> <i>Hoplites dentatus</i>			<i>Hed. rischi</i> / <i>Tic. primula</i>		
Р <i>Dauvilleceras mammatum</i> <i>Leymeriella tardefurcata</i>			<i>Hed. planispira</i>		
П <i>Diodochoceras nodosocostatum</i> <i>Chelonoceras subnodosocostatum</i>			<i>Tic. bejaouaensis</i> <i>Hed. trochoides</i> <i>Gld. gisbertiana</i> <i>Gld. terreolensis</i>		
Аптский (Апт)		Р <i>Aconoceras nisus</i> <i>Deshayesites deshayesi</i>	<i>Schk. cabri</i> <i>Gld. maridolemsis</i> / <i>Gld. blewii</i> <i>Gld. gottini</i> / <i>Gld. duboisii</i> <i>Hed. similis</i>	113	7 <i>Chiastozygus litterarius</i>
		П <i>Silesites seranonis</i>	<i>Ctes. aptiensis</i> (? <i>Ctes. intercedens</i>)		
Барремский (Врм)		Р <i>"Nicklesia" pulchella</i>	<i>Pulchella provincialis</i> <i>Pulchella caicedi</i> <i>Pulchella didayi</i> <i>Pulchella pulchella</i>	119	6 <i>Micrantholithus obtusus</i> / <i>hoschulzii</i>
		П <i>Pseudothurmannia angulicostata</i> <i>Subsaynella sayni</i> <i>Crioceras duvali</i>	<i>Hed. sigali</i> <i>Ctes. bartensteini</i> <i>Gld. gr. siamocosta</i> <i>Cauc. gr. hauterivica</i>		
Готеривский (Гау)		Р <i>Acanthodiscus radiatus</i>	<i>Doroth. ouachensis</i> <i>Hapl. vocontianus</i>	125	5 <i>Lithraphidites bollii</i>
		П <i>Neocomites callidiscus</i> <i>Himantoceras trinodosum</i>	<i>Lent. ouachensis</i> var <i>bartensteini</i> / <i>Doroth. hauteriviana</i> <i>Lent. gr. eichenbergi-meridiana</i>		
Валанжинский (Влг)		П <i>S. verrucosum</i> <i>K. campylocha</i> <i>K. roubaudi</i>	<i>Lent. busnardi</i>	131	4 <i>Cretarhabdus loriei</i>
		Р <i>K. pertransiens</i>	<i>Lent. guttata</i>		
		П <i>Berriasella boissieri</i>	Рязанский		
Р <i>Berriasella grandis</i>		Волжский	2 <i>Cretarhabdus crenulatus</i>		
Берриасский (Бер)			144	1 <i>Nannoconus steinmanni</i>	

strictus. Его начальная граница отмечается появлением *Belemnitella lanceolata* (Rawson et al., 1978).

Показанные на схеме 2.12 аммонитовые зоны мела взяты из сводки Ван Хинте (Van Hinte, 1978а, со списком литературы). Из многих зональных схем по планктонным фораминиферам выбрана схема Сигала (Sigal, 1977), которая приведена на схеме 2.12; эта зональная схема наиболее применима для района Средиземноморья. Зональное расчленение по известковому нанопланктону на схеме 2.12 дано по Сиссингу (Sissingh, 1977) и, насколько это возможно, сопоставлено с зональностью по планктонным фораминиферам.

В составлении колонки по Европе для схемы 2.11 принял участие Н. Ф. Хьюз. Колонка по СССР дана по Наливкину (1973, табл. 55, 56); колонка по Японии – по Такаи и др. (Takai et al., 1963); колонка по Новой Зеландии – по Стивенсу (Stevens, 1980); колонка по Канаде – по Асколи (Ascoli, 1976); колонка по США – по Меррею (Murray, 1961) и Постуме (Postuma, 1971).

2.13. Третичная подэра

Название «третичная» – пережиток ранее существовавшей стратиграфической классификации (ныне устаревшей), включавшей «первичные», «вторичные» и т. д. породы. Впервые это название было применено в 1760 г. Ардуино в Италии для обозначения пород, которые до сих пор рассматриваются как третичные; Броньяр в 1810 г. применил термин «третичные» (tertiare) для обозначения слоев, которые перекрывали отложения писчего мела в Парижском бассейне. В настоящее время это название применяется однозначно для постмезозойского дочетвертичного интервала.

Название «неозой» использовалось Лайелем и его современниками для обозначения всех систем от триаса и выше в качестве дополнения к термину «палеозой» (см. разд. 2.3). Позже, в 1841 г., Дж. Филлипс поделил эти системы между своими мезозойской и кайнозойской группами, в связи с чем название «неозой» потеряло свое значение, хотя иногда оно использовалось то как синоним термина «третичный», то как синоним термина «кайнозой» (третичный + четвертичный).

Лайель в 1833 г. подразделял третичные отложения Европы на новый плиоцен, древний плиоцен, миоцен и эоцен по процентному отношению присутствующих в отложениях остатков видов ныне живущих моллюсков к сумме этих остатков и остатков вымерших видов. Дальнейшие исследования, проведенные в середине XIX в., позволили установить, что между эоценом и миоценом Лайеля в Северной Европе широко распространены толщи морских, пресноводных и континентальных отложений, для которых Бейрих в 1854 г. предложил название «олигоцен». Современный вид классификация третичных отложений приобрела в 1874 г., когда Шимпер выделил нижнюю часть «эоцена» в качестве «палеоцена». При этом он основывался на верхнеэоценовых отложениях Западной Европы, которые отличались от эоцена в значительной степени по фациальным особенностям, так что их обособление от эоценовых слоев по эволюционным аспектам по первоначальному определению было плохо обосновано. Но оно хорошо обосновывается, если принимать во внимание палеоцен

Америки, хорошо охарактеризованный обильными ископаемыми в раннепалеоценовых слоях.

Двучленное деление третичного времени берет начало в Европейской стратиграфической схеме, где третичное время разделяется на две части проявлением высшей фазы альпийского орогенеза. Более древнее подразделение соответствует первоначальному эоцену Лайеля, более молодое включает его миоцен и плиоцен. Хорнс в 1853 г. объединил два последних подразделения под названием «неоген». Он предложил также название «палеоген», которое первоначально рассматривалось как синоним названия «эоцен»; однако после выделения олигоцена палеоген стал рассматриваться как самостоятельное подразделение. После 1874 г., когда был выделен палеоцен, палеоген объединил уже палеоцен, эоцен и олигоцен. Это деление лишь постепенно завоевывало признание в Европе. Э. Зюсс установил свои пять средиземноморских ярусов, на которые он подразделял неоген Альпийского пояса Европы; в 1902 г. Э. Ог во Франции предложил название «нуммулитовый» (для палеогена), которое использовалось на протяжении сорока лет. И только после создания МСГН в 1960 г. было окончательно утверждено нынешнее положение с подразделением третичного времени. Таким образом, в соответствии с преобладающим в Европе мнением Джордж и др. в 1968 г. представили Международной комиссии по стратиграфии МСГН рекомендацию о том, «что кайнозойская эра должна подразделяться неофициально на третичную и четвертичную подэры и что первое подразделение включает палеогеновый и неогеновый периоды (системы). Палеоген подразделяется на палеоценовую, эоценовую и олигоценовую эпохи (отделы), неоген – на миоценовую и плиоценовую эпохи (отделы)» (Curry et al., 1978, с. 2). В настоящее время под эгидой МСГН в составе Комиссии по стратиграфии существуют Подкомиссия по стратиграфии палеогена и Подкомиссия по стратиграфии неогена наряду с подкомиссиями по стратиграфии других геологических периодов.

Исчерпывающий обзор истории установления многочисленных «ярусов» третичной подэры можно найти в работе Берггрена (Berggren, 1971).

2.14. Палеогеновый период

В палеогеновых бассейнах Западной Европы не просто выполнить рекомендации Международной подкомиссии по стратиграфической номенклатуре (МПСН) по определению границ ярусов с помощью стратотипа границ. Одной из основных причин является отсутствие непрерывных разрезов. Имеются лишь относительно небольшие отдельные обнажения, в основном во Франции, Англии, Бельгии, ФРГ и Дании. Переслаивание морских, прибрежно-морских и неморских отложений, наличие латеральных фациальных переходов, особенности комплексов ископаемых – все вместе создает существенные трудности при корреляции отложений различных бассейнов. Возможности широкой корреляции еще более затруднены. Все это препятствует кор-

реляции и выяснению относительного положения разных стратотипов, что привело к появлению многочисленных названий для «ярусов». «Большинство названий третичных ярусов Европы, используемых в настоящее время, первоначально были предложены для обозначения литостратиграфических (фациальных) подразделений внутри циклов седиментации» (Berggren, 1971, с. 696). В приложении 2 приведены данные о происхождении названий 50 палеогеновых ярусов.

Разрабатываемое в течение последних 30 лет зональное биостратиграфическое расчленение по планктонным фораминиферам создает возможности для более детальной и широкой корреляции. Так, вначале зональное расчленение ограничивалось отложениями низких и средних широт, но с привлечением зональности по известковому нанопланктону и в последние годы по радиолариям возможности биостратиграфической схемы расширились, и она стала применяться для отложений высоких широт и для глубоководных отложений океанов (применяется для кернов, получаемых по Программе глубоководного бурения). Интеграция зональных схем по разным группам планктона создает биостратиграфический каркас, на котором относительное положение европейских стратотипов палеогена будет определено более достоверно. Примеры этого приведены в работе Харденболя и Берггрена (Hardenbol, Berggren, 1978, рис. 4). Поскольку уже достигнута более точная стандартизация, мы также приводим переопределение некоторых ярусов в терминах биостратиграфических схем, как это показано на схеме 2.13. На схеме 2.14 перечислены номинативные таксоны, на которых основана схема Р-зон Блоу (Blow, 1969), и приведены таксоны известковых нанофоссилий, типифицированных в схеме NP-зон по Мартини (Martini, 1971). Зональное расчленение Блоу (Blow, 1969, 1979) основано на планктонных фораминиферах. В зональной схеме кайнозоя помимо указания номинативного таксона (или таксонов) Блоу перенумеровал их в «восходящем» порядке. Буква Р применяется для палеогеновых зон (от Р1 до Р22), буква N — для неогеновых и четвертичных зон (от N4 до N25). Мартини (Martini, 1971) точно так же перенумеровал зоны по нанопланктону, используя буквы NP для палеогеновых зон (от NP1 до NP25) и буквы NN — для неогеновых и четвертичных зон (от NN1 до NN25).

В составе палеогенового периода выделяются три эпохи.

2.14.1. Палеоценовая эпоха. В Европе эта эпоха представлена двумя основными литостратиграфическими подразделениями: 1) нижним известняковым подразделением, на котором основан датский век, и 2) верхним, представленным кластическими породами, на которых основан танетский век.

Датский (название дано Дезором в 1847 г.) имеет типовую местность в Стивнс-Клинт и Факсе, Дания. Даний (в типичной фации писчего мела) обычно рассматривался как самое последнее подразделение мелового периода, предшествующее самому раннему монскому ярусу (Бельгия). После того как было показано, что монский ярус является фацией датского века, дискуссии относительно того, относится ли да-

ний к мезозою или к кайнозою, завершились в 1960 г. признанием того, что более приемлем последний вариант, так как эквивалентные им отложения Мидуэй (с богатой фауной) побережья Мексиканского залива в США хорошо обосновываются как базальные третичные отложения. Для датского яруса в Европе имеется лишь небольшое число эквивалентных названий (монский ярус в Бельгии лишь частично эквивалентен типовому данию), хотя отложения этого возраста широко распространены, особенно в Центральной и Восточной Европе.

Хансен (Hansen, 1970, с. 25) определил даний как «временной интервал, включающий время отложения пород, залегающих выше маастрихтского белого мела, обнажающегося в Стивнс-Клинт, и ниже зelandских базальных конгломератов, обнажающихся в местности Гваллос в Ютландии». Согласно этому определению, в состав яруса входят часть зоны Р1 и зона Р2. Мартини (Martini, 1971) и Перч-Нильсен (Perch-Nielsen, 1972) установили в типовом районе зоны от NP1 до NP3.

Харденболь и Берггрена (Hardenbol, Berggren, 1978) расширили это определение, включив в состав дания целиком зоны Р1 и Р2 (= зоны от NP1 до NP3 (частично)).

Танетский установлен Реневиэ в 1873 г. Назван по пескам Танет на острове Танет, Кент, Англия. Его эквивалентами в Европе являются типовой зelandский (Дания), типовой ланденский и типовой геерский (Бельгия) ярусы и «пески Брашо» (Парижский бассейн). Мартини (Martini, 1971) установил присутствие в танете зоны NP8, которая коррелируется с зоной P4 (Bramlette, Sullivan, 1961). Эль-Наггар (El-Naggar, 1966a, b) сообщил о присутствии зоны P3 в типовом разрезе геерского яруса Бельгии.

Харденболь и Берггрена расширили объем танета таким образом, что в его состав включаются зоны от P3 до нижней части зоны P6, т. е. от самых верхов зоны NP3 до зоны NP9 включительно.

2.14.2. Эоценовая эпоха. В Западной Европе эоценовая эпоха традиционно состоит из трех хроностратиграфических подразделений, которым на схеме соответствуют четыре века.

1. *Ранний эоцен, ипрский век* (Dumont, 1849), назван по ипрским глинам, обнажающимся южнее Ипра, Бельгия. В типовом районе развиты мелководные или умеренно глубоководные пески и глины. Эквивалентами в других бассейнах являются лондонская глина (Англия), глина Рознэс (Дания), эоцен 3 (ФРГ). Кьюизский ярус Парижского бассейна, представленный песками, соответствует верхней части ипра.

В типовом районе ипра в глинах Рознэс и в эоцене 3 установлены зоны NP11 и NP12 (Hay, Mohler, 1967; Martini, 1971). Зона NP12 сопоставляется с фораминиферовой зоной P8 (Hay et al., 1967).

Харденболь и Берггрена (Hardenbol, Berggren, 1978) включают в состав ипрского хроностратиграфического подразделения зоны от P6 (верхняя часть) до P9, т. е. зоны от NP10 до NP13 (Berggren, 1971, 1972).

2. *Средний эоцен. а) Лютетский век* (Lapparent, 1883) не имеет точно обозначенного стратотипа, но было предложено применить в качестве стратотипа «грубый известняк» Парижского бассейна. В Парижском бассейне эти отложения представлены мелководными карбонатами; их эквивалентами в других бассейнах являются слои Брекльшем (Англия) и Брюсельские пески (Бельгия). Лютет как хроностратиграфическое подразделение традиционно рассматривается как ярус среднего эоцена в объеме всех фораминиферозных зон от P10 до P14. Буше (Bouche, 1962) и Хей и др. (Hay et al., 1967) определили присутствие зоны NP14 в типовом районе люте-та; Баكري и Кеннеди (Bukry, Kennedy, 1969) предварительно коррелируют эту зону с фораминиферовой зоной P10.

б) *Бартонский век* Майер-Эймар (Mayer-Eymar, 1858) рассматривал в качестве северного эквивалента средиземноморского приабонского яруса, однако в последнем присутствует *Isthmolithus recurvus*, т. е. зона NP19, тогда как в бартоне эта форма не встречается; следовательно, бартон древнее.

Вместе с тем в бартонских слоях в Гемпшире, Англия, установлена зона NP17 (Martini, 1971), которая сопоставляется (Berggren, 1978) с фораминиферовой зоной P14 или даже с зоной P13 (Roth, Baumann, Bertolino, 1971). Такое датирование заставляет помещать бартон в состав традиционного хроностратиграфического подразделения — лютета. Однако пока нет оснований считать, что лютет *sensu stricto* и бартон *sensu stricto* перекрываются, и Харденболь и Берггрен (Hardenbol, Berggren, 1978) считают, что это несоответствие, обусловленное путаницей в корреляции с общей шкалой, может быть устранено, если ограничить лютет фораминиферовыми зонами P10–P12 (= NP14 до низов NP16) и рассматривать бартон в объеме зон P13 и P14 (верхи NP16–NP17), относя их к среднему эоцену.

3. Поздний эоцен, приабонский век (Munier-Chalmas, Lapparent, 1893), назван по Приабону, провинция Виченца, северная Италия. Его стратотип указал Роведда (Rovedda, 1961) в разрезе в интервале подразделений Боро–Гренелла. В типовом разрезе обнаружено присутствие зоны P16 и части зоны P17 (Hardenbol, 1968), а также зон по нанофоссилиям NP19 (Martini, 1971), NP19 и NP20 (Roth et al., 1971). На Колловинуме по эоцену в 1968 г. приабон рассматривался в объеме фораминиферовых зон P15–P17 (частично) и зон по нанофоссилиям NP18–NP21 (частично).

2.14.3. Олигоценовая эпоха. Обзор сложной истории создания номенклатуры олигоценовой эпохи был дан Берггреном (Berggren, 1971). В этой работе принята схема Харденболя и Берггрена (Hardenbol, Berggren, 1978), по которой в Северо-Западной Европе выделяются два отчетливых литостратиграфических подразделения: 1) нижнее,

представленное умеренно глубоководными глинистыми отложениями, включающими типичные рюпельские породы, и 2) верхнее, представленное преимущественно мелководно-морскими песчаными отложениями, в состав которых входит типовой разрез хатта.

Рюпельский (Dumont, 1849) получил свое название от «аргиллитов Рюпельмонд», которые точно соответствуют аргиллитам Боом (Koninck, 1837), распространенным близ Боома, Бельгия. Согласно Баннеру и Блоу (Banner, Blow, 1965), в типовом рюпеле присутствуют фораминиферовые зоны от верхней части зоны P18 до верхней части зоны P19. В образцах из глины Боом было обнаружено присутствие зоны NP23 (Martini, 1971). Харденболь и Берггрен «условно помещают границу между хаттским и рюпельским ярусами в кровле зоны P19, которая примерно соответствует середине зоны NP23» (Hardenbol, Berggren, 1978, с. 21). Такое положение границы, как полагают, более всего соответствует границе рюпельского и хаттского ярусов в их типовых районах.

Хаттский (Fuchs, 1894) назван по племени хаттов, жившему в Центральной Европе. Голостратотип был обозначен в 1958 г. близ Касселя, на северо-западе ФРГ («кассельский морской песок»). В разрезе хаттского яруса (типовом разрезе неохатта) в Доберге, ФРГ, было установлено присутствие зон NP24 и NP25 (Martini, 1971; Benedek, Müller, 1974; Martini, Müller, 1975). Зона NP25 сопоставляется с фораминиферовой зоной P22 и с нижней частью зоны N4 Блоу (Blow, 1969). Датировочный уровень *Globigerinoides* (первое появление *G. primordius*), по которому определяется подошва зоны N4, как было показано, отвечает еще верхнеолигоценовому, доаквитанскому уровню (Anglada, 1971a, b; Scott, 1972;

Схема 2.14. Биостратиграфическая зональность палеогена

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ПАЛЕОГЕНА ПО ПЛАНКТОНУ						
ФОРАМИНИФЕРЫ			ИЗВЕСТКОВЫЙ НАНОПЛАНКТОН	РАДИОЛЯРИИ		
N ³ P ²²	<i>Globigerina angulifurcata</i>	P-R-Z	NP 25	<i>Sphenolithus ciperoensis</i>	Lyc.b.	<i>Lychnocanium bipes</i>
N ² P ²¹	<i>Globigerina angulifurcata</i> / <i>Globobulimina (T.) opima opima</i>	Conc.-R-Z	NP 24	<i>Sphenolithus distentus</i>	Dor.at.	<i>Dorcadospyrus atechus</i>
N ¹ P ¹⁹ / P ²⁰	<i>Globigerina sellii</i> / <i>Globigerina ampliapertura</i>	P-R-Z	NP 23	<i>Sphenolithus predistentus</i>	The.t.	<i>Theocyrtis tuberosa</i>
P 18	<i>Globigerina tapuriensis</i>	P-R-Z	NP 22	<i>Helicopontosphaera reticulata</i>	Thy.b.	<i>Theocyrtis bromia</i>
P 17	<i>Globigerina gartani gartani</i> / <i>Globobulimina (T.) centralis</i>	P-R-Z	NP 21	<i>Ericsonia? subdisticha</i>	Thy.t.	<i>Thyrsocyrtis tetracantha</i>
P 16	<i>Cribohantkenina inflata</i>	T-R-Z	NP 20	<i>Sphenolithus pseudoradians</i>	Pod.g.	<i>Podocyrtis goetheana</i>
P 15	<i>Porticulusphaera semiinvoluta</i>	P-R-Z	NP 19	<i>Isthmolithus recurvus</i>	Pod.c.	<i>Podocyrtis chalara</i>
P 14	<i>Globobulimina (M.) spinulosa spinulosa</i>	P-R-Z	NP 18	<i>Chiasmolithus oamaruensis</i>	Pod.m.	<i>Podocyrtis mitra</i>
P 13	<i>Globigerapsis beckmanni</i>	T-R-Z	NP 17	<i>Discoaster saipanensis</i>	Pod.a.	<i>Podocyrtis ampla</i>
P 12	<i>Globobulimina (M.) lehneri</i>	P-R-Z	NP 16	<i>Discoaster tani nodifer</i>	Thy.tr.	<i>Thyrsocyrtis triacantha</i>
P 11	<i>Globigerapsis kugleri</i> / <i>Subbotina frontosa boweri</i>	Conc.-R-Z	NP 15	<i>Chiphragmalithus alatus</i>	The.m.	<i>Theocampe mongolfieri</i>
P 10	<i>Subbotina frontosa frontosa</i> / <i>Globobulimina (T.) pseudomayeri</i>	Conc.-R-Z	NP 14	<i>Discoaster sublodoensis</i>	The.c.	<i>Theocotyle cryptocephala</i>
P 9	<i>Globobulimina (A.) aspensis</i> / <i>Globigerina lozanoi prolata</i>	Conc.-R-Z	NP 13	<i>Discoaster lodoensis</i>	Pho.s.	<i>Pharmacocyrtis striata striata</i>
a ^{8b}	<i>Globobulimina aragonensis</i> / <i>Globobulimina (M.) formosa</i>	Conc.-R-Z	NP 12	<i>Marthasterites tribrachiatus</i>	Bur.c.	<i>Buryella clinata</i>
a ^{8a}	<i>Globobulimina (M.) formosa</i> / <i>Globobulimina (M.) lensiformis</i>	P-R-Z	NP 11	<i>Discoaster binodosus</i>	Bek.b.	<i>Bekama bidartensis</i>
P 7	<i>Globobulimina (A.) wilcoxensis berggreni</i>	P-R-Z	NP 10	<i>Marthasterites contortus</i>		
P 6	<i>Globobulimina (M.) subbotinae subbotinae</i> / <i>Globobulimina (M.) velascoensis acuta</i>	P-R-Z	NP 9	<i>Discoaster multiradiatus</i>		
P 5	<i>Muricoglobigerina soldadoensis soldadoensis</i> / <i>Globobulimina (M.) velascoensis pastonensis</i>	Conc.-R-Z	NP 8	<i>Heliolithus riedeli</i>		
P 4	<i>Globobulimina (G.) pseudomenardii</i>	Conc.-R-Z	NP 7	<i>Discoaster gemmeus</i>		
P 3	<i>Globobulimina (M.) angulata angulata</i>	P-R-Z	NP 6	<i>Heliolithus kleinpelli</i>		
P 2	<i>Globobulimina (A.) praecursoria praecursoria</i>	P-R-Z	NP 5	<i>Fasciculolithus tympaniformis</i>		
1 ^b	<i>Globobulimina (T.) compressa compressa</i> / <i>Eoglobulimina ebulloides simplicissima</i>	Conc.-R-Z	NP 4	<i>Ellipsolithus macellus</i>		
1 ^a	<i>Globobulimina (T.) pseudobulloides</i> / <i>Globobulimina (T.) archeocompressa</i>	Conc.-R-Z	NP 3	<i>Chiasmolithus danicus</i>		
P _α	<i>Globobulimina (T.) longiapertura</i>	P-R-Z	NP 2	<i>Cruciplacolithus tenuis</i>		
			NP 1	<i>Markalius inversus</i>		

ФОРАМИНИФЕРЫ; зональное расчленение по Блоу (Blow, P-R-Z — зона частичных пределов распространения 1979) Conc-R-Z — зоны совместного распространения T-R-Z — зона полного предела распространения

ИЗВЕСТКОВЫЙ НАНОПЛАНКТОН; зональное расчленение по Мартини (Martini, 1971) РАДИОЛЯРИИ; зональное расчленение по Харденболлю и Берггрену (Hardenbol, Berggren, 1978 in Cohee et al., 1978)

Неогеновый период				НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА						
Период	Эпоха	Век	млн. лет	Биостратиграфическая корреляция			НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	СССР РУССКАЯ ПЛАТФОРМА (ЮГ)	США ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ	
				Фораминиферы		Извест. нано- планктоны				Радио- лярии
Неогеновый (Ng)	Ранняя	Калабрийский	2,0	<i>Discoaster brouweri</i>						
	Плиоцен	Пьяченцкий (Pia)		N.21	<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>	NN.18 NN.17	Pte. p.	НУКУМАРУ МАНГАПАН	АПШЕРОНСКИЙ АКЧАЗЫЛЬСКИЙ	ВЕНТУРИЙ РЕПЕТТИЙ
			20	<i>Globorotalia margaritae</i>	NN.15 NN.14	Spr. p.	ВАЙПИПИ			
	(Pli)	Занкльский (Zan)	N.19			NN.13		ОПОИТИ		
			N.18	NN.12		Sti. p.	КАПИТЕ			
	Миоцен	П	Мессинский (Mes)	N.17	<i>Globorotalia acostaensis</i>	NN.11	Omm. p.	ТАРАНАКИ	МЕОТИЧЕСКИЙ САРМАТСКИЙ	
		С	Серравальский (Srv)	N.15	<i>Globorotalia menardii</i>	NN.9	ВАИАУА	КАРАГАНСКИЙ		
				N.14	<i>Globorotalia siakensis</i>	NN.8			ЛИЛБУРН	ЧОКРАКСКИЙ
		Поздний Лангский (Lan ₂) Ранний (Lan ₁)	N.13	<i>Globorotalia fohsi lobata-robusta</i>	NN.7	Dor. al.	КЛИФДЕН	ТАРХАНСКИЙ		
									N.12	<i>Globorotalia fohsi fohsi</i>
		Р	Бурдигальский (Bur)	N.9	<i>G. fohsi peripheroronda</i>	NN.5	САУТЛЕНД	ТАРХАНСКИЙ		
				N.8	<i>Praeorbulina glomerosa</i>	NN.4			Cal. c.	АЛЬТОН
		Аквитанский (Aqt)	N.7	<i>Globigerinatella insueta</i>	NN.4			ПАРЕОРА		
						N.6			<i>Catapsydrax stainforthi</i>	NN.3
	Олигоцен	П	Хаттский	24,6	N.5	<i>Catapsydrax dissimilis</i>	NN.2 NN.1		РЕЛИ- ЗИЙСКИЙ	ЗЕМОРСКИЙ
						<i>Globigerina ciperoensis</i>	NN.25			

Схема 2.15. Хроностратиграфическая шкала и корреляция неогена

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ НЕОГЕНА ПО ПЛАНКТОНУ

ФОРАМИНИФЕРЫ		
N.21	<i>Globorotalia (T.) tosaensis tenuithecata</i>	Cons-R-Z
N.	<i>Globorotalia (G.) mutticamerata / Pulleniatina obliquiloculata obliquiloculata</i>	P-R-Z
N.19	<i>Sphaeroidinella dehiscens dehiscens / Globoquadrina altispira altispira</i>	P-R-Z
N.18	<i>Sphaeroidinellopsis subdehiscens paenedehiscens / Globorotalia (G.) tumida tumida</i>	P-R-Z
N.17	<i>Globorotalia (G.) tumida plesiotumida</i>	Cons-R-Z
N.16	<i>Globorotalia (T.) acostaensis / Globorotalia (G.) merotumida</i>	P-R-Z
N.15	<i>Globorotalia (T.) continua</i>	Cons-R-Z
N.14	<i>Globigerina nepenthes / Globorotalia (T.) siakensis</i>	Cons.-R-Z
N.13	<i>Sphaeroidinellopsis subdehiscens subdehiscens / Globigerina druryi</i>	P-R-Z
N.12	<i>Globorotalia (G.) foehsi</i>	P-R-Z
N.11	<i>Globorotalia (G.) praefoehsi</i>	Cons-R-Z
N.10	<i>Globorotalia (T.) peripheroacuta</i>	Cons-R-Z
N.9	<i>Orbulina suturalis / Globorotalia (T.) peripheroronda</i>	P-R-Z
N.8	<i>Globigerinoides sicanus / Globigerinatella insueta</i>	P-R-Z
N.7	<i>Globigerinoides trilobus / Globigerinatella insueta</i>	P-R-Z
N.6	<i>Globigerinatella insueta / Globigerinita dissimilis</i>	Cons.-R-Z
N.5	<i>Globoquadrina dehiscens praedehiscens / Globoquadrina dehiscens dehiscens</i>	P-R-Z
N.4	<i>Globigerinoides primordius / Globorotalia (T.) kugleri</i>	Cons.-R-Z

ИЗВЕСТКОВЫЙ НАНОПЛАНКТОН	
NN.18	<i>Discoaster brouweri</i>
NN.17	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
NN.16	<i>Discoaster surculus</i>
NN.15	<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>
NN.14	<i>Discoaster asymmetricus</i>
NN.13	<i>Ceratolithus rugosus</i>
NN.12	<i>Ceratolithus tricorniculatus</i>
NN.11	<i>Discoaster quinqueramus</i>
NN.10	<i>Discoaster calcaris</i>
NN.9	<i>Discoaster hamatus</i>
NN.8	<i>Catinaster coalitus</i>
NN.7	<i>Discoaster kugleri</i>
NN.6	<i>Discoaster exilis</i>
NN.5	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
NN.4	<i>Helicopontosphaera ampliaperfa</i>
NN.3	<i>Sphenolithus belemnus</i>
NN.2	<i>Discoaster druggi</i>
NN.1	<i>Triquetrorhabdulus carinatus</i>

РАДИОЛЯРИИ	
Pte.p.	<i>Pterocanium prismatum</i>
Spo.p.	<i>Spongaster pentas</i>
Sti.p.	<i>Stichocorys peregrina</i>
Omm.p.	<i>Ommatartus penultimus</i>
Omm.a.	<i>Ommatartus antepenultimus</i>
Can.p.	<i>Cannartus(?) petterssoni</i>
Dor.al.	<i>Dorcadospyris alata</i>
Cal.c.	<i>Calocycletta costata</i>
Cal.v.	<i>Calocycletta virginis</i>
Lyc.b.	<i>Lychnocanium bipes</i>

ФОРАМИНИФЕРЫ: зональное расчленение по Блоу (Blow, 1969, 1979)

P-R-Z — зона частичных пределов распространения
Cons-R-Z — зона последовательного распространения
Cons.-R-Z — зона совместного распространения

ИЗВЕСТКОВЫЙ НАНОПЛАНКТОН:
зональное расчленение по Мартини (Martini, 1971)

РАДИОЛЯРИИ:
зональное расчленение по Риделю и Санфилиппо (Riedel, Sanfilippo, 1971)

Alvinerie et al., 1973; Theyer, Hammond, 1974; Lamb, Stainforth, 1976; Van Couvering, Berggren, 1977). Олигоцен-миоценовая граница располагается, таким образом, внутри зоны N4, т. е. в кровле зоны NP25.

Колонки с левой стороны схемы 2.13 составлены в соответствии с вышеизложенными выводами. Названия фораминиферных зон даны по Стейнфорту и др. (Stainforth et al., 1975). Колонка по Новой Зеландии приведена по Стивенсу (Stevens, 1980); по США (Западное побережье)—по Берггрену и Ван Куверингу (Berggren, Van Couvering, 1974, рис. 1); по США (побережье Мексиканского залива)—по Меррею (Murray, 1961, рис. 6.3); по СССР—по Берггрену (Berggren, 1971, табл. 52.19) и по Наливкину (1973, табл. 15).

2.15. Неогеновый период

В 1853 г. австрийский геолог Хёрнс предложил название «неоген»: «Присутствие венских моллюсков не только в типовом миоцене, но и в типовом плиоцене заставляет меня объединить номенклатуру этих двух свит в одну категорию под названием «неоген»...»

На протяжении XIX в. в Европе было предложено много «ярусных» наименований в неогене. Они являлись в основном литостратиграфическими подразделениями и отражали просто фациальные изменения. Большинство из них использовалось лишь короткое время. Интересный исторический обзор наименований был дан Берггреном (Berggren, 1971). В настоящее время стратиграфическая номенклатура стабилизировалась. Упомянутые в настоящей работе века неогена сейчас широко приняты как «стандартные» века. Миоцен и плиоцен, как это общепринято, рассматриваются в качестве эпох (отделов).

2.15.1. Миоценовая эпоха.

Лайель в 1833 г. назвал миоценом второе древнейшее подразделение третичного времени и рассматривал обнажения в Турени (юго-запад Парижского бассейна) как типовой район миоцена.

Аквитанский—название, введенное Майер-Эймаром в 1858 г. для обозначения в основном лагунных богатых остатками моллюсков слоев в Аквитанском бассейне, Жиронда, Франция. Он отмечал, что лучшие обнажения располагаются в 10-километровом разрезе вдоль реки Сент-Жан-д'Этамп, которая протекает через Сокат (Мулен-де-Леглиз) и Ля-Бред (Мулен-Бернашон). Этот разрез был обозначен как стратотип Дольфусом в 1909 г. и принят в качестве типового Комитетом по стратиграфии неогена Средиземноморья (1958, совещание в Акс-ля-Прованс). Начальная граница неогена (аквитана) может быть определена вблизи основания этого разреза (George et al., 1969, с. 52).

Биостратиграфически основание аквитанского яруса располагается внутри зоны N4 планктонных фораминифер, а его верхняя граница близка к кровле следующей зоны N5.

Обсуждая последовательность слоев в Северной Европе, Майер-Эймар в 1858 г. включал в свой аквитанский ярус те слои, которые Бейрих в 1854 и 1856 гг. включал в состав своего олигоцена (верхнего). «Это привело к неясностям в вопросе о положении аквитана; некоторые относили его к олигоцену, другие—к миоцену» (Berggren, 1971, с. 747).

Название *бурдигальский* введено Депере в 1892 г. для обозначения морских отложений, перекрывающих аквитан в Аквитанском бассейне, Франция (по древнеримскому названию города Бордо—Бурдигалия). (Так называемые «утесы Бордо» богаты остатками ископаемых.) Никакого одного стратотипа в 1892 г. обозначено не было, однако утесы Сокат и Леоньян указывались как раннебурдигальские по возрасту.

Дольфус в 1909 г. обозначил Ле Кокеллат, близ Леоньяна, как типовую местность бурдигальского яруса. Он также относил к бурдигалу слои 8–10 Майер-Эймара в разрезе Сент-Жан-д'Этамп. Обозначение Ле Кокеллатом типовой местности было поддержано на Конгрессе по неогену Средиземноморья в Вене в 1960 г.

Так как типовой разрез представляет собой небольшой изолированный выход пород (канава), который трудно проследить, Шефц предложил обозначить в качестве «неостратотипа» разрез вдоль ручья Сент-Жан-д'Этамп между Мулен-де-Леглиз и Понт-Пуркье, близ Сокат; этот разрез обладает тем достоинством, что надстраивает стратотип аквитана. Однако в этом разрезе можно установить только одну пограничную точку.

Изучение материалов по типовой местности аквитана—бурдигала в юго-западной Франции привело Берггрену (Berggren, 1971, с. 753) к заключению, что бурдигал, по-видимому, эквивалентен зонам *Catapsydrax dissimilis* и *C. stainforthi* Болли (зоны N5 и N6 Блоу (Blow, 1969)) и нижней части зоны *Globigerinata insueta* (N7) Стейнфорта и др. (Stainforth et al., 1975). Англада (Anglada, 1971b) сообщил о присутствии зоны N5 вблизи нижней границы в неостратотипе бурдигала.

Название *лангский* введено Парето в 1864 г. для обозначения обнажений в центральной части Ланга, северная Италия. Разрез Брикоделла-Кроч близ Цессоль, к северу от Час-деи-Росси, обозначен в качестве стратотипического (Cita, Premoli, Silva, 1960). Стратотип включает в основном «итероподовые мергели». По-видимому, бурдигал древнее, чем зона *Globigerinoides sicanus* Болли, т. е. древнее зоны N8 Блоу, и древнее, чем зона *Praeorbulina glomerata* Стейнфорта и др. (Stainforth et al., 1975; см. схему 2.16). Судя по работе Читы и Элтера (Cita, Elter, 1960), «основание лангского яруса может быть удовлетворительно связано с основанием зоны *G. sicanus* (Berggren, 1971, с. 753), т. е. с основанием зоны N8 и с основанием зоны *P. glomerata*, как это показано на схеме 2.16. Датировочный уровень (появление) *Orbulina* (основание зоны N9) проходит внутри лангского века, и, таким образом, он должен быть отнесен частично к раннему, частично к среднему миоцену. По этой причине мы подразделяем его на два века: раннелангский и позднелангский.

Название *серравальский* предложено Парето в 1865 г. для обозначения отложений в окрестностях деревни Серраваль Скривия (Александрия, Италия), где располагается типовая местность яруса (не путать с деревней Серраваль, Фиренца, Италия). Ярус был выделен как промежуточный между лангским и тортонским ярусами и так понимался впоследствии. Исторически серравальский ярус «сопоставлялся» с различными частями «гельветского» яруса. Дрогер (Drooger, 1964) предложил заменить название «гельветский» названием «серравальский». Стратотип был обозначен и описан Вервлётом (Vervloet, 1966) в объеме формации Серраваль в долине Скривия.

Серравальский ярус включает значительное число планктонных зон неогена: зоны от N10 до средней части зоны N15 Блоу (Blow, 1979) (от зоны *Globorotalia (T.) peripheroacuta* до зоны *G. (T.) contihiosa*), что соответствует в шкале по известковому нанопланктону интервалу от верхней части зоны NN5 до зоны NN9 (от зоны *Sphenolithus heteromorphus* до зоны *Discoaster hamatus* Мартини (Martini, 1971)). Небольшие мощности этих зон отражают бурное увеличение общего разнообразия организмов в среднемиоценовое время, которое следует за периодом относительно небольшого разнообразия в олигоцене и раннем миоцене.

Тортонский—название, предложенное Майер-Эймаром в 1858 г. для обозначения «голубого мергеля с *Conus canaliculatus* и *Ancellaria glandiformis* Тортонь». Стратотип, обозначенный Жанотти в 1953 г., располагается в долине реки Машапеди-Кастеллания (Тортоня, Александрия, Италия). Стратотип описан Гино и др. (Gino et al., 1953).

В 1868 г. Майер-Эймар сузил свое первоначальное понимание тортоня, исключив из него регрессивную серию отложений, характеризующуюся нарастающим опреснением (цетритиевые мергели), которые он относил к нижней части своего мессинского яруса. Вместе с тем серию морских пород

в районе Мессины, Сицилия, он также отнес к мессинскому ярусу, дав, таким образом, объективные основания для сравнения и корреляции этих пород. Баннер и Блоу (Banner, Blow, 1965) установили присутствие верхней части зоны N15 и зоны N16 в типовом разрезе тортона. Берггрен и Ван Куверинг считают, что здесь присутствует также нижняя часть зоны N17.

В качестве мессиния Майер-Эймар рассматривал морские отложения, развитые близ Мессины на Сицилии. Учитывая сложные геологические условия залегания пород в районе Мессины, Селли (Selli, 1960) выбрал и описал в качестве неостратотипа разрез в районе между вершинами Каподарсо и Паскуазия, обнажающийся на берегу реки Морелло, между Калтанисеттой и Энной, Сицилия. Разрез ограничен снизу тортонскими мергелями, а сверху основанием плиоцена. Микрофауна отсюда описана д'Онофрио (d'Onofrio, 1964).

В соответствии с первоначальной концепцией в состав мессиния включали диатомовые мергели в основании («трепела»), эвапориты и перекрывающие их глубоководные лютиты с богатой планктонной фауной. Однако Сеугенца в 1868 и 1879 гг. ограничил объем мессиния трепелами и эвапоритами, а лютиты рассматривал как базальные части плиоцена.

В типовом разрезе мессиния установлено присутствие фораминиферовой зоны N16 (*Globorotalia (G.) tumida plesiolumida*) (d'Onofrio, 1964; Colalongo, 1970; Blow, 1969). Берггрен и Ван Куверинг (Berggren, Van Couvering, 1974) пришли к выводу, что мессиний эквивалентен только нижней части зоны N17 и имеет очень небольшую продолжительность.

2.15.2. Плиоценовая эпоха. Лайель в 1833 г. предложил название «плиоцен» для обозначения самых молодых третичных отложений, которые были ему известны в то время. Он подразделял свой плиоцен (в этих отложениях более 50% остатков моллюсков принадлежало к тем же видам, которые живут и ныне) на «древний плиоцен», который соответствует тому, что впоследствии в Италии относили к астиийским – пьяченцским отложениям, и «новый плиоцен» (90–95% моллюсков относятся к ныне живущим видам), для которого впоследствии (в 1839 г.) было предложено название «плейстоцен». «Субапеннинские» слои северной Италии рассматривались Лайелем в 1833 г. как типичный «древний плиоцен» (плиоцен *sensu stricto*).

Хотя некоторые итальянские геологи отдают предпочтение трехчленному делению плиоценовой эпохи, мы следуем традиции (см. Berggren, Van Couvering, 1974) и используем двучленное деление. Объем плиоцена – зоны планктонных фораминифер от N18 до N21 по Блоу (Blow, 1969, 1979), Берггрен (Berggren, 1973) предложил альтернативную схему подразделения плиоцена, выделяя шесть зон по планктонным фораминиферам – PL1 – PL16.

Занклский – название, предложенное Сеугенцой в 1868 г. (по Занклу – дороманскому названию Мессины) для обозначения толщи фораминиферовых белых мергелей, перекрывающихся коралловыми известняками и желтоватыми песчаными мергелями, развитыми в окрестностях Мессины, Сицилия. Никакого стратотипа не было обозначено, но впоследствии, в 1974 г., Чита предложил стратотип на мысе Розелло, близ Агригенто, на южном побережье Сицилии. Подошва стратотипического разреза обозначается появлением отложений, образовавшихся в условиях открытого морского бассейна в Средиземноморье, которым предшествовало значительное сокращение площади осадконакопления и осушение (эвапориты) в позднем миоцене (мессинии). Название «занклский» предпочтительнее названия «табианский», которое применяется для обозначения развитых севернее более холодноводных отложений, менее благоприятных для корреля-

ции. Баннер и Блоу (Banner, Blow, 1965) установили в типовом разрезе занклского яруса присутствие фораминиферовой зоны N18. Основание яруса совмещается с подошвой этой зоны или проводится в ее середине. В данной работе принят первый вариант в соответствии с представлениями Берггрена и Ван Куверинга (Berggren, Van Couvering, 1974).

Пьяченцкий – название, введенное Майер-Эмаром в 1858 г. для обозначения аргиллитовых отложений нижнего плиоцена с *Nassa semistriata*, развитых в северной Италии («пьяченцкий ярус»). Первоначально эти отложения рассматривались в качестве подъяруса астиийского яруса (de Rouville, 1853), но впоследствии были повышены в ранге до яруса (Renevier, 1897) (название «астийский» применяется в настоящее время в случае песчаных фаций, которые переслаиваются с пьяченцскими глинами и мергелями в северной и центральной Италии). Парето (Pareto, 1865) применял французский эквивалент этого названия – «плезанский» и указал, что типичное развитие яруса наблюдается в холмах в окрестностях Кастель-Аркуато в северной Италии (Berggren, Van Couvering, 1974).

Название происходит от города Пьяченца, расположенного примерно на середине пути между Пармой и Миланом в Италии. Название «плезанский», как сказано выше, является просто переводом названия «пьяченцкий» на французский язык и не связано с названием деревни Плезанс, расположенной между Кастель-Аркуато и Луганьяной, как это ошибочно считал Мовиус (Movius, 1949).

Никакого типового разреза специально не было выделено, но окрестности Кастель-Аркуато, по-видимому, всеми принимаются как типовая местность, и этот разрез рассматривался ди Наполи-Альяттой в 1954 г. как «классический».

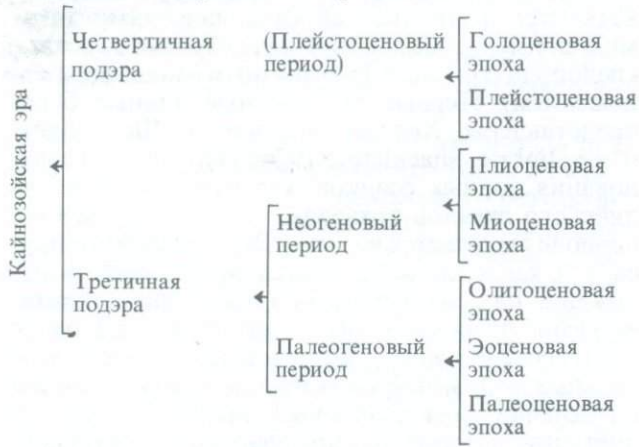
Описанные выше подразделения неогенового периода приведены на схеме 2.15. Названия фораминиферовых зон даны по Стенфорту и др. (Stainforth et al., 1975); подразделения Новой Зеландии – по Саггейте и др. (Suggate et al., 1978), юга Русской платформы СССР – по Наливкину (1973), Калифорнийского побережья – по Берггрену и Ван Куверингу (Berggren, Van Couvering, 1974). Зоны по фораминиферам, известковому нанопланктону и радиоляриям и их обозначения даны на схеме 2.16, где приведены также ссылки на источники, из которых они взяты.

2.16. Четвертичная подэра (плейстогеновый период)

Этот последний период истории Земли назывался по-разному. В начале XIX в. было принято название «аллювий», и в 1823 г. Бакленд рассматривал эти отложения как нечто более древнее, чем «делювий» – отложения библейского потопа.

До 1840 г. валунные отложения, широко распространенные в Альпах и в Северной Европе, интерпретировались как отложения, сформированные льдами. В 1837 г. вошел в употребление термин «дрифт», применявшийся по отношению к песчаным, гравийным отложениям и валунным глинам, которые, как полагали, были образованы плавающими льдами. В 1839 г. в дополнение к ранее установленному плиоцену Лайель предложил название «плейстоценовый период» применительно к этому ледниковому времени. Поскольку плиоцен являлся последним периодом третичной эры, то плейстоцен был помещен в постплиоценовое подразделение – четвертичный период, название которому было дано Морло в 1854 г. Отличием четвертичного периода было то, что в его состав включались также отложения, первоначально рассматривавшиеся Лайелем как «современные». Последние были названы на МГК в 1885 г. голоценом.

Классификация с точки зрения исторического приоритета и долговременного использования выглядит следующим образом:



«Четвертичный» — неудовлетворительное название в этой схеме, и поскольку названия «первичный» и «вторичный» давно заменены другими, а название «третичный» также заменяется названиями «палеоген» и «неоген», которые рассматриваются официально в качестве периодов, то были предложены альтернативные названия «антропогеновый» (часто используется в СССР) и «плейстогеновый». Последний термин больше соответствует общей номенклатуре. Однако мы отдавали дань при составлении своей схемы сложившейся традиции. Предлагалась также другая схема, согласно которой плейстоцен включается в неоген. Однако шкала не является воплощением естественных событий, она только датирует их. Стандартизация призвана обеспечить согласованность и стабильность хроностратиграфической шкалы, которая не будет изменяться в зависимости от меняющихся представлений.

2.16.1. Граница плиоцена и плейстоцена.

Попытка стандартизировать начальную границу плейстоцена была предпринята на МГК в Лондоне в 1948 г., когда было признано приемлемым поместить эту границу в основание слоев калабрия в Италии путем объективной ссылки на стратотип. По этому пути продолжались исследования по Международной программе геологической корреляции, но корреляция континентальных отложений оказалась очень трудной, хотя и было принято такое положение границы.

В настоящее время начальная граница плейстоцена располагается в основании калабрийского яруса, название которого было введено Жинью в 1910 г. Стратотипом плиоцен-плейстоценовой границы должен быть один из разрезов морских отложений на суше в южной Италии.

Определения возраста этой границы дают результаты от 0,6 млн. до 4 млн. лет (Наг, Berggren, Van Couvering, 1977). Корреляция с помощью палеонтологических критериев очень затруднена. Полагали, что начальная граница калабрия маркируется первым появлением *Arctica islandica* и *Hyalinea baltica* (Šibrava, 1978), но Руггьери (публикация UNQUA, 1979) показал, что последний

вид появляется несколько позже. Более того, Руггьери высказался за то, чтобы заменить калабрий сантернием и провести ревизию остальных подразделений. Различные разрезы в Италии конкурируют за признание их стратотипом. На основании данных изучения известкового нанопланктона в Ле-Кастелла и Санта-Мария-ди-Катанцаро, а также в глубоководных отложениях Хак и др. (Наг et al., 1977) сопоставляют эту границу с основанием эпизода Олдувай или помещают ее чуть выше его основания (1,6 млн. лет). По другим расчетам эта граница отвечает 1,8 млн. лет (Šibrava, 1978; Nikiforova, 1978). В последние годы в качестве наиболее приемлемого стратотипа рассматривается разрез Врика в Калабрии. Здесь Селли и др. (Selli et al., 1977) дают датировку границы в $2,0 \pm 0,1$ млн. лет по анализу пемзы К-Аг-методом по породе в целом. Так как для границы может быть принят только один стандарт и так как разрез Врика рассматривается как наиболее благоприятный и его датировка отвечает 2 млн. лет, то граница, связанная с эпизодом Олдувай, хотя и очень важна, является лишь одним, но не единственным вариантом границы.

2.16.2. Континентальные разрезы плейстоцена.

Попытки построить стратиграфическую последовательность на последовательных циклах континентальных оледенений не позволяют адекватно отличать климатические флуктуации от флуктуаций, вызванных многими другими причинами. Более того, классификация континентальных пород выглядит очень упрощенной и неполной и основана на получивших распространение ошибочных концепциях.

В 1973 г. рабочая группа Лондонского геологического общества провела ревизию четвертичной стратиграфии Британских островов (Mitchell et al., 1973; см. схему 2.17). Частично новая терминология имела своей целью показать недостаточность прежних корреляций континентальных отложений и привлечь внимание к необходимости различать большее число гляциальных ярусов в четвертичной подэре. Однако эта схема еще далеко не удовлетворительна и является скорее схемой климатических изменений, а не схемой последовательности пород. Отсутствие сведений по ключевым районам приводит к необоснованным определениям возраста в местах, удаленных от стратотипов (Bowen, 1978).

Последовательности континентальных ледниковых морен, террас и т. д. впервые были установлены в Альпах и в Северной Европе еще до того, как были разработаны представления об их корреляции и о временной шкале, с помощью которой их можно было бы упорядочить. Они и до настоящего времени трудно коррелируются и поэтому не включены в схему. Две такие схемы составлены Эвансом (Evans, 1971) и Берггреном и Ван Куверингом (Berggren, Van Couvering, 1974) (обе они по-разному привязываются к временной шкале) и приводятся ниже. Эванс укладывает все оледенения и межледниковья Европы в интервал протяженностью 1 млн. лет, хотя отмечает, что некоторые подразделения разделены перерывом около 1 млн. лет, и помещает плиоцен-плейстоценовую границу на отметке 2,1 млн. лет.

Альпийская схема в порядке увеличения возраста

- Вюрмское оледенение
- Рисс-вюрмское межледниковье
- Рисское оледенение
- Миндель-рисское межледниковье
- Миндельское оледенение
- Гюнц-миндельское межледниковье
- Гюнцское оледенение

(Берггрэн и Ван Куверинг приводят две субстадии Гюнцского оледенения)

- Дунайско-гюнцское межледниковье
- Дунайское оледенение

(Эванс перечисляет четыре оледенения ниже Дунайского)

- ?Биберское оледенение

(Берггрэн и Ван Куверинг помещают Биберское оледенение на отметку около 3 млн. лет)

Схема для Северной Европы

- Фландрий (голоцен)
- Вислинское оледенение
- Эмское межледниковье
- Заальское оледенение
- Гольштейнское межледниковье
- Эльстерское оледенение
- Кромерское межледниковье
- Менапское оледенение
- Ваальское межледниковье
- Эбуронское оледенение
- Тиглийское межледниковье

(Берггрэн и Ван Куверинг указывают, что эта схема охватывает и дочетвертичное время)

Схема для СССР (дана по Флинту (Flint, 1971) с дополнениями по Саксу и Стрелкову (Sachs, Strelkov, 1961))

- Валдайско-зырянское оледенение
- Микулинское межледниковье
- Московское оледенение
- Одинцовское межледниковье
- Днепровско-самаровское оледенение
- Лихвинское межледниковье
- Оско-демьянковское оледенение

Для разрезов центральных частей Северной Америки характерны те же основные проблемы интерпретации, к ним неприменимы классические подходы (Bowen, 1978). Однако полученные в последние годы радиометрические и палеомагнитные данные позволили установить временные ограничения для некоторых подразделений. Небрасский ярус плохо изучен и часто рассматривается просто как отложения более древние, чем канзанские, но в нем было датировано несколько ледниковых горизонтов между 1,2 млн. и 0,7 млн. лет; древнейшие ледниковые отложения в этом районе датированы 2 млн. лет. Ясно, что здесь представлено не одно ледниковье. Радиометрические датировки позволили существенно прояснить положение висконсинского яруса. Вся последовательность подразделений в настоящее время подвергается переоценке.

Независимые данные по климатическим изменениям в позднем плейстоцене и голоцене были получены путем изучения отношений $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ по кернам льда на ледниковых щитах Гренландии и Антарктиды (Johnsen et al., 1972) и в других районах.

2.16.3. Морские разрезы плейстоцена. Поскольку четвертичное время близко к современности, возможны различные способы его измерения, и для этого используются различные методы, которые быстро развиваются. Разработка новой временной шкалы плейстоцена связана с существованием правильных климатических циклов, которые были открыты в 1875 г. Кроллем и специально изучались Миланковичем. Этот подход не принимался всерьез исследователями четвертичных отложений до тех пор, пока он использовался только качественно. Цейнер (Zeuner,

1945), Эмилиани (Emiliani, 1965) и Эванс (Evans, 1971) были среди тех, кто пересчитали и сопоставили астрономические данные, например 40 000-летние циклы, с другими явлениями, такими, как изменение отношения изотопного состава кислорода (кривые получены по океаническим отложениям). Первые достоверные данные были представлены Хейсом, Имбри и Шеклтоном (Hays, Imbrie, Shackleton, 1976). Изотопные исследования донных осадков Атлантического и Индийского океанов показали, что в четвертичном периоде выделяется не менее 21 ледникового яруса, что, как и для всего кайнозоя, изученность отложений на континентах по сравнению с океаническими разрезами неполная и что будущее стратиграфических исследований континентальных отложений на основе анализа периодов оледенений – межледниковий зависит от интерпретации материалов, полученных по океаническим отложениям.

Так как шкала четвертичного времени разрабатывается во многих аспектах по-иному, чем дочетвертичная шкала, она не обсуждается ни в гл. 2, ни в гл. 3. Нижеследующее обсуждение представляет собой краткий обзор ее современного состояния.

Радиометрические датировки в пределах последних 40 000 лет проводятся по ^{14}C , а для основной части плейстоценового времени К – Ar, ^{230}Th – ^{234}U – и ^{231}Pb – ^{235}U – методами. Берггрэн и др. (Berggren et al., 1980) установили последовательность некоторых событий разного типа, которые нуждаются в датировке радиометрическими методами. Основными шкалами для четвертичного времени являются: магнито-стратиграфическая шкала; шкала по изотопам кислорода для интервала от современности до события инверсии магнитного поля Харамильо (0,88–0,94 млн. лет), включающая ярусы 1–23 (схема 2.17); кривые содержания карбоната кальция для экваториальной части Тихого океана для того же интервала; шкала по изменениям комплекса микрофоссилий и шкала похолодания, устанавливаемые по планктонным фораминиферам для некоторых частей океана.

Корреляция между различными шкалами проводится путем одновременного анализа и сравнения с магнито-стратиграфической шкалой по керну каждой скважины и с помощью многих других методов, включая сравнение содержания аминокислот и термолюминесценцию. Возраст всех уровней, которые отмечены на схеме (за исключением магнитных инверсий), устанавливается путем интерполяции и экстраполяции и поэтому может быть подвергнут модификации.

В качестве датировочных уровней принимаются первое появление (ПП) и конец распространения (КР) таксонов в ходе эволюции морской биоты; это определяется как появление, расцвет и вымирание известкового нанопланктона, диатомовых, планктонных фораминиферов и радиолярий.

Определение возраста морских осадков плейстоцена основывается либо непосредственно, либо опосредованно на временной шкале магнитной полярности, которая в свою очередь привязывается к К – Ar-датировкам наземных лав.

Датировки К – Ar-методом применимы для определения возраста границ хронов. Возраст геомагнитных событий часто устанавливается путем сопоставления магнитных аномалий океанического дна и морских осадков при предположении о постоянстве скоростей спрединга и осадконакопления.

Шкала по изотопному составу кислорода построена, исходя из того факта, что когда на континентах происходит рост ледников, то результатом этого является глобальное похолодание и понижение уровня моря. В образующихся льдах изотопа ^{18}O содержится меньше по сравнению с водой океана; таким образом, океанская вода обогащается ^{18}O . Изотопный состав кислорода в скелете известковых фораминифер и кокколитофорид и в кремневом скелете диатомовых в прямой пропорции отражает состав морской воды (обсуждение границ применения изотопной стратиграфии см. в работе Shackleton, Opdyke, 1976). Установленная Эмилиани (Emiliani, 1966) по осадкам Карибского моря и Атлантического океана шкала из 16 ярусов была затем расширена до 23 ярусов по материалам по керну скважин в экваториальной части Тихого океана (Shackleton, Opdyke, 1973). Эти скважины не дошли до плиоцен-плейстоценовой границы, но скважина в экваториальной части Тихого океана (Shackleton, Opdyke, 1976) и скважина в Атлантике (Van Donk, 1976) прошли через эту границу, что позволило сделать полную запись климатических изменений за четвертичное время. Данные Шеклтона и Опдайка с их 23 ярусами приведены на схеме 2.17. Поскольку были определены граница между эпохами Брюнес и Матуяма и события Харамильо и Олдувай, удалось подсчитать скорость осадконакопления, которая составила 1 см за 1000 лет. Однако Шеклтон и Опдайк считают, что в ранее изученной ими скважине скорость осадконакопления в течение хрона Брюнес была более устойчивой. По их мнению, проведенные ими расчеты возрастных датировок, сделанные по материалам ранее изученной скважины, более

достоверны. Они полагают, что керн этой скважины должен использоваться в качестве стратотипа позднего плейстоцена.

Ван Донк на основе изотопных измерений установил 21 межледниковый ярус и столько же оледенений или почти оледенений. Однако нумерация его схемы (распространяющаяся за пределы 23 ярусов) официально не принята.

Биостратиграфический каркас плейстоценовой эпохи составляют датировочные уровни известкового нанопланктона, которые были установлены Гартнером по кернам нескольких скважин в экваториальном и умеренном районах (Berggren et al., 1980). Ревизованная зональная схема Гартнера (Gartner, 1977), в том виде как она дана в работе Берггрена и др. (Berggren et al., 1980), приведена на схеме 2.17. Она была привязана к шкале геомагнитной полярности и датирована путем интерполяции после проведения сопоставлений скважин. Восемь датировочных уровней по диатомовым и два по силикофлагеллятам скоррелированы с палеомагнитной временной шкалой и опосредованно – по данным изотопного анализа кислорода. Эти датировочные уровни ранжированы на уровни первого и второго порядка по их значимости (Berggren et al., 1980). Таким же образом датированы не показанные здесь уровни по планктонным фораминиферам.

2.16.4. Граница плейстоцена и голоцена. Этой границе соответствует климатическое событие, отвечающее радиоуглеродной датировке 10 000 лет до «ныне», которое было стандартизировано в разрезах озерных ленточных глин в Швеции. Эта граница была предложена на VIII конгрессе INQUA в Париже в 1969 г. и с тех пор принята. Это изменение хорошо отражается в осадках особенно в Скандинавии, и соответствует следующим границам: границе споро-пыльцевых зон III и IV, границе между дриасовой и пребореальной флорами и границе между поздним ледниковьем и постледниковьем (Mörner, 1976).

Хронометрическая датировка возрастных границ

3.1. Введение

Решение пересмотреть хронометрическую датировку возрастных границ было вызвано необходимостью выработки новой временной шкалы. Большинство из обычно используемых временных шкал, таких, как шкала Харленда и др. (Harland et al., 1964) с дополнениями (Lambert, 1971), нуждаются в ревизии в связи со стандартизацией констант распада (Steiger, Jäger, 1977) и появлением новых данных.

Усовершенствование (спрямление) временной шкалы обеспечивается рациональным подбором радиометрических датировок, стратиграфически контролируемых и равномерно расположенных по шкале. Для обоснования возраста каждой стратиграфической границы могут использоваться стандартные статистические методы обработки радиометрических датировок с учетом возникающих ошибок. Эти методы очень близки к тем, которые применяются при определении возраста магнитных инверсий по радиометрическим данным (Cox, Dalrymple, 1967; Mankinen, Dalrymple, 1979).

К сожалению, такая процедура спрямления по нескольким причинам не может быть применена ко всему фанерозою. Во-первых, датировки хроностратиграфических границ, которые контролируются стратиграфически, редки и располагаются неравномерно, за исключением границ внутри кайнозоя и позднего мела. Вторую проблему составляет гетерогенность имеющегося набора датировок. Они получены различными методами по разным минералам, которые находились в разной геологической обстановке. Так, на протяжении всего фанерозоя и в особенности для более молодых периодов большинство датировок получено по глаукониту. Однако существуют разные мнения относительно их надежности (например, Lanphere, Jones, 1978; ср. Odin, 1978a, in Cohee et al., 1978). Все глауконитовые датировки, которые были использованы в этой временной шкале, нанесены отдельно на рис. 3.3–3.7. Третья проблема заключается в том, что биостратиграфический возраст датированного минерала в каждом отдельном случае трудно установить точно, так как корреляция местного стратиграфического подразделения с глобальными ярусами может быть весьма несовершенной. Наконец, многие определения датируют стратиграфическое подразделение не точно, а дают некоторую «вилку» возраста в довольно широких пределах. Мы использовали все принятые радиометрические датировки независимо от геологической об-

становки, но сделали это таким образом, чтобы заинтересованный читатель имел возможность принять или отвергнуть какие-то данные. Большое число данных использовано для того, чтобы не потерять какие-либо из общепринятых датировок, придать большую стабильность временной шкале и избежать пристрастного отношения.

3.2. Основа данных

Хотя ежегодно публикуется множество материалов по изотопным датировкам, лишь очень немногие из них имеют значение для уточнения возраста стратиграфических границ. Опыт, полученный нами при обзоре необходимых материалов, показал, что предпочтительнее использовать ранее опубликованные компиляции, проведенные одним или несколькими исследователями, чем добавлять к ним наши собственные отрывочные данные.

Кайнозой. Мы не сделали никаких существенных добавлений к уже существующему систематически организованному набору радиометрических датировок для кайнозоя. Имеется несколько детальных обзоров по временной шкале кайнозоя, и наши методы, описанные ниже (разд. 3.5), не дали существенно различающихся результатов, хотя они позволили наглядно представить, с какой точностью известен возраст конкретных границ. Датировки стратиграфических границ кайнозоя, приведенные в работах Берггрена и Ван Куверинга (Berggren, Van Couvering, 1974) и Харденболя и Берггрена (Hardenbol, Berggren, 1978), с изменениями, внесенными Нессом и др. (Ness, Levi, Couch, 1980), были пересчитаны на новые константы распада (Steiger, Jäger, 1977). Возраст границ некоторых подэпох, который был плохо определен радиометрическими методами, уточнен с использованием данных магнитостратиграфии (гл. 4).

Мезозой и палеозой. В качестве основного источника возрастных определений для всего мезозоя и палеозоя использовались данные, приведенные в работе Кохи и др. (Cohee et al., 1972), в особенности список Армстронга. Последний критически рассмотрел каждую точку в двух временных схемах Лондонского геологического общества (Harland et al., 1964; Harland et al., 1971), отвергнув около трети точек, относящихся к докайнозую в первой публикации, и несколько точек — во второй. Кроме того, он добавил к своему перечню точек новые датировки, появившиеся в геологической литературе. Таким образом, по прошествии четырнадцати лет перечень докайно-

зойских датировок включает лишь на 40 точек больше, чем было во временной шкале Харленда и др. (Harland et al., 1964).

Некоторые изменения, которые были внесены нами в данные Армстронга, обсуждаются в разд. 3.3. Они заключаются в том, что в шкалу введено несколько новых точек из работ, помещенных в материалах Сиднейского симпозиума (Cohee et al., 1978), и некоторые палеозойские датировки, выполненные трековым методом (McKerrow, Lambert, Chamberlain, 1980); некоторые изотопные датировки интерпретируются нами как более молодые; для ряда точек изменено их стратиграфическое положение. Как можно видеть, результаты нашего пересмотра близки к данным Армстронга (Armstrong, 1972). Наибольший интерес для стратиграфов, занимающихся палеозоем, имеют материалы, полученные трековым методом. Интересно, что включение этих данных в общий перечень датированных точек в общем существенно не повлияло на расчеты возраста стратиграфических границ (разд. 3.11).

3.3. Используемые стратиграфические подразделения

Стратиграфические подразделения, которые приняты в настоящей главе, несколько отличаются от тех, которыми пользовался Армстронг. Необходимо отметить, что по причинам, указанным выше (гл. 2), некоторые из применяемых здесь подразделений отличаются также от тех, которые рассматриваются в гл. 2. Общий список временных подразделений, принятых в нашем обзоре, приведен в разд. 3.11.

Принципиальные различия между подразделениями, принятыми Армстронгом и нами, следующие:

Armstrong, 1978	Настоящий обзор
Юра	
Бат/байос = 1 подразделение	2 подразделения
Аален/тоар = 1 подразделение	2 подразделения
Синемюр/геттанг = 1 подразделение	2 подразделения
Триас	
Скифий не подразделяется	Скифий подразделяется на 4 части (спэтский, смитский, динерский, грисбахский), но в суммарной временной шкале они рассматриваются вместе (разд. 3.11)
Пермь	
Уфимский век не выделяется	Выделяется уфимский век, который предположительно рассматривается как эквивалент нижней части казанского века Армстронга
Ассельский век не выделяется	Выделяется ассельский век, который предположительно рассматривается как нижняя часть сакмарского века Армстронга

Девон

Выделяется кувенский ярус
Кувен рассматривается предположительно как эквивалент эйфеля

Силур

Выделяется даунтон
Даунтон рассматривается предположительно как эквивалент пржидола

Кембрий

Выделяется потсдам
Потсдам приравнивается к меронету

Выделяется акадий
Акадий приравнивается к сент-дэвиду

Выделяется джорджий
Джорджий приравнен к керфаю

Так как основным источником для нас был список Армстронга, то данных по границам бат/байос, аален/тоар или синемюр/геттанг у нас было немного. Мы не располагали также никакими данными по границам спэтский/смитский, смитский/динерский, динерский/грисбахский ярусы, но, как указывается ниже, такое дробное деление скифского яруса еще не реализуется при глобальных работах, хотя эти четыре подразделения приняты как предварительные в гл. 2.

За возраст основания уфимского яруса принята датировка основания казанского яруса, приводимая Армстронгом; в его перечне нет никаких материалов по датировке границы между уфимским и казанским ярусами. Точно так же за основание ассельского яруса принята датировка Армстронга для основания его сакмарского яруса, и нет никаких данных о возрасте границы между ассельским и сакмарским ярусами принятой схемы. Предположение об эквивалентности кувена и эйфеля, даунтона и пржидола, потсдама и меронета, акадия и сент-дэвида, джорджия и керфая может внести ошибки, которые меньше, чем ошибка радиометрического датирования.

Некоторые эпохи карбона, принятые в окончательном варианте гл. 2: серпуховская, башкирская, касимовская, гжельская — отличаются от подразделений, которые используются в настоящей главе (намюр, вестфал, стефан), так как радиометрические определения были выполнены применительно к последовательности подразделений в континентальных фациях, которые использовались в большинстве предыдущих шкал.

3.4. Коррекции

Все датировки были скорректированы в соответствии с рекомендованными константами (λ) и изотопными отношениями (Steiger, Jäger, 1977). Приняты следующие константы и отношения:

$$K - Ar, Ar - Ar:$$

$$\lambda(^{40}K_{\beta-}) = 4,962 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1},$$

$$\lambda(^{40}K_e) = 0,581 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}.$$

Отношение атомов ^{40}K ко всем атомам K (в %) составляет 0,01167.

$$Rb - Sr:$$

$$\lambda(^{87}Rb) = 1,42 \times 10^{-12} \text{ a}^{-1}.$$

$$U - Pb:$$

$$\lambda(^{238}U) = 1,55125 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1},$$

$$\lambda(^{235}\text{U}) = 9,8485 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1},$$

$$^{238}\text{U}/^{235}\text{U} = 137,88 \quad (= \text{отношение числа атомов } ^{238}\text{U} \text{ к числу атомов } ^{235}\text{U}).$$

Для всех расчетов брались опубликованные датировки, производился обратный пересчет для того, чтобы найти первичное отношение радиоактивного родительского и дочернего продуктов. Если было необходимо, то это отношение корректировалось, затем датировка стандартизировалась с использованием новых констант распада (табл. 3.1).

3.5. Метод

Для расчета возраста ярусных границ использовалась модифицированная методика, которая применялась для расчета возраста магнитных инверсий по радиометрическим данным (Сох, Dalrymple, 1967).

Случай 1. В и С-смежные ярусы. Допустим, что В и С-смежные ярусы и В моложе С; B_i и C_i - датировки, принадлежащие соответственно В и С; ошибка каждой датировки - s_{B_i} и s_{C_i} ; t_e - рассчитанный возраст границы между В и С. Мы не принимаем во внимание все датировки яруса В, которые моложе чем t_e , и все датировки яруса С (более древнего яруса), которые древнее чем t_e .

Для оставшихся датировок находим E^2 , где E - ошибка измерений:

$$E^2 = (B_i - t_e)^2/s_{B_i}^2 + (C_i - t_e)^2/s_{C_i}^2, \quad (3.1)$$

и сумму всех имеющихся датировок из В и С. Для рассчитанного возраста t_e подбирается подходящий дифференциал, и значение t_e при минимальном значении E_{\min}^2 берется в качестве лучшего значения для возраста границы между В и С.

Если возраст x яруса В является минимальным, например возраст, определенный по глаукониту, то этот возраст прикладывается ко всем расчетам ошибки для В-С и к расчетам более древних границ, для которых $t_e < x$. Этот возраст не учитывается при расчетах молодой границы В и других более молодых границ.

График зависимости E^2 от t_e обычно имеет форму параболы, очертания которой позволяют визуально оценить разброс датировок (рис. 3.3-3.7). Идеальная кривая имеет один минимум вблизи нуля и симметрично расходящиеся ветви. Реально встречаются обычно два типа неидеальных ситуаций. В первом случае кривая имеет плоское основание с нулевым значением, повторяющимся несколько раз: это получается, когда отсутствуют данные по временному интервалу, соответствующему нулевым значениям (например, рис. 3.4, в). Во втором случае кривая имеет минимум, не достигающий нулевого значения. Это означает, что имеется значительное число датировок для В, которые древнее, чем E_{\min}^2 , и небольшое число датировок для С, которые меньше этого значения (например, рис. 3.3, е). Третьим, менее распространенным типом является заметная асимметричность кривой, что связа-

но с различным количеством данных по разные стороны от минимума (например, рис. 3.4, и).

Случай 2. В и С-смежные ярусы, но возраст границы между ними определяется в интервале датировок ярусов А и D. Пусть А (самый молодой ярус) и D (самый древний) являются крайними ярусами в последовательности А/В/С/D.

В этом случае мы можем рассматривать любую датировку В или С, как лежащую внутри составного яруса В/С. Обозначим возраст буквой x . Тогда граница А-В $< x <$ границы С-D. Если t_e - определенное значение, тогда x привносит ошибку в определение границы ярусов А-В (или более молодой) только в том случае, если $t_e < x$. То же самое происходит в случае границы С-D (или более древней), если $t_e > x$. Возраст границы между В-С не может быть рассчитан.

Случай 3. Ярусы Е и К, возраст которых предполагается внутри датированного интервала; ярусы находятся в последовательности А/В/.../J/K/L... Это просто расширенный случай 2, когда составным ярусом будет последовательность ярусов F/G/H/I/J.

Возрастные датировки, попадающие внутрь интервала, привносят ошибку в определение границ ярусов А-В, В-С, С-D, Е-F, если $t_e < x$, и в определение границ ярусов J-K, L-M, ..., если $t_e > x$.

Как и в случае 2, датировка, полученная в каких-то пределах, не несет никакой информации относительно возраста границ ярусов внутри этого предела, т.е. F-G, G-H, H-I или I-J.

3.6. Ошибки

Метод требует расчета значения ошибки для каждого определения возраста. Для большинства определений, хотя и не для всех, ошибка указывается. Ошибки для этих определений рассчитываются сравнением с линией регрессии. Приняты следующие ошибки: около $\pm 2,7$ млн. лет для 60 млн. лет и около ± 12 млн. лет для 500 млн. лет (табл. 3.1).

3.7. Хронограммы

График распределения E^2 в зависимости от времени для каждой границы вместе с нанесенными на него данными, которые были использованы для расчета границы, рассматривается как «хронограмма» (рис. 3.3-3.7). Условно принято, что числовое значение времени увеличивается слева направо: более древняя граница всегда располагается на хронограмме справа. Данные, относящиеся к более молодому ярусу, помещены слева на двух более высоких уровнях, чем данные, относящиеся к более древнему ярусу, которые помещены справа на двух более низких уровнях. Первые показаны крестиками, вторые - кружками. Определения, сделанные по глаукониту, показаны для более молодого яруса на самом верхнем уровне, для более древнего - на самом нижнем.

Если все использованные данные относятся к соответствующим ярусам, то на последова-

тельных хронограммах показаны датировки от более древних справа к более молодым слева. Датировки, определенные в пределах какого-то интервала, исключены из хронограмм для тех ярусов, границы между которыми они не могут определять. Таким образом, для некоторых ярусов в последовательных хронограммах количество датировок может не совпадать.

Принятый интервал для разделения датировок составлял 0,5 млн. лет для возрастов менее 100 млн. лет, 1 млн. лет для возрастов от 100 млн. до 199 млн. лет, 2 млн. лет для возрастов от 200 млн. до 399 млн. лет и 4 млн. лет для возрастов более 399 млн. лет. Выбор таких интервалов означает, что возраст, который определен с минимальной ошибкой как t , может также в действительности иметь истинный минимум в пределах $t \pm$ (принятый интервал)/2. Например, возраст 212 млн. лет может означать и 211, и 213 млн. лет, возраст 501 млн. лет – 499 или 503 млн. лет.

Следствием такого выбора является то, что продолжительность коротких ярусов в мелу может определяться с ошибкой до 50%. Например, как показано на рис. 3.3, в, граница сантона и коньяка имеет возраст 87,5 млн. лет, а граница коньяка и турона – 88,5 млн. лет (рис. 3.3, г), что дает продолжительность коньяка в 1 млн. лет. Но действительная продолжительность коньяка может быть и 0,5 млн. лет, и 1,5 млн. лет независимо от каких-либо ошибок в датировании. Вследствие этого короткие ярусы в палеозое могут быть даже пропущены.

3.8. «Опорные точки» и интерполяции

Имеется слишком небольшое количество приемлемых данных, чтобы к ним можно было применить строгие статистические методы. Мы попытались дать количественное значение ошибки возраста из хронограммы, взяв за нее половину интервала, в котором ошибка не превышает минимального значения более чем на 1,0 (рис. 5.4, 5.6). Значение этого легко видеть, когда только две идентичные датировки определяют границу и одна из них сделана для более молодого, а другая – для более древнего яруса. Из уравнения (3.1) E^2 равно нулю для этой границы и доходит до 1,0 по обе ее стороны, а рассчитанный возраст отличается от экспериментального на величину рассчитанной ошибки. Обозначим это отличие через t . Если имеется N идентичных датировок с идентичными ошибками e , тогда E^2 увеличивается до 1,0, когда t уменьшается в отношении $1/N^{1/2}$. В действительности валидный расчет ошибки усложняется необходимостью приводить ошибки нескольких определений с широким разбросом значений к единственному числовому значению.

Тем не менее эти значения дают хорошее представление о качестве данных, определяющих границы ярусов. Для выбора опорных точек мы использовали только те хронограммы, в которых ошибка составляет менее 5 млн. лет для ярусов, возрастные границы которых моложе 200 млн. лет, что дало 29 опорных точек. Для более древ-

них границ выбраны те хронограммы, где ошибка составляет менее 12 млн. лет, что дало 14 опорных точек.

Исключения: 1) граница норрийского и карнийского ярусов исключена из опорных точек (интервал ошибки = 8 млн. лет), 2) границы артинского – сакмарского, сакмарского – ассельского, аренигского – тремадокского ярусов приняты в качестве опорных точек, хотя значения ошибки для них равны 12 млн., 12 млн. и 20 млн. лет соответственно. Причины этого рассматриваются в разд. 3.9.

Основной проблемой при разработке временной шкалы был расчет возраста стратиграфических границ между опорными точками. Для этого можно использовать 1) относительную ширину магнитных аномалий на дне океана, 2) относительную мощность осадков, 3) относительное число зон в каждом подразделении, 4) гипотезу равномерного распределения продолжительности подразделений между опорными точками.

3.8.1. Магнитные аномалии морского дна.

Предполагается, что относительная ширина магнитных аномалий морского дна соответствует их продолжительности с внесением поправок на вариации в скорости спрединга. Биостратиграфический возраст аномалий может быть определен по керну скважин глубоководного бурения (Проект глубоководного бурения) или по континентальным разрезам. Мы использовали данные магнитостратиграфии для уточнения некоторых границ в кайнозое и позднем мелу в пределах до 1,2 млн. лет и в пределах точности определения радиометрическими методами. Однако магнитостратиграфия оказалась непригодной для более ранних периодов из-за того, что либо аномалии отсутствовали (как в середине мела), либо они плохо определяются биостратиграфическими методами (М-аномалии; см. разд. 4.4), либо не установлены на морском дне (доюрские аномалии).

3.8.2. Относительная мощность стратиграфических подразделений.

Этот метод уже использовался для некоторых частей временной шкалы (Boucot, 1975; Churkin, Carter, Johnson, 1977; Ziegler, 1978) и имеет большое потенциальное значение. Однако пока не существует систематической поярусной глобальной сводки по относительной мощности отложений в разных условиях седиментации, и мы не использовали этот метод для интерполяции.

Рис. 3.1, 3.2а, 3.2б. Хронометрический возраст границ хроностратиграфических подразделений (сокращения см. приложение 3). Ключевые опорные точки показаны черными кружками. Возраст по хронограмме нанесен посередине горизонтальной черты, длина которой отвечает ошибке определения. Некоторые точки показаны отдельно, вне предела ошибки. Для границ в кайнозое ошибки определений не показаны, так как для этого интервала возраст границ не рассчитывался по хронограммам (рис. 3.3–3.7). «Пределы ошибки» на этих рисунках и в разд. 3.11 соответствуют длине горизонтальных отрезков.

Рис. 3.1. Голоцен-ладин (см. объяснение на с. 61).

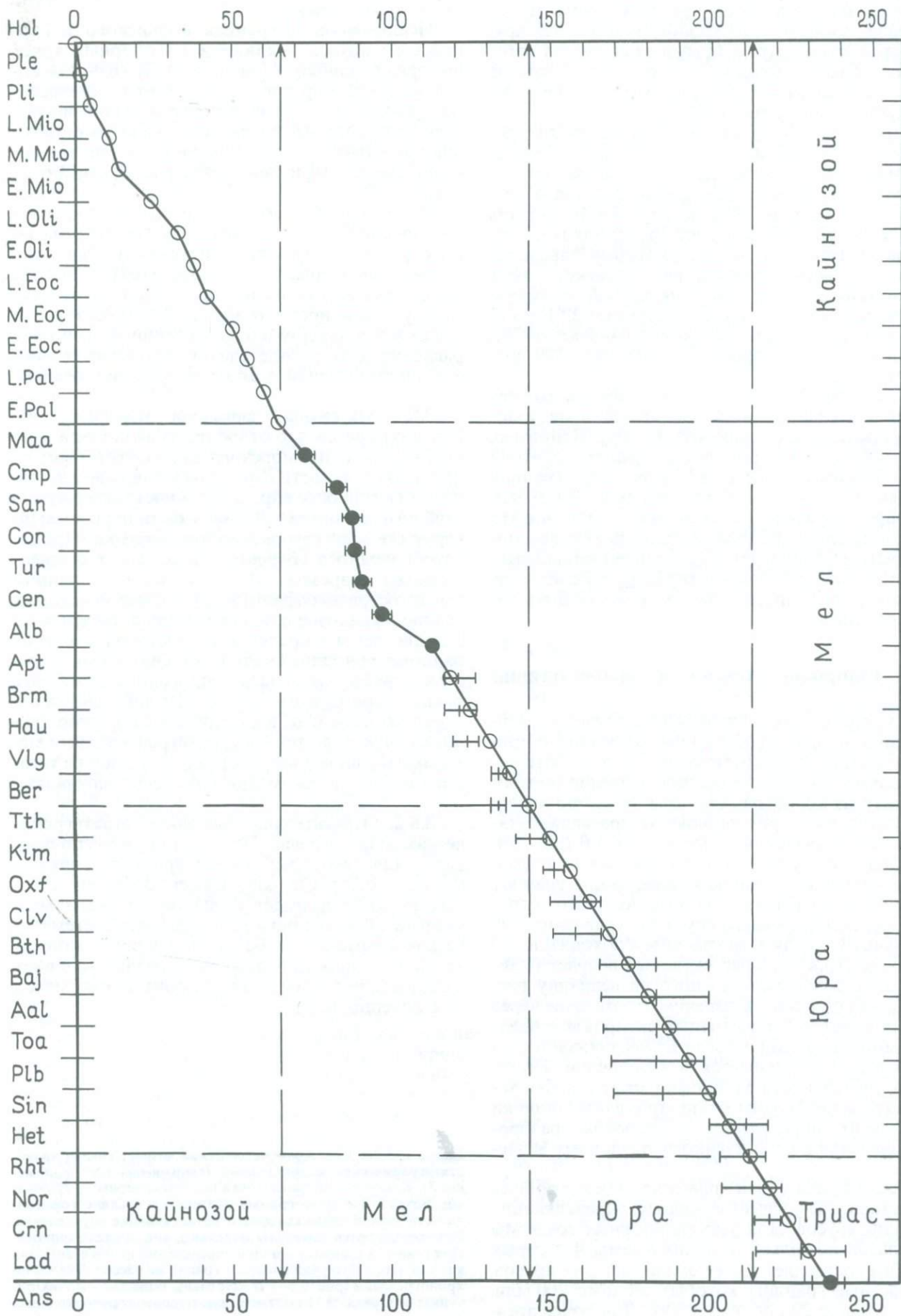


Рис. 3.2а. РЭТ-турне.

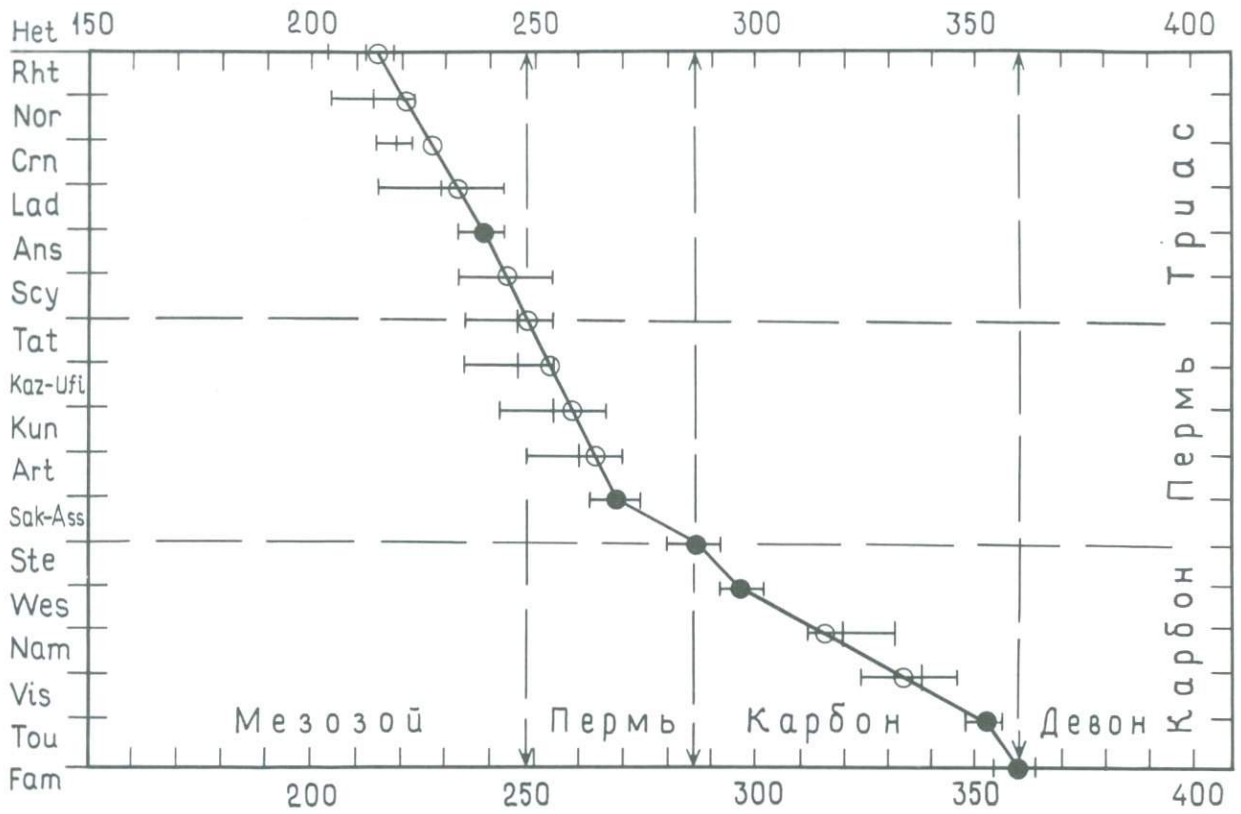
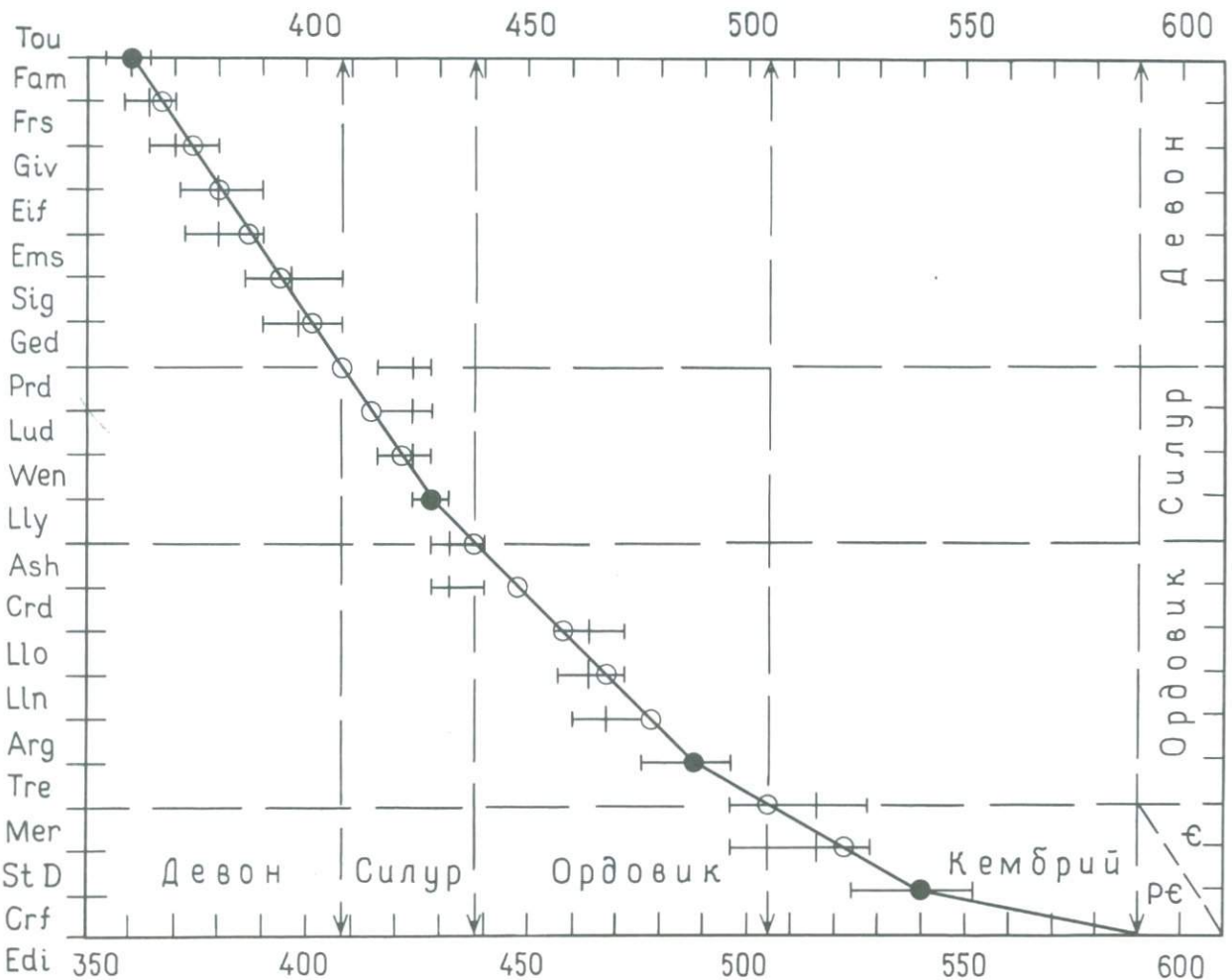


Рис. 3.2б. Фамен-керфай.



3.8.3. Относительное количество зон на век. Хотя это, по-видимому, может дать грубое представление об относительной продолжительности стратиграфических веков, сопоставление вариаций продолжительности веков третичного периода и числа зон, приходящихся на век, показывает, как опасно применять этот подход без детального обсуждения. Мы не использовали этот метод для интерполяции.

3.8.4. Гипотеза «равной продолжительности веков». Хронограммы для позднего мела ясно показывают, что эта гипотеза также невалидна: века варьируют по продолжительности от 1 млн. лет до более чем 15 млн. лет. Тем не менее эта гипотеза приемлема в качестве первоначальной рабочей гипотезы. Ее, возможно, лучше считать «гипотезой средней продолжительности веков». Если рассматривать шкалу через окошко в 60 млн. лет, то средняя продолжительность веков (за исключением карбона) будет почти постоянной. В этой модификации применение гипотезы может быть приемлемым. Например, средняя продолжительность семи самых молодых веков мела составляет 6,6 млн. лет, средняя продолжительность двадцати предшествующих веков – 6,2 млн. лет. Следовательно, мы можем применять эту гипотезу для интерполяции опорных точек.

По-видимому, причиной приблизительно равной продолжительности веков является, при прочих равных условиях, субъективное понимание палеонтологами века – наименьшего стратиграфического подразделения шкалы – как определенного количества изменений морфологических признаков у тропических цефалопод, которые использовались при зональном расчленении мезозоя. Эти изменения, вероятно, происходили с определенной средней скоростью. Мы не думаем, что ярусы, основанные на других группах ископаемых, будут иметь такую же продолжительность.

Если с точки зрения этой гипотезы интерпретировать радиометрические датировки, то некоторые из предложенных выше подразделений пермо-триаса должны рассматриваться как века или подвека (разд. 3.10).

3.9. Выбранные опорные точки

Кайнозой. Как отмечалось выше (разд. 3.2) и будет отмечено дальше в разд. 3.11, мы принимаем расчеты Несса и др. (Ness et al., 1980) с небольшими изменениями границ подэпох в эоцене и палеоцене. Граница третичного и мелового периодов приведена, как у Армстронга (Armstrong, 1978) и Ланфере и Джонса (Lanphere, Jones, 1978).

Мел. Доказательства приемлемости опорных точек для семи самых молодых веков мела приведены на рис. 3.3, а–ж. Датировки двух границ (маастрихт – кампан и кампан – сантон) изменены примерно на 1 млн. лет согласно минимуму на хронограммах, основанному на магнитостратиграфических материалах (гл. 4). Самая древняя опорная точка для мела – это граница апта и альба возрастом 113 млн. лет (рис. 3.3, ж).

Юра. Нет ни одной юрской опорной точки.
Триас. В качестве опорной точки принята (рис. 3.5, б) граница ладинского и анизийского ярусов (238 млн. лет). Другие опорные точки отсутствуют. Граница норий – карний как опорная точка отвергнута, так как в сравнении с норием и более молодыми породами для карния имеется слишком мало данных (рис. 3.4, и). Неравномерность распределения датировок приводит к заметной асимметрии кривой. Норийские и более молодые датировки к тому же получены в основном по интрузиям, возраст которых определяется в некоторых пределах (например, точка А447) (табл. 3.1).

Пермь. Границы между артинским + сакмарским и ассельским (рис. 3.5, ж), между сакмарским и ассельским + стефанским веками (рис. 3.5, з) использованы в качестве опорных точек (268 млн. и 286 млн. лет). Хронограмма границы артинского – сакмарского и ассельского веков принята как опорная точка потому, что, хотя датировки и получены по интрузиям, возраст которых определен в некоторых пределах, эти данные распределяются более равномерно и плотно, чем данные по карнийскому ярусу (рис. 3.4, и). Эта хронограмма также более симметрична. Граница между сакмарским и ассельским + стефанским ярусами принята в качестве опорной точки потому, что датированные точки распределены у этой границы удовлетворительным образом и хронограмма имеет симметричный вид.

Карбон. В карбоне в качестве опорных точек приняты границы стефан – вестфал (рис. 3.5, и) – 296 млн. лет; визе – турне (рис. 3.6, в) – 352 млн. лет; турне – фамен (рис. 3.6, з) – 360 млн. лет.

Две датировки «удревяют» минимальные значения для границ визе – турне и турне – фамен. Эти две К – Аг-датировки, выполненные с малыми ошибками по валовой пробе шотландских базальтов (точки А4360 и А5360, табл. 3.1), равны 354 млн. и 366 млн. лет. Стратиграфический возраст этих точек определяется как, возможно, визейский (Е. Х. Фрэнсис, личное сообщение, 1981). Эти датировки явно не согласуются с датировкой 342 млн. лет, выполненной Rb – Sr-методом по валовой пробе для основания турне (точка В1) (Bougoz, 1978). Оставлены все три датировки, так как не ясны критерии, на основании которых можно выбрать одни из них и отклонить другие.

Девон. Опорных точек не имеется.

Силур. Имеется лишь одна плохая опорная точка (граница венлок – лландовери) – 428 млн. лет (рис. 3.7, б).

Ордовик. Принята одна плохая опорная точка (граница арениг – тремадок) – 488 млн. лет (рис. 3.7, е). Хотя три границы вышележащих ярусов имеют меньшие ошибки датировок (карадок – лландейло, рис. 3.7, г; лландейло – лланвирн, рис. 3.7, г; лланвирн – арениг, рис. 3.7, д), выбрана только граница арениг – тремадок, так как для двух других границ значения датировок оказались идентичными. Третья датировка не принята в качестве опорной точки, так как среди использованных для ее определения конкретных датированных точек три аренигские и более древ-

няя точка на рис. 3.7, д являются датировками по иллиту (PTS 47), а две другие — по глаукониту (PTS 163 и PTSS 348); все они дают минимальный возраст.

Кембрий. Одна плохая опорная точка (граница сент-дэвид — керфай) — 540 млн. лет (рис. 3.7, и).

3.10. Интерполированные значения

Мел — середина триаса. В пределах этого интервала насчитываются 20 ярусов и 125 млн. лет, т. е. на каждый ярус приходится 6,25 млн. лет. Начиная с границы апт — альб возрастом 113 млн. лет, для предшествующих ярусов датировки их границ находятся с последовательным добавлением 6 млн., 6 млн., 6 млн. и 7 млн. лет. Результаты приведены в разд. 3.11 и на рис. 3.1. Отклонения от прямой линии между двумя опорными точками, возможно, частично отражают реальные отклонения от условно принятой равной продолжительности веков.

Середина триаса — ранняя пермь. Наклон линии на рис. 3.2а очень близок к наклону линии середина мела — середина триаса: на 6 ярусов приходится 30 млн. лет или 5 млн. лет на ярус. Это сходство сохраняется только в том случае, если рассматривать скифий как один ярус и не принимать во внимание уфимский ярус. Если скифий подразделять и учитывать уфимский ярус, то наклон линий будет меньше, и века — короче. Мы рассматриваем это как доказательство того, что скифский и казанский ярусы (от которого отделен уфимский; разд. 3.3) могут быть существенно короче. Поэтому для того, чтобы принять подразделения, предложенные в гл. 2, необходимы более детальные исследования с целью показать возможность их выделения в глобальном масштабе.

Наоборот, исключение ассельского яруса (рис. 3.2а) дает продолжительность сакмарского яруса в 18 млн. лет. Это доказывает правомерность выделения ассельского яруса как подразделения, которое может использоваться для глобальной корреляции.

Карбон. Опорная точка границы стефан — вестфал — 296 млн. лет. Следующая опорная точка — граница визе — турне — 352 млн. лет. В интервале 56 млн. лет имеются две промежуточные границы. Путем линейной интерполяции граница

вестфал — намюр определяется на уровне 315 млн. лет, граница намюр — визе — 333 млн. лет.

Ярусы карбона значительно продолжительнее, чем все другие (кроме кембрийских). Частичной причиной этого является, вероятно, то, что значительная часть карбона выделяется и подразделяется по неморским фаунам и по флорам.

Опорная точка границы турне — фамен имеет особое значение, так как это самая древняя удолетворительно обоснованная опорная точка во временной шкале фанерозоя.

Девон — ранний силур. Возрастные границы яруса найдены путем линейной интерполяции — 10 веков и 68 млн. лет или 6,8 млн. лет на век. Средняя продолжительность весьма близка к продолжительности веков мезозоя.

Ранний силур — ранний ордовик. Для датировок границ ярусов использованы две плохие опорные точки — 6 веков и 60 млн. лет, т. е. 10 млн. лет на век.

Ранний ордовик — ранний кембрий. Используются две плохо обоснованные опорные точки — 488 млн. и 540 млн. лет: временной интервал в 52 млн. лет подразделяется на 3 века, что дает 17 млн., 18 млн. и 17 млн. лет для их последовательности.

Самый ранний кембрий. Для начальной границы кембрия мы приняли условно возраст в 590 млн. лет, что определяет продолжительность керфайской эпохи в 50 млн. лет.

3.11. Суммарная временная шкала (стр. 66-69)

В колонках этой таблицы приведены предлагаемые нами сокращения названий временных подразделений (в скобках); кодовый номер временного подразделения в соответствии с колонками 8 и 9 табл. 3.1; название временного подразделения; продолжительность в млн. лет; возраст начальной границы в млн. лет; значение неопределенности этой датировки (в млн. лет), как она подсчитана по хронограммам (интервал, при котором E^2 не превышает минимального значения в 1,0) («ошибка», приведенная на рис. 5.4 и 5.6, взята как половина этого значения); последняя колонка — ссылка на источник, откуда взята датировка.

Четвертичный период (продолжительность $2,00 \pm 0,1$ млн. лет)

(Hol)	1	Голоцен	10 000 лет (0,01 млн. лет)			
(Ple)	2	Плейстоцен	$2,0 \pm 0,1$ млн. лет			Selli et al., 1977
Третичная подэра (продолжительность 63 млн. лет)						
(Pli)	3	Плиоцен	(продолжительность 3,1 млн. лет)			
			5,1			Ness et al., 1980
(Mio)	4	Миоцен	(продолжительность 19,5 млн. лет)			
		Поздний	6,2	11,3		Ness et al., 1980
		Средний	3,1	14,4		Ness et al., 1980
		Ранний	10,2	24,6		Ness et al., 1980
(Oli)	5	Олигоцен	(продолжительность 13,4 млн. лет)			
		Поздний	8,2	32,8		Ness et al., 1980
		Ранний	5,2	38,0		Ness et al., 1980
(Eoc)	6	Эоцен	(продолжительность 16,9 млн. лет)			
		Поздний	4,0	42,0		Гл. 4
		Средний	8,5	50,5		Гл. 4
		Ранний	4,4	54,9		Ness et al., 1980
(Pal)	7	Палеоцен	(продолжительность 10,1 млн. лет)			
		Поздний	5,3	60,2		Гл. 4
		Ранний	4,8	65,0		Armstrong, 1978; Lanphere, Jones, 1978; гл. 4
Меловой период (продолжительность 79,0 млн. лет)						
Поздняя эпоха						
(Маа)	8	Маастрихтский	8	73	4	Гл. 4; рис. 4.4; опорная точка
(Смп)	9	Кампанский	10	83	4,5	Гл. 4; рис. 4.4; опорная точка
(Сан)	10	Сантонский	4,5	87,5	4,5	Рис. 3.3,в; опорная точка
(Соп)	11	Коньякский	1	88,5	2,5	Рис. 3.3,г; опорная точка
(Тур)	12	Туронский	2,5	91	2,5	Рис. 3.3,д; опорная точка
(Сен)	13	Сеноманский	6,5	97,5	2	Рис. 3.3,е; опорная точка
Ранняя эпоха						
(Аlb)	14	Альбский	15,5	113	4	Рис. 3.3,ж; опорная точка для интервала от апта до ладина
(Арт)	15	Аптский	6	119	9	Рис. 3.3,з
(Вrm)	16	Барремский	6	125	9	Рис. 3.3,з
(Нau)	17	Готеривский	6	131	8	Рис. 3.3,и
(Vlg)	18	Валанжинский	7	138	5	Рис. 3.4,а
(Вer)	19	Берриасский	6	144	5	Рис. 3.4,б

Юрский период (продолжительность 69 млн. лет)

Поздняя эпоха

(Tth)	20	Титонский	6	150	12	Рис. 3.4, в
(Kim)	21	Кимериджский	6	156	6	Рис. 3.4, г
(Oxf)	22	Оксфордский	7	163	15	Рис. 3.4, д

Средняя эпоха

(Clv)	23	Келловейский	6	169	15	Рис. 3.4, д
(Bth)	24	Батский	6	175	34	Рис. 3.4, е
(Baj)	25	Байосский	6	181	34	Рис. 3.4, е

Ранняя эпоха

(Aal)	26	Ааленский	7	188	34	Рис. 3.4, е
(Toa)	27	Тоарский	6	194	28	Рис. 3.4, е
(Plb)	28	Плинсбахский	6	200	32	Рис. 3.4, е
(Sin)	29	Синемюрский	6	206	18	Рис. 3.4, е
(Het)	30	Геттангский	7	213	14	Рис. 3.4, ж

Триасовый период (продолжительность 35 млн. лет)

Поздняя эпоха

(Rht)	31	Рэтский	6	219	18	Рис. 3.4, з
(Nor)	32	Норийский	6	225	8	Рис. 3.4, и
(Crn)	33	Карнийский	6	231	22	Рис. 3.5, а

Средняя эпоха

(Lad)	34	Ладинский	7	238	10	Рис. 3.5, б; опорная точка для всех более молодых веков до основания альбского и для всех более древних веков до основания артинского
(Ans)	35	Анизийский	5	243	22	Рис. 3.5, в

Ранняя эпоха

(Sra)	36	Спэтский				Не рассчитывался
(Smi)	37	Смитский				Не рассчитывался
(Die)	38	Динерский				Не рассчитывался
(Gri)	39	Грисбахский				Не рассчитывался
(Scy)	36-39	Скифский	5	248	20	Рис. 3.5, в

Пермский период (продолжительность 38 млн. лет)

Ранняя эпоха

(Tat)	40	Татарский	5			
				253	20	Рис. 3.5, г
(Kaz)	41	Казанский				Не рассчитывался
(Ufi)	42	Уфимский	5 (казанский/уфимский)			
				258	24	Рис. 3.5, д

Ранняя эпоха

(Kun)	43	Кунгурский	5			
				263	22	Рис. 3.5, е
(Art)	44	Артинский	5			
				268	12	Рис. 3.5, д; опорная точка для всех более молодых веков до основания ладинского
(Sak)	45	Сакмарский				Не рассчитывался
(Ass)	46	Ассельский	18 (сакмарский/ассельский)			
				286	12	Рис. 3.5, з; опорная точка

Каменноугольный период (продолжительность 74 млн. лет)

(Ste)	47	Стефанский	10			
				296	10	Рис. 3.5, б; опорная точка для двух следующих веков
(Wes)	48	Вестфальский	19			
				315	20	Рис. 3.6, а
(Nam)	49	Намюрский	18			
				333	22	Рис. 3.6, б
(Vis)	50	Визейский	19			
				352	8	Рис. 3.6, в; опорная точка для двух предшествующих веков
(Tou)	51	Турнейский	8			
				360	10	Рис. 3.6, г; опорная точка для всех веков до основания венлока

Девонский период (продолжительность 48 млн. лет)

Поздняя эпоха

(Fam)	52	Фаменский	7			
				367	12	Рис. 3.6, д
(Frs)	53	Франский	7			
				374	18	Рис. 3.6, е

Средняя эпоха

(Giv)	54	Живетский	6			
				380	18	Рис. 3.6, ж
(Eif)	55	Эйфельский	7			
				387	28	Рис. 3.6, з

Ранняя эпоха

(Ems)	56	Эмский	7			
				394	22	Рис. 3.6, з
(Sig)	57	Зигенский	7			
				401	18	Рис. 3.6, и
(Ged)	58	Жединский	7			
				408	12	Рис. 3.7, а

<i>Силурийский период</i> (продолжительность 30 млн. лет)						
(Prd)	59	Пржидол	6	414	12	Рис. 3.7,а
(Lud)	60	Лудлов	7	421	12	Рис. 3.7,а
(Wen)	61	Венлок	7	428	8	Рис. 3.7,б; опорная точка для всех более молодых веков до турнейского и для всех более древних веков до начальной границы аренига
(Lly)	62	Лландовери	10	438	12	Рис. 3.7,в
<i>Ордовикский период</i> (продолжительность 67 млн. лет)						
(Ash)	63	Ашгилл	10	448	12	Рис. 3.7,в
(Crd)	64	Карадок	10	458	16	Рис. 3.7,г
(Llo)	65	Лландейло	10	468	16	Рис. 3.7,г
(Lln)	66	Лланвирн	10	478	16	Рис. 3.7,д
(Arg)	67	Арениг	10	488	20	Рис. 3.7,е; плохая опорная точка для всех более молодых веков до венлока и для более древних до начальной границы сент-дэвида
(Tre)	68	Тремадок	17	505	32	Рис. 3.7,ж
<i>Кембрийский период</i> (продолжительность 85 млн. лет)						
(Mer)	69	Мерионет	18	523	36	Рис. 3.7,з
(StD)	70	Сент-дэвид	17	540	28	Рис. 3.7,и; плохая опорная точка для всех более молодых веков до аренига и более древних до начальной границы кембрия
(Crf)	71	Керфай	50(?)	590(?)		Датировка основания по Кауи и Криббу (Cowie, Gibb, 1978), хронограммы не использовались
<i>Протерозой</i>						
	80	Докембрий недифференцированный				

Рис. 3.3–3.7. Хронограммы, показывающие хронометрический возраст, функцию ошибки определения и датировки для каждой хроностратиграфической границы (сокращения стратиграфических названий см. в приложении 3). Звездочка в правом верхнем углу указывает, что эта граница принята как опорная точка. Увеличение возраста (в млн. лет) – слева направо, значения функции ошибки определения возраста отложены по вертикальной оси. Функция выражается U-образной кривой. Отметьте масштаб изменения функции. Датировки по глаукониту, стратиграфически более молодые, чем возраст границы, показаны в виде крестиков, расположенных в верхнем ряду, все остальные датировки показаны крестиками в нижнем ряду. Датировки более древние, чем возраст границы, показаны: по глаукониту – нижним рядом кружков, другие – верхним рядом кружков. Возраст по хронограмме показан сплошной вертикальной линией, его значение приведено в середине хронограммы. Принятое значение показано пунктирной линией над значком «Т»; эти значения приводятся в разд. 3.11. Там, где эти два значения совпадают, показана только сплошная линия.

Рис. 3.3. Хронограммы для маастрихта-валанжина.

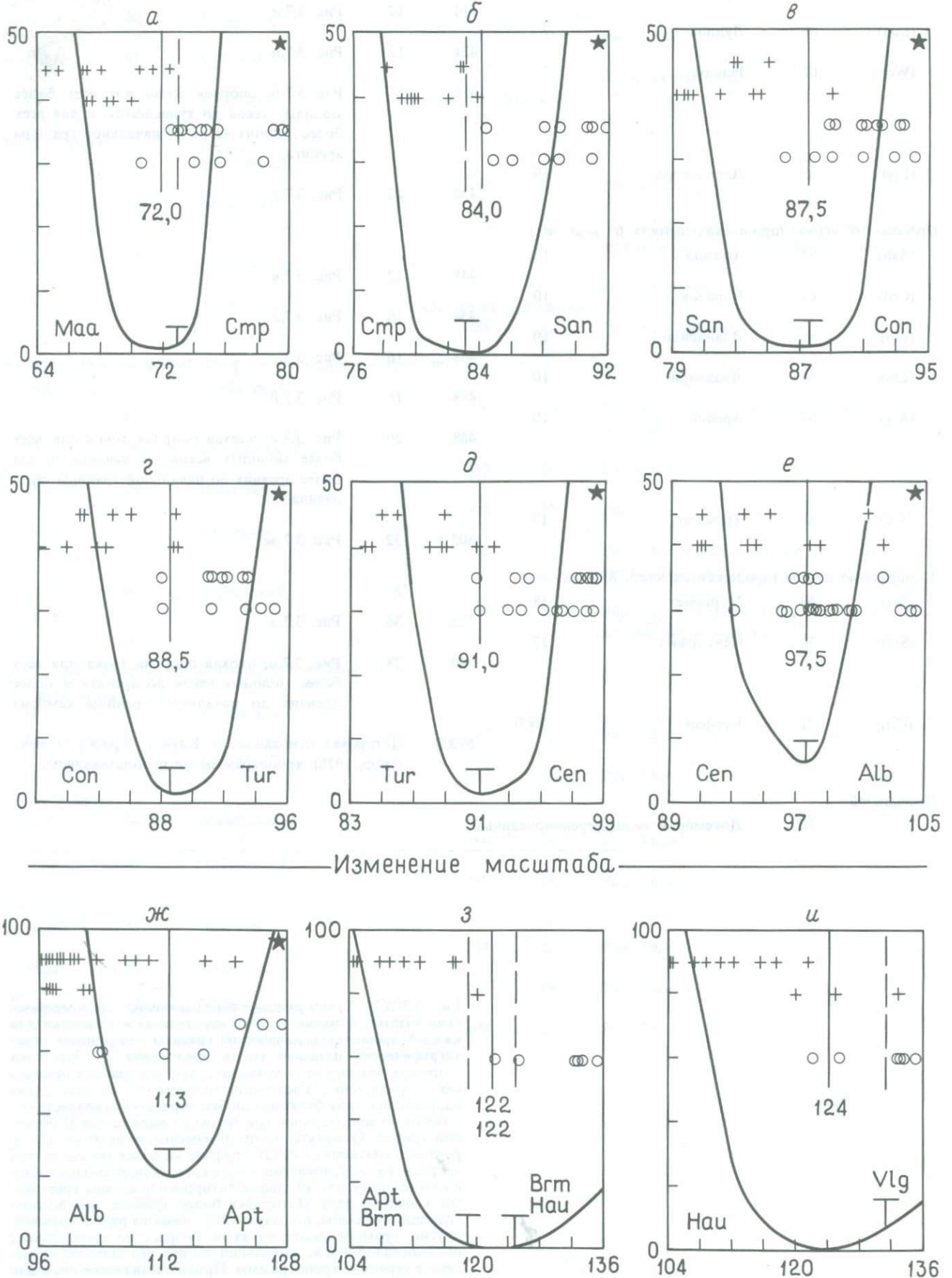


Рис. 3.4. Хронограммы для валунжина – карния.

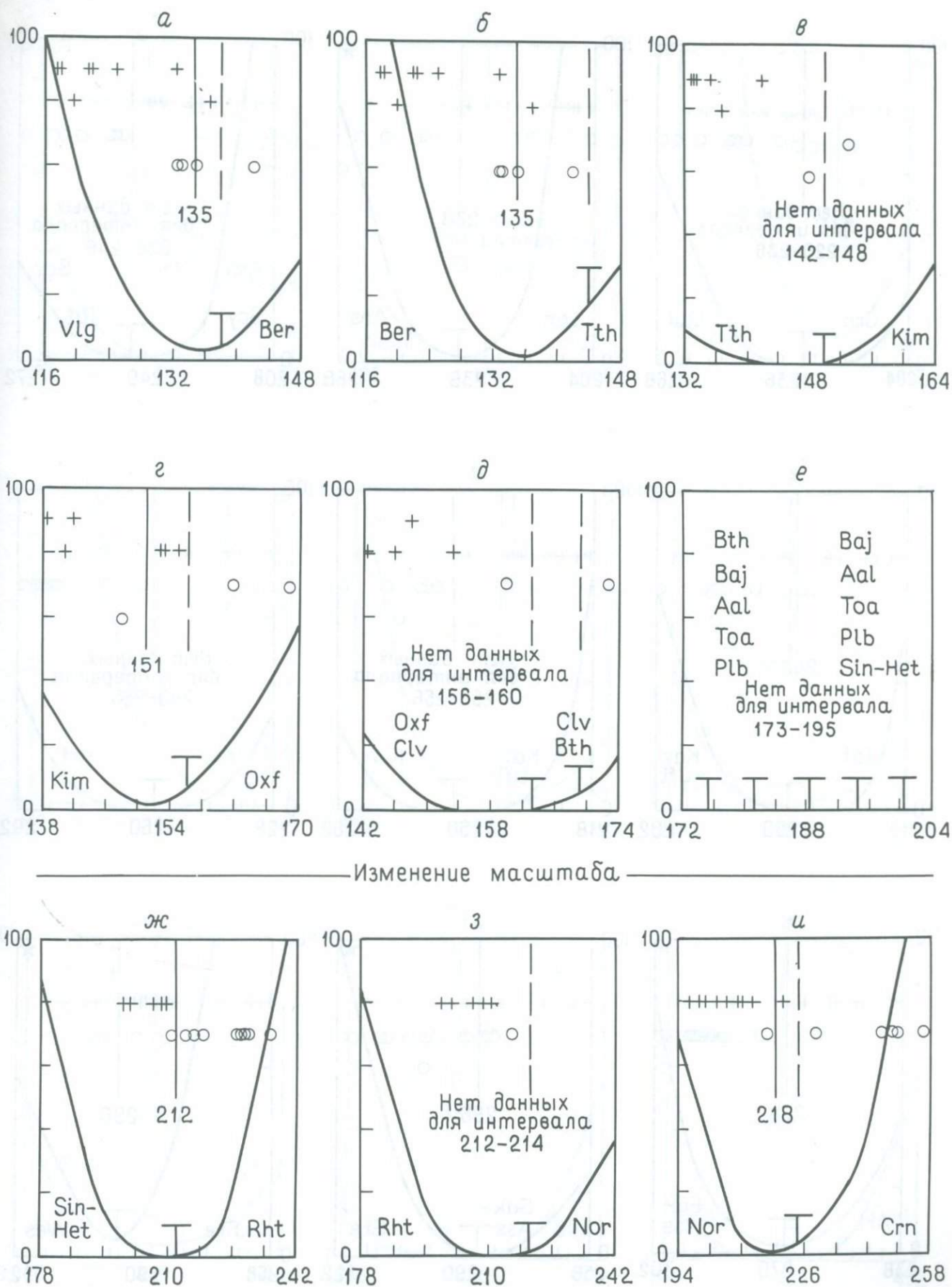


Рис. 3.5. Хронограммы для карния-вестфала.

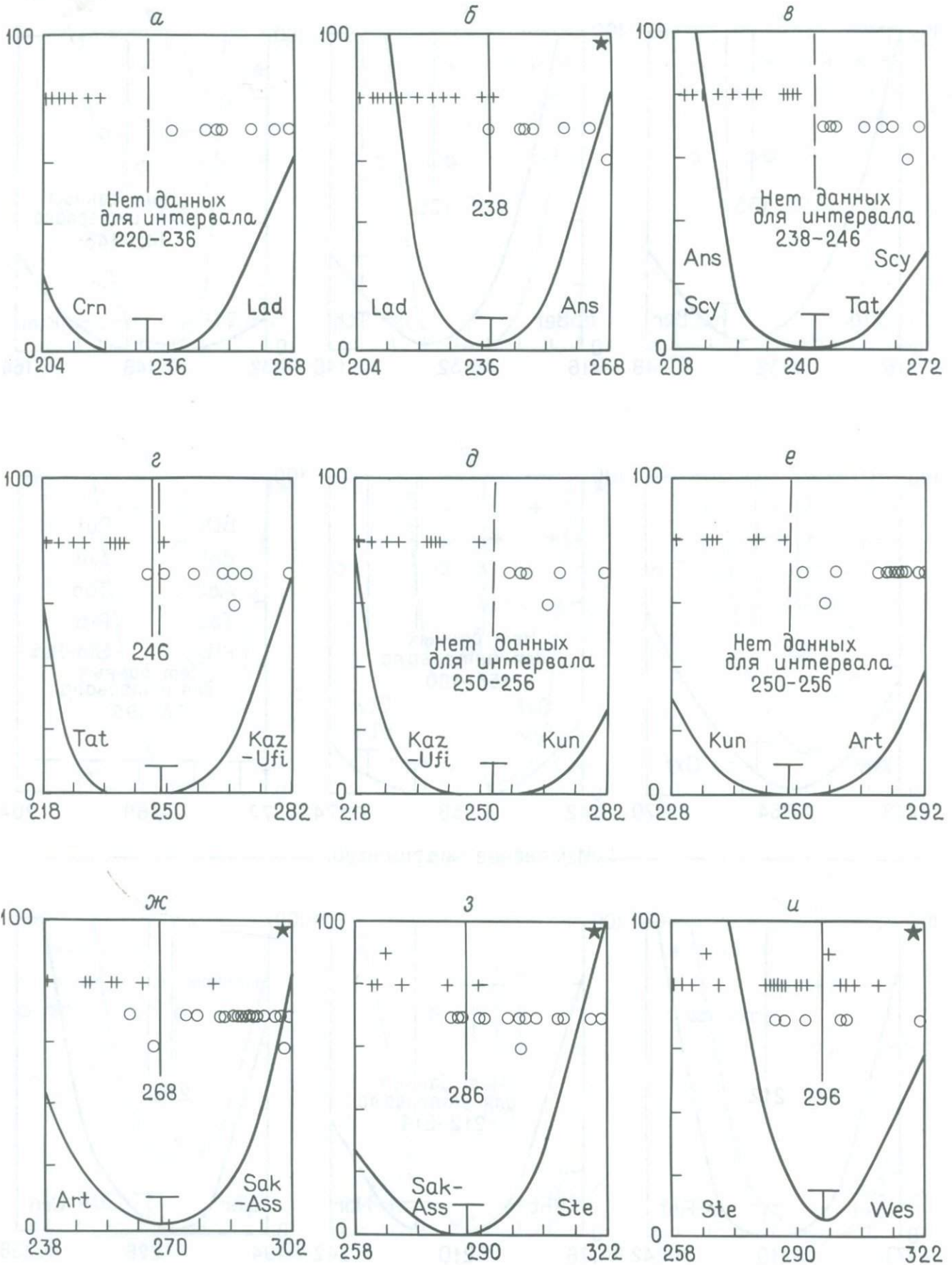


Рис. 3.6. Хронограммы для вестфала – жедина.

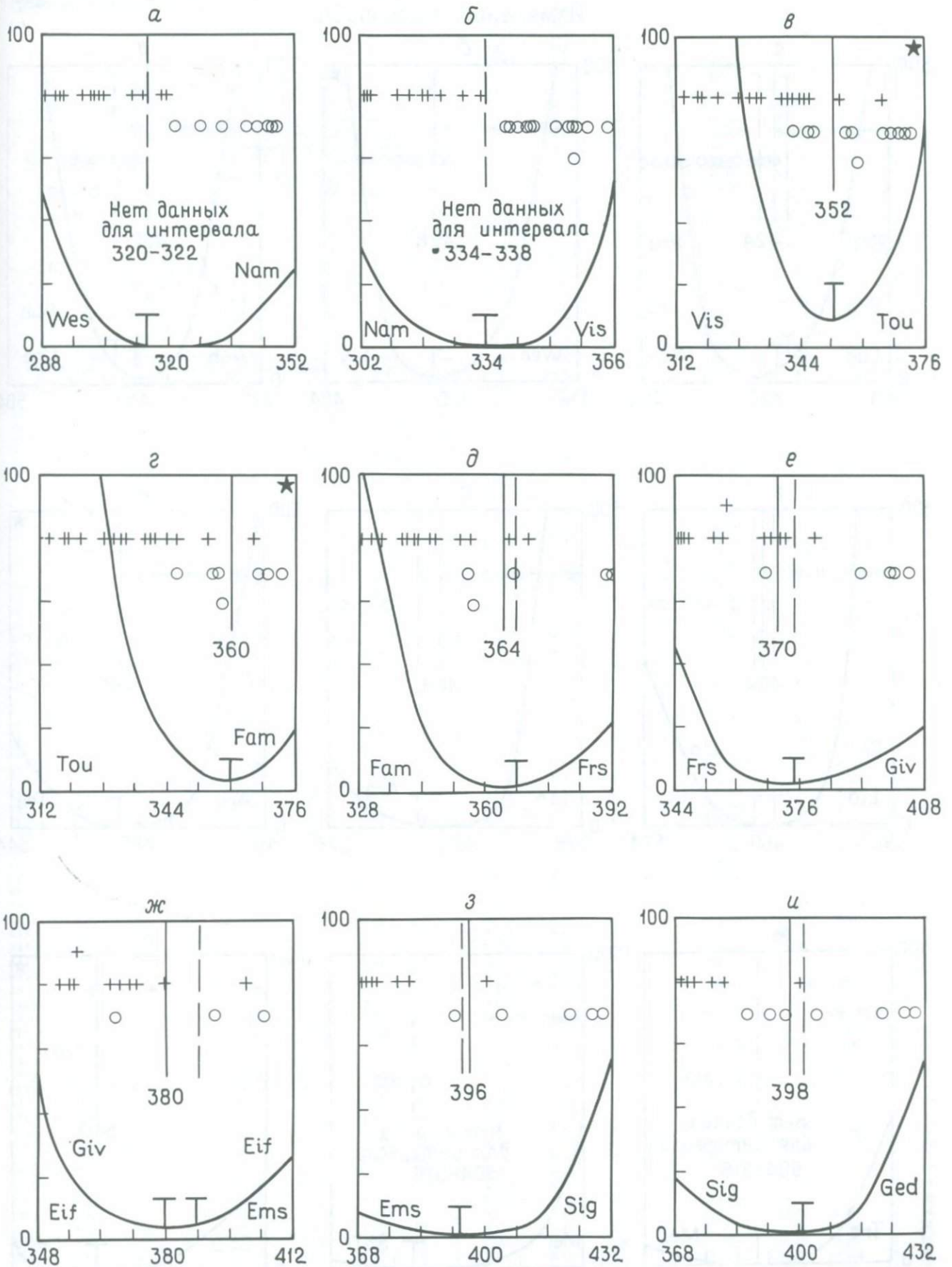


Рис. 3.7. Хронограммы для жедина-керфая.

Изменение масштаба

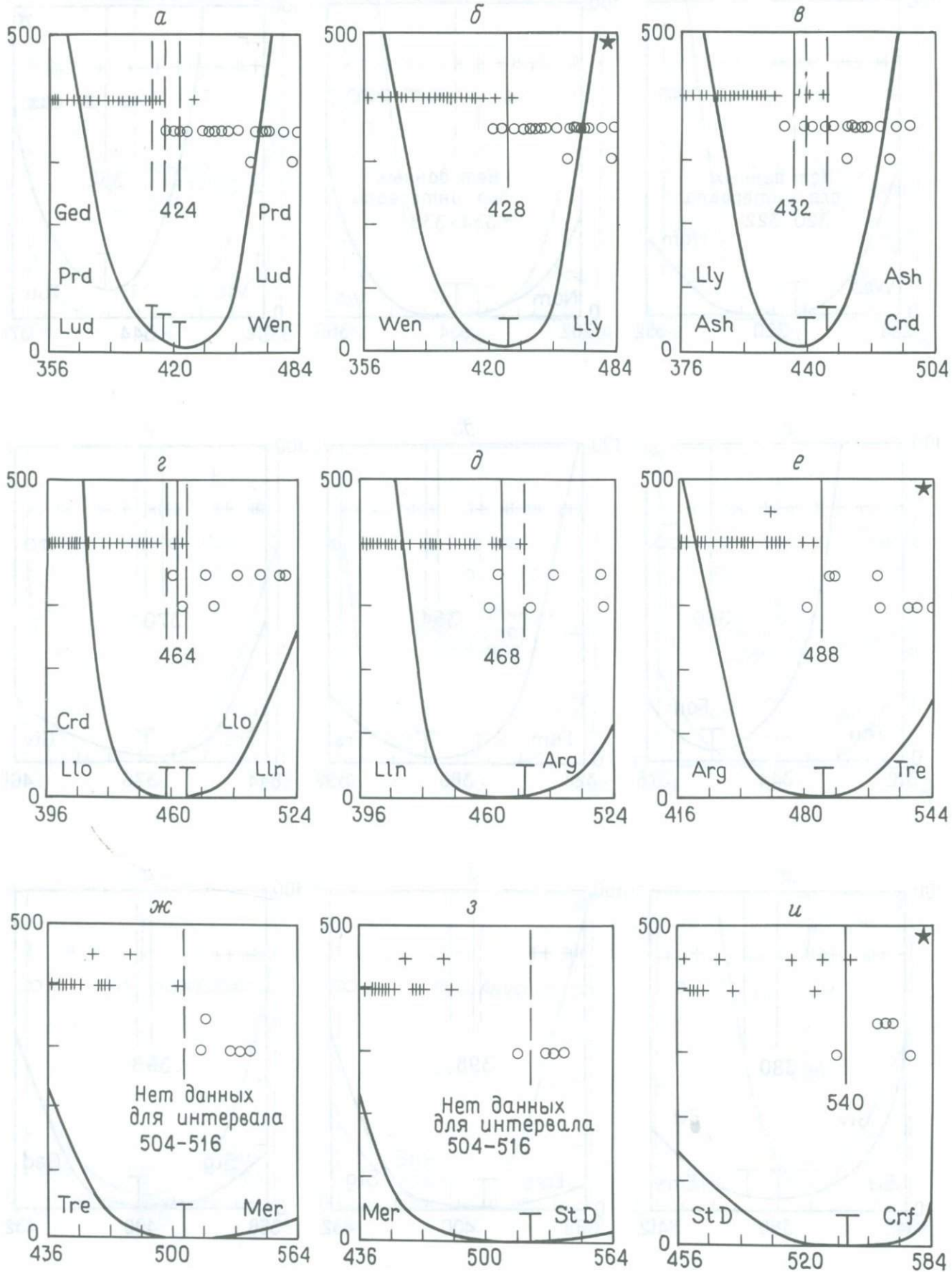


Таблица 3.1.

Опубликованные и стандартизированные датировки, использованные в настоящей работе.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
PTS226	KAr	Bi	1	96.00	98.22	-3.45	13	0
A463	KAr	Bi	1	91.30	93.42	0.90	13	0
A464	KAr	Bi	1	92.10	94.24	0.90	13	0
A495	KAr	Gl	1	91.50	93.62	1.80	13	0
A498	KAr	Gl	1	93.00	95.16	2.30	13	0
A502	KAr	Gl	1	88.90	90.97	2.80	13	0
A517	KAr	Gl	1	99.00	101.28	3.00	13	0
PTS202	KAr	Bi	1	100.00	102.31	3.00	13	0
A418	KAr	Gl	2	90.00	87.93	4.00	13	0
PTS51	KAr	Gl	1	94.00	96.18	-3.60	14	0
PTS56	KAr	Gl	1	96.00	98.22	-3.60	14	0
PTS203	KAr	Bi	1	117.00	119.66	4.00	14	0
PTS204	KAr	Bi	1	96.00	98.22	2.00	14	0
PTS212	KAr	Gl	2	103.00	100.62	-3.60	14	0
PTS219	KAr	Gl	1	108.00	110.47	-3.60	14	0
PTS220	KAr	Gl	2	103.00	100.62	-4.00	14	0
PTS227	KAr	Gl	1	91.00	93.11	-3.60	14	0
PTS228	KAr	Gl	1	97.00	99.24	-3.60	14	0
PTS230	KAr	Gl	1	94.00	96.18	-3.60	14	0
PTS233	KAr	Gl	1	115.00	117.62	-3.60	14	0
PTS237	KAr	Gl	1	119.00	121.70	-3.60	14	0
PTS242	KAr	Gl	1	98.00	100.26	3.00	14	0
PTS336	KAr	Ign	2	105.00	102.57	-3.60	14	0
A428	KAr	Gl	2	106.00	103.55	4.00	14	0
A429	KAr	Gl	2	110.00	107.45	5.00	14	0
A465	KAr	Rb	1	95.30	97.51	1.00	14	0
A466	KAr	Fel	1	95.30	97.51	1.00	14	0
A496	KAr	Gl	1	97.10	99.34	3.30	14	0
A497	KAr	Gl	1	96.00	98.22	4.00	14	0
A499	KAr	Gl	1	95.70	97.91	5.30	14	0
A500	KAr	Gl	1	94.90	97.10	3.70	14	0
A501	KAr	Gl	1	97.20	99.45	6.10	14	0
A518	KAr	Gl	1	96.00	98.22	3.00	14	0
A494	KAr	Gl	1	106.30	108.74	4.20	14	0
PTS49	KAr	Gl	1	110.00	112.52	-3.70	15	0
PTS50	KAr	Gl	1	115.00	117.62	-3.70	15	0
PTS60	KAr	Gl	1	102.00	104.35	-3.70	15	0
PTS213	KAr	Gl	2	107.00	104.52	-3.70	15	0
PTS181	KAr	Gl	2	97.00	94.76	-3.70	15	0
LJ1	U	Zr	7	115.00	113.79	2.00	1	15
SMYH1	RbSr	WR	5	121.00	125.26	6.00	15	17
SMYH2	RbSr	WR	5	128.00	132.51	12.00	15	17
PTS75	KAr	Bi	2	134.00	130.87	-3.90	17	21
LJ3	U	Zr	8	136.00	136.00	2.00	17	21
PTS215	KAr	Gl	2	136.00	132.82	-4.20	18	0
PTS322	KAr	Gl	2	125.00	122.09	-4.20	18	0
A430	KAr	Gl	2	128.00	125.02	5.00	18	0
LJ4	KAr	Bi	3	136.50	136.50	2.50	18	0
A406	KAr	WR	1	124.00	126.80	-4.20	1	18
PTS328	KAr	Bi	2	134.00	130.87	-4.35	1	19
PTS177	KAr	Gl	1	131.00	133.95	4.00	-19	0
PTS73	KAr	Gl	1	139.00	142.10	-4.50	20	0
A445	KAr	Hb	1	155.00	158.42	-4.50	20	80
A492	KAr	Gl	1	129.60	132.52	6.00	20	0
A1322	KAr	Gl	2	136.00	132.82	-4.50	20	0
PTS178	KAr	Gl	1	132.00	134.97	4.00	20	0
A444	KAr	Bi	1	150.00	153.32	5.00	21	0
A480	KAr	Bi	1	150.00	153.32	-4.60	1	21
A481	RbSr	Bi	5	150.00	155.28	-4.60	1	21
A485	KAr	Gl	1	135.50	138.54	3.00	-21	0
PTS76	KAr	Bi	2	143.00	139.65	-4.60	1	21
PTS77	KAr	Gl	1	136.00	139.05	-4.80	-22	0
A484	KAr	Gl	1	145.00	148.22	3.00	22	0
A479	KAr	Bi	1	168.00	171.66	-4.80	22	27
A431	KAr	Gl	2	145.00	141.61	5.00	-23	0
A419	KAr	WR	2	164.00	160.14	6.00	24	25
PTS89	KAr	Bi	1	169.00	172.69	-5.15	24	28
PTS90	KAr	Bi	2	173.00	168.92	-5.15	1	24
A1358	KAr	Bi	1	218.00	222.56	2.00	26	34
PTS358	RbSr	WR	5	218.00	225.68	16.00	26	34
A432	KAr	Gl	2	160.00	156.24	6.00	-28	0
A433	KAr	WR	2	175.00	170.87	-5.70	1	28
A475	KAr	Bi	1	200.00	204.25	5.00	28	33
PTS366	RbSr	Fel	4	200.00	195.77	2.00	28	33
A409	KAr	Bi	1	194.00	198.14	4.00	29	32
A477	KAr	WR	1	202.00	206.29	6.00	29	0
A478	KAr	Hb	1	206.00	210.35	6.00	1	30
A505	KAr	Hb	1	173.00	176.76	8.00	-29	0
A504	KAr	Hb	1	197.00	201.20	6.00	1	29
A506	KAr	Hb	1	195.00	199.16	8.00	1	29
A507	KAr	Hb	1	205.00	209.34	9.00	1	29
A446	RbSr	Mis	4	217.00	212.42	5.00	31	32
A447	KAr	Hb	1	214.00	218.49	4.00	31	32
PTS69	KAr	Bi	1	223.00	227.65	-6.10	31	43
A519	KAr	WR	1	224.00	228.66	5.00	33	34
PTS160	U	Ur	7	218.00	215.71	5.00	33	0
A476	KAr	Bi	5	230.00	238.10	-6.60	1	34
A1361	KAr	Bi	1	231.00	235.78	-6.60	1	34
PTS361	RbSr	WR	5	230.00	238.10	-6.60	1	34
A520	KAr	WR	1	232.00	236.80	4.00	35	39
PTS338	KAr	WR	2	255.00	248.85	15.00	40	0
PTS198	RbSr	Mis	4	64.00	62.65	5.00	7	8
A467	KAr	Gl	1	61.00	62.45	2.00	7	0
PTS198	U	Mis	7	64.00	63.33	5.00	7	8
PTS198	KAr	Bi	1	67.00	68.59	5.00	7	8
A512	KAr	Gl	1	66.70	68.28	3.00	8	0
A450	KAr	Bi	1	67.40	68.99	0.70	8	0
A451	KAr	Bi	1	68.50	70.12	0.70	8	0
PTS54	KAr	Gl	1	69.00	70.63	-2.70	8	0
PTS13	RbSr	Gl	5	65.00	67.29	-2.70	8	0
A514	KAr	Gl	1	70.80	72.47	3.00	8	0
A468	KAr	Gl	1	63.10	64.60	2.00	8	0
A449	RbSr	Gl	4	68.50	67.05	-2.70	8	0
A513	KAr	Gl	1	69.90	71.55	3.00	8	0
PTS200	KAr	Bi	1	66.00	67.56	-2.70	8	0
PTSS363	KAr	Bi	1	65.50	67.05	1.00	8	0
PTSS364	KAr	Bi	1	64.00	65.52	1.00	8	0
PTS217	U	Zr	7	115.00	113.79	-3.60	8	14
PTS12	KAr	Gl	1	69.00	70.63	4.00	9	0
PTS62	KAr	Gl	1	81.00	82.90	-2.80	9	0
A508	KAr	San	1	80.00	81.87	3.00	9	0
A511	KAr	Gl	1	72.40	74.11	3.00	9	0
A516	KAr	Gl	1	76.50	78.30	3.00	9	0
PTS201	KAr	Bi	1	74.00	75.74	-2.80	9	0
A452	KAr	Bi	1	71.50	73.19	0.70	9	0
A453	KAr	Bi	1	72.60	74.31	0.70	9	0
A454	KAr	Fel	1	71.30	72.98	0.70	9	0
A455	KAr	Bi	1	72.20	73.90	0.70	9	0
A456	KAr	Bi	1	72.80	74.52	0.70	9	0
A457	KAr	Bi	1	77.90	79.73	0.80	9	0
A458	KAr	Bi	1	77.30	79.12	0.80	9	0
A459	KAr	Bi	1	78.20	80.03	0.80	9	0
A469	KAr	Gl	1	63.30	64.80	2.00	-9	0
A470	KAr	Gl	1	81.00	82.90	3.00	9	0
PTSS365	KAr	Bi	1	71.00	72.68	1.00	9	0
A410	KAr	Hb	1	78.00	79.83	2.00	9	0
A417	KAr	Bi	2	86.00	84.02	5.00	9	10
A515	KAr	Gl	1	73.80	75.54	3.00	9	0
PTS229	KAr	Gl	1	83.00	84.94	-3.00	10	0
A460	KAr	Bi	1	82.50	84.43	0.80	10	0
A509	KAr	San	1	87.00	89.03	3.00	10	0
PTS57	KAr	Gl	1	87.00	89.03	-3.15	11	0
PTS208	KAr	Gl	2	78.00	76.21	-3.15	-11	0
A461	KAr	Bi	1	86.80	88.82	0.90	11	0
PTS58	KAr	Gl	1	84.00	85.96	-3.30	12	0
PTS59	KAr	Gl	1	79.00	80.85	-3.30	-12	0
PTS61	KAr	Gl	1	86.00	88.01	-3.30	12	0
A462	KAr	Bi	1	88.90	90.97	0.90	12	0
A510	KAr	San	1	90.00	92.09	3.00	12	0
PTS335	KAr	Ign	2	94.00	91.83	-3.30	12	14
PTS209	KAr	Gl	2	93.00	90.85	-3.45	13	0
PTS211	KAr	Gl	2	100.00	97.69	-3.45	13	0

Колонка 1 – код датировки. Буквами обозначены начальные буквы публикации, из которой взята датировка, или инициалы автора датировки; число – номер датировки в приведенной работе. A – Armstrong in Cohee et al., 1978; B – Bouroz in Cohee et al., 1978; LJ – Lanphere, Jones in Cohee et al., 1978; MLC – McKerrow, Lambert, Chamberlain, 1980; PTS (PTSS) – Временная шкала фанерозоя Лондонского геологического общества и дополнение к ней; SMYH – Shibata, Matsu-moto, Yanagi, Hamamoto in Cohee et al., 1978.

Колонки 2 и 4 – метод датирования и его код. K – Ar 1, 2, 3 – старые датировки, полученные в западных лабораториях; старые датировки, полученные в лабораториях СССР; датировки, пересчитанные на новые константы. Rb – Sr 4, 5, 6 – датировки для констант 1,39, 1,47 и для новой константы (1,42) соответственно. U 7, 8 – старые и новые датировки; F1 9, 10 – старые и новые датировки треквым методом.

Колонка 3 (материал, по которому проведено датирование). Bi – биотит; Fel – полевошпат; Gl – глаукоцит; Hb – роговая обманка; Ign – изверженные породы; Ш – иллит; Mis – смешанный материал; San – санидин; Syl – силвин; Ur – уранинит; WR – по породе в целом; Zr – циркон.

Колонка 5 – опубликованное значение возраста в млн. лет.

Колонка 6 – стандартизированное значение возраста в млн. лет.

Колонка 7 – ошибки. Положительное значение – это опубликованная расчетная ошибка в млн. лет. Отрицательное значение – подсчитанное, исходя из стандартизированного значения и линии регрессии, построенной по материалам опубликованных датировок и их ошибкам.

Колонки 8 и 9 – коды «возраста». Кодовые числа относятся к «возрастам», перечисленным в разд. 3.11. Если даны два числа, то возраст определен в некотором интервале, если одно число и ноль, то значение получено внутри данного подразделения. Отрицательные числа – минимальное значение.

Таблица 3.1 (продолжение)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
PTSS343	KAr	WR	2	252.00	245.93	-7.60	41	48	A521	RbSr	WR	4	455.00	445.39	15.00	62	0
A434	KAr	WR	2	255.00	248.85	-7.60	41	0	PTS156	U	Zr	7	447.00	442.31	3.00	64	0
PTSS53	KAr	Syl	2	240.00	234.24	5.00	-43	0	PTS157	KAr	Bi	1	440.00	447.55	4.00	64	0
PTS68	KAr	Fel	1	252.00	257.12	-7.90	43	0	MLC10	Fi	Zr	10	466.00	466.00	11.00	64	0
A435	KAr	Hb	2	270.00	263.47	-7.90	43	45	MLC11	Fi	Zr	10	465.00	465.00	10.00	64	0
PTS46	U	Zr	7	259.00	256.28	-8.10	1	44	A411	RbSr	WR	4	474.00	463.99	-11.10	64	65
PTS45	KAr	Bi	1	259.00	264.23	7.00	1	44	PTSS350	KAr	Bi	1	475.00	482.88	-11.10	64	67
PTSS341	KAr	Bi	2	289.00	281.97	10.00	1	44	PTSS351	KAr	Bi	1	445.00	452.60	-11.10	64	0
A503	RbSr	WR	4	276.00	270.17	7.00	44	45	A487	RbSr	WR	4	460.00	450.28	10.00	1	64
PTS122	RbSr	Bi	5	282.00	291.93	7.00	44	47	PTS156	RbSr	Bi	4	473.00	463.01	7.00	64	0
PTS8	KAr	Bi	1	295.00	300.78	6.00	45	47	A1156	KAr	Bi	1	420.00	427.34	5.00	64	0
PTS8	RbSr	Bi	5	275.00	284.68	-8.20	45	47	MLC12	Fi	Zr	10	477.00	477.00	11.00	65	66
PTS120	KAr	Gl	2	274.00	267.36	-8.20	45	0	A416	KAr	Hb	1	460.00	467.75	5.00	66	67
PTS174	KAr	Bi	2	350.00	341.36	-8.20	45	50	A412	U	Zr	7	510.00	504.65	10.00	66	80
PTS176	KAr	WR	1	295.00	300.78	19.00	45	49	MLC13	Fi	Zr	10	493.00	493.00	11.00	67	0
PTS192	KAr	Bi	1	284.00	289.62	-8.20	1	45	PTS47	KAr	Ill	1	457.00	464.72	-11.50	67	0
PTSS344	KAr	Bi	2	288.00	281.00	-8.20	45	80	PTS163	KAr	Gl	1	453.00	460.68	-11.50	67	0
PTSS345	KAr	Bi	2	268.00	261.52	-8.20	45	48	A407	RbSr	WR	5	474.00	490.69	5.00	68	80
A420	KAr	Bi	2	293.00	285.87	15.00	45	47	A414	RbSr	WR	4	515.00	504.12	7.00	1	68
A422	RbSr	Bi	4	291.00	284.85	20.00	45	47	PTSS348	KAr	Gl	2	492.00	479.44	-11.70	68	0
A1038	RbSr	Bi	5	275.00	284.68	-8.40	45	47	PTS186	U	Zr	7	523.00	517.52	-11.80	69	80
A483	KAr	Bi	1	285.00	290.63	5.00	45	47	PTS70	KAr	Bi	1	518.00	526.24	-12.00	1	70
A421	U	Zr	7	287.00	283.99	10.00	45	47	A426	KAr	Gl	2	530.00	516.35	20.00	70	0
PTS30	KAr	Bi	1	278.00	283.53	-8.50	47	0	A473	RbSr	Gl	4	542.50	531.04	20.00	70	0
B2	RbSr	WR	5	300.00	310.56	10.00	47	0	A474	RbSr	WR	4	555.00	543.27	18.00	70	0
PTS31	KAr	Bi	1	327.00	333.23	-8.50	47	50	A486	U	?	7	570.00	564.02	25.00	71	80
PTS63	RbSr	Bi	5	288.00	298.14	8.00	47	0	PTS42	KAr	Bi	1	553.00	561.50	-12.10	71	80
PTS65	KAr	Bi	1	298.00	303.82	-8.50	47	0	PTS183	RbSr	Gl	4	584.00	571.66	30.00	71	0
PTS171	RbSr	Bi	5	320.00	331.27	-8.50	47	50	PTS185	KAr	Gl	2	550.00	535.77	-12.10	71	0
PTSS340	KAr	WR	2	310.00	302.42	15.00	47	0	PTSS352	RbSr	WR	5	574.00	594.21	11.00	71	80
PTS119	RbSr	Bi	5	300.00	310.56	10.00	47	50	PTSS353	RbSr	WR	4	569.00	556.98	4.00	71	80
PTSS356	RbSr	WR	5	308.00	318.84	7.00	47	48	PTS116	KAr	Gl	2	573.00	558.10	-12.30	-80	0
PTS29	KAr	Ill	1	295.00	300.78	-8.70	48	0	PTS117	KAr	Gl	2	595.00	579.46	-12.30	-80	0
PTS64	KAr	Gl	2	308.00	300.47	-8.70	48	0	PTS118	KAr	Gl	2	615.00	598.87	-12.30	-80	0
PTSS360	KAr	WR	1	308.00	313.96	10.00	1	48	A427	KAr	Gl	2	590.00	574.60	15.00	-80	0
A436	KAr	WR	2	292.00	284.89	-8.70	48	0	PTS55	U	Ur	7	620.00	613.50	20.00	80	0
A438	KAr	Bi	2	299.00	291.71	-8.70	48	49									
A439	RbSr	Bi	4	291.00	284.85	-8.70	48	49									
A1360	KAr	WR	1	313.00	319.03	16.00	1	48									
A2360	KAr	WR	1	334.00	340.32	17.00	50	0									
A3360	KAr	WR	1	338.00	344.37	4.00	50	0									
PTS66	KAr	Bi	1	327.00	333.23	-8.80	49	0									
PTS191	KAr	WR	1	322.00	328.16	12.00	49	0									
PTSS339	KAr	Bi	2	330.00	321.89	10.00	49	0									
A423	KAr	Gl	2	308.00	300.47	10.00	-49	0									
PTS172	RbSr	Bi	5	328.00	339.55	-9.00	50	0									
PTS173	RbSr	Bi	5	334.00	345.76	7.00	50	0									
A413	RbSr	Bi	5	347.00	359.22	-9.00	50	80									
A4360	KAr	WR	1	347.00	353.49	7.00	50	0									
PTS98	KAr	Bi	1	370.00	376.78	-9.00	50	56									
A5360	KAr	WR	1	359.00	365.64	6.00	50	0									
B1	RbSr	WR	5	330.00	341.62	6.00	51	0									
PTS6	KAr	Bi	1	391.00	398.02	7.00	51	58									
PTS6	RbSr	Bi	5	397.00	410.98	11.00	51	58									
PTSS347	RbSr	WR	4	379.00	370.99	17.00	51	52									
A424	KAr	Bi	2	355.00	346.22	10.00	51	53									
A1354	RbSr	WR	5	359.00	371.64	15.00	52	53									
PTS2	U	Ur	7	350.00	346.33	10.00	52	0									
PTS5	KAr	Bi	1	404.00	411.17	8.00	52	58									
PTS95	KAr	Bi	1	350.00	356.53	-9.30	52	0									
PTSS354	KAr	Bi	1	362.00	368.68	6.00	52	53									
A440	KAr	WR	2	345.00	336.49	10.00	-52	0									
A2354	RbSr	WR	5	367.00	379.92	22.00	52	53									
PTS94	KAr	Bi	1	340.00	346.40	6.00	-53	0									
A425	KAr	Gl	2	366.00	356.93	10.00	-53	0									
A441	KAr	Hb	2	365.00	355.95	20.00	53	54									
A442	KAr	Bi	2	355.00	346.22	10.00	1	53									
A443	KAr	Bi	2	355.00	346.22	10.00	-53	0									
A488	RbSr	WR	4	400.00	391.55	-9.40	53	58									
PTS1	KAr	Bi	1	393.00	400.05	12.00	54	0									
PTS96	RbSr	WR	4	375.00	367.08	-10.00	56	0									
A489	KAr	WR	1	390.00	397.01	-10.00	1	57									
A448	RbSr	WR	4	395.00	386.65	16.00	1	57									
PTS3	KAr	San	1	385.00	391.96	15.00	58	0									
PTSS355	RbSr	WR	4	413.00	404.27	5.00	58	0									
A522	RbSr	WR	4	438.00	428.75	4.00	58	0									
A471	RbSr	WR	4	394.00	385.68	20.00	1	58									
A472	KAr	Hb	1	402.00	409.15	10.00	1	58									
PTS97	KAr	Bi	1	394.00	401.06	-10.50	1	60									
MLC6	Fi	Zr	10	407.00	407.00	8.00	60	0									
PTSS408	RbSr	Bi	4	447.00	437.56	6.00	60	62									
MLC7	Fi	Zr	10	416.00	416.00	9.00	61	0									
MLC8	Fi	Zr	10	422.00	422.00	10.00	61	0									
PTS93	KAr	Bi	1	390.00	397.01	12.00	1	61									
A1093	RbSr	Bi	5	399.00	413.05	16.00	1	61									
A415	KAr	Hb	3	432.90	432.90	3.30	62	0									
MLC9	Fi	Zr	10	437.00	437.00	11.00	62	0									
A482	RbSr	WR	4	430.00	420.92	15.00	62	68									
A490	KAr	Bi	1	437.00	444.52	13.00	62	64									
A491	RbSr	Bi	5	430.00	445.14	20.00	62	64									

Магнитостратиграфическая временная шкала

4.1. Инверсии геомагнитной полярности

4.1.1. Глобальная синхронность. Магнитостратиграфия основана на способности пород сохранять магнитные свойства, приобретенные в геомагнитном поле, существовавшем во время их образования. Процессы, формирующие геомагнитное поле, распространены во всей земной коре, где движение флюидов, вызываемое конвекцией, сравнимо с работой динамо-машины, которая генерирует магнитное поле. Геомагнитное поле более или менее симметрично относительно оси вращения Земли. По причинам, которые пока не полностью поняты, потоки, циркулирующие в коре, через неправильные промежутки времени меняют свое направление на обратное, вызывая инверсии магнитного поля. Условно принято называть полярность *нормальной*, когда северный конец стрелки компаса на земной поверхности направлен к северу и наклонен вниз в Северном полушарии и вверх – в Южном. Когда северный конец стрелки направлен к югу и соответственно изменяется наклонение в обоих полушариях, полярность называется *обращенной (обратной)*. Эти изменения в направлении полярности на 180° запечатлеваются в породах, образующихся на поверхности Земли, что и составляет физическую основу магнитостратиграфии. Так как инверсии полярности регистрируются одновременно всеми породами, формирующимися во всем мире, магнитостратиграфические подразделения, в отличие от литостратиграфических и биостратиграфических, не трансгрессируют во времени. Однако возраст намагничивания может отличаться от возраста других геологических событий, которые определяли формирование породы. В плутонических породах намагничивание происходит после кристаллизации, но до того как начнут работать калий-аргоновые часы в биотите. В химически измененных породах намагничивание в общем отражает время химического изменения.

Время, в течение которого происходит инверсия, как это установлено детальными палеомагнитными исследованиями переходных зон, составляет около 5000 лет (рис. 4.1). По этой причине слои внутри переходных зон не могут быть скоррелированы в глобальном масштабе, и соответственно разрешающая способность магнитостратиграфии примерно равна продолжительности перехода. Другими словами, слои, смежные с переходной зоной, могут быть сопоставлены глобально с точностью 0,5% для пород возрастом 1 млн. лет и 0,005% для пород возрастом 100 млн. лет, если отсутствуют осложняющие моменты, связанные с другими причинами.

4.1.2. Экскурсы. Даже в спокойные периоды (вне периодов обращения полярности) направление геомагнитного поля испытывает колебания с типичной амплитудой около 15° и периодом 10²–10⁴ лет. Эти вековые геомагнитные колебания относительно незначительны и не могут быть спутаны со 180-градусными изменениями направления магнитного поля, характерными для инверсий полярности. Однако иногда поле испытывает *экскурсы*, которые характеризуются большими изменениями полярности, достигающими 180°. Экскурсы, как полагают, имеют продолжительность около 1000 лет. Они являются очень четкими стратиграфическими маркерами. Однако их глобальное прослеживание затруднено по нескольким причинам: экскурсы столь коротки, что их нельзя уловить во многих стратиграфических разрезах; некоторые из экскурсов могут быть отражением локальных, а не глобальных геомагнитных явлений; некоторые из аномальных палеомагнитных направлений могут быть обусловлены не экскурсами, а деформациями изучаемых пород (Verosub, Banerjee, 1977; Banerjee, Lund, Levi, 1979).

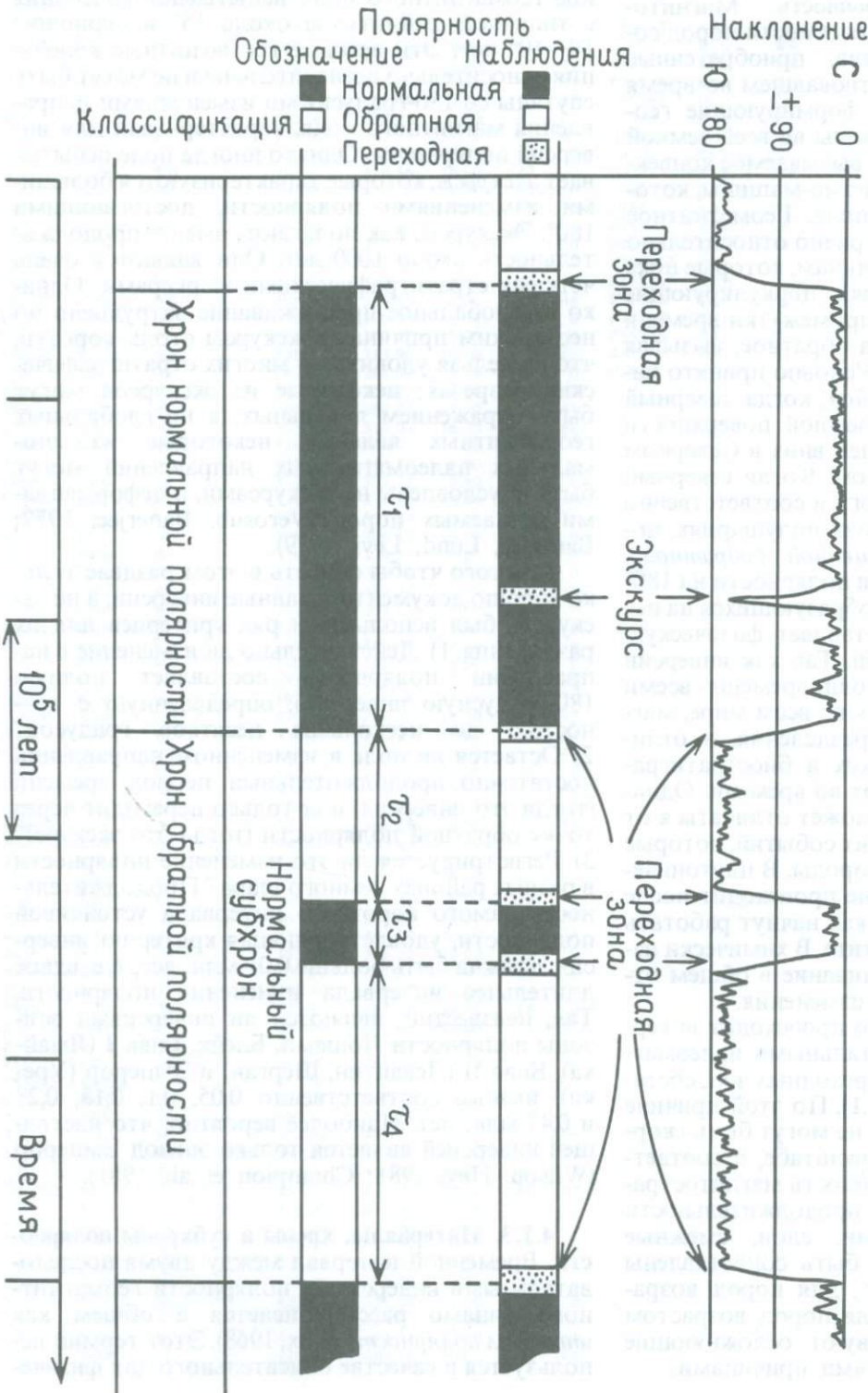
Для того чтобы описать в этом разделе только хорошо документированные инверсии, а не экскурсы, был использован ряд критериев для их различения. 1) Действительно ли изменение в направлении полярности составляет полную 180-градусную инверсию, определенную с точностью до нескольких десятков градусов? 2) Остается ли поле в измененном направлении достаточно продолжительный период времени (тогда это инверсия) или только переходит через точку обратной полярности (тогда это экскурс)? 3) Регистрируется ли это изменение полярности в разных районах земного шара? Продолжительность самого короткого интервала устойчивой полярности, удовлетворяющая критерию инверсии, должна быть больше 0,01 млн. лет, т. е. вдвое длиннее интервала изменения полярности. Так, неизвестно, являются ли инверсиями эпизоды полярности Лошамп, Блейк, Бива I (Ямайка), Бива II (Левантин, Шерган) и Эмперор (Уреки), равные соответственно 0,05, 0,1, 0,18, 0,28 и 0,47 млн. лет. Наиболее вероятно, что настоящей инверсией является только эпизод Эмперор (Wilson, Hey, 1981; Champion et al., 1981).

4.1.3. Интервалы, хроны и субхроны полярности. Временной интервал между последовательными инверсиями полярности геомагнитного динамо рассматривается в общем как *интервал полярности* (Сох, 1968). Этот термин используется в качестве описательного для физиче-

ского явления, но не для хроностратиграфического подразделения. Точное использование термина соответствует его формулировке в «Международном стратиграфическом справочнике», где слово «интервал» интерпретируется как временной или пространственный промежуток и, следовательно, применяется в качестве общего термина, а не официального стратиграфического подразделения (Hedberg, 1976, с. 15). Продолжительность интервала полярности варьирует от

примерно 0,01 млн. лет до нескольких десятков миллионов лет. В ходе палеомагнитных исследований длительные интервалы почти всегда распознаются раньше, чем короткие, и каждое новое открытие короткого интервала полярности изменяет локальную структуру полярности. Это можно видеть на рис. 4.1, где показано, что до открытия короткого интервала полярности, обозначенного как τ_3 , только один интервал обратной полярности был известен в промежутке, соответ-

Рис. 4.1. Хроны полярности, субхроны полярности, переходные зоны и экскурсы.

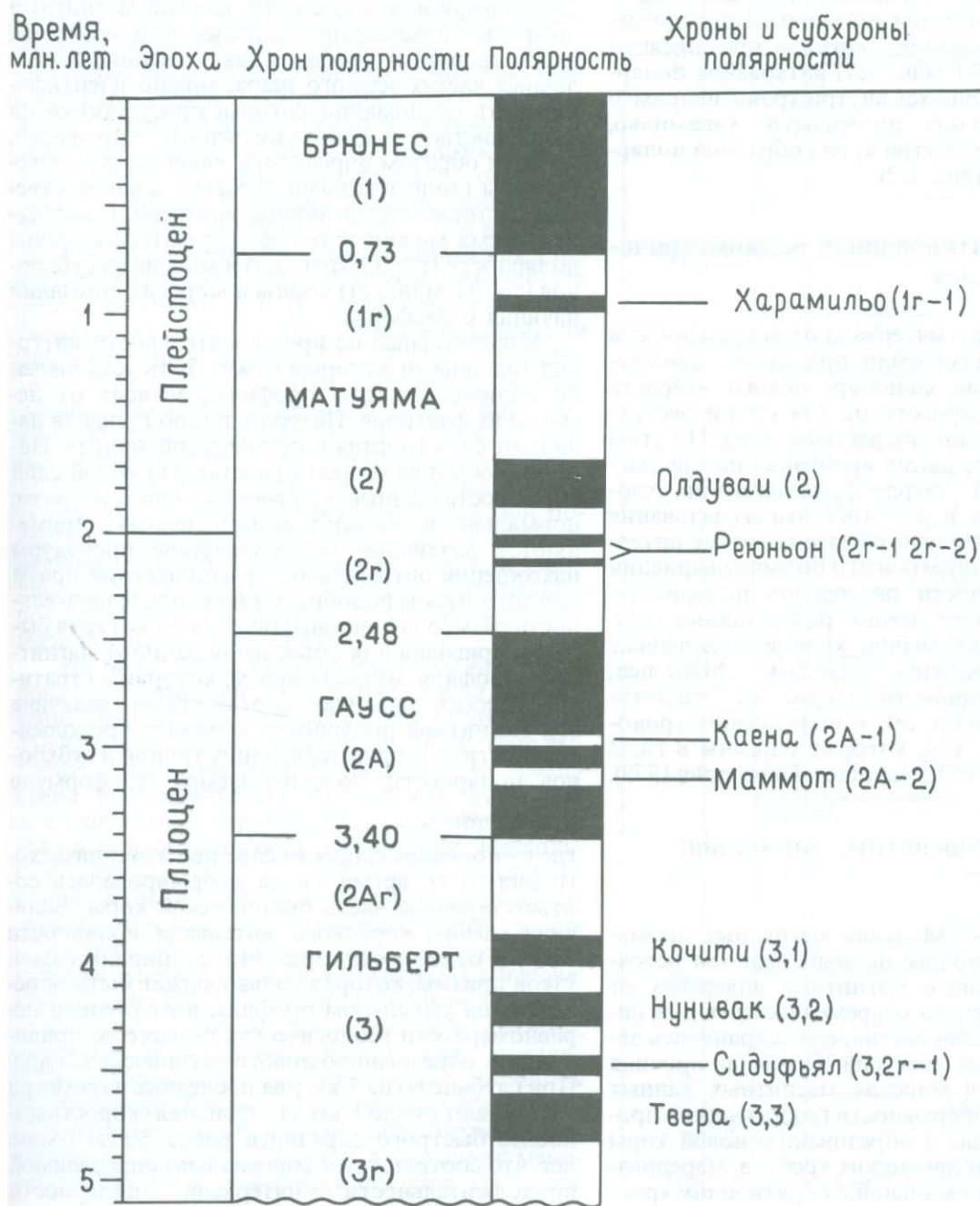


ствующем интервалам τ_2 , τ_3 и τ_4 . Следовательно, для наименования и числового обозначения интервалов полярности в стратиграфических целях требуется иерархическая система названий, чтобы избежать коренной ломки при открытии новых коротких интервалов полярности. Рис. 4.1 демонстрирует, что простая нумерация интервалов полярности и последовательности их проявления неудовлетворительна.

В соответствии с положениями раздела о магнитостратиграфии в «Международном стратиграфическом справочнике», подготовленном Международной подкомиссией по стратиграфической номенклатуре МСГН и Подкомиссией по

Временной шкале магнитной полярности МСГН/МАГА, рекомендуются следующие термины для описания подразделений времени, основанных на геомагнитной полярности: *субхроны полярности*, *хроны полярности* и *суперхроны полярности*. Соответствующими хроностратиграфическими терминами для описания всех пород, сформировавшихся в течение этих временных интервалов, независимо от того, магнитные породы или нет, являются *субхронозона полярности*, *хронозона полярности* и *суперхронозона полярности*. Магнитные литостратиграфические интервалы, основанные на измеренных магнитных свойствах пород, называются *субзо-*

Рис. 4.2. Радиометрически обоснованная временная шкала полярности. Альтернативные обозначения, основанные на нумерованной последовательности морских аномалий, даны в скобках.



нами полярности, зонами полярности и суперзонами полярности. Подкомиссия рекомендовала следующую продолжительность для подразделений различного уровня иерархии (McElhinny, 1978):

Название	Приблизительная продолжительность, годы
Субзона полярности	$10^4 - 10^5$
Зона полярности	$10^5 - 10^6$
Суперзона полярности	$10^6 - 10^7$
Гиперзона полярности	$10^7 - 10^8$

Согласно этим рекомендациям, мы будем использовать название *хрон полярности* как геохронологический термин для описания основных подразделений времени, которые распознаются на основе полярности. Например, термин «хрон обратной полярности Матуяма» применяется вместо ранее использовавшегося термина «эпоха» (Aron, 1979). Термин «субхрон» будет применяться вместо названия «эпизод» для описания коротких (менее 0,1 млн. лет) интервалов полярности, располагающихся внутри хрона, например субхрон нормальной полярности Харамильо, располагающийся внутри хрона обратной полярности Матуяма (рис. 4.2).

4.2. Шкала, датированная радиометрически: 0–5 млн. лет

Для временного интервала от современности до 5 млн. лет назад были проведены одновременные измерения калий-аргонового возраста и магнитной полярности по 354 слоям экструзивных пород во многих районах мира. По этим данным была составлена временная шкала магнитных инверсий, твердо доказавшая их глобальный характер. Кроме того, эти исследования показали, что существуют более короткие интервалы полярности (субхроны) и большие вариации в продолжительности интервалов полярности. Основные наиболее точно рассчитанные возрастные датировки границ хронов, полученные по радиометрическим данным (Mankinen, Dalrymple, 1979), приведены на рис. 4.2. Эти датировки установлены путем использования хронограмм, подобных тем, которые описаны в гл. 3 (Cox, Dalrymple, 1967; Mankinen, Dalrymple, 1979).

4.3. Морские магнитные аномалии: 5–83 млн. лет

4.3.1. Введение. Морские магнитные аномалии являются наиболее полным, единым источником информации о магнитных инверсиях от оксфордского века до современности, т.е. в интервале возраста дна океана, где сохранилась запись геомагнитных инверсий. Основная причина высокой точности морских магнитных данных заключается в непрерывности геологических процессов, приводящих к образованию новой коры вдоль срединно-океанических хребтов. Чередование интервалов нормальной и обратной полярности,

запечатленное на дне океана, дает запись морских магнитных аномалий в форме пиков на магнитных профилях. На этих профилях обычно присутствуют некоторые магнитные помехи в виде ложных небольших аномалий, образующихся за счет подводных возвышенностей и других геологических факторов. Кроме того, на профилях имеются разрывы и удвоения записи, обусловленные изменением положения хребтов. Время от времени изменяется скорость движения плит, так что морские аномалии должны быть датированы с использованием радиометрических и биостратиграфических методов. Однако, несмотря на проблемы шумов, разрывов и неравномерности развития, история геомагнитной полярности, полученная по морским магнитным профилям, значительно более точна, чем в случае использования любых других геологических данных.

4.3.2. Разрешающая способность. Несмотря на то что невозможно получить единый магнитный профиль с совершенной записью всех инверсий, путем сравнения профилей, выполненных в различных частях земного шара, можно идентифицировать те аномалии, которые присутствуют на большинстве высококачественных профилей, и таким образом определить, какие из них обусловлены геологическими шумами, а какие отвечают истории геомагнитных инверсий. В настоящее время можно идентифицировать все хроны полярности ($\tau \geq 0,1$ млн. лет) и многие из субхронов ($\tau \leq 0,1$ млн. лет) в записи морских аномалий начиная с оксфорда.

Минимальный по продолжительности интервал полярности, который может быть установлен по индивидуальному профилю, зависит от нескольких факторов. Интерпретацию профиля начинают с построения геофизической модели. Наиболее обычная модель представляет собой слой коры, составленный из перемежающихся призм, нормально и обратно намагниченных. Применяются различные математические процедуры нахождения оптимального расположения призм для того, чтобы подобрать такую последовательность размеров (ширины) (w_i) призм, которая была бы пригодна для объяснения данного магнитного профиля. Ширина призм, которая в стратиграфических терминах соответствует величине зон магнитной полярности, отвечает продолжительности (τ_i) соответствующих хронов и субхронов полярности, подсчитываемой по формуле

$$\tau_i = w_i / v,$$

где v – половина скорости спрединга океанического дна за то время, когда сформировалась соответствующая часть океанической коры. Величина самого короткого интервала полярности зависит от скорости спрединга, от ширины самой узкой призмы, которая только может быть определена на магнитном профиле, и от степени неравномерности геологических процессов, приводящих к образованию нового океанического дна. При глубине воды 3 км два последних параметра составляют около 1 км. Половинная скорость наиболее быстрого спрединга равна 50 км/1 млн. лет, что соответствует минимально определяемой продолжительности интервала полярности

в 0,02 млн. лет. Это разрешение достигается в тех частях палеомагнитной шкалы, для которых имеются высококачественные профили, выполненные над океаническим дном, где спрединг был быстрым. В немногочисленных идеальных ситуациях можно уловить интервалы полярности продолжительностью 0,01 млн. лет. В большинстве же случаев, когда наблюдаются интервалы полярности продолжительностью от 0,02 до 0,01 млн. лет, они не принимаются во внимание.

4.3.3. Наименования и номера хронов полярности. Получили распространение две системы обозначения хронов полярности. Первая, представленная названиями (Брюнес, Матуяма, Гаусс, Гильберт), используется для радиометрически датированной части временной шкалы инверсий (рис. 4.2). Эти стандартные названия хронов используются для глобальной корреляции в стратиграфии плиоцена и плейстоцена уже в течение десятилетия, и их применение в качестве неофициальных подразделений рекомендовано Подкомиссией МСГН/МАГА (Anon., 1979).

Вторая система представляет собой пронумерованную схему, сложившуюся неофициально после того, как морские геофизики перенумеровали 32 наиболее отчетливых пика положительных аномалий на магнитных профилях по океаническим бассейнам. Номером 1 обозначена аномалия срединно-океанических хребтов, где в настоящее время формируется новая океаническая кора (Pitman, Herron, Heirtzler, 1968). Эти номера были затем привязаны к нормально намагниченным призмам, которые используются в модели для положительных аномалий (Le Pichon, Heirtzler, 1968). В результате номера, которые были присвоены пикам аномалий, стали в настоящее время неофициальными обозначениями зон магнитной полярности. Следующим шагом было определение продолжительности хронов магнитной полярности путем калибровки ширины зон полярности (т. е. подразделений пород) с помощью радиометрического датирования скорости спрединга. Таким образом, и хроны (т. е. временные подразделения) получили соответствующие номера (Heirtzler et al., 1968).

Эта первоначальная система из 32 перенумерованных аномалий представляет собой обозначение лишь части известных хронов. Обозначение 33-го хрона в уже перенумерованной системе выходит за рамки системы. С расширением применения последовательности морских аномалий для глобальной стратиграфической корреляции возникла необходимость детализации. Несколько исследователей сочли полезным использовать дополнительные обозначения для хронов путем введения буквенных обозначений, точек, разделяющих числа, и дополнительных значков, добавляемых к первоначальным номерам (LaBrecque, Kent, Cande, 1977; Ness et al., 1980). В этом разделе мы используем составную числовую систему, расширив ее в соответствии с ранее предложенным принципом, для того чтобы сохранить номера ранее обозначенных хронов и обеспечить применимость ее в будущем, когда будут открыты новые субхроны. Развитие ранее перенумерованной системы проводится подобно тому, как

это делается в библиотеке, когда добавляются новые книги. Первоначально необозначенным хронам обратной полярности присваивается номер смежного более молодого хрона нормальной полярности с добавлением буквы г. В случае подразделения хрона к его первоначальному номеру, например 5A, добавляются дополнительные номера, например 5A.1, 5A.1r, 5A.2. Необозначенные хроны описываются путем добавления букв к по-

Рис. 4.3. Числовая схема для нумерации хронов и субхронов полярности, производная нумерованных морских магнитных аномалий.

Время, млн. лет	Heirtzler et al., 1968	La Brecque et al., 1977	Настоящая работа		
			Хроны полярности	Полярность	Субхроны
9	5	5	5	-	5-1
					5-2
10				-	5-3
					5-4
11			5r	-	5r-1
					5r-2
12	5A	5A	5A.1 5A.2	5A.1r	5Ar-1
					5Ar-2
13		5AA	5AAB	5AAr	5AAr-1
					5AAr-2
14		5AB	5AC	5ABr	5ABr-1
					5ABr-2
15	5B	5B	5B.1 5B.2	5B.1r	5B.1r-1
					5B.1r-2
16		5C	5C	-	5C-1
					5C-2
17				5Cr	5Cr-1
					5Cr-2
18	5D	5D		5Dr	5Dr-1
					5Dr-2
19	5E	5E		5Er	5Er-1
					5Er-2
20	6	6	6		

следующему нумерованному хроно, например 5А и 5В для располагающихся перед 5 и 5АА, 5АВ для располагающихся перед 5А. Наконец, суб-хроны ($t \leq 0,1$ млн. лет) обозначаются номером хроно, в котором они расположены с обозначением через дефис: -1, -2 и т.д. Последовательность чисел идет от более молодых к более древним подразделениям.

4.3.4. Датирование. Для проверки и уточнения первоначальной временной шкалы аномалий морских инверсий используются два метода датировки. Они основаны на предположении, что спрединг морского дна осуществляется с постоянной скоростью. Первый метод – это морское бурение в пределах хорошо определенной магнитной аномалии и установление возраста базальтового слоя калий-аргоновым методом или определение возраста осадка, непосредственно перекрывающего базальтовый слой, биостратиграфическими методами. Так как разрыв между временем извержения базальтов и началом накопления осадков на морском дне в общем не превышает нескольких миллионов лет, возраст осадка позволяет достаточно точно рассчитать возраст зоны полярности, если, конечно, базальтовый слой не является силлом.

Второй метод – менее прямой, но потенциально более точный – основан на том единственном свойстве, которое позволяет отличать одну зону полярности от другой, а именно на их мощности (length). Мощности варьируют от зоны к зоне в больших пределах и совершенно закономерно. Вследствие этих вариаций интервал из последовательности в 4–6 зон полярности представляет собой как бы отпечаток пальца или личную подпись этого интервала. Этот интервал может быть скоррелирован с точно такой же последовательностью зон в других местах. Ширина зон полярности в океанической коре сильно отличается от мощности этих же зон в осадочных разрезах. Однако если скорость спрединга и скорость осадконакопления не изменялись значительно в интервале порядка 10 млн. лет, то отношения мощностей зон полярности будут примерно теми же самыми. Соответственно будет одинаков специфический характер последовательности инверсий в разных магнитных записях. Молодые зоны полярности, располагающиеся вблизи центров спрединга, датированы непосредственным совмещением с хронами полярности, датированными радиометрически (Vine, 1966; Mankinen, Dalrymple, 1979). Более древние зоны полярности датированы путем корреляции их с разрезами осадочных и вулканических пород, которые хорошо документированы биостратиграфически (Butler et al., 1977; Lowrie, Alvarez, 1981) и радиометрически (McDougall et al., 1976).

Используемая в настоящем разделе временная шкала полярности – это модифицированная временная шкала Лоури и Альвареса (1981), которые использовали одиннадцать биостратиграфически контролируемых калиброванных точек, более или менее линейно располагающихся на временной шкале инверсий, составленной Ля Брекку и др. (La Brecque et al., 1977). Последняя шкала была построена на основе морских маг-

нитных аномалий при допущении постоянной скорости спрединга в кайнозое и позднем мелу. Мы несколько модифицировали шкалу Лоури и Альвареса (Lowrie, Alvarez, 1981) следующим образом: во-первых, был немного понижен возраст их датированных точек внутри эоцена и палеоцена, так как прежнее положение этих точек предполагает нереалистично большие колебания скорости спрединга, как это можно видеть на рис. 4.4, где датированный возраст, по Лоури и Альваресу, сопоставлен с соответствующими данными по Ля Брекку и др. Так как последние основаны на модели почти постоянной скорости спрединга, то отклонение датированных точек на рис. 4.4 от прямой линии, как полагают, обусловлено просто изменением скорости спрединга. Наша интерпретация такова, что наиболее заметные изменения скорости спрединга (врезка на рис. 4.4) являются артефактом, обусловленным неопределенностями в радиометрических датировках границ внутри эоцена и палеоцена (Hardenbol, Berggren, 1978, рис. 5). Мы сгладили наиболее резкие флуктуации скорости спрединга путем понижения возраста датированных точек внутри эоцена и палеоцена, оставив на месте точки начала и конца этих эпох. Для датировки этих

Таблица 4.1.
Датировки границ в кайнозое и позднем мелу, принятые в этой работе

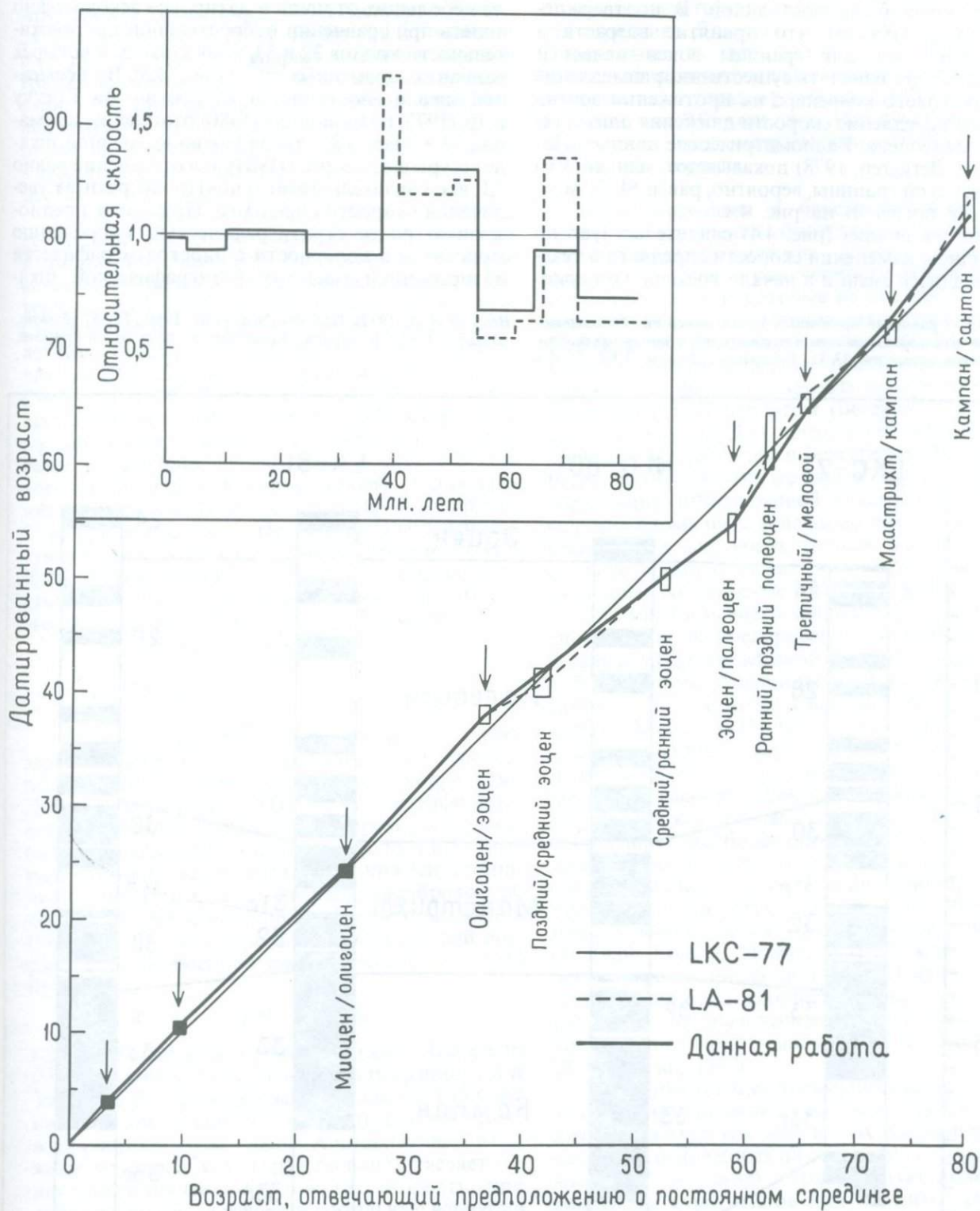
(1) Эпоха	(2) Век, млн. лет (Ness et al., 1980)	(3) Век, млн. лет (Эта работа)
Плейстоцен		
Плиоцен	2,0	2,0
Поздний миоцен	5,1	5,1
Средний миоцен	11,3	11,3
Ранний миоцен	14,4	14,4
Поздний олигоцен	24,6	24,6
Ранний олигоцен	32,8	32,8
Поздний эоцен	38,0	38,0
Средний эоцен	41,0	42,0
Ранний эоцен	50,3	50,5
Поздний палеоцен	54,9	54,9
Ранний палеоцен	61,5	60,2
Маастрихт	66,7	65,0
Кампан	72,3	73,0
Сантон	84,1	83,0

Колонка 2. Возраст границ дан по работе Несса и др. (Ness et al., 1980), где приведены исправленные по новым константам К-Аг-датировки, взятые из более ранних работ (Berggren, Van Couvering, 1974; Hardenbol, Berggren, 1978; Obradovich, Cobban, 1975).

Колонка 3. Возраст, исправленный путем уменьшения пределов изменения скорости спрединга океанического дна.

Рис. 4.4. Сопоставление датированных возрастов и возрастов, полученных при предположении о постоянной скорости спрединга морского дна. По горизонтальной оси – возраст датированных точек на временной шкале инверсий LKC-77 (La Brecque et al., 1977). По вертикальной оси – возраст соответствующих датированных точек на временной шкале инверсий LA-81 (Lowrie, Alvarez, 1981) (пунктирная линия). Временная

шкала, принятая в данной работе, показана жирной сплошной линией, которая соединяет датированные точки, принятые в данной работе. Прямоугольники – пределы ошибок. На врезке показаны изменения скорости спрединга морского дна, соответствующие временной шкале инверсий LA-81 (пунктирная линия) и принятой временной шкале (сплошная линия).



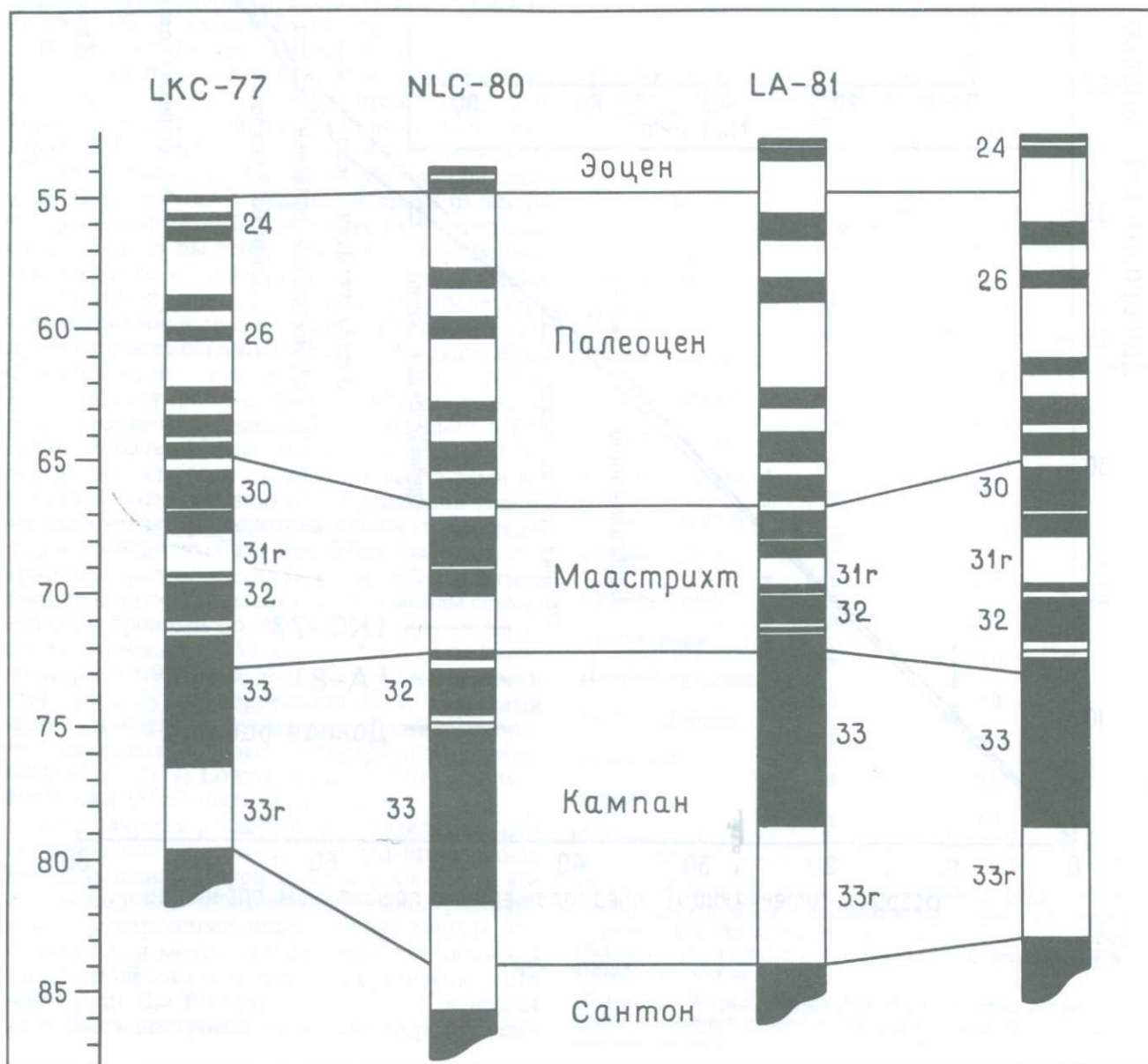
границ были использованы значения, приводимые Харденболем и Берггреном (Hardenbol, Berggren, 1978) и исправленные, согласно новым константам распада, Нессом и др. (Ness et al., 1978). Возраст границ внутри эпох определен путем интерполяции (табл. 4.1) при предположении, что скорость спрединга в течение эоцена и палеоцена была постоянной. В подтверждение этого заметим, что принятие возраста в 57–58 млн. лет для границы эоцен–палеоцен должно будет означать существенное замедление спредингового конвейера на протяжении эоцена и явное замедление скорости движения плит в течение палеоцена. Радиометрические данные (Hardenbol, Berggren, 1978) показывают, однако, что возраст этой границы, вероятно, равен 54–56 млн. лет, как показано на рис. 4.4.

Тот же анализ (рис. 4.4) свидетельствует об очевидном изменении скорости спрединга в течение позднего мела и в начале третичного перио-

да, отмечаемом и во временной шкале инверсий Лоури и Альвареса (1981). Предлагая представленную в этом разделе временную шкалу, мы предполагаем, что расхождения в предыдущих шкалах обусловлены небольшими неточностями в определении радиометрического возраста, а не изменениями в скорости спрединга. Значение даже небольших отличий в датировке веков можно видеть при сравнении относительной продолжительности хронов 32 и 33, приводимых в четырех вариантах временных шкал (рис. 4.5). Во временной шкале «постоянства скорости» Ля Брекку и др. (1977) и Несса и др. (1980) отношение аномалий 33/32 равно 3,6, тогда как во временной шкале Лоури и Альвареса (1981) это отношение равно 7,1, что свидетельствует о почти двукратном увеличении скорости спрединга. Принимая предложенную ранее стратиграфическую корреляцию морских зон полярности с биостратиграфически датированной магнитостратиграфической шка-

Рис. 4.5. Сравнение временных шкал инверсий, показывающее значительные вариации в относительной продолжительности хронов аномалий 33/32. Временные шкалы: LKC-77 (La

Brecque et al., 1977), NLC-80 (Ness et al., 1980), LA-81 (Lowrie, Alvarez, 1981) и шкала, принятая в настоящей работе.



лой, мы несколько уменьшаем вариации изменений скорости спрединга путем изменения некоторых границ в позднем мелу. Эти изменения остаются, однако, в рамках предела точности радиометрических датировок. В соответствии с новыми константами распада (Steiger, Jäger, 1977) возраст границы между мелом и третичным периодом принят в 65 млн. лет согласно данным Армстронга (Armstrong, 1978) и Ланфере и Джонса (Lanphere, Jones, 1978). Точно так же изменен в пределах 1 млн. лет возраст нижней и верхней границ кампанского века, что также находится в пределах точности радиометрических определений возраста этих границ. Датировки для позднего мела и кайнозоя, которые использованы в принятой временной шкале инверсий и в других местах этого раздела, приведены в табл. 4.1.

Наша временная шкала в пределах 3,4 млн. лет полностью соответствует шкале Манкинена и Далримпла (Mankinen, Dalrymple, 1979). В нее внесены два позже установленных субхрона в интервале 0,47–0,48 млн. лет (Wilson, Heu, 1981; Champion et al., 1981) и в интервале 2,24–2,26 млн. лет (Rea, Blakely, 1975; Wilson, Heu, 1981). В пределах 3,4–10,3 млн. лет принята шкала Несса и др. (Ness et al., 1980). В пределах 10,3–83 млн. лет наша шкала построена путем ее линейного распространения между восемью калибровочными точками T'_c , которые перечислены в табл. 4.2. Для того чтобы найти новую датировку T для границы интервала полярности по старой датировке T' во временной шкале Несса и др. (1980), используются новые калибровочные датировки $T_c(y)$ и $T_c(o)$, а также датировки $T'_c(y)$ и $T'_c(o)$, соответствующие калибровочным точкам на шкале Несса и др. Расчет ведется по формуле

$$T = T_c(y) + [T' - T'_c(y)] [T_c(o) - T_c(y)] / [T'_c(o) - T'_c(y)].$$

Датировка калибровочной точки T'_c на временной шкале Несса и др. находится путем использования стратиграфической корреляции Лоури и Альвареса (1981), чтобы идентифицировать интервал полярности, в котором расположена каждая калибровочная точка. Если A и B — возраст соответственно верхней и нижней границ этого интервала, а C — возраст калибровочной точки T'_c во временной шкале Лоури и Альвареса (1981), то соответствующий калибровочный возраст T'_c во временной шкале Несса и др. (1980) будет

$$T'_c = A' + (C - A)(B' - A') / (B - A),$$

где A' и B' — точки во временной шкале Несса и др. (1980), соответствующие интервалу границ A и B . Значения T'_c , приведенные в колонке 6 табл. 4.2, найдены таким способом. Они используются во всех рисунках этой главы. Альтернативой изложенному способу, которая больше отвечает нашим представлениям о том, что скорость спрединга испытывала менее значительные вариации, чем те, которые следуют из модели Лоури и Альвареса, является интерполяция внутри интервалов с помощью того же уравнения, но с использованием временной шкалы Ля Брекку и др. (1977). Таким образом была выполнена еще одна интер-

поляция, в которой использовались значения A и B по Ля Брекку и др., а не по Лоури и Альваресу. Полученные значения T'_c приведены в табл. 4.2. Они соответствуют значениям возрастов границ полярности, приведенным в табл. 4.3. Хотя различия этих данных меньше, чем интервал неопределенности радиометрических датировок калибровочных точек, последние значения логически более соответствуют модели постоянства скорости спрединга. Для того чтобы представить продолжительность интервалов полярности более точно, датировки начала и конца всех интервалов полярности, которые приведены в табл. 4.3, даны с точностью 0,01 млн. лет. Интервал неопределенности по хронометрическим датировкам выше на два порядка.

4.3.5. Корреляция с биостратиграфией. Область сопоставления биостратиграфических и магнитостратиграфических данных столь обширна, что из-за ограниченности места можно упомянуть лишь некоторые из последних исследований. Обзор корреляции магнитостратиграфических подразделений с зонами по планктонным фораминиферам, известковому нанопланктону и фаунам наземных позвоночных дан Берггреном и Куверингом (Berggren, Couvering, 1978) для неогена. Для палеогена подобный обзор приведен Харденболем и Берггреном (Hardenbol, Berggren, 1978). В этих же двух обзорах приведена корреляция нумерованной последовательности морских аномалий с зонами полярности, установленными в осадочных толщах, которые в настоящее время отнесены к нумерованным или имеющим собственные названия эпохам.

Для мела и раннего кайнозоя шкала морских аномалий прокоррелирована с биостратиграфическими подразделениями морских отложений в Умбрийских Апеннинах в Италии (Alvarez, Lowrie, 1978; Lowrie, Channell, Alvarez, 1980; Lowrie, Alvarez, 1981). На первом этапе этих исследований зоны полярности были сопоставлены в региональном масштабе с использованием местных названий, таких, как «Губбио А» и «Губбио В». Так как эти зоны полярности были затем скоррелированы более определенно с последовательностью морских аномалий, в работах последних лет при сопоставлении апеннинских зон полярности и в региональном масштабе и глобально используются номера хронов (Lowrie et al., 1980; Lowrie, Alvarez, 1981). Последовательность морских аномалий позднего мела и раннего кайнозоя была скоррелирована также с подразделениями, выделенными по наземным млекопитающим на юго-западе США Батлером и др. (Butler et al., 1977).

Все возрастающее преимущественное использование нумерованной системы хронов, основанных на морских магнитных аномалиях, а не названий, основанных на стратотипах магнитных аномалий, отражает ограниченную полезность концепции стратотипов для магнитостратиграфии. Это обусловлено двумя причинами. Первая заключается в том, что из-за вариаций в скорости седиментации отношение мощностей зон полярности, которое является основным параметром для их идентификации, может изменяться очень

Таблица 4.2.

Датированные точки, которые использованы для временной шкалы инверсий, и ссылки на работы, из которых они взяты

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Ссылка на использованную временную шкалу	Датированная точка	Номер хрона		Возраст T_p , принятый в данной работе	Возраст T_p , принятый в работах [3, 9, 10]	Ссылка на работу, из которой взят возраст	Ссылка на работу, в которой произведено исправление возраста
3	Ныне	1 (y)		0,0	0,0		
3	Радиометрически датированная временная шкала полярности	2A (o)	+	3,4	3,4	[1]	[1]
3	Магнитостратиграфия исландских лав, датированных K-Ar-методом	5 (o)	+	10,3	10,3	[2]	[2]
3	Граница миоцен/олигоцен в осадочных отложениях Умбрийских Апеннин, Италия	6Cg	*	24,6	24,0 (24,02)	[3, 7]	[4]
3	Граница олигоцен/эоцен в осадочных отложениях Умбрийских Апеннин, Италия	13g	*	38,0	35,86 (35,66)	[3, 5]	[4]
3	Граница эоцен/палеоцен в осадочных отложениях Умбрийских Апеннин, Италия	24g	*	54,9	56,65 (57,15)	[3, 5]	[4]
3	Граница палеоген/мел в осадочных отложениях Умбрийских Апеннин, Италия	29g	*	65,0	66,79 (66,70)	[11, 12]	[4]
3	Граница маастрихт/кампан в Умбрийских Апеннинах, Италия	33	*	73,0	75,94 (76,51)	++	[4]
**	Граница кампан/сантон в осадочных отложениях Умбрийских Апеннин, Италия	34	*	83,0	85,92 (85,93)	++	[4]
9	Граница апт/баррем в осадочных отложениях Апеннин, Южных Альп и DSDP, пункт 417	M0(o)	+	119,0	109,01	++	[6, 8]
10	Базальты, относящиеся к зоне полярности M25n, перекрыты отложениями с оксфордским нанопланктоном. Хрон полярности M24A (o) располагается в средней части оксфорда (***)	M24A (o)	+	160,0	151,79	++	[8, 13]
	Временная шкала, приведенная в работе [10], была удлинена от M25 до M29 на тех же основаниях, на которых строилась шкала от M0 до M29 в работе [9]	M29 (o)	+	165,4	157,43	++	[13]

Примечания

Датировки границ хронов полярности, взятые из работ, ссылки на которые приведены в колонке 7, были линейно распределены между опорными точками, указанными в колонке 2, датировки которых приведены в колонке 5.

+ — граница хрона или интервала полярности совпадает с возрастом датированной точки.

* — возраст датированной точки попадает внутрь интервала полярности.

++ — возраст датировки определен в этой работе.

** — датировка относится, возможно, к короткому субхрону обратной полярности, располагающемуся внутри хрона 34 и приведенному в работе [6].

*** — M24A — средний из трех интервалов обратной полярности, которые имеются в хроне 24.

Обозначения

1 (y) — индекс «y» показывает, что датировка относится к границе хрона 1.

2A (o) — индекс «o» показывает, что датировка относится к нижней границе хрона 2A.

6Cg — индекс «g» показывает, что это хрон обратной полярности, более древний, чем хрон нормальной полярности 6C.

Литература

- Mankinen, Dalrymple, 1979.
- McDougall et al., 1976.
- Ness, Levi, Couch, 1980.
- Lowrie, Alvarez, 1981.
- Hardenbol, Berggren, 1978.
- Lowrie, Channell, Alvarez, 1980.
- Berggren, Van Couvering, 1978.
- Van Hinte, 1978b.
- Larson, Hilde, 1975.
- Cande, Larson, LaBrecque, 1978.
- Armstrong, 1978.
- Lanphere, Jones, 1978.
- Larson, Golovchenko, Pitman, 1981.

сильно в разных разрезах осадочных пород, даже если они обладают хорошими магнитными свойствами (см., например, рис. 1 в работе Lowrie, Alvarez, 1981). Если принимать в качестве магнитных стратотипов какие-либо единичные разрезы осадочных отложений, то в международном стандарте, являющемся совокупностью этих стратотипов, отношения интервалов полярности будут менее точны, чем эти же отношения в составной шкале, построенной по профилям магнитных аномалий. Вторая причина заключается в том, что из-за перерывов в седиментации в осадочных отложениях некоторые из субхронов могут отсутствовать. Принятие какого-либо одного разреза в качестве стратотипа может привести к тому, что в международном стандарте будет отсутствовать тонкая структура полярности, потенциально очень важная для корреляции. По этим причинам общепринятая временная шкала является в основном шкалой, основанной на глобальном согласовании многих различных магнитных зон, большинство из которых установлены в океанической коре.

Значение морских аномалий, которые можно регистрировать путем непосредственного наблюдения, состоит в том, что это позволяет не использовать стратотипы для построения временной шкалы инверсий для послеоксфордского времени, начиная с которого прослеживается запись морских магнитных аномалий.

4.4 Морские магнитные аномалии: 83–160 млн. лет

4.4.1. Калибровка. Дно океана, образовавшееся на протяжении апта–сантона, известно как «спокойная зона мела»; в океанической коре, отвечающей этому промежутку времени, отсутствуют прослеживаемые глобально магнитные аномалии. Общепринятое объяснение заключается в том, что в это время полярность магнитного поля Земли была нормальной, за исключением, возможно, нескольких коротких интервалов обратной полярности, продолжительность которых была, вероятно, менее 0,03 млн. лет

Таблица 4.3. Интервалы полярности суперхрона КТQ-M

Нормальный			Обратный		
Хроны	Субхроны	Интервалы границ, млн. лет	Хроны	Субхроны	Интервалы границ, млн. лет
1		0.00– 0.73	1r		0.73– 0.92
	1r-1	0.92– 0.97	1r		0.97– 1.67
2		1.67– 1.87	2r		1.87– 2.01
	2r-1	2.01– 2.04	2r		2.04– 2.12
	2r-2	2.12– 2.14	2r		2.14– 2.48
2A		2.48– 2.92		2A-1	2.92– 3.01
2A		3.01– 3.05		2A-2	3.05– 3.15
2A		3.15– 3.40	2Ar		3.40– 3.86
3.1		3.86– 3.98	3.1r		3.98– 4.12
3.2		4.12– 4.26	3.2r		4.26– 4.41
	3.2r-1	4.41– 4.49	3.2r		4.49– 4.59
3.3		4.59– 4.79	3r		4.79– 5.41
3A		5.41– 5.70		3A-1	5.70– 5.78
3A		5.78– 6.07	3Ar		6.07– 6.42
3B		6.42– 6.55	3Br		6.55– 6.77
4		6.77– 6.86		4-1	6.86– 6.94
4		6.94– 7.34		4-2	7.34– 7.39
4		7.39– 7.44	4r		7.44– 7.81
4A		7.81– 8.18	4Ar		8.18– 8.40
	4Ar-1	8.40– 8.49	4Ar		8.49– 8.80
	4Ar-2	8.80– 8.87	4Ar		8.87– 8.98
5		8.98– 9.13		5-1	9.13– 9.17
5		9.17– 9.47		5-2	9.47– 9.48
5		9.48– 9.75		5-3	9.75– 9.78
5		9.78– 10.03		5-4	10.03– 10.05
5		10.05– 10.30	5r		10.30– 10.43
	5r-1	10.43– 10.48	5r		10.48– 10.91
	5r-2	10.91– 10.99	5r		10.99– 11.47
5A.1		11.47– 11.63	5A.1r		11.63– 11.77
5A.2		11.77– 12.03	5Ar		12.03– 12.36
	5Ar-1	12.36– 12.41	5Ar		12.41– 12.49
	5Ar-2	12.49– 12.54	5Ar		12.54– 12.76
5AA		12.76– 12.94	5AAr		12.94– 13.15
5AB		13.15– 13.41	5ABr		13.41– 13.65
5AC		13.65– 14.04	5ACr		14.04– 14.16
5AD		14.16– 14.63	5ADr		14.63– 14.82

Таблица 4.3 (продолжение)

Нормальный			Обратный		
Хроны	Субхроны	Интервалы границ, млн. лет	Хроны	Субхроны	Интервалы границ, млн. лет
5B.1		14.82-14.93	5B.1r		14.93-15.09
5B.2		15.09-15.23	5Br		15.23-16.20
5C		16.20-16.50		5C-1	16.50-16.54
5C		16.54-16.72		5C-2	16.72-16.79
5C		16.79-16.98	5Cr		16.98-17.58
5D		17.58-17.91	5Dr		17.91-18.13
	5Dr-1	18.13-18.15	5Dr		18.15-18.59
5E		18.59-19.12	5Er		19.12-19.41
6		19.41-20.50	6r		20.50-20.95
6A.1		20.95-21.22	6A.1r		21.22-21.45
6A.2		21.45-21.78	6Ar		21.78-21.97
6AA		21.97-22.14	6AAr		22.14-22.34
	6AAr-1	22.34-22.43	6AAr		22.43-22.65
6B		22.65-23.06	6Br		23.06-23.37
6C.1		23.37-23.54	6C.1r		23.54-23.76
6C.2		23.76-23.90	6C.2r		23.90-24.15
6C.3		24.15-24.32	6Cr		24.32-25.75
7		25.75-25.88		7-1	25.88-25.94
7		25.94-26.27	7r		26.27-26.74
7A		26.74-26.95	7Ar		26.95-27.27
8		27.27-27.36		8-1	27.36-27.44
8		27.44-28.27	8r		28.27-28.73
9		28.73-29.39		9-1	29.39-29.45
9		29.45-29.91	9r		29.91-30.48
10		30.48-30.84		10-1	30.84-30.90
10		30.90-31.17	10r		31.17-32.19
11		32.19-32.58		11-1	32.58-32.65
11		32.65-33.11	11r		33.11-33.57
12		33.57-34.06	12r		34.06-36.73
13		36.73-36.95		13-1	36.95-37.02
13		37.02-37.40	13r		37.40-38.64
15		38.64-38.80		15-1	38.80-38.83
15		38.83-38.98	15r		38.98-39.30
15A		39.30-39.48	15Ar		39.48-39.60
16		39.60-39.82		16-1	39.82-39.86
16		39.86-40.17	16r		40.17-40.39
17		40.39-41.07		17-1	41.07-41.13
17		41.13-41.29		17-2	41.29-41.34
17		41.34-41.60	17r		41.60-41.74
18		41.74-42.08		18-1	42.08-42.14
18		42.14-42.47		18-2	42.47-42.51
18		42.51-42.84	18r		42.84-43.52
19		43.52-43.87	19r		43.87-44.31
20		44.31-45.49	20r		45.49-47.46
21		47.46-48.69	21r		48.69-49.91
22		49.91-50.43	22r		50.43-51.39
23		51.39-51.57		23-1	51.57-51.60
23		51.60-52.02	23r		52.02-52.22
	23r-1	52.22-52.26	23r		52.26-52.36
24.1		52.36-52.55	24.1r		52.55-52.77
24.2		52.77-53.13	24r		53.13-55.60
25		55.60-56.33	25r		56.33-57.52
26		57.52-58.19	26r		58.19-61.00
27		61.00-61.62	27r		61.62-62.55
28		62.55-63.57	28r		63.57-64.03
29		64.03-64.86	29r		64.86-65.39
30		65.39-66.88	30r		66.88-66.97
31		66.97-67.74	31r		67.74-69.48
32.1		69.48-69.72	32.1r		69.72-69.96
32.2		69.96-71.40	32r		71.40-71.76
	32r-1	71.76-71.81	32r		71.81-72.06
33		72.06-78.53	33r		78.53-82.93

и точный возраст которых не определен (см. Lowrie et al., 1980).

Интервал от оксфорда до баррема был временем частых инверсий. Для построения нашей шкалы в этом интервале мы в основном использовали данные о продолжительности интервалов полярности, приведенные в работах Канде, Ларсона и Ля Брекку (Cande, Larson, LaBrecque, 1978) и Ларсона и Хильде (Larson, Hilde, 1975). Две наши калибровочные точки располагаются почти в начале и в конце этого интервала, как показано в табл. 4.2.

Конец рассматриваемого интервала мы помещаем на начальную границу апта на основании магнитостратиграфических данных Лоури и др. (Lowrie et al., 1980) по Апеннинам, хотя следует заметить, что по результатам глубоководного бурения не может быть установлен возраст более молодой, чем средний апт (Larson, Golovchenko, Pitman, 1981). Так как и настоящая, и ранее опубликованные временные шкалы инверсий построены путем линейного распространения зон аномалий полярности между двумя калибровочными точками, то расхождения между ними

Таблица 4.4. Интервалы полярности суперхрона JK-M

Нормальный			Обратный		
Хроны	Субхроны	Интервалы границ, млн. лет	Хроны	Субхроны	Интервалы границ, млн. лет
M 1n		119.00-122.46	M 0		118.21-119.00
M 2		122.96-123.83	M 1		122.46-122.96
M 4		126.42-127.64	M 3		123.83-126.42
M 6n		128.31-128.49	M 5		127.64-128.31
M 7n		128.63-128.83	M 6		128.49-128.63
M 8n		129.33-129.73	M 7		128.83-129.33
M 9n		130.03-130.38	M 8		129.73-130.03
M10n		130.96-131.39	M 9		130.38-130.96
M10Nn		131.80-132.24	M10		131.39-131.80
M10Nn		132.29-132.71		M10Nn-1	132.24-132.29
M10Nn		132.73-133.11		M10Nn-2	132.71-132.73
M11n		133.43-134.42	M10N		133.11-133.43
	M11-1	134.98-135.03	M11		134.42-134.98
M11An		135.49-136.39	M11		135.03-135.49
M12n		136.52-136.89	M11A		136.39-136.52
M12.2n		137.79-137.91	M12.1		136.89-137.79
M12An		138.15-138.55	M12.2		137.91-138.15
M13n		138.69-138.99	M12A		138.55-138.69
M14n		139.51-139.84	M13		138.99-139.51
M15n		140.85-141.64	M14		139.84-140.85
M16n		142.28-144.08	M15		141.64-142.28
M17n		144.81-145.27	M16		144.08-144.81
M18n		146.94-147.57	M17		145.27-146.94
M19n		148.04-148.18	M18		147.57-148.04
M19n		148.27-149.41		M19n-1	148.18-148.27
M20n		149.93-150.27	M19		149.41-149.93
M20n		150.34-151.07		M20n-1	150.27-150.34
M21n		152.03-153.24	M20		151.07-152.03
M22n		153.77-155.51	M21		153.24-153.77
M22n		155.57-155.63		M22n-1	155.51-155.57
M22n		155.69-155.77		M22n-2	155.63-155.69
M22An		156.71-156.86	M22		155.77-156.71
M23n		157.06-157.47	M22A		156.86-157.06
	M23-1	157.79-157.81	M23		157.47-157.79
M24n		158.51-158.89	M23		157.81-158.51
	M24-1	159.30-159.33	M24		158.89-159.30
M24An		159.56-159.70	M24		159.33-159.56
M24Bn		160.00-160.40	M24A		159.70-160.00
M25n		160.58-160.90	M24B		160.40-160.58
M25An		161.19-161.36	M25		160.90-161.19
M25An		161.45-161.56		M25An-1	161.36-161.45
M25An		161.65-161.80		M25An-2	161.56-161.65
M26n		161.92-162.03	M25A		161.80-161.92
M26n		162.12-162.20		M26n-1	162.03-162.12
M26n		162.29-162.38		M26n-2	162.20-162.29
M26n		162.43-162.65		M26n-3	162.38-162.43
M27n		162.82-163.05	M26		162.65-162.82
M28n		163.22-163.55	M27		163.05-163.22
M29n		163.78-164.82	M28		163.55-163.78
			M29		164.82-165.41

обусловлены в основном изменениями в датировках хроностратиграфических границ.

4.4.2. Номера хронов полярности. На этом отрезке хроны полярности обычно обозначаются значками от M0 до M29 в соответствии с возрастом номеров морских аномалий с увеличением возраста (Larson, Pitman, 1972; Larson, Hilde, 1975; Cande et al., 1978). В отличие от нумерации, принятой для интервала мел-третичный период – четвертичный период, в интервале юра – мел нумеруются хроны обратной полярности. В табл. 4.4 и на рис. 4.7 приведена полная нумерованная последовательность для всех хронов. Ранее не перенумерованным хронам нормальной полярности присвоены номера более древнего хрона обратной полярности с добавлением буквы *n*. Таким образом, хрон M16_n располагается стратиграфически выше хрона M16. Как и в интервале мел-третичный период – четвертичный период, смежные хроны нормальной и обратной полярности имеют одинаковые номера и расположены в той же последовательности.

4.5. Суперхроны преимущественной полярности

4.5.1. Феномен преимущественной полярности. Если временную шкалу инверсий рассматривать через окошко шириной 25 млн. лет, то характер полярности, видимый в такое окошко, будет меняться по мере передвижения по шкале геологического времени от современности в прошлое. Типичное изменение происходит на отметке 83 млн. лет, в конце сантонского века (рис. 4.6). В течение десятков миллионов лет до этого момента поле оставалось преимущественно в состоянии нормальной полярности с короткими редкими интервалами обратной полярности. После этого с конца сантона магнитное поле стало испытывать быстрые и симметричные инверсии с примерно равными по продолжительности состояниями прямой и обратной полярности. Такое состояние продолжается до настоящего времени.

Палеомагнитные исследования показали, что для длительных интервалов геологического времени было характерно какое-либо *преимущественное состояние полярности*. На протяжении времени *преимущественно нормальной полярности* магнитное поле всегда или почти всегда имело нормальную полярность. Противоположное состояние свойственно для интервалов *преимущественно обратной полярности*. Такое состояние магнитного поля, когда происходят симметричные изменения полярности, характерно для интервалов преимущественно *смешанной полярности*.

Продолжительность интервалов преимущественной полярности изменяется от 30 до 100 млн. лет, т. е. она больше, чем продолжительность хронов и субхронов в кайнозое. Это отличие показывает, что физическое происхождение интервалов преимущественной полярности может быть иным, чем индивидуальных инверсий.

Рис. 4.6. Временная шкала инверсий от келловейского времени до ныне – сокращенная шкала.

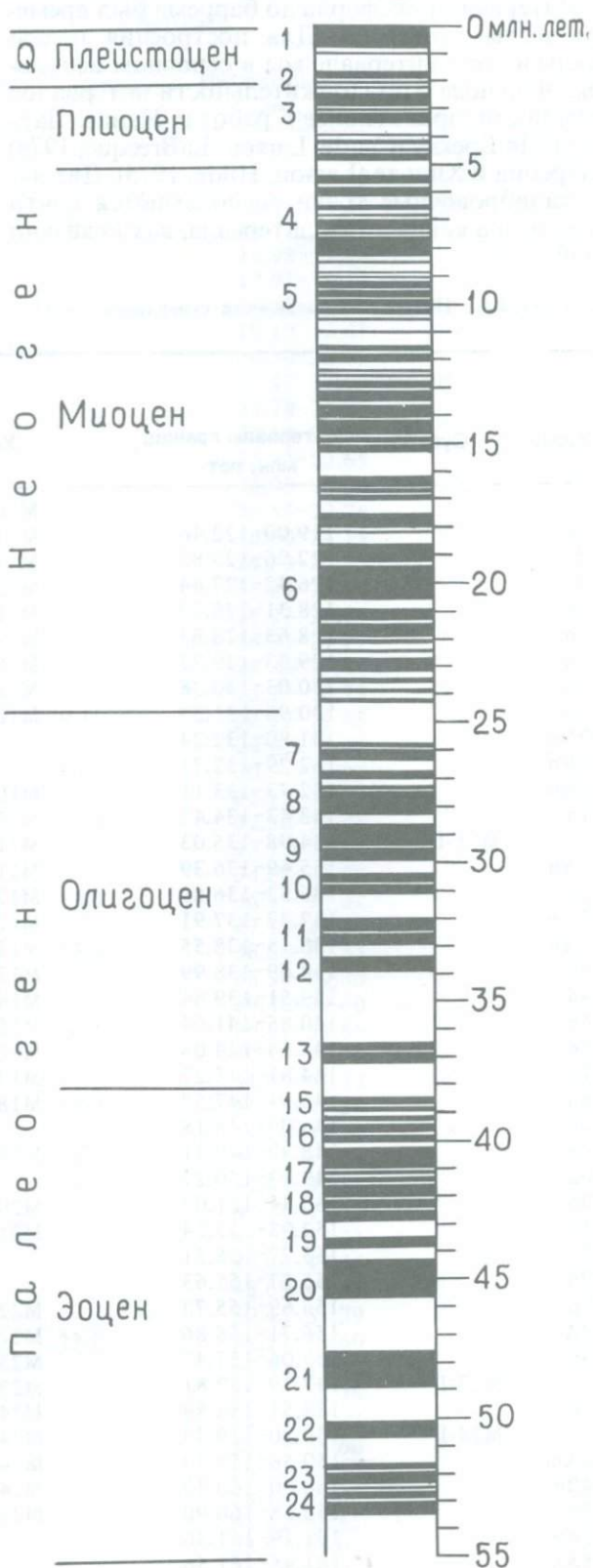


Рис. 4.6 (продолжение)

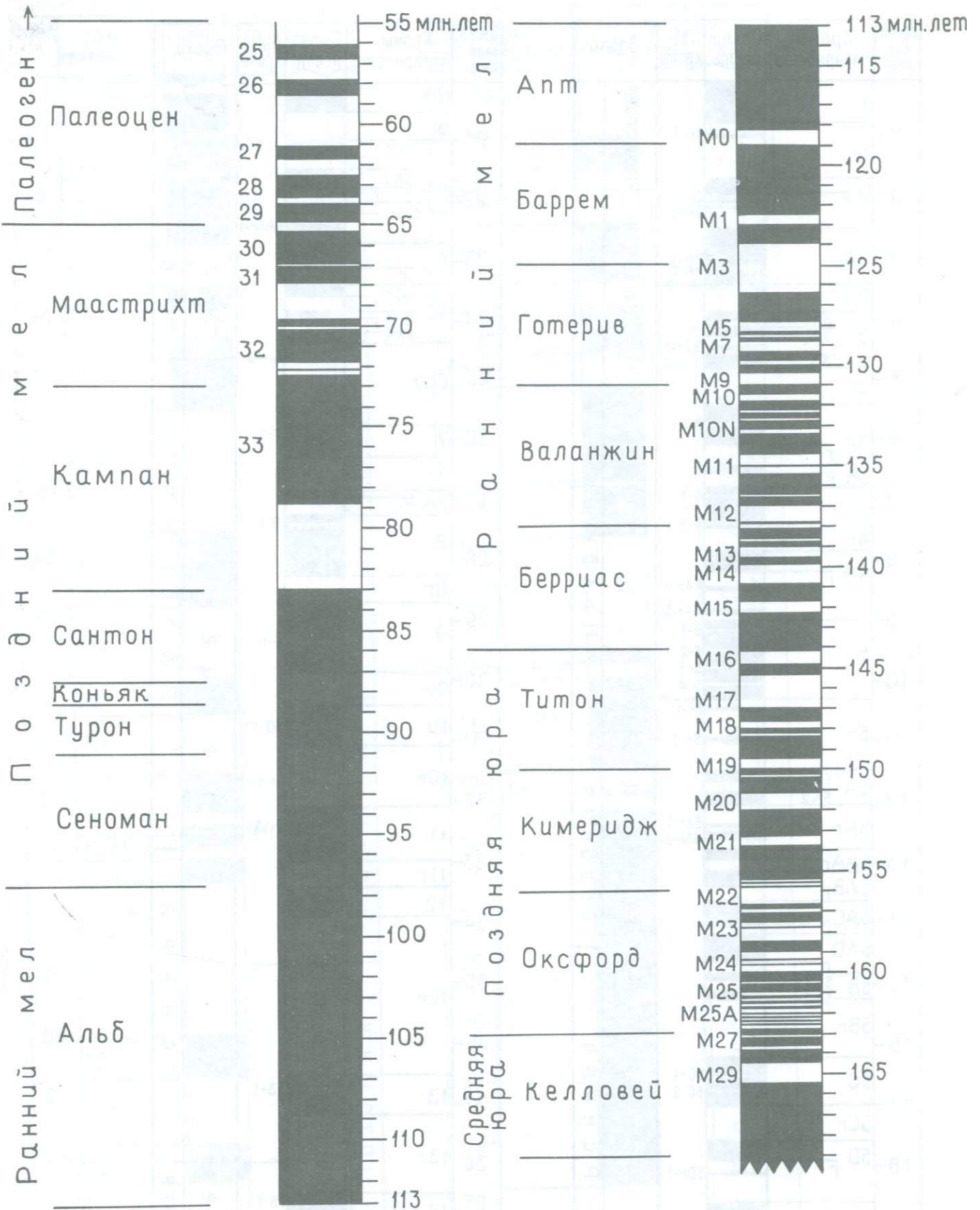


Рис. 4.7. Временная шкала инверсий от келловейского времени до ныне — полная шкала.

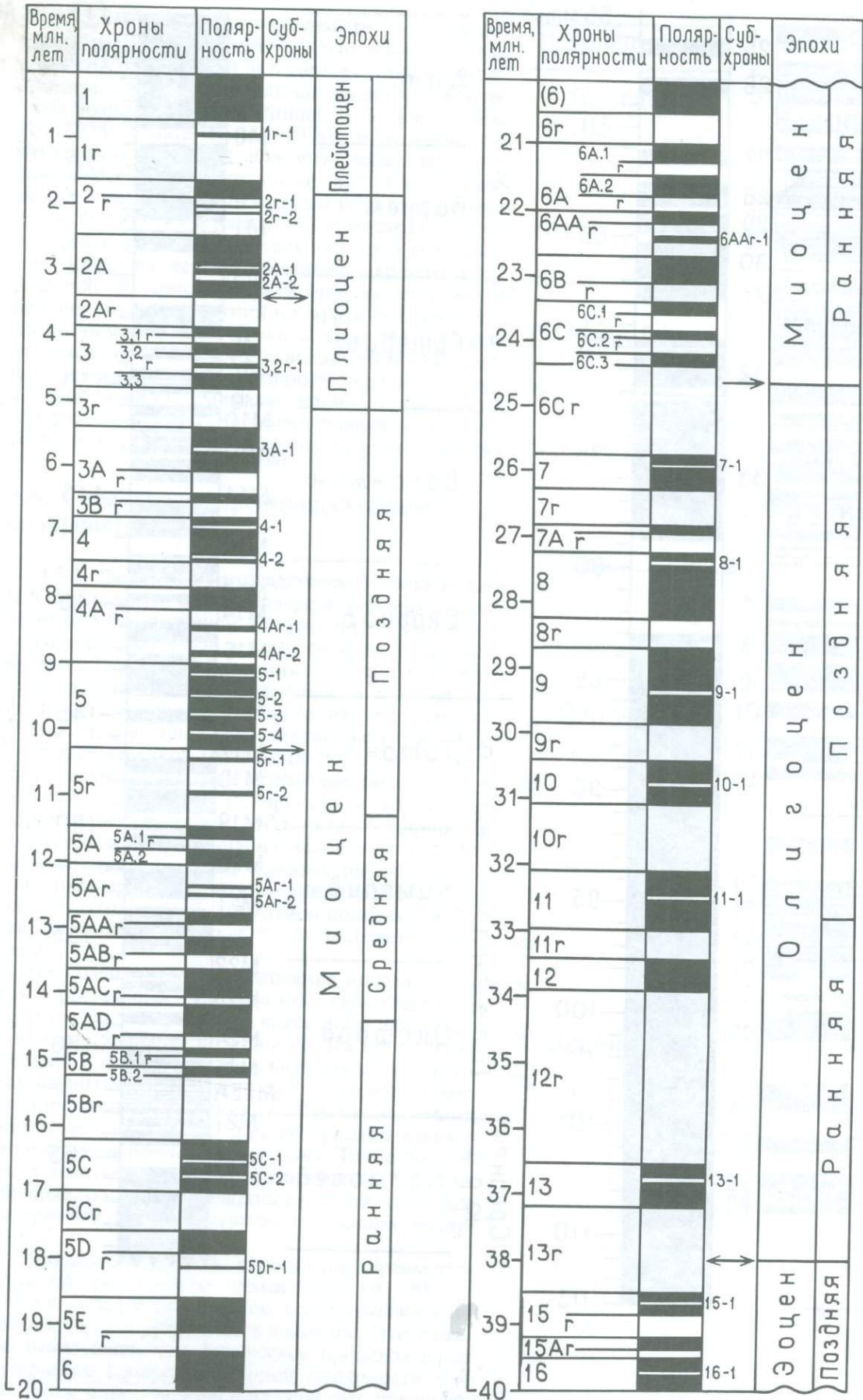


Рис. 4.7 (продолжение)

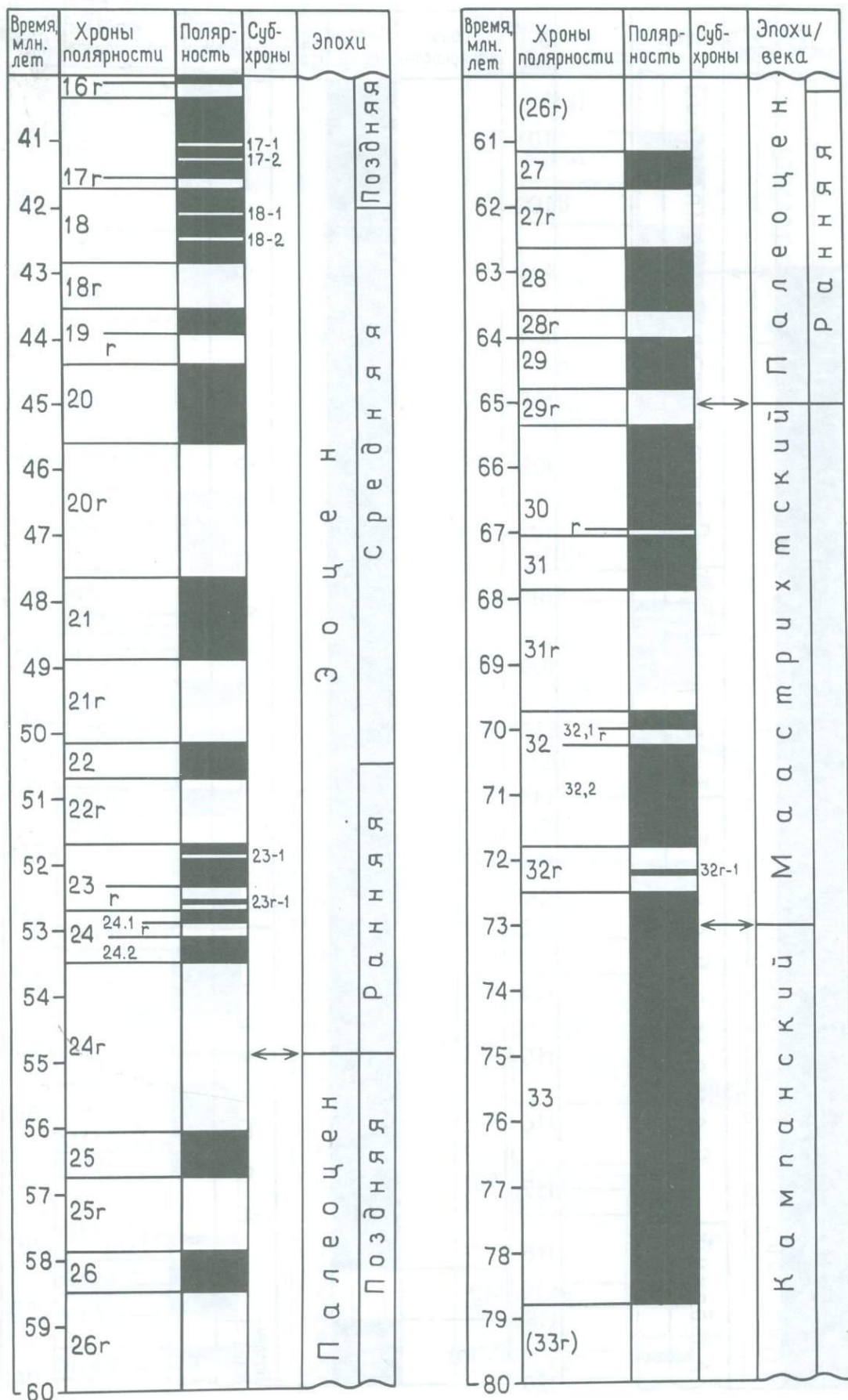


Рис. 4.7 (продолжение)

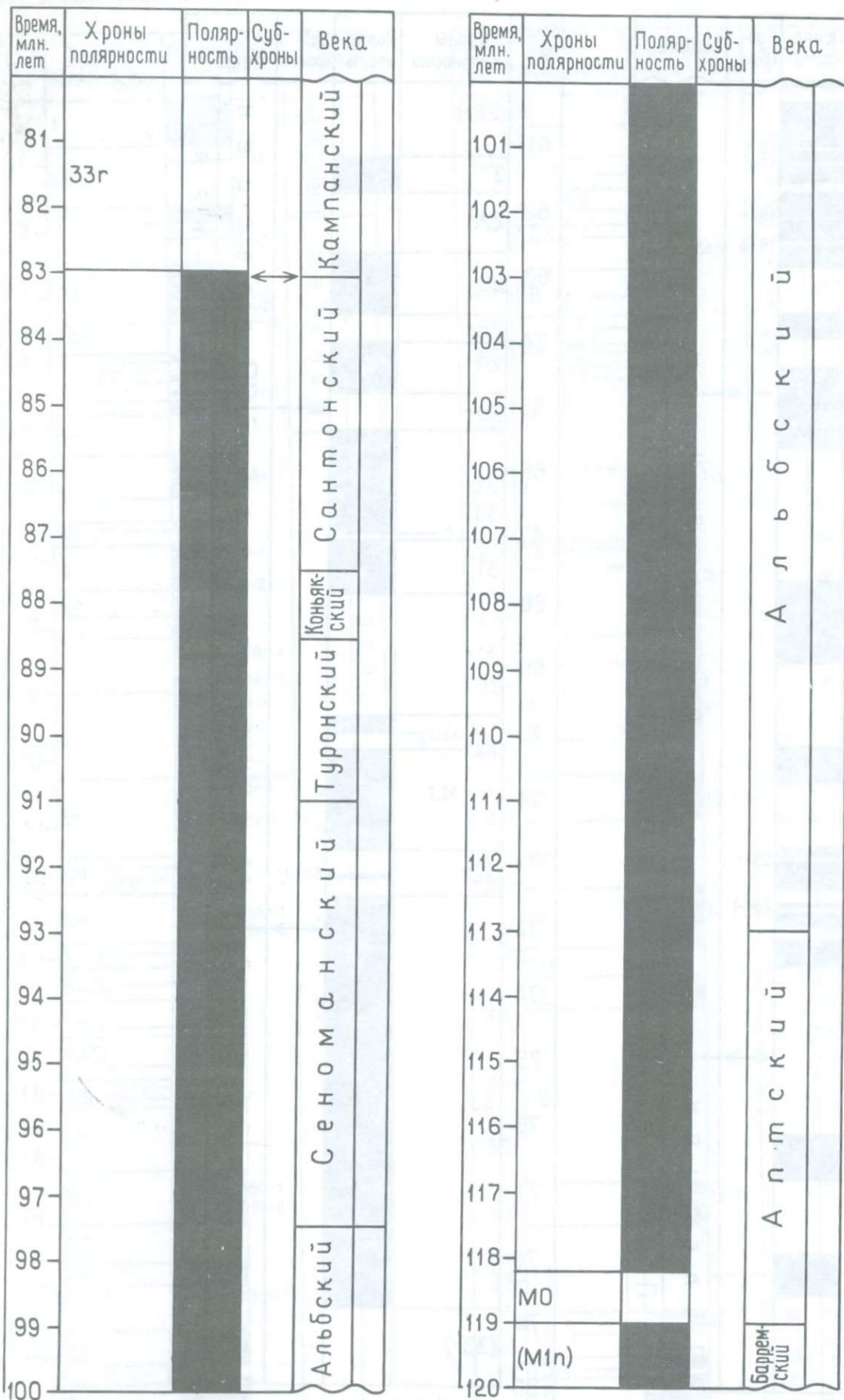


Рис. 4.7 (продолжение)

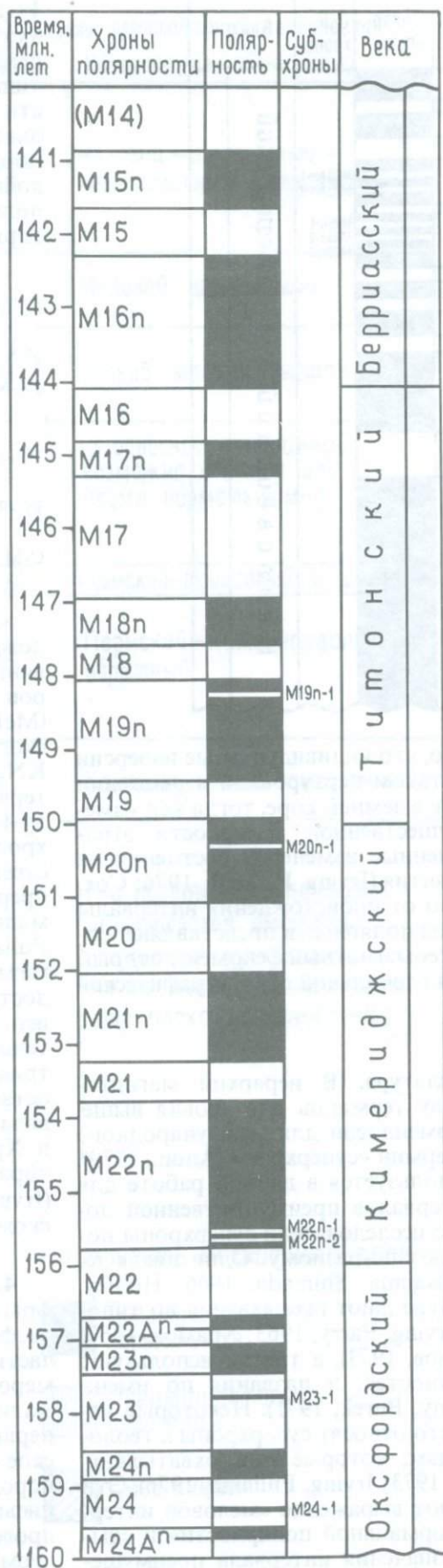
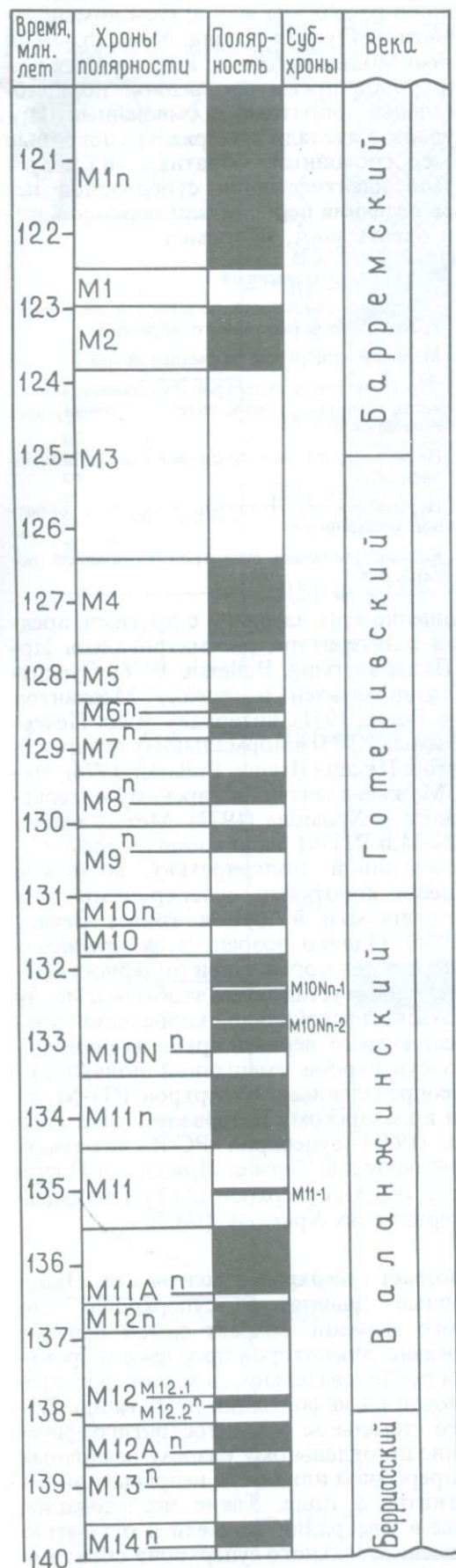
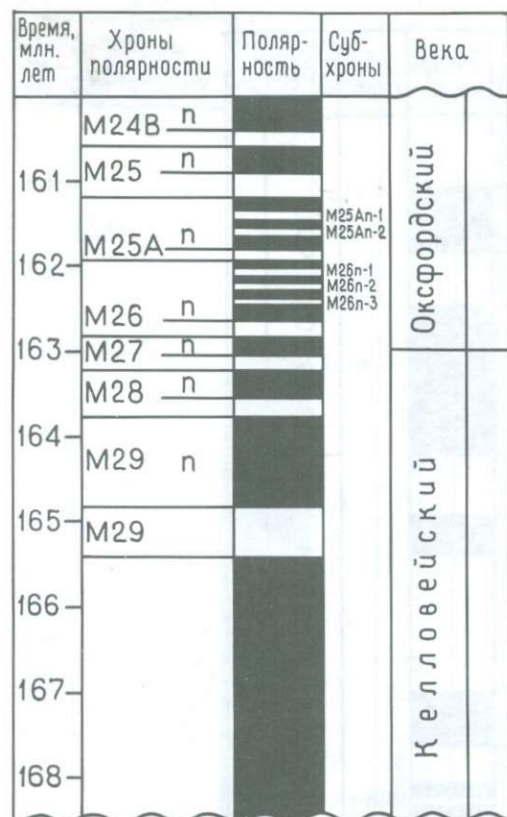


Рис. 4.7 (продолжение)



Вполне возможно, что индивидуальные инверсии являются результатом пертурбаций в движении потоков флюидов в земной коре, тогда как изменения в преимущественной полярности отражают долговременные изменения состояния на границе кора – мантия (Irving, Pullaiah, 1976; Cox, 1981). Независимо от происхождения интервалы преимущественной полярности представляют собой отчетливый геомагнитный феномен, который используется для глобальной стратиграфической корреляции.

4.5.2. Номенклатура. В иерархии магнито-стратиграфических терминов для уровня выше, чем «хрон», рекомендован для международного использования термин «суперхрон» (Anon., 1979). Этот термин используется в данной работе для обозначения интервалов преимущественной полярности. Разные исследователи суперхроны полярности называют по-разному. Одни никак их не называют (Sasajima, Shimada, 1966; Hellsley, Steiner, 1969), другие дают им названия по типовой местности (Irving, Parry, 1963; Храмов, 1967; Печерский, Храмов, 1973), а третьи используют и названия местностей, и названия по имени ученых (McElhinny, Burek, 1971). Некоторые исследователи просто относят суперхроны к геологическим периодам, которые они охватывают (Irving, Couillard, 1973; Irving, Pullaiah, 1976). Эти авторы используют выражение «меловой интервал спокойной нормальной полярности» и символ KN для обозначения интервала преимущественно нормальной полярности, имевшего место в течение мелового периода. Подобно этому

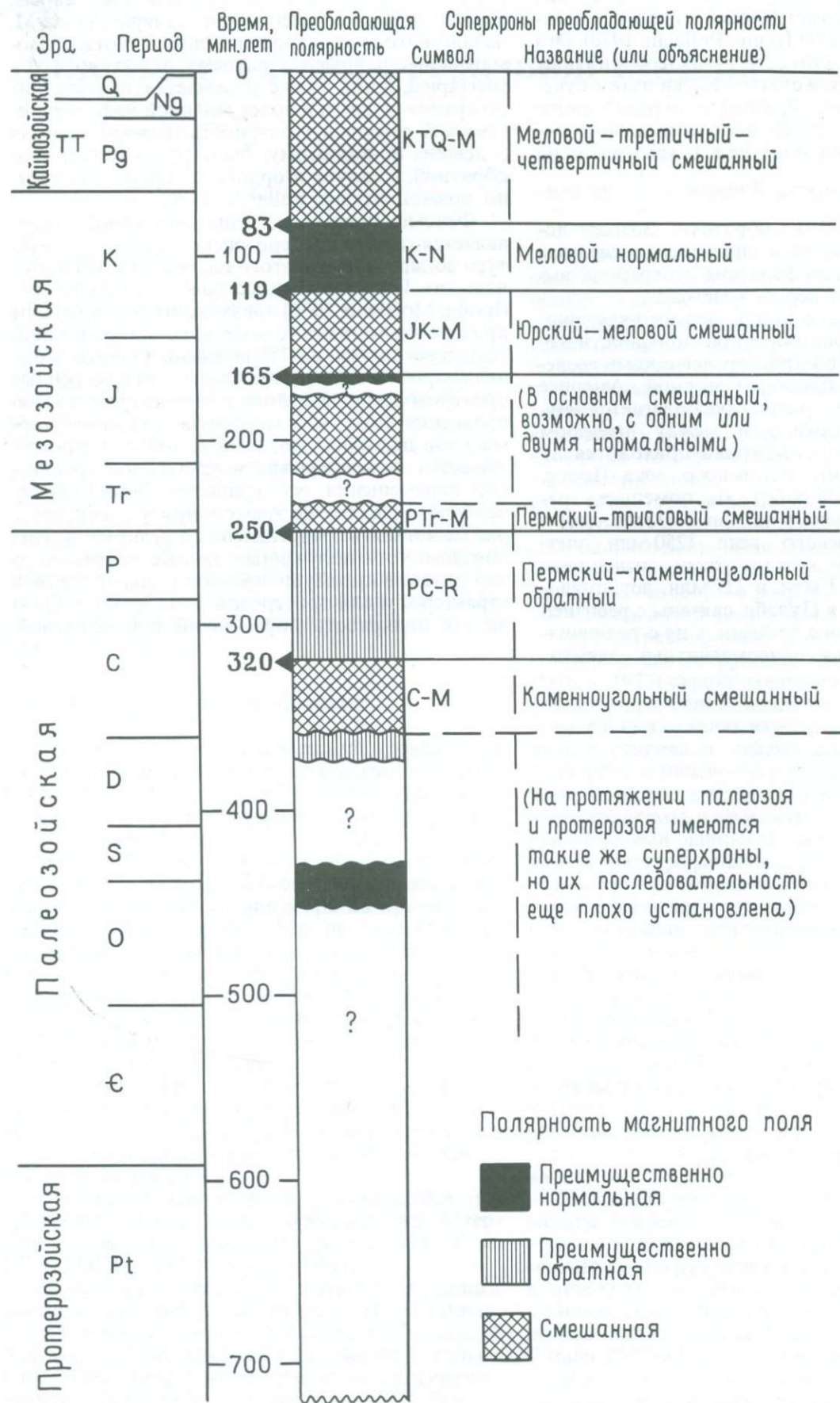
они выделяют «пермо-карбонный спокойный интервал обратной полярности», обозначая его PCR. В данной работе мы используем номенклатуру Ирвинга и Пулайя (Irving, Pullaiah, 1976) с небольшими модификациями. Различаются три типа суперхронов преимущественной полярности: нормальные, обратные и смешанные (Ирвинг и Пулайя выделяли интервалы спокойные нормальные, спокойные обратные и неспокойные). Для идентификации суперхронов используются названия периода или периодов, которые они охватывают, например:

	Современный
KTQ-M	Суперхрон смешанной полярности мелового – третичного – четвертичного периодов
K-N	Меловой суперхрон нормальной полярности
JK-M	Юрско-меловой суперхрон смешанной полярности (неопределенный интервал, отвечающий суперхрону)
PTr-M	Пермско-триасовый суперхрон смешанной полярности
PC-R	Пермско-каменноугольный суперхрон обратной полярности
C-M	Каменноугольный суперхрон смешанной полярности

Соотношение этих названий с другими, предложенными в литературе, рассматривалось Ирвингом и Пулайя (Irving, Pullaiah, 1976). Суперхрон K-N эквивалентен интервалу Меркантион (McElhinny, Burek, 1971), интервалу Ялал Печерского и Храмова (1973) и нормальному интервалу KN Ирвинга и Пулайя (Irving, Pullaiah, 1976). Интервал JK-M эквивалентен гиссарскому интервалу Печерского и Храмова (1973). Между суперхронами JK-M и PTr-M было время с преимущественно смешанной полярностью, возможно прерывавшееся короткими суперхронами нормальной полярности в юре и триасе (Irving, Pullaiah, 1976). Однако возраст этих предполагаемых суперхронов нормальной полярности недостаточно хорошо установлен, чтобы они могли использоваться для глобальной корреляции; фактически даже возраст верхней границы пермско-триасового суперхрона смешанной полярности остается неопределенным. Суперхрон PTr-M эквивалентен иллаварскому интервалу Печерского и Храмова (1973), суперхрон PC-R – интервалу обратной полярности Киаман Ирвинга и Пэрри (Irving, Parry, 1963) и суперхрон C-M – дебальцевскому интервалу по Храмову (1967).

4.5.3. Возраст суперхронов полярности. Наши фрагментарные знания о суперхронах до оксфордского времени (возраст самой древней части дна океана, для которой прослежена пронумерованная последовательность магнитных аномалий) основан на информации двух типов. Во-первых, это детальное магнито-стратиграфическое изучение по отдельному разрезу осадочных пород с непрерывной или почти непрерывной записью магнитного поля. Такие исследования, проведенные в Австралии, привели к открытию пермско-каменноугольного суперхрона обратной полярности (Irving, Parry, 1963). Второй тип информации заключается в глобальном синтезе

Рис. 4.8. Суперхроны полярности.



Полярность магнитного поля

■ Преимущественно нормальная

▨ Преимущественно обратная

▩ Смешанная

всех приемлемых данных о палеомагнитной полярности, включая информацию о породах, датированных радиометрически и палеонтологически (McElhinny, 1971; Irving, Pullaiah, 1976). Эта глобальная совокупность палеомагнитных данных анализируется статистически путем отношения общего числа образцов с определенного временного среза к образцам с нормальной полярностью. Значения, близкие к 1, указывают на

нормальную полярность, близкие к $\frac{1}{2}$ — на смешанную, близкие к 0 — на обратную. Возраст до-оксфордских суперхронов определен последним способом; три постоксфордских суперхрона выделены с помощью первого метода.

Границы начала и конца пермско-каменноугольного суперхрона обратной полярности хорошо датированы биостратиграфическими исследованиями в Австралии, Северной Америке и СССР. Начальная граница располагается внутри намюрской эпохи или между намюром и вестфалом. Конец суперхрона приходится на начало или середину татарского века (Irving, Pullaiah, 1976). В этой работе мы помещаем границы этого суперхрона в намюр (320 млн. лет) и в середину татарского века (250 млн. лет) (рис. 4.8). Различия между этими значениями и датировками в 313 млн. и 227 млн. лет, приводимыми Ирвингом и Пулайя, связаны с ревизией шкалы геологического времени, а не с различиями в интерпретации палеомагнитных данных.

Пермско-каменноугольному суперхрону обратной полярности РС-R предшествует карбонный суперхрон смешанной полярности С-М, начало которого датировано плохо. Хотя палеомагнитные данные по раннему палеозою фрагментарны, здесь также намечается присутствие суперхронов, как и в более молодой части геологической летописи. Полярность магнитного поля в девоне, по-видимому, была преимущественно обратной, в силуре и ордовике — преимущественно прямой (Irving, Pullaiah, 1976).

Феномен преимущественной полярности проявляется также в протерозойское время, но структура полярности для этого интервала пока плохо известна. Палеомагнитные данные по лаврентию (Irving, McGlynn, 1976) показывают, что в течение протерозоя магнитное поле находилось в «нормальном» состоянии 77% времени. Однако решение вопроса о том, соответствуют ли измеренные протерозойские значения палеомагнитного направления тому, что мы сейчас называем нормальной полярностью, зависит от того, прослеживается ли непрерывно в протерозой траектория перемещения оси вращения Земли. Из-за неполноты данных по этому вопросу эта траектория может быть представлена по-разному. Таким образом, хотя полученные данные показывают, что феномен преимущественной полярности был характерен и для протерозоя, пока не ясно, была ли эта полярность нормальной или обратной.

Линейные схемы временной шкалы

5.1. Введение

В предыдущих главах обсуждались хроностратиграфические подразделения геологического времени, хронометрическое датирование их границ (и пределы их точности) и палеомагнитные данные. Изменения уровня древних морей кратко рассмотрены ниже. Подразделения времени на рис. 5.2–5.8 даны в четырех разных масштабах для докембрия, палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

На рис. 5.9 помещена колонка, отражающая некоторые аспекты истории Земли в едином линейном масштабе; там же приводятся некоторые события в истории Луны. Показаны два цикла изменений уровня моря первого порядка для фанерозоя (Vail, Mitchum, Thompson, 1977) и докембрийские события.

5.2. Эвстатические изменения

Явление глобальных изменений уровня моря на протяжении геологического времени вызывает все возрастающий интерес. Современные достижения в области сейсмической стратиграфии показали актуальность исследований в этом направлении, и мы решили предпринять попытку суммировать на современном уровне знаний сведения о вариациях уровня моря на протяжении фанерозойского времени. Мы не надеемся, что примирим взгляды всех исследователей, в особенности ученых, активно работающих в данном направлении, и что в течение ближайших нескольких лет не будут внесены существенные изменения. Тем не менее эта попытка должна иметь стимулирующее значение.

Изменения уровня моря привлекаются для объяснения геологических явлений с XVIII в., со времен Геттона (Fairbridge, 1961). Время и амплитуда этих изменений рассчитывались, исходя из следующих факторов:

1) площади континентов, оставшейся погруженной на протяжении определенных интервалов времени в прошлом (Egyed, 1956; Wise, 1974; Hallam, 1977; Cogley, 1981);

2) величины изменений скорости спрединга океанических хребтов во времени (Hays, Pitman, 1973; Flemming, Roberts, 1973). При этом подходе ошибки обусловлены использованием только одной гипсометрической кривой на протяжении времени (Bond, 1978; Harrison et al., 1981). Это, по крайней мере частично, объясняет расхождения в результатах, полученных с учетом этого и предыдущего факторов;

3) данных сейсмической стратиграфии (Vail et al., 1977; Vail, Todd, 1981). Полагают, что этот подход, основанный на методах сейсмической стратиграфии, развиваемый Вейлом и его коллегами по корпорации Exxon и использующий большое количество данных о свойствах пород, представляет собой действенный инструмент для разведки углеводородов. Определенная последовательность стратиграфических свойств устанавливается по сейсмической записи, на которой выявляются поверхности отражения сейсмических волн. Эти поверхности отвечают изменениям уровня моря и могут быть скоррелированы с глобальными циклами колебаний уровня моря, которые были выявлены предыдущими работами. Таким способом разрезы осадочных пород могут быть интерпретированы и датированы еще до начала разведочных работ.

Вейл и его сотрудники (см. статьи в работе Payton, 1977) строят концепцию изменяющегося уровня моря, основываясь на нескольких последовательных стадиях изучения. Сначала они проинтерпретировали сейсмические разрезы всех континентов (исключая Антарктиду) и прилегающих морей, рассматривая их как хроностратиграфические схемы, и проконтролировали их стратиграфическими данными. Затем, исходя из этих хроностратиграфических схем, они построили схемы циклов относительных изменений уровня моря для каждого изученного региона. Наконец, они составили интегрированную схему глобальных циклов, которую они рассматривают «просто как модальное среднее из скоррелированных региональных циклов».

На региональных и глобальных схемах циклов различаются циклы второго порядка, или суперциклы, продолжительностью 10–80 млн. лет и циклы третьего порядка продолжительностью 1–10 млн. лет, которые в свою очередь определяют два цикла первого порядка. Сводная кривая циклов второго и третьего порядков представлена на рис. 5.3, 5.5 и 5.7.

На схеме глобальных циклов Вейла и др. показаны относительные изменения уровня моря в шкале, максимум которой соответствует максимальному погружению в олигоценовую эпоху, а минимум – максимальному поднятию в конце меловой эпохи. Эта схема была датирована с использованием данных Хейса и Питмана (Hays, Pitman, 1973) и Питмана (Pitman, 1978). Представленная здесь схема отражает действительные эвстатические изменения уровня моря. Отличительной особенностью этих схем является то, что поднятия уровня моря происходили постепенно, а падения – относительно резко, и в том масшта-

бе, в котором они представлены,—практически мгновенно.

Именно эти представления об очень быстрых падениях уровня моря вызывают критику работ Вейла и его сотрудников. Некоторые исследователи (Brown, Fisher, 1979; Pitman, 1978) оспаривают значимость тех признаков на сейсмических записях, которые интерпретируются как указание на быстрое падение уровня моря; другие считают вообще невозможным подсчитать скорость падения уровня (Pitman, 1978; Donovan, Jones, 1979). Вейл и Годд в ответ на эти возражения отмечают, что их первоначальную схему «относительных изменений уровня моря» лучше рассматривать как схему «относительных изменений степени перекрытия берегов морем». Они изменили форму кривой «рассчитанного глобального уровня моря» на своей схеме в интервале от позднего триаса до неокома, показав менее «мгновенные» падения уровня и сделав их в общем менее резкими. На рис. 5.1 сравниваются две кривые: кривая относительного перекрытия берегов и кривая рассчитанных эвстатических изменений уровня моря для мезозойского и кайнозойского интервалов. На рис. 5.1 мы приводим усовершенствованную «рассчитанную кривую уровня моря». Для палеозоя приводится исходная кривая перекрытия берегов по Вейлу и др. (Vail et al., 1977).

Кривая циклов первого порядка Вейла и др. (Vail et al., 1977) в целом согласуется с кривыми эвстатических колебаний уровня моря других авторов (Egyed, 1956; Hallam, 1977). Кривые циклов второго и третьего порядков также в общем совпадают с некоторыми имеющимися данными (Hallam, 1978; Hancock, Kauffman, 1979), но не со всеми (Cooper, 1977). Это свидетельствует о том, что наблюдается тенденция к согласованию представлений об эвстатических колебаниях уровня моря, хотя и не во всех деталях. Вместе с тем по крайней мере один исследователь считает это бесплодным занятием, полагая, что эти изменения могут иметь только региональное, но не глобальное значение (Möner, 1981).

Дебаты относительно того, обусловлены ли изменения площади седиментации глобальными эвстатическими колебаниями уровня моря или тектоническим погружением и изгибом континентальной коры, происходящим на пассивной окраине континента, продолжают продолжаться. Недавно Уоттс (Watts, 1982) пришел к заключению, что многие из вариаций в перекрытии береговой линии, которые Вейл и его коллеги использовали для выявления циклов второго порядка, находятся в большей степени под контролем тектоники, чем эвстазии. Дополнительную и новую информацию о позиции работников компании Еххон относительно эвстатических циклов и интерпретации данных сейсмической стратиграфии читатель может получить в работе Бэрда, Сенгри и Смита (Beard, Sangree, Smith, 1982).

5.3. Некоторые геологические события

По различным источникам на схему были нанесены докембрийские и фанерозойские события. Сюда включены четыре этапа орогенеза Штилле и составляющие их тектонические фазы, поскольку они широко используются и имеют достаточно точно определенный стратиграфический возраст. Мы, однако, не рекомендуем их использовать и отдаем предпочтение Стандартной стратиграфической шкале, как более точной. Вместе с тем часто не ясно, какое тектоническое значение имеют некоторые из названий Штилле. Чтобы отличить их от других, мы отмечали их звездочкой. Оледенения даны по Хембри и Харленду (Hambrey, Harland, 1981) и Харленду (в печати). Показано также появление фаунистических и флористических групп. Более детальную информацию по этому вопросу читатель может получить из работы «Эволюция», подготовленной М. Фьютреллом Смитом и опубликованной в 1981 г. Открытым университетом, Мильтон-Кейнис, Англия. События, связанные с дном океана, даны по Смиту, Харли и Бридену (Smith, Hurley, Briden, 1981).

→
Рис. 5.1. А.1—циклы относительных изменений в перекрытии берегов в мезозое (Vail et al., 1977, а также согласно ревизии, проведенной в работе Vail, Todd, 1981) (заштриховано); 2-4—рассчитанные глобальные эвстатические изменения уровня на протяжении мезозоя (Vail et al., 1977; Vail, Todd, 1981; Hallam, 1981). Б.1—циклы относительных изменений в перекрытии берегов в кайнозое (Vail et al., 1977, а также согласно ревизии, проведенной в работе Vail, Todd, 1981); 2—рассчитанные глобальные эвстатические изменения уровня моря на протяжении кайнозоя (Vail et al., 1977). Кривая рассчитанных эвстатических изменений уровня моря от нория до «ныне» на схеме шкалы геологического времени составлена на основе данных, приведенных на этом рисунке: В.2, А.2 и А.3. Рисунок составлен А.Дж. Флитом.

А
МЕЗОЗОЙ

1. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ
ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕРЕ-
КРЫТИИ БЕРЕГОВ
Vail et al., 1977
К суше К морю

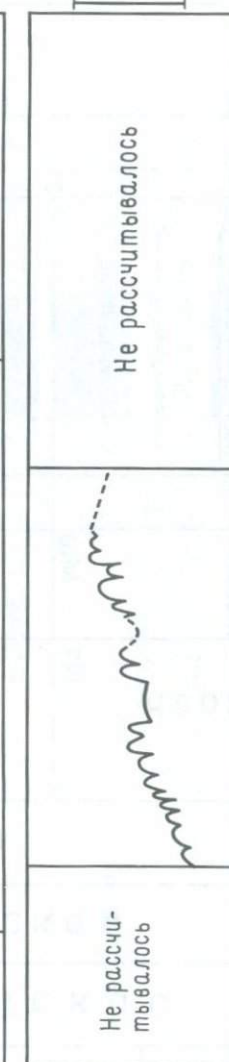
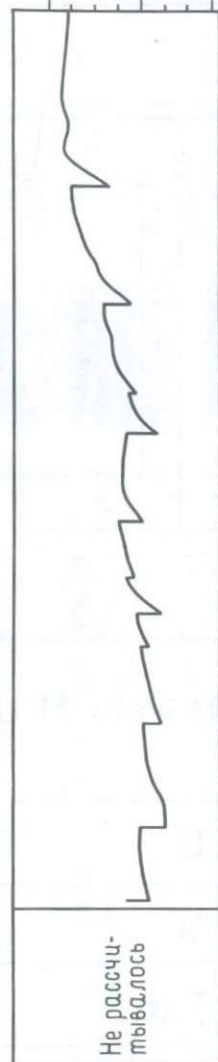
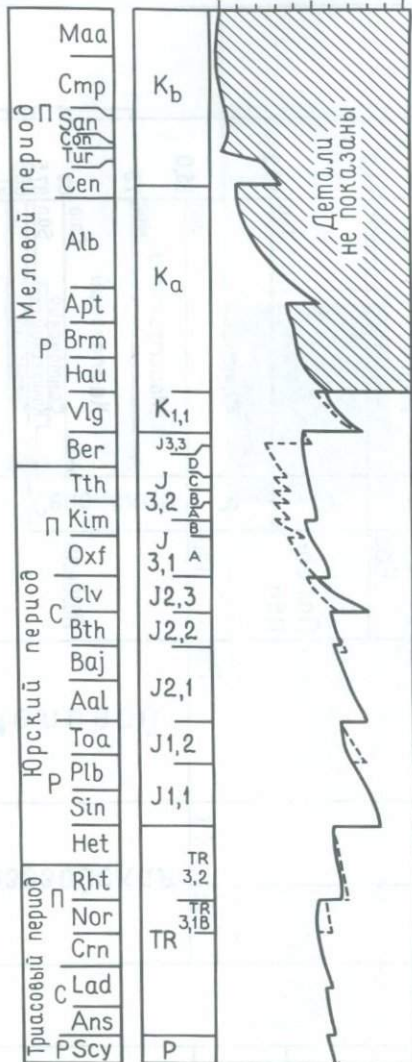
РАССЧИТАННЫЕ ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭВСТАТИЧЕСКИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ МОРЯ

2. Vail et al., 1977
Метры ниже или выше
современного уровня моря
3. Vail, Todd
1981
4. Hallam, 1981

ЦИКЛЫ 1,0 0,5 0

400 0 -300 100 м

> 150 м



Б
КАЙНОЗОЙ

1. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ
ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕРЕ-
КРЫТИИ БЕРЕГОВ
К суше К морю

2. РАССЧ. ГЛОБАЛЬНЫЕ
ЭВСТАТИЧЕСКИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ
УРОВНЯ МОРЯ
Метры ниже или выше
современного уровня моря

ЦИКЛЫ 1,0 0,5 0

400 0 -300

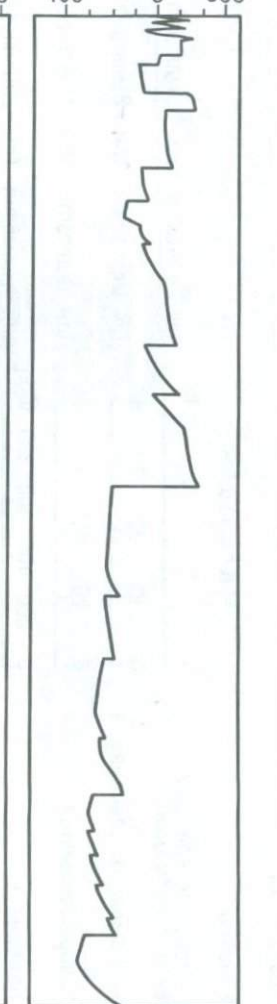
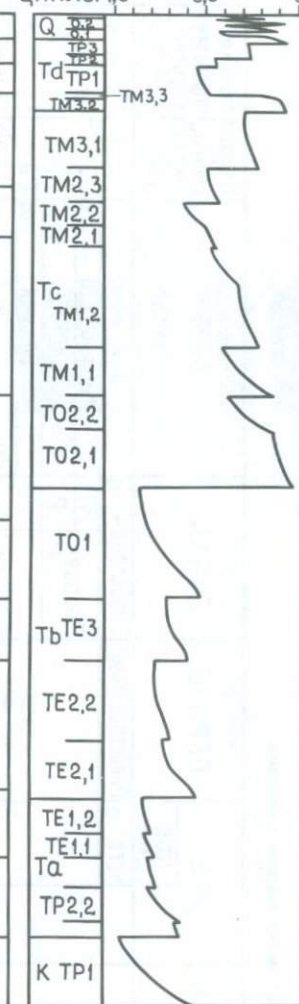
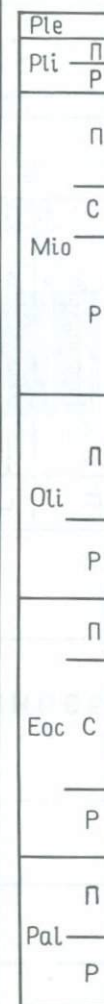


Рис. 5.2–5.9. Временная шкала и события.

Условные обозначения

- Опорные точки
- Границы, возраст которых определен индивидуально
- ▲ Тиллиты и явления оледенения
- КР Конец распространения
- ПП Первое появление

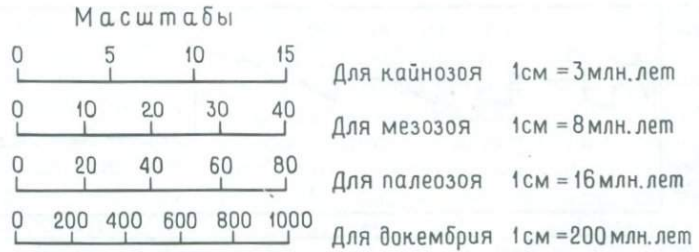


Рис. 5.2. Временная шкала кайнозоя.

Время, млн. лет	ЭОН	ЭРА	ПЕРИОД	ЭПОХА	ВЕК	Возраст границ, млн. лет	Ошибка определения возраста, млн. лет		
								ПОД-ЭРА	
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 100	Фанерозойский	Кайнозойская	Третичная	Плейстоценовый	Плейстоцен	Четв. Q			
						П	Пьяченцкий Pia	2,0	5 10 15
						Р	Занкльский Zan	3,3	
							Мессинский Mes	5,1	
					Тортонский Tor	6,5			
				Неогеновый	Миоцен	П	Тортонский Tor	11,3	
							Серравальский Srv		
						С	Поздний Лангский Lan	14,4	
							Ранний Лангский Lan		
						Р	Бурдигальский Bur	19	
			Аквитанский Aqt			24,6			
		Палеогеновый	Эоцен	Олигоцен	П	Хаттский Cht	32,8		
					Р	Рюпельский Rup	38,0		
					П	Приабонский Prb	42,0		
						Бартонский Brt	44		
						Лютетский Lut	50,5		
					Р	Ипрский Ypr	54,9		
					Палеоцен	П	Танетский Tha	60,2	
							Датский Dan	65,0	
					Меловой	Поздняя	Сенонская	Ma	
Сmp	Кампанский Cmp							83	
San	Сантонский San	87,5							
Con	Коньякский Con	88,5							
Tur	Туронский Tur	91							
Cen	Сеноманский Cen	97,5							

Рис. 5.4. Временная шкала мезозоя.

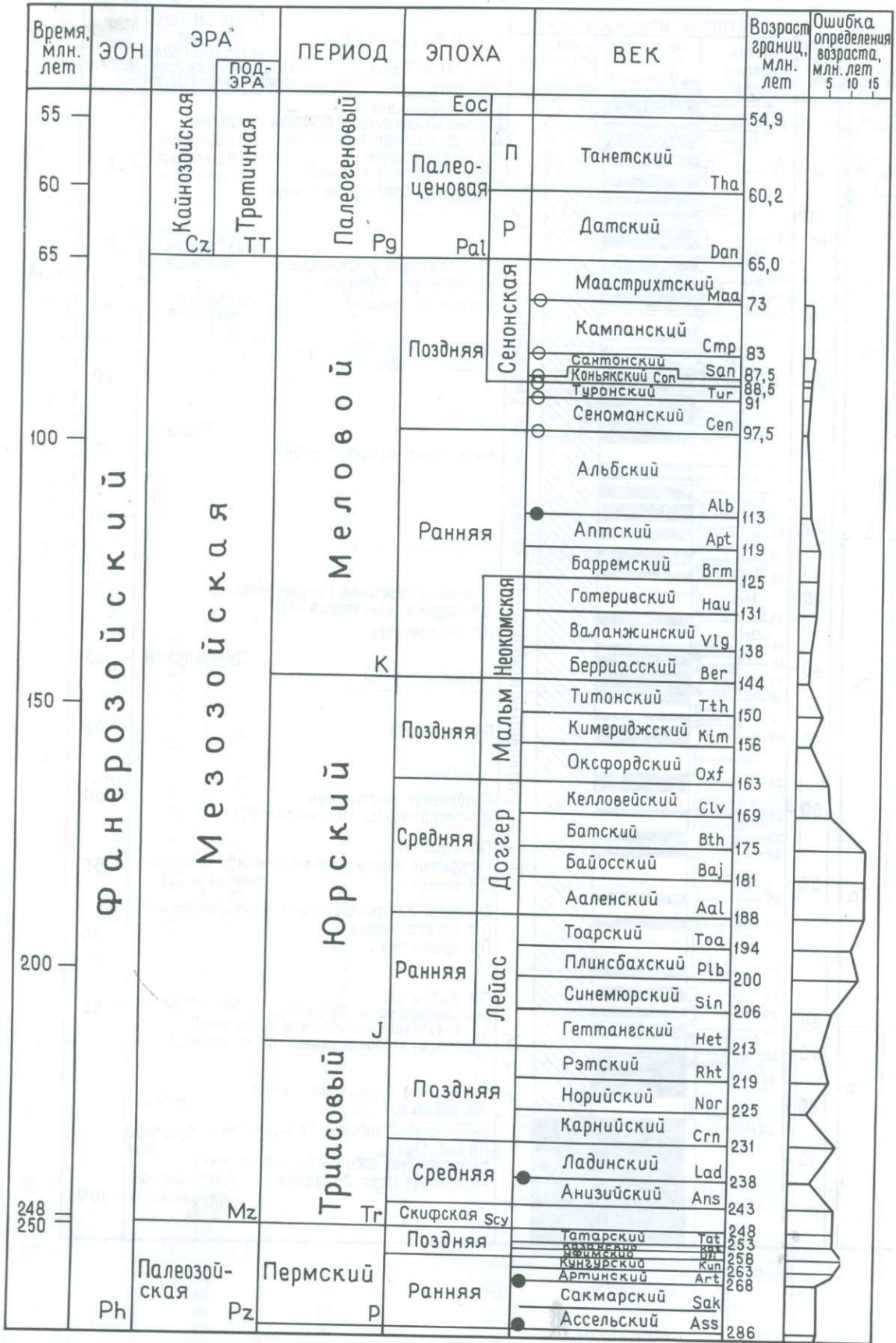


Рис. 5.5. События мезозоя.

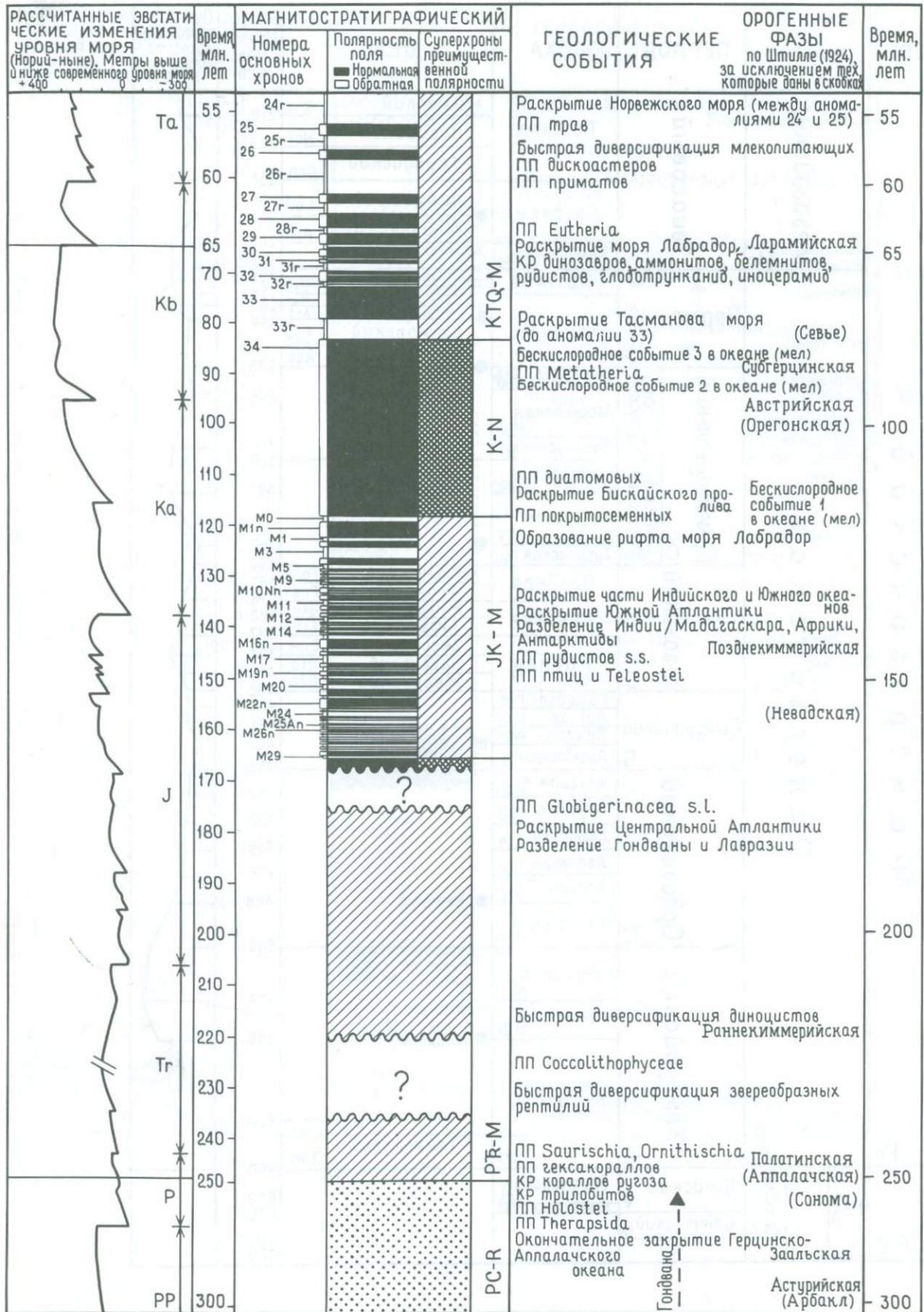


Рис. 5.6. Временная шкала палеозоя.

Возраст, млн. лет	ЭОН	ЭРА	ПЕРИОД	ЭПОХА	ВЕК	Возраст границ, млн. лет	Ошибка определения возраста, млн. лет
248	Ph	Мезозойская	Триасовый	Поздняя	Рэтский Rht	219	-
					Норийский Nor	225	
250	Mz	Tr	Триасовый	Средняя	Карнийский Crn	231	-
					Ладинский Lad	238	
300	Ph	Мезозойская	Пермский	Поздняя	Анизийский Ans	243	-
					Скифская Scy	248	
350	Ph	Палеозойская	Пермский	Ранняя	Казанский Kaz	248	-
					Татарский Tat	253	
400	Ph	Палеозойская	Каменноугольный	Поздняя	Уфимский Ufi	258	-
					Кунгурский Kun	263	
450	Ph	Палеозойская	Каменноугольный	Ранняя	Артинский Art	268	-
					Сакмарский Sak	286	
500	Ph	Палеозойская	Каменноугольный	Ранняя	Ассельский Ass	286	-
					Гжельская Gze	296	
550	Ph	Палеозойская	Каменноугольный	Ранняя	Касимовская Kas	296	-
					Московская Mos	315	
600	Ph	Палеозойская	Каменноугольный	Ранняя	Башкирская Bsh	320	-
					Серпуховская Spk	333	
630	Ph	Палеозойская	Каменноугольный	Ранняя	Визейская Vis	352	-
					Турнейская Tou	360	
670	Ph	Палеозойская	Девонский	Поздняя	Фаменский Fam	367	-
					Франский Frs	374	
700	Ph	Палеозойская	Девонский	Средняя	Живетский Giv	380	-
					Эйфельский Eif	387	
750	Ph	Палеозойская	Девонский	Ранняя	Эмский Ems	394	-
					Зигенский Sig	401	
800	Ph	Палеозойская	Девонский	Ранняя	Жединский Ged	408	-
					Ланговерский Lng	414	
850	Ph	Палеозойская	Силурийский	Поздняя	Лудлов Lud	421	-
					Венлок Wen	428	
900	Ph	Палеозойская	Силурийский	Ранняя	Лландоверский Lly	438	-
					Ашгилл Ash	448	
950	Ph	Палеозойская	Ордовикский	Поздняя	Карадок Crd	458	-
					Лландейло Llo	468	
1000	Ph	Палеозойская	Ордовикский	Средняя	Лланвирн Llv	478	-
					Арениг Arg	488	
1050	Ph	Палеозойская	Ордовикский	Ранняя	Тремадок Tre	505	-
					Неточно	488	
1100	Ph	Палеозойская	Кембрийский	Поздняя	Мерионет Mer	525	-
					Сент-дэвид St D	540	
1150	Ph	Палеозойская	Кембрийский	Ранняя	Неточно	540	-
					Керфай	570	
1200	Ph	Палеозойская	Кембрийский	Ранняя	Томмотский Tom	590	-
					Неточно	570	
1250	Ph	Палеозойская	Вендский	Поздняя	Эдиакарская Edi	590	-
					Варанская Var	630	
1300	Ph	Палеозойская	Вендский	Ранняя	Стёртский St	670	-
					Синийская Sin	800	
1350	Ph	Палеозойская	Вендский	Ранняя	Неточно	800	-
					Неточно	900	

Рис. 5.7. События палеозоя.

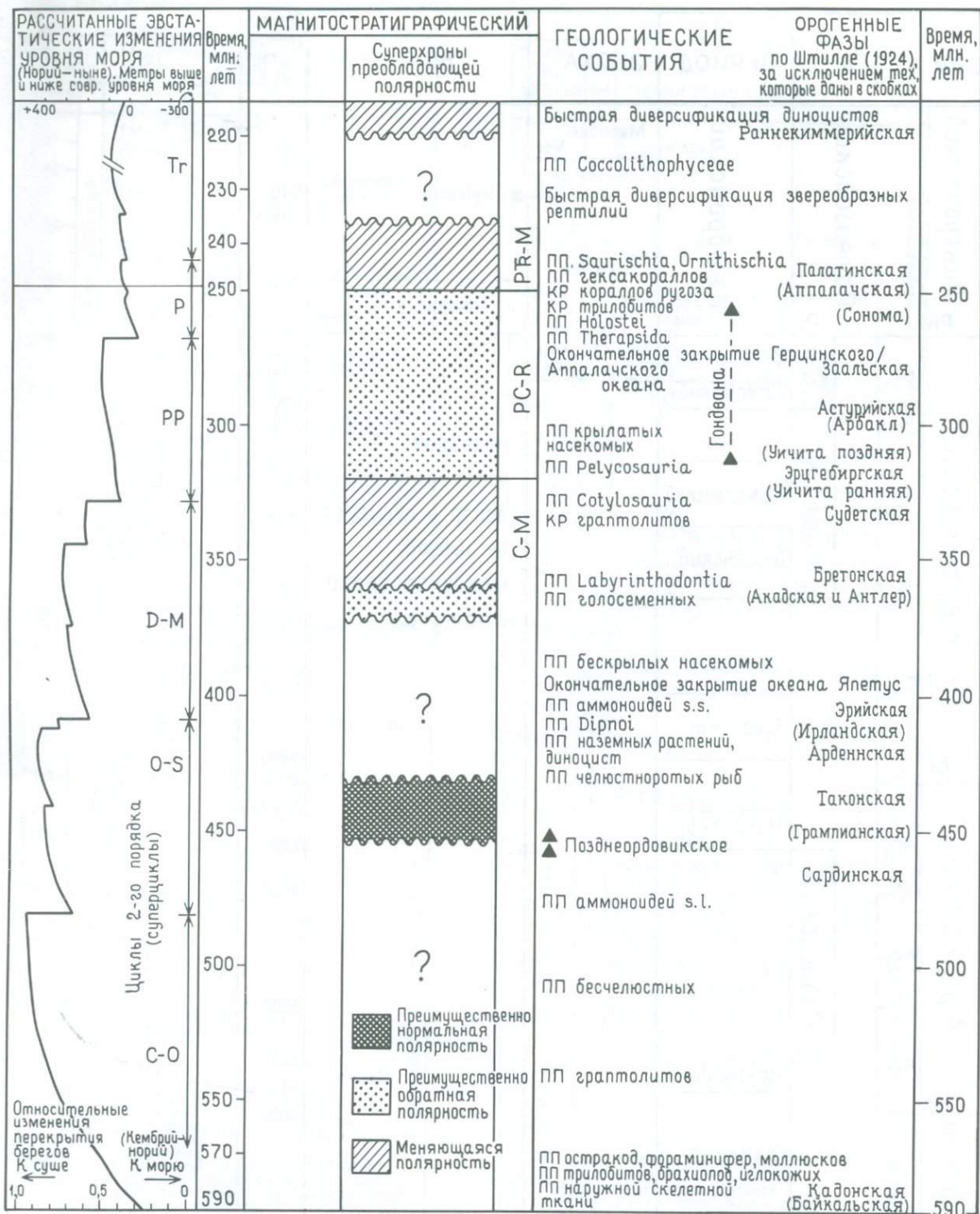


Рис. 5.8. Временная шкала докембрия.

Возраст, млн. лет	ЭОН	ЭРА	ПЕРИОД	ЭПОХА	ВЕК	Возраст границ, млн. лет
550	Фанерозойский Ph	Палеозойская Pz	Кембрийский Є	Мерионет Mer	● Неточно	525
				Сент-дэвид St D		540
				Керфай Crf		570
590					Томмотский Tom	590
600	Протерозойский Pt	Синий-Зеленая R	Вендский V	Эдиакарская Edi	Названия докембрийских подэр и периодов не имеют международного статуса	630
Стёртский U			Варанзский Var	670		
?						800
1000			Юрматинский Y			900
?			Бурзьянский B			1050
2000			Гуронский H			1350
?			Рэндский Rap			1650
2100						2100
2400						2400
2500						2500
2630			2630			
2800			2800			
3000			3000			
3500			3500			
3750			3750			
3900			3900			
4000			4000			
4000	Архейский Ar	Свазийская Sw	Исуанский I			
			Хэдский Hde			
5000	Прискойский Pr					

Перевод датировок возраста на новые константы распада

Введение. Радиометрический возраст рассчитывается в основном по следующей формуле:

$$t = (1/\lambda) \log_e [(D/P) + 1],$$

где t – возраст; λ – константа распада; D – концентрация в минерале атомов дочернего элемента, образовавшегося в результате радиоактивного распада; P – концентрация атомов исходного радиоактивного элемента в минерале. В том случае, если какое-то количество атомов дочернего элемента присутствовало в исходном минерале, как при рубидий-стронциевом методе, оно вычитается, с тем чтобы при подсчетах использовалась концентрация, обусловленная только радиоактивным распадом.

Усовершенствование масс-спектрометров и методики измерения радиоактивного распада ведет к более точному определению соотношений изотопов и констант распада. Для рубидий-стронциевого и уран-свинцового методов соотношения между датировками, полученными с использованием различных констант, такие же, как и отношения между самими константами. Для калий-аргонового метода эти отношения более сложные, так как ^{40}K распадается двумя путями, которые характеризуются различными константами. Таким образом, для стандартизации данных калий-аргонового возраста мы приводим отдельные таблицы.

На заседании в Сиднее в 1976 г. Подкомиссия МСГН по геохронологии рекомендовала стандартизировать изотопные отношения и константы распада, чтобы обеспечить сравнение результатов, полученных в разных лабораториях (Steiger, Jäger, 1977, 1978). Изотопные соотношения известны с большей точностью, чем константы распада. Соответственно применяемые стандарты могут быть в будущем модифицированы, если экспериментальные исследования потребуют их изменения.

Практически все изотопные датировки, опубликованные до 1978 г., были выполнены с использованием нестандартных констант. В настоящем приложении показано, как могут быть стандартизированы нестандартные датировки. В приведенном систематическом списке датировок (табл. 3.1) использованные методы датировок закодированы следующим образом:

- 1 – старые западные датировки калий-аргоновым и аргон-аргоновым методами (константы распада: 4,72, 0,584, 1,19);
- 2 – старые советские датировки калий-аргоновым и аргон-аргоновым методами (4,720, 0,557, 1,19);
- 3 – новые датировки калий-аргоновым и аргон-аргоновым методами (4,962, 0,581, 1,167);
- 4 – старые датировки рубидий-стронциевым методом (1,39);
- 5 – старые датировки рубидий-стронциевым методом (1,47);
- 6 – новые датировки рубидий-стронциевым методом (1,42);
- 7 – старые датировки уран-свинцовым методом (0,154, 0,971);
- 8 – новые или исправленные датировки уран-свинцовым методом (0,1551255; 0,98485);
- 9 – старые датировки трековым методом;
- 10 – новые датировки трековым методом.

Все датировки трековым методом, приведенные в этой шкале, получены с использованием стандартных констант.

Рубидий-стронциевые датировки. Кодовые номера в табл. 3.1:

- 4 – данные по старой константе распада, равной $1,39 \cdot 10^{-11} \text{a}^{-1}$;
- 5 – данные по старой константе распада, равной $1,47 \cdot 10^{-11} \text{a}^{-1}$;
- 6 – данные по новой константе распада, равной $1,42 \cdot 10^{-11} \text{a}^{-1}$.

Исправление возраста проводится просто:
 стандартизированный возраст = опубликованный возраст \times (старая константа распада / $1,42 \cdot 10^{-11}$).

Пример. Опубликованный возраст, равный 190 млн. лет, был получен с использованием константы 1,39. Стандартизированный возраст должен быть равен $190 \times (1,39/1,42) = 186,0$ млн. лет (186 млн. лет). Опубликованный возраст, равный 780 млн. лет, получен с использованием константы 1,47. Стандартизированный возраст должен быть равен $780 \times (1,47/1,42) = 807,5$ млн. лет (807 млн. лет).

Замечание. Только очень небольшое количество определений возраста рубидий-стронциевым методом выполнено с использованием других констант распада.

Уран-свинцовые датировки являются средним из значений датировок распада $^{238}\text{U} - ^{206}\text{Pb}$ и распада $^{235}\text{U} - ^{207}\text{Pb}$, которые дают равный вклад. Эти датировки закодированы номером 7 (старые константы) и номером 8 (стандартные константы). Стандартизированный возраст подсчитывается просто:

$$\text{стандартизированный возраст} = \text{опубликованный возраст} \times 0,99.$$

Калий-аргоновые датировки. В нижеследующей таблице приведены стандартизированные датировки для датировок, при получении которых использовались константы, обычно применяемые в западных лабораториях (кодовый номер 1) и в советских лабораториях (кодовый номер 2). Для того чтобы определить стандартизированный возраст, нужно найти в первой колонке цифру, отвечающую опубликованному значению. Если она была получена с использованием констант, принятых в западных лабораториях, то стандартизированный возраст находится по второй колонке; если она получена с использованием констант, принятых в советских лабораториях, то стандартизированный возраст находится по третьей колонке.

Пример. Опубликованный возраст, полученный в западной лаборатории, равен 31 млн. лет, стандартизированный возраст будет равен 31,76 млн. лет (31,8 млн. лет). Опубликованный возраст, полученный в советской лаборатории, равен 690 млн. лет, стандартизированный возраст будет равен 671,2 млн. лет (672 млн. лет).

Замечание. Датировки, опубликованные до 1960 г., могли быть выполнены с использованием других констант распада, чем те, которые приведены и стандартизируются здесь. Пересчет таких датировок должен проводиться индивидуально и здесь не рассматривается. В некоторых западных лабораториях используется для бета-распада ^{40}K константа 0,585 вместо константы 0,584; это, однако, не дает существенных различий в значениях стандартизированного возраста, приведенных в таблице.

Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.
0.1	0.10	0.10	5.1	5.23	4.98				51	52.23	49.84
0.2	0.20	0.19	5.2	5.33	5.08				52	53.25	50.81
0.3	0.30	0.29	5.3	5.43	5.18				53	54.28	51.79
0.4	0.41	0.39	5.4	5.53	5.28				54	55.30	52.77
0.5	0.51	0.49	5.5	5.63	5.37				55	56.33	53.75
0.6	0.61	0.58	5.6	5.74	5.47				56	57.35	54.72
0.7	0.72	0.68	5.7	5.84	5.57				57	58.37	55.70
0.8	0.82	0.78	5.8	5.94	5.67				58	59.39	56.68
0.9	0.92	0.88	5.9	6.05	5.76				59	60.42	57.65
1.0	1.02	0.98	6.0	6.15	5.86				60	61.44	58.63
1.1	1.13	1.07	6.1	6.25	5.96	11	11.27	10.75	61	62.46	59.61
1.2	1.23	1.17	6.2	6.35	6.06	12	12.30	11.73	62	63.48	60.58
1.3	1.33	1.27	6.3	6.46	6.16	13	13.32	12.71	63	64.51	61.56
1.4	1.43	1.37	6.4	6.56	6.26	14	14.35	13.68	64	65.53	62.54
1.5	1.54	1.47	6.5	6.66	6.35	15	15.37	14.66	65	66.55	63.51
1.6	1.64	1.56	6.6	6.76	6.45	16	16.40	15.64	66	67.58	64.49
1.7	1.74	1.66	6.7	6.87	6.55	17	17.42	16.61	67	68.60	65.47
1.8	1.84	1.76	6.8	6.97	6.65	18	18.44	17.59	68	69.62	66.44
1.9	1.95	1.86	6.9	7.07	6.74	19	19.47	18.57	69	70.64	67.42
2.0	2.05	1.95	7.0	7.17	6.84	20	20.49	19.55	70	71.67	68.39
2.1	2.15	2.05	7.1	7.28	6.94	21	21.52	20.52	71	72.69	69.37
2.2	2.25	2.15	7.2	7.38	7.04	22	22.54	21.50	72	73.71	70.35
2.3	2.36	2.25	7.3	7.48	7.13	23	23.57	22.48	73	74.73	71.33
2.4	2.46	2.34	7.4	7.58	7.23	24	24.59	23.46	74	75.76	72.30
2.5	2.56	2.44	7.5	7.69	7.33	25	25.62	24.43	75	76.78	73.28
2.6	2.66	2.54	7.6	7.79	7.43	26	26.64	25.41	76	77.80	74.26
2.7	2.76	2.64	7.7	7.89	7.53	27	27.66	26.39	77	78.82	75.23
2.8	2.87	2.74	7.8	7.99	7.62	28	28.69	27.37	78	79.85	76.21
2.9	2.97	2.83	7.9	8.10	7.72	29	29.71	28.34	79	80.87	77.19
3.0	3.07	2.93	8.0	8.20	7.82	30	30.73	29.32	80	81.89	78.16
3.1	3.17	3.03	8.1	8.30	7.92	31	31.76	30.30	81	82.91	79.14
3.2	3.28	3.13	8.2	8.40	8.02	32	32.78	31.27	82	83.93	80.11
3.3	3.38	3.22	8.3	8.51	8.11	33	33.81	32.25	83	84.95	81.09
3.4	3.48	3.32	8.4	8.61	8.21	34	34.83	33.23	84	85.98	82.07
3.5	3.59	3.42	8.5	8.71	8.31	35	35.86	34.21	85	87.00	83.04
3.6	3.69	3.52	8.6	8.81	8.41	36	36.88	35.18	86	88.02	84.02
3.7	3.79	3.62	8.7	8.92	8.50	37	37.90	36.16	87	89.04	85.00
3.8	3.89	3.71	8.8	9.02	8.60	38	38.93	37.14	88	90.07	85.97
3.9	4.00	3.81	8.9	9.12	8.70	39	39.95	38.11	89	91.09	86.95
4.0	4.10	3.91	9.0	9.22	8.80	40	40.97	39.09	90	92.11	87.93
4.1	4.20	4.01	9.1	9.33	8.89	41	42.00	40.07	91	93.13	88.90
4.2	4.30	4.10	9.2	9.43	8.99	42	43.02	41.05	92	94.15	89.88
4.3	4.41	4.20	9.3	9.53	9.09	43	44.04	42.02	93	95.17	90.85
4.4	4.51	4.30	9.4	9.63	9.19	44	45.07	43.00	94	96.20	91.83
4.5	4.61	4.40	9.5	9.73	9.28	45	46.09	43.98	95	97.22	92.81
4.6	4.71	4.50	9.6	9.84	9.38	46	47.12	44.95	96	98.24	93.78
4.7	4.82	4.59	9.7	9.94	9.48	47	48.14	45.93	97	99.26	94.76
4.8	4.92	4.69	9.8	10.04	9.58	48	49.16	46.91	98	100.28	95.74
4.9	5.02	4.79	9.9	10.14	9.68	49	50.18	47.88	99	101.30	96.71
5.0	5.12	4.89	10.0	10.25	9.77	50	51.21	48.86	100	102.33	97.69

Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.
			141	144.2	137.7	191	195.1	186.5	241	246.0	235.2
			142	145.2	138.7	192	196.1	187.4	242	247.0	236.2
			143	146.2	139.7	193	197.2	188.4	243	248.0	237.2
			144	147.2	140.6	194	198.2	189.4	244	249.0	238.1
			145	148.3	141.6	195	199.2	190.4	245	250.1	239.1
			146	149.3	142.6	196	200.2	191.3	246	251.1	240.1
			147	150.3	143.6	197	201.2	192.3	247	252.1	241.1
			148	151.3	144.5	198	202.3	193.3	248	253.1	242.0
			149	152.3	145.5	199	203.3	194.3	249	254.1	243.0
			150	153.4	146.5	200	204.3	195.2	250	255.1	244.0
101	103.3	98.7	151	154.4	147.5	201	205.3	196.2	251	256.2	245.0
102	104.4	99.6	152	155.4	148.4	202	206.3	197.2	252	257.2	245.9
103	105.4	100.6	153	156.4	149.4	203	207.3	198.2	253	258.2	246.9
104	106.4	101.6	154	157.4	150.4	204	208.4	199.1	254	259.2	247.9
105	107.4	102.6	155	158.4	151.4	205	209.4	200.1	255	260.2	248.9
106	108.5	103.5	156	159.5	152.3	206	210.4	201.1	256	261.2	249.8
107	109.5	104.5	157	160.5	153.3	207	211.4	202.1	257	262.3	250.8
108	110.5	105.5	158	161.5	154.3	208	212.4	203.0	258	263.3	251.8
109	111.5	106.5	159	162.5	155.3	209	213.4	204.0	259	264.3	252.7
110	112.5	107.4	160	163.5	156.2	210	214.5	205.0	260	265.3	253.7
111	113.6	108.4	161	164.6	157.2	211	215.5	206.0	261	266.3	254.7
112	114.6	109.4	162	165.6	158.2	212	216.5	206.9	262	267.3	255.7
113	115.6	110.4	163	166.6	159.2	213	217.5	207.9	263	268.3	256.6
114	116.6	111.4	164	167.6	160.1	214	218.5	208.9	264	269.4	257.6
115	117.6	112.3	165	168.6	161.1	215	219.6	209.9	265	270.4	258.6
116	118.7	113.3	166	169.7	162.1	216	220.6	210.8	266	271.4	259.6
117	119.7	114.3	167	170.7	163.1	217	221.6	211.8	267	272.4	260.5
118	120.7	115.3	168	171.7	164.0	218	222.6	212.8	268	273.4	261.5
119	121.7	116.2	169	172.7	165.0	219	223.6	213.8	269	274.4	262.5
120	122.7	117.2	170	173.7	166.0	220	224.6	214.7	270	275.5	263.5
121	123.8	118.2	171	174.8	167.0	221	225.7	215.7	271	276.5	264.4
122	124.8	119.2	172	175.8	167.9	222	226.7	216.7	272	277.5	265.4
123	125.8	120.1	173	176.8	168.9	223	227.7	217.7	273	278.5	266.4
124	126.8	121.1	174	177.8	169.9	224	228.7	218.6	274	279.5	267.4
125	127.8	122.1	175	178.8	170.9	225	229.7	219.6	275	280.5	268.3
126	128.9	123.1	176	179.8	171.8	226	230.7	220.6	276	281.5	269.3
127	129.9	124.0	177	180.9	172.8	227	231.8	221.6	277	282.6	270.3
128	130.9	125.0	178	181.9	173.8	228	232.8	222.5	278	283.6	271.3
129	131.9	126.0	179	182.9	174.8	229	233.8	223.5	279	284.6	272.2
130	133.0	127.0	180	183.9	175.7	230	234.8	224.5	280	285.6	273.2
131	134.0	127.9	181	184.9	176.7	231	235.8	225.5	281	286.6	274.2
132	135.0	128.9	182	186.0	177.7	232	236.8	226.4	282	287.6	275.2
133	136.0	129.9	183	187.0	178.7	233	237.9	227.4	283	288.7	276.1
134	137.0	130.9	184	188.0	179.6	234	238.9	228.4	284	289.7	277.1
135	138.1	131.8	185	189.0	180.6	235	239.9	229.4	285	290.7	278.1
136	139.1	132.8	186	190.0	181.6	236	240.9	230.3	286	291.7	279.0
137	140.1	133.8	187	191.1	182.6	237	241.9	231.3	287	292.7	280.0
138	141.1	134.8	188	192.1	183.5	238	242.9	232.3	288	293.7	281.0
139	142.1	135.8	189	193.1	184.5	239	244.0	233.3	289	294.7	282.0
140	143.2	136.7	190	194.1	185.5	240	245.0	234.2	290	295.8	282.9

Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.
291	296.8	283.9	341	347.5	332.6	391	398.1	381.2	441	448.6	429.9
292	297.8	284.9	342	348.5	333.6	392	399.1	382.2	442	449.7	430.8
293	298.8	285.9	343	349.5	334.5	393	400.1	383.2	443	450.7	431.8
294	299.8	286.8	344	350.5	335.5	394	401.1	384.2	444	451.7	432.8
295	300.8	287.8	345	351.5	336.5	395	402.1	385.1	445	452.7	433.8
296	301.8	288.8	346	352.5	337.5	396	403.2	386.1	446	453.7	434.7
297	302.9	289.8	347	353.6	338.4	397	404.2	387.1	447	454.7	435.7
298	303.9	290.7	348	354.6	339.4	398	405.2	388.1	448	455.7	436.7
299	304.9	291.7	349	355.6	340.4	399	406.2	389.0	449	456.7	437.6
300	305.9	292.7	350	356.6	341.4	400	407.2	390.0	450	457.7	438.6
301	306.9	293.7	351	357.6	342.3	401	408.2	391.0	451	458.7	439.6
302	307.9	294.6	352	358.6	343.3	402	409.2	391.9	452	459.8	440.6
303	309.0	295.6	353	359.6	344.3	403	410.2	392.9	453	460.8	441.5
304	310.0	296.6	354	360.6	345.2	404	411.2	393.9	454	461.8	442.5
305	311.0	297.6	355	361.7	346.2	405	412.3	394.9	455	462.8	443.5
306	312.0	298.5	356	362.7	347.2	406	413.3	395.8	456	463.8	444.5
307	313.0	299.5	357	363.7	348.2	407	414.3	396.8	457	464.8	445.4
308	314.0	300.5	358	364.7	349.1	408	415.3	397.8	458	465.8	446.4
309	315.0	301.4	359	365.7	350.1	409	416.3	398.8	459	466.8	447.4
310	316.1	302.4	360	366.7	351.1	410	417.3	399.7	460	467.8	448.3
311	317.1	303.4	361	367.7	352.1	411	418.3	400.7	461	468.8	449.3
312	318.1	304.4	362	368.7	353.0	412	419.3	401.7	462	469.9	450.3
313	319.1	305.3	363	369.8	354.0	413	420.4	402.6	463	470.9	451.3
314	320.1	306.3	364	370.8	355.0	414	421.4	403.6	464	471.9	452.2
315	321.1	307.3	365	371.8	356.0	415	422.4	404.6	465	472.9	453.2
316	322.1	308.3	366	372.8	356.9	416	423.4	405.6	466	473.9	454.2
317	323.1	309.2	367	373.8	357.9	417	424.4	406.5	467	474.9	455.1
318	324.2	310.2	368	374.8	358.9	418	425.4	407.5	468	475.9	456.1
319	325.2	311.2	369	375.8	359.8	419	426.4	408.5	469	476.9	457.1
320	326.2	312.2	370	376.8	360.8	420	427.4	409.5	470	477.9	458.1
321	327.2	313.1	371	377.9	361.8	421	428.4	410.4	471	478.9	459.0
322	328.2	314.1	372	378.9	362.8	422	429.4	411.4	472	479.9	460.0
323	329.2	315.1	373	379.9	363.7	423	430.5	412.4	473	481.0	461.0
324	330.2	316.1	374	380.9	364.7	424	431.5	413.3	474	482.0	461.9
325	331.3	317.0	375	381.9	365.7	425	432.5	414.3	475	483.0	462.9
326	332.3	318.0	376	382.9	366.7	426	433.5	415.3	476	484.0	463.9
327	333.3	319.0	377	383.9	367.6	427	434.5	416.3	477	485.0	464.9
328	334.3	319.9	378	384.9	368.6	428	435.5	417.2	478	486.0	465.8
329	335.3	320.9	379	386.0	369.6	429	436.5	418.2	479	487.0	466.8
330	336.3	321.9	380	387.0	370.5	430	437.5	419.2	480	488.0	467.8
331	337.3	322.9	381	388.0	371.5	431	438.5	420.1	481	489.0	468.7
332	338.4	323.8	382	389.0	372.5	432	439.6	421.1	482	490.0	469.7
333	339.4	324.8	383	390.0	373.5	433	440.6	422.1	483	491.0	470.7
334	340.4	325.8	384	391.0	374.4	434	441.6	423.1	484	492.1	471.7
335	341.4	326.8	385	392.0	375.4	435	442.6	424.0	485	493.1	472.6
336	342.4	327.7	386	393.0	376.4	436	443.6	425.0	486	494.1	473.6
337	343.4	328.7	387	394.1	377.4	437	444.6	426.0	487	495.1	474.6
338	344.4	329.7	388	395.1	378.3	438	445.6	427.0	488	496.1	475.6
339	345.4	330.7	389	396.1	379.3	439	446.6	427.9	489	497.1	476.5
340	346.5	331.6	390	397.1	380.3	440	447.6	428.9	490	498.1	477.5

Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.
491	499.1	478.5	541	549.5	527.0	591	599.8	575.6	641	650.1	624.1
492	500.1	479.4	542	550.5	528.0	592	600.9	576.5	642	651.1	625.1
493	501.1	480.4	543	551.5	529.0	593	601.9	577.5	643	652.1	626.0
494	502.1	481.4	544	552.5	529.9	594	602.9	578.5	644	653.1	627.0
495	503.2	482.4	545	553.5	530.9	595	603.9	579.5	645	654.1	628.0
496	504.2	483.3	546	554.6	531.9	596	604.9	580.4	646	655.1	628.9
497	505.2	484.3	547	555.6	532.9	597	605.9	581.4	647	656.1	629.9
498	506.2	485.3	548	556.6	533.8	598	606.9	582.4	648	657.1	630.9
499	507.2	486.2	549	557.6	534.8	599	607.9	583.3	649	658.1	631.9
500	508.2	487.2	550	558.6	535.8	600	608.9	584.3	650	659.1	632.8
501	509.2	488.2	551	559.6	536.7	601	609.9	585.3	651	660.2	633.8
502	510.2	489.2	552	560.6	537.7	602	610.9	586.3	652	661.2	634.8
503	511.2	490.1	553	561.6	538.7	603	611.9	587.2	653	662.2	635.7
504	512.2	491.1	554	562.6	539.7	604	612.9	588.2	654	663.2	636.7
505	513.2	492.1	555	563.6	540.6	605	613.9	589.2	655	664.2	637.7
506	514.2	493.0	556	564.6	541.6	606	614.9	590.1	656	665.2	638.6
507	515.3	494.0	557	565.6	542.6	607	615.9	591.1	657	666.2	639.6
508	516.3	495.0	558	566.6	543.5	608	616.9	592.1	658	667.2	640.6
509	517.3	496.0	559	567.6	544.5	609	617.9	593.0	659	668.2	641.6
510	518.3	496.9	560	568.7	545.5	610	619.0	594.0	660	669.2	642.5
511	519.3	497.9	561	569.7	546.5	611	620.0	595.0	661	670.2	643.5
512	520.3	498.9	562	570.7	547.4	612	621.0	596.0	662	671.2	644.5
513	521.3	499.8	563	571.7	548.4	613	622.0	596.9	663	672.2	645.4
514	522.3	500.8	564	572.7	549.4	614	623.0	597.9	664	673.2	646.4
515	523.3	501.8	565	573.7	550.3	615	624.0	598.9	665	674.2	647.4
516	524.3	502.8	566	574.7	551.3	616	625.0	599.8	666	675.2	648.3
517	525.3	503.7	567	575.7	552.3	617	626.0	600.8	667	676.2	649.3
518	526.3	504.7	568	576.7	553.2	618	627.0	601.8	668	677.2	650.3
519	527.4	505.7	569	577.7	554.2	619	628.0	602.7	669	678.2	651.3
520	528.4	506.6	570	578.7	555.2	620	629.0	603.7	670	679.2	652.2
521	529.4	507.6	571	579.7	556.2	621	630.0	604.7	671	680.2	653.2
522	530.4	508.6	572	580.7	557.1	622	631.0	605.7	672	681.2	654.2
523	531.4	509.6	573	581.7	558.1	623	632.0	606.6	673	682.2	655.1
524	532.4	510.5	574	582.7	559.1	624	633.0	607.6	674	683.2	656.1
525	533.4	511.5	575	583.7	560.0	625	634.0	608.6	675	684.2	657.1
526	534.4	512.5	576	584.8	561.0	626	635.0	609.5	676	685.3	658.0
527	535.4	513.4	577	585.8	562.0	627	636.0	610.5	677	686.3	659.0
528	536.4	514.4	578	586.8	563.0	628	637.0	611.5	678	687.3	660.0
529	537.4	515.4	579	587.8	563.9	629	638.1	612.5	679	688.3	660.9
530	538.4	516.4	580	588.8	564.9	630	639.1	613.4	680	689.3	661.9
531	539.4	517.3	581	589.8	565.9	631	640.1	614.4	681	690.3	662.9
532	540.4	518.3	582	590.8	566.8	632	641.1	615.4	682	691.3	663.9
533	541.5	519.3	583	591.8	567.8	633	642.1	616.3	683	692.3	664.8
534	542.5	520.2	584	592.8	568.8	634	643.1	617.3	684	693.3	665.8
535	543.5	521.2	585	593.8	569.8	635	644.1	618.3	685	694.3	666.8
536	544.5	522.2	586	594.8	570.7	636	645.1	619.2	686	695.3	667.7
537	545.5	523.1	587	595.8	571.7	637	646.1	620.2	687	696.3	668.7
538	546.5	524.1	588	596.8	572.7	638	647.1	621.2	688	697.3	669.7
539	547.5	525.1	589	597.8	573.6	639	648.1	622.2	689	698.3	670.6
540	548.5	526.1	590	598.8	574.6	640	649.1	623.1	690	699.3	671.6

Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.
691	700.3	672.6	741	750.4	721.1	791	800.5	769.5	841	850.5	817.9
692	701.3	673.6	742	751.4	722.0	792	801.5	770.5	842	851.5	818.9
693	702.3	674.5	743	752.4	723.0	793	802.5	771.4	843	852.5	819.9
694	703.3	675.5	744	753.4	724.0	794	803.5	772.4	844	853.5	820.8
695	704.3	676.5	745	754.4	724.9	795	804.5	773.4	845	854.5	821.8
696	705.3	677.4	746	755.4	725.9	796	805.5	774.3	846	855.5	822.8
697	706.3	678.4	747	756.4	726.9	797	806.5	775.3	847	856.5	823.7
698	707.3	679.4	748	757.4	727.8	798	807.5	776.3	848	857.5	824.7
699	708.3	680.3	749	758.4	728.8	799	808.5	777.3	849	858.5	825.7
700	709.3	681.3	750	759.5	729.8	800	809.5	778.2	850	859.5	826.6
701	710.3	682.3	751	760.5	730.7	801	810.5	779.2	851	860.5	827.6
702	711.3	683.3	752	761.5	731.7	802	811.5	780.2	852	861.5	828.6
703	712.3	684.2	753	762.5	732.7	803	812.5	781.1	853	862.5	829.5
704	713.3	685.2	754	763.5	733.7	804	813.5	782.1	854	863.5	830.5
705	714.3	686.2	755	764.5	734.6	805	814.5	783.1	855	864.5	831.5
706	715.3	687.1	756	765.5	735.6	806	815.5	784.0	856	865.5	832.4
707	716.4	688.1	757	766.5	736.6	807	816.5	785.0	857	866.5	833.4
708	717.4	689.1	758	767.5	737.5	808	817.5	786.0	858	867.5	834.4
709	718.4	690.0	759	768.5	738.5	809	818.5	786.9	859	868.5	835.4
710	719.4	691.0	760	769.5	739.5	810	819.5	787.9	860	869.5	836.3
711	720.4	692.0	761	770.5	740.4	811	820.5	788.9	861	870.5	837.3
712	721.4	692.9	762	771.5	741.4	812	821.5	789.8	862	871.5	838.3
713	722.4	693.9	763	772.5	742.4	813	822.5	790.8	863	872.5	839.2
714	723.4	694.9	764	773.5	743.3	814	823.5	791.8	864	873.5	840.2
715	724.4	695.9	765	774.5	744.3	815	824.5	792.7	865	874.5	841.2
716	725.4	696.8	766	775.5	745.3	816	825.5	793.7	866	875.5	842.1
717	726.4	697.8	767	776.5	746.3	817	826.5	794.7	867	876.5	843.1
718	727.4	698.8	768	777.5	747.2	818	827.5	795.7	868	877.5	844.1
719	728.4	699.7	769	778.5	748.2	819	828.5	796.6	869	878.5	845.0
720	729.4	700.7	770	779.5	749.2	820	829.5	797.6	870	879.5	846.0
721	730.4	701.7	771	780.5	750.1	821	830.5	798.6	871	880.5	847.0
722	731.4	702.6	772	781.5	751.1	822	831.5	799.5	872	881.5	847.9
723	732.4	703.6	773	782.5	752.1	823	832.5	800.5	873	882.5	848.9
724	733.4	704.6	774	783.5	753.0	824	833.5	801.5	874	883.5	849.9
725	734.4	705.5	775	784.5	754.0	825	834.5	802.4	875	884.5	850.8
726	735.4	706.5	776	785.5	755.0	826	835.5	803.4	876	885.5	851.8
727	736.4	707.5	777	786.5	755.9	827	836.5	804.4	877	886.5	852.8
728	737.4	708.5	778	787.5	756.9	828	837.5	805.3	878	887.5	853.7
729	738.4	709.4	779	788.5	757.9	829	838.5	806.3	879	888.5	854.7
730	739.4	710.4	780	789.5	758.8	830	839.5	807.3	880	889.5	855.7
731	740.4	711.4	781	790.5	759.8	831	840.5	808.2	881	890.5	856.6
732	741.4	712.3	782	791.5	760.8	832	841.5	809.2	882	891.5	857.6
733	742.4	713.3	783	792.5	761.8	833	842.5	810.2	883	892.5	858.6
734	743.4	714.3	784	793.5	762.7	834	843.5	811.1	884	893.5	859.6
735	744.4	715.2	785	794.5	763.7	835	844.5	812.1	885	894.5	860.5
736	745.4	716.2	786	795.5	764.7	836	845.5	813.1	886	895.5	861.5
737	746.4	717.2	787	796.5	765.6	837	846.5	814.1	887	896.5	862.5
738	747.4	718.1	788	797.5	766.6	838	847.5	815.0	888	897.5	863.4
739	748.4	719.1	789	798.5	767.6	839	848.5	816.0	889	898.5	864.4
740	749.4	720.1	790	799.5	768.5	840	849.5	817.0	890	899.5	865.4

Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.	Ста- рые	Новые зап.	Новые сов.
891	900.5	866.3	941	950.4	914.7	991	1000.2	963.1	1155	1163	1121
892	901.5	867.3	942	951.3	915.7	992	1001.2	964.0	1160	1168	1126
893	902.5	868.3	943	952.3	916.6	993	1002.2	965.0	1165	1173	1131
894	903.5	869.2	944	953.3	917.6	994	1003.2	966.0	1170	1178	1136
895	904.5	870.2	945	954.3	918.6	995	1004.2	966.9	1175	1183	1140
896	905.5	871.2	946	955.3	919.5	996	1005.2	967.9	1180	1188	1145
897	906.4	872.1	947	956.3	920.5	997	1006.2	968.9	1185	1193	1150
898	907.4	873.1	948	957.3	921.5	998	1007.2	969.8	1190	1198	1155
899	908.4	874.1	949	958.3	922.4	999	1008.2	970.8	1195	1202	1160
900	909.4	875.0	950	959.3	923.4	1000	1009.2	971.8	1200	1207	1165
901	910.4	876.0	951	960.3	924.4				1205	1212	1169
902	911.4	877.0	952	961.3	925.4				1210	1217	1174
903	912.4	877.9	953	962.3	926.3				1215	1222	1179
904	913.4	878.9	954	963.3	927.3				1220	1227	1184
905	914.4	879.9	955	964.3	928.3				1225	1232	1189
906	915.4	880.8	956	965.3	929.2				1230	1237	1193
907	916.4	881.8	957	966.3	930.2				1235	1242	1198
908	917.4	882.8	958	967.3	931.2				1240	1247	1203
909	918.4	883.7	959	968.3	932.1				1245	1252	1208
910	919.4	884.7	960	969.3	933.1				1250	1257	1213
911	920.4	885.7	961	970.3	934.1	1005	1014	976	1255	1262	1218
912	921.4	886.7	962	971.3	935.0	1010	1019	981	1260	1267	1222
913	922.4	887.6	963	972.3	936.0	1015	1024	986	1265	1272	1227
914	923.4	888.6	964	973.3	937.0	1020	1029	991	1270	1277	1232
915	924.4	889.6	965	974.3	937.9	1025	1034	995	1275	1282	1237
916	925.4	890.5	966	975.3	938.9	1030	1039	1000	1280	1287	1242
917	926.4	891.5	967	976.3	939.9	1035	1043	1005	1285	1292	1247
918	927.4	892.5	968	977.3	940.8	1040	1048	1010	1290	1297	1251
919	928.4	893.4	969	978.3	941.8	1045	1053	1015	1295	1302	1256
920	929.4	894.4	970	979.3	942.8	1050	1058	1020	1300	1307	1261
921	930.4	895.4	971	980.3	943.7	1055	1063	1024	1305	1311	1266
922	931.4	896.3	972	981.3	944.7	1060	1068	1029	1310	1316	1271
923	932.4	897.3	973	982.3	945.7	1065	1073	1034	1315	1321	1275
924	933.4	898.3	974	983.2	946.6	1070	1078	1039	1320	1326	1280
925	934.4	899.2	975	984.2	947.6	1075	1083	1044	1325	1331	1285
926	935.4	900.2	976	985.2	948.6	1080	1088	1049	1330	1336	1290
927	936.4	901.2	977	986.2	949.5	1085	1093	1053	1335	1341	1295
928	937.4	902.1	978	987.2	950.5	1090	1098	1058	1340	1346	1300
929	938.4	903.1	979	988.2	951.5	1095	1103	1063	1345	1351	1304
930	939.4	904.1	980	989.2	952.4	1100	1108	1068	1350	1356	1309
931	940.4	905.0	981	990.2	953.4	1105	1113	1073	1355	1361	1314
932	941.4	906.0	982	991.2	954.4	1110	1118	1078	1360	1366	1319
933	942.4	907.0	983	992.2	955.3	1115	1123	1082	1365	1371	1324
934	943.4	907.9	984	993.2	956.3	1120	1128	1087	1370	1376	1329
935	944.4	908.9	985	994.2	957.3	1125	1133	1092	1375	1381	1333
936	945.4	909.9	986	995.2	958.2	1130	1138	1097	1380	1386	1338
937	946.4	910.8	987	996.2	959.2	1135	1143	1102	1385	1391	1343
938	947.4	911.8	988	997.2	960.2	1140	1148	1107	1390	1396	1348
939	948.4	912.8	989	998.2	961.1	1145	1153	1111	1395	1401	1353
940	949.4	913.7	990	999.2	962.1	1150	1158	1116	1400	1405	1357

Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.
1405	1410	1362	1655	1657	1603	1905	1903	1844	2155	2147	2084
1410	1415	1367	1660	1662	1608	1910	1907	1848	2160	2152	2089
1415	1420	1372	1665	1667	1613	1915	1912	1853	2165	2157	2093
1420	1425	1377	1670	1672	1618	1920	1917	1858	2170	2162	2098
1425	1430	1382	1675	1677	1622	1925	1922	1863	2175	2167	2103
1430	1435	1386	1680	1682	1627	1930	1927	1868	2180	2172	2108
1435	1440	1391	1685	1686	1632	1935	1932	1872	2185	2177	2113
1440	1445	1396	1690	1691	1637	1940	1937	1877	2190	2182	2117
1445	1450	1401	1695	1696	1642	1945	1942	1882	2195	2186	2122
1450	1455	1406	1700	1701	1646	1950	1947	1887	2200	2191	2127
1455	1460	1410	1705	1706	1651	1955	1952	1892	2205	2196	2132
1460	1465	1415	1710	1711	1656	1960	1956	1896	2210	2201	2137
1465	1470	1420	1715	1716	1661	1965	1961	1901	2215	2206	2141
1470	1475	1425	1720	1721	1666	1970	1966	1906	2220	2211	2146
1475	1480	1430	1725	1726	1670	1975	1971	1911	2225	2216	2151
1480	1484	1435	1730	1731	1675	1980	1976	1916	2230	2221	2156
1485	1489	1439	1735	1736	1680	1985	1981	1920	2235	2226	2160
1490	1494	1444	1740	1741	1685	1990	1986	1925	2240	2230	2165
1495	1499	1449	1745	1745	1690	1995	1991	1930	2245	2235	2170
1500	1504	1454	1750	1750	1695	2000	1996	1935	2250	2240	2175
1505	1509	1459	1755	1755	1699	2005	2001	1940	2255	2245	2180
1510	1514	1463	1760	1760	1704	2010	2005	1944	2260	2250	2184
1515	1519	1468	1765	1765	1709	2015	2010	1949	2265	2255	2189
1520	1524	1473	1770	1770	1714	2020	2015	1954	2270	2260	2194
1525	1529	1478	1775	1775	1719	2025	2020	1959	2275	2265	2199
1530	1534	1483	1780	1780	1723	2030	2025	1964	2280	2270	2204
1535	1539	1488	1785	1785	1728	2035	2030	1968	2285	2274	2208
1540	1544	1492	1790	1790	1733	2040	2035	1973	2290	2279	2213
1545	1549	1497	1795	1795	1738	2045	2040	1978	2295	2284	2218
1550	1554	1502	1800	1800	1743	2050	2045	1983	2300	2289	2223
1555	1558	1507	1805	1804	1747	2055	2050	1988	2305	2294	2228
1560	1563	1512	1810	1809	1752	2060	2054	1992	2310	2299	2232
1565	1568	1516	1815	1814	1757	2065	2059	1997	2315	2304	2237
1570	1573	1521	1820	1819	1762	2070	2064	2002	2320	2309	2242
1575	1578	1526	1825	1824	1767	2075	2069	2007	2325	2313	2247
1580	1583	1531	1830	1829	1771	2080	2074	2012	2330	2318	2252
1585	1588	1536	1835	1834	1776	2085	2079	2016	2335	2323	2256
1590	1593	1541	1840	1839	1781	2090	2084	2021	2340	2328	2261
1595	1598	1545	1845	1844	1786	2095	2089	2026	2345	2333	2266
1600	1603	1550	1850	1849	1791	2100	2094	2031	2350	2338	2271
1605	1608	1555	1855	1854	1795	2105	2098	2036	2355	2343	2276
1610	1613	1560	1860	1858	1800	2110	2103	2040	2360	2348	2280
1615	1618	1565	1865	1863	1805	2115	2108	2045	2365	2352	2285
1620	1622	1569	1870	1868	1810	2120	2113	2050	2370	2357	2290
1625	1627	1574	1875	1873	1815	2125	2118	2055	2375	2362	2295
1630	1632	1579	1880	1878	1820	2130	2123	2060	2380	2367	2300
1635	1637	1584	1885	1883	1824	2135	2128	2065	2385	2372	2304
1640	1642	1589	1890	1888	1829	2140	2133	2069	2390	2377	2309
1645	1647	1593	1895	1893	1834	2145	2138	2074	2395	2382	2314
1650	1652	1598	1900	1898	1839	2150	2142	2079	2400	2387	2319

Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.
2405	2391	2324	2655	2635	2563	2905	2878	2803	3155	3120	3042
2410	2396	2328	2660	2640	2568	2910	2883	2807	3160	3125	3047
2415	2401	2333	2665	2645	2573	2915	2888	2812	3165	3130	3052
2420	2406	2338	2670	2650	2578	2920	2892	2817	3170	3135	3056
2425	2411	2343	2675	2654	2582	2925	2897	2822	3175	3140	3061
2430	2416	2348	2680	2659	2587	2930	2902	2827	3180	3145	3066
2435	2421	2352	2685	2664	2592	2935	2907	2831	3185	3150	3071
2440	2426	2357	2690	2669	2597	2940	2912	2836	3190	3154	3075
2445	2430	2362	2695	2674	2602	2945	2917	2841	3195	3159	3080
2450	2435	2367	2700	2679	2606	2950	2922	2846	3200	3164	3085
2455	2440	2372	2705	2684	2611	2955	2926	2851	3205	3169	3090
2460	2445	2376	2710	2688	2616	2960	2931	2855	3210	3174	3095
2465	2450	2381	2715	2693	2621	2965	2936	2860	3215	3179	3099
2470	2455	2386	2720	2698	2626	2970	2941	2865	3220	3183	3104
2475	2460	2391	2725	2703	2630	2975	2946	2870	3225	3188	3109
2480	2465	2396	2730	2708	2635	2980	2951	2874	3230	3193	3114
2485	2469	2400	2735	2713	2640	2985	2956	2879	3235	3198	3118
2490	2474	2405	2740	2718	2645	2990	2960	2884	3240	3203	3123
2495	2479	2410	2745	2722	2649	2995	2965	2889	3245	3208	3128
2500	2484	2415	2750	2727	2654	3000	2970	2894	3250	3212	3133
2505	2489	2419	2755	2732	2659	3005	2975	2898	3255	3217	3138
2510	2494	2424	2760	2737	2664	3010	2980	2903	3260	3222	3142
2515	2499	2429	2765	2742	2669	3015	2985	2908	3265	3227	3147
2520	2504	2434	2770	2747	2673	3020	2990	2913	3270	3232	3152
2525	2508	2439	2775	2752	2678	3025	2994	2918	3275	3237	3157
2530	2513	2443	2780	2757	2683	3030	2999	2922	3280	3242	3162
2535	2518	2448	2785	2761	2688	3035	3004	2927	3285	3246	3166
2540	2523	2453	2790	2766	2693	3040	3009	2932	3290	3251	3171
2545	2528	2458	2795	2771	2697	3045	3014	2937	3295	3256	3176
2550	2533	2463	2800	2776	2702	3050	3019	2941	3300	3261	3181
2555	2538	2467	2805	2781	2707	3055	3023	2946	3305	3266	3185
2560	2543	2472	2810	2786	2712	3060	3028	2951	3310	3271	3190
2565	2547	2477	2815	2791	2717	3065	3033	2956	3315	3275	3195
2570	2552	2482	2820	2795	2721	3070	3038	2961	3320	3280	3200
2575	2557	2487	2825	2800	2726	3075	3043	2965	3325	3285	3205
2580	2562	2491	2830	2805	2731	3080	3048	2970	3330	3290	3209
2585	2567	2496	2835	2810	2736	3085	3053	2975	3335	3295	3214
2590	2572	2501	2840	2815	2740	3090	3057	2980	3340	3300	3219
2595	2577	2506	2845	2820	2745	3095	3062	2985	3345	3304	3224
2600	2581	2511	2850	2825	2750	3100	3067	2989	3350	3309	3228
2605	2586	2515	2855	2829	2755	3105	3072	2994	3355	3314	3233
2610	2591	2520	2860	2834	2760	3110	3077	2999	3360	3319	3238
2615	2596	2525	2865	2839	2764	3115	3082	3004	3365	3324	3243
2620	2601	2530	2870	2844	2769	3120	3087	3008	3370	3329	3248
2625	2606	2535	2875	2849	2774	3125	3091	3013	3375	3333	3252
2630	2611	2539	2880	2854	2779	3130	3096	3018	3380	3338	3257
2635	2616	2544	2885	2859	2784	3135	3101	3023	3385	3343	3262
2640	2620	2549	2890	2863	2788	3140	3106	3028	3390	3348	3267
2645	2625	2554	2895	2868	2793	3145	3111	3032	3395	3353	3272
2650	2630	2558	2900	2873	2798	3150	3116	3037	3400	3358	3276

Старые	Новые сов.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.	Старые	Новые зап.	Новые сов.
3405	3363	3281	3655	3604	3520	3905	3846	3759	4155	4087	3998
3410	3367	3286	3660	3609	3525	3910	3851	3764	4160	4092	4002
3415	3372	3291	3665	3614	3530	3915	3855	3768	4165	4096	4007
3420	3377	3295	3670	3619	3534	3920	3860	3773	4170	4101	4012
3425	3382	3300	3675	3624	3539	3925	3865	3778	4175	4106	4017
3430	3387	3305	3680	3628	3544	3930	3870	3783	4180	4111	4022
3435	3392	3310	3685	3633	3549	3935	3875	3788	4185	4116	4026
3440	3396	3315	3690	3638	3553	3940	3879	3792	4190	4121	4031
3445	3401	3319	3695	3643	3558	3945	3884	3797	4195	4125	4036
3450	3406	3324	3700	3648	3563	3950	3889	3802	4200	4130	4041
3455	3411	3329	3705	3653	3568	3955	3894	3807	4205	4135	4045
3460	3416	3334	3710	3657	3573	3960	3899	3811	4210	4140	4050
3465	3421	3338	3715	3662	3577	3965	3904	3816	4215	4145	4055
3470	3425	3343	3720	3667	3582	3970	3908	3821	4220	4149	4060
3475	3430	3348	3725	3672	3587	3975	3913	3826	4225	4154	4064
3480	3435	3353	3730	3677	3592	3980	3918	3831	4230	4159	4069
3485	3440	3358	3735	3682	3596	3985	3923	3835	4235	4164	4074
3490	3445	3362	3740	3686	3601	3990	3928	3840	4240	4169	4079
3495	3450	3367	3745	3691	3606	3995	3933	3845	4245	4174	4084
3500	3454	3372	3750	3696	3611	4000	3937	3850	4250	4178	4088
3505	3459	3377	3755	3701	3616	4005	3942	3854	4255	4183	4093
3510	3464	3381	3760	3706	3620	4010	3947	3859	4260	4188	4098
3515	3469	3386	3765	3711	3625	4015	3952	3864	4265	4193	4103
3520	3474	3391	3770	3715	3630	4020	3957	3869	4270	4198	4107
3525	3479	3396	3775	3720	3635	4025	3961	3874	4275	4203	4112
3530	3483	3401	3780	3725	3639	4030	3966	3878	4280	4207	4117
3535	3488	3405	3785	3730	3644	4035	3971	3883	4285	4212	4122
3540	3493	3410	3790	3735	3649	4040	3976	3888	4290	4217	4127
3545	3498	3415	3795	3739	3654	4045	3981	3893	4295	4222	4131
3550	3503	3420	3800	3744	3659	4050	3986	3897	4300	4227	4136
3555	3508	3424	3805	3749	3663	4055	3990	3902	4305	4231	4141
3560	3512	3429	3810	3754	3668	4060	3995	3907	4310	4236	4146
3565	3517	3434	3815	3759	3673	4065	4000	3912	4315	4241	4150
3570	3522	3439	3820	3764	3678	4070	4005	3916	4320	4246	4155
3575	3527	3444	3825	3768	3682	4075	4010	3921	4325	4251	4160
3580	3532	3448	3830	3773	3687	4080	4015	3926	4330	4256	4165
3585	3537	3453	3835	3778	3692	4085	4019	3931	4335	4260	4169
3590	3541	3458	3840	3783	3697	4090	4024	3936	4340	4265	4174
3595	3546	3463	3845	3788	3702	4095	4029	3940	4345	4270	4179
3600	3551	3467	3850	3793	3706	4100	4034	3945	4350	4275	4184
3605	3556	3472	3855	3797	3711	4105	4039	3950	4355	4280	4189
3610	3561	3477	3860	3802	3716	4110	4043	3955	4360	4284	4193
3615	3566	3482	3865	3807	3721	4115	4048	3959	4365	4289	4198
3620	3570	3487	3870	3812	3725	4120	4053	3964	4370	4294	4203
3625	3575	3491	3875	3817	3730	4125	4058	3969	4375	4299	4208
3630	3580	3496	3880	3822	3735	4130	4063	3974	4380	4304	4212
3635	3585	3501	3885	3826	3740	4135	4068	3979	4385	4308	4217
3640	3590	3506	3890	3831	3745	4140	4072	3983	4390	4313	4222
3645	3595	3510	3895	3836	3749	4145	4077	3988	4395	4318	4227
3650	3599	3515	3900	3841	3754	4150	4082	3993	4400	4323	4232

Старые	Новые зап.	Новые сов.	Old age	Новые зап.	Новые сов.	Old age	New Western	New Soviet	Old age	New Western	New Soviet
4405	4328	4236	4555	4472	4379	4705	4617	4523	4855	4761	4666
4410	4333	4241	4560	4477	4384	4710	4621	4527	4860	4766	4670
4415	4337	4246	4565	4482	4389	4715	4626	4532	4865	4771	4675
4420	4342	4251	4570	4487	4394	4720	4631	4537	4870	4775	4680
4425	4347	4255	4575	4491	4399	4725	4636	4542	4875	4780	4685
4430	4352	4260	4580	4496	4403	4730	4641	4546	4880	4785	4690
4435	4357	4265	4585	4501	4408	4735	4645	4551	4885	4790	4694
4440	4361	4270	4590	4506	4413	4740	4650	4556	4890	4795	4699
4445	4366	4274	4595	4511	4418	4745	4655	4561	4895	4799	4704
4450	4371	4279	4600	4516	4422	4750	4660	4566	4900	4804	4709
4455	4376	4284	4605	4520	4427	4755	4665	4570	4905	4809	4713
4460	4381	4289	4610	4525	4432	4760	4670	4575	4910	4814	4718
4465	4386	4294	4615	4530	4437	4765	4674	4580	4915	4819	4723
4470	4390	4298	4620	4535	4441	4770	4679	4585	4920	4823	4728
4475	4395	4303	4625	4540	4446	4775	4684	4589	4925	4828	4732
4480	4400	4308	4630	4544	4451	4780	4689	4594	4930	4833	4737
4485	4405	4313	4635	4549	4456	4785	4694	4599	4935	4838	4742
4490	4410	4317	4640	4554	4461	4790	4698	4604	4940	4843	4747
4495	4414	4322	4645	4559	4465	4795	4703	4608	4945	4847	4752
4500	4419	4327	4650	4564	4470	4800	4708	4613	4950	4852	4756
4505	4424	4332	4655	4568	4475	4805	4713	4618	4955	4857	4761
4510	4429	4337	4660	4573	4480	4810	4718	4623	4960	4862	4766
4515	4434	4341	4665	4578	4484	4815	4722	4628	4965	4867	4771
4520	4439	4346	4670	4583	4489	4820	4727	4632	4970	4872	4775
4525	4443	4351	4675	4588	4494	4825	4732	4637	4975	4876	4780
4530	4448	4356	4680	4593	4499	4830	4737	4642	4980	4881	4785
4535	4453	4360	4685	4597	4504	4835	4742	4647	4985	4886	4790
4540	4458	4365	4690	4602	4508	4840	4746	4651	4990	4891	4794
4545	4463	4370	4695	4607	4513	4845	4751	4656	4995	4896	4799
4550	4467	4375	4700	4612	4518	4850	4756	4661	5000	4900	4804

Список формаций

Перепечатано с разрешения из "General Stratigraphy", J. W. Gregory, B. H. Barret, Methuen's Geological Series (General editor J. W. Gregory), London, 1931, p. 240

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Ааленская	С. юра	Mayer-Eymar	1864	Аален, Вюртемберг	Tabl. synchr.	
Айовская	Плейст.	Chamberlin, Salisbury	1906	Айова	Geol., iii, p. 384	4-е Амер. межледниковье -сицилийский
Айсенская	В. плиоцен	Harmer	1900	Норвич-Крэг	Q. J. G. S., ivi, p. 721	
Акадская	С. кембрий	Dawson	1855	Акадия, Канада	Acad. Geol.	
Аквилонская	В. юра	Pavlov	1892	Аквило, Франция	Argile de Speeton, p. 192	
Аквитанская	В. олигоцен	Mayer-Eymar	1858	Аквитания, Франция	Acta Schw. Nat. Ges. Trogen, p. 188	
Александрийская	Н. силур	Savage	1908	Округ Александер, США	Amer. Jour. Sci. (4), 25, p. 433-4	= лландовери
Аллеганская	С. карбон	Prosser	1901	Эллигени, США	Amer. Jour. Sci. (4), xi, p. 199	часть московского
Альбская	С. мел	d'Orbigny	1842	р. Об, Франция	Pal. fr., Crét., ii	
Альгонкская	В. пампал	Van Hise	1892	Альгонкуин, Канада	Bull. U.S.G.S., 86, p. 475	
Анверская	В. миоцен	Cogels	1879	Антверпен, Бельгия	Explic. planchettes d'Hoboken etc., Carte géol. Belg. Acad. Wiss. Wien, civ	
Анизийская	С. триас	Waagen, Diener	1895		Tr. Amer. Inst. Min. Eng., i, pp. 331-5, ii, pp. 58-9	
Анимикская	В. пампал	J. S. Hunt	1873	Анимики, оз. Верхнее	Pal. fr. Crét., ii	
Аптская	Н. мел	d'Orbigny	1843	Апт, Франция	Jura Salinois, p. 116	= коралловая
Арговская	С. юра	Marcou	1848	Арговия, Швейцария		
Арениг	Н. ордовик	Sedgwick	1847	Арениг, Уэльс		
Арнуская	Н. плейст.	Mayer-Eymar	1884	р. Арно, Италия	Classif. de Terre	= сицилийский
Артинская	Н. пермь	Карпинский	1874	Арти, СССР	Горн. журн., II	
Астийская	С. плиоцен	Rouville	1853	Асти, Италия	Descr. géol. Montpellier, p. 155	
Астурийская	В. мел	de Lapparent, Munier	1853	Астурия, Испания	Géol. 3rd ed., p. 1150	= кампанский
Афтонская	Плейст.	Chamberlin, Salisbury	1906	Афтон, Айова	Geol., iii, p. 384	1-е Амер. межледниковье
Ашгиллская	В. ордовик	Marr	1905	Ашгилл, Озерный округ	Q. J. G. S., lxi, p. lxxxiv	
Ашельская	Н. плейст.	Mortillet	1878	Сент-Ашель, Франция	Congr. géol. Paris, p. 179	
Байосская	С. юра	d'Orbigny	1847	г. Байэ, Франция	Pal. fr., Jura, i, p. 606	нижний оолит
Балкомбская	Олигоцен	Hall, Pritchard	1902	Балкомб, Виктория	Proc. R.S. Vict., n.s., xiv, p. 78	
Барремская	Н. мел	Coquand	1861	Баррем, Франция	Mem. Soc. Emull Provence, i, p. 127	
Бартонская	В. эоцен	Mayer-Eymar	1857	Бартон, Англия	Verh. Schweiz. Nat. Ges., Trogen, p. 178	
Батлейская	С. плиоцен	Harmer	1900	Батлей, Англия	Q. J. G. S., xvi, p. 721	= в. астийская
Бедульская	Мел	Toucas	1888	Ля-Бедуль, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (3), xvi, p. 921	
Берникийская	Н. карбон	Woodward	1856	Берникия, Ю. Шотландия	Map. Moll.	
Берриаская	Н. мел	Coquand	1876	Берриас, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (3), iii, p. 685	
Больдерская	В. миоцен	Dumont	1849	Больдерберг, Бельгия	Bull. Acad. Sci., Belg,	
Бононская	В. юра	Blake	1888	Бононоя, Булонь	Цитир. по Lapparent, Bull. Soc. géol. Fr. (3), xxi, p. 462	портландский
Бредфордская	С. юра	Desor	1859	Бредфорд	Etud., Jura Neuchat, p. 85	н. бат

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Бурдигальская	Н. миоцен	Depéret	1892	Бордо, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (3), xx, p. 155, xxi, p. 170	
Ваверлейская	Н. карбон	C. Briggs, jr. (Mather)	1838		Ohio Geol. Surv., 1st Ann. Rep., pp. 74, 79-80	турне
Валанжинская	Н. мел	Desor	1854	Валанжен, Швейцария	Bull. Sc. nat. Neuchat., iii, p. 177	часть неокома
Валдоннская	В. мел	Matheson	1878	Валдонн, Франция	Rech. pal. Midi	часть сенона
Валентийская	Н. силур	Lapworth	1879	Валентия, Ю. Шотландия	Ann. Mag. Nat. Hist. (5), iii, opp. p. 455	
Валтонская	В. плиоцен	Harmer	1900	Уолтон, Эссекс	Q.J.G.S., lvi, p. 709	
Васконская	Н. миоцен	Fallot	1893	Васконн, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (3), xxi, Pr. v, p. 79	бурдигальский
Везульская	С. юра	Marcou	1848	Везуль, Франция	Mem. Soc. géol. Fr., iii, p. 73	н. бат
Вейбурнская	В. плиоцен	Harmer	1900	Вейбурн, Саффолк	Q.J.G.S., lvi, p. 724	
Вектская	Н. мел	Jukes-Brown	1885		Geol. Mag., iii, p. 298	ургон
Вельдская	Н. мел	Mantell		Вельд, Англия	Foss. S. Downs	часть неокома
Венлок	С. силур	Murchison	1839	Уэнлок, Англия	Silurian System	
Верфенская	Н. триас	Renevier	1874	Верфен, Австрия	Tabl. Terr.	пестрый песчаник
Вестфальская	С. карбон	de Lapparent	1893	Вестфалия	Géol. 3rd ed. p. 819	= московский
Визейская	С. карбон	Dupont	1883	Визе, Бельгия	Bull. Acad. Belg., xv, p. 212	
Виллафранкская	Н. плейст.	Pareto	1865	Виллафранка, Италия	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xxii, p. 262	сицилийский
Виндобонская	В. миоцен	Depéret	1895	Виндобона (Вена)	Ibid. (3), xxiii, Pr. v, p. 34	гельветский и тортонский
Виргло	Н. триас	Renevier	1874	Вирглория, Бавария	Tabl. Terr.	часть пестрого песчаника
Виргуловая	В. юра	Thurman	1852	Ехогуга virgula	Mitth. Bern. nat. Ges., p. 217	кимеридж
Вирджинская		Neilprin	1882	Виргиния, Америка	Acad. Nat. Sci. Philad.	
Виртонская	Н. юра	Mourlon	1880	Виртон, Бельгия	Geol. Belg., i, p. 143	чармутский
Висконсинская	Плейст.	Chamberlin, Salisbury	1906	Висконсин, США	Geol., iii, p. 383	= вюрм
Вогезская	Н. триас	de Lapparent (no de Beamont)	1885	Вогезы	Geol., 2nd ed. p. 905	пестрый песчаник
Волжская	В. юра	Nikitin	1881	Волга, СССР	Mem. Acad. Imp. Sci. St. Petersburg., 7th Ser. xxviii, p. 98	портландский
Враконская	В. мел	Renevier	1867	Ля Вракон, Юра	Faun. Chevill, p. 201	часть сеномана
Вукобская	Н. кембрий	Walcott	1912	Вукоба-Спрингс	Smithson. Misc. Coll., vol. 57, No. 10, pp. 305-306	
Гаргасская	Н. мел	Kilian	1887	Гаргас, Франция	Ann. géol. univers., iii, p. 314	апт
Гароннская	В. мел	Leimerie	1862	Гаронна, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (2) six, p. 1107	часть дания
Гваделупская	Н. пермь	Girty	1902	Горы Гуадалупе, США	Amer. Jour. Sci. (4), xiv, p. 368	= артинский
Гедгрейвская	С. плиоцен	Harmer	1900	Гедгрейв	Q.J.G.S. lvi, p. 707	плезанский
Геерская	Н. эоцен	Dumont	1851	Геер, Бельгия		танетский
Гельветская	С. миоцен	Mayer-Eymar	1857	Гельвеция (Швейцария)	Verh. Schweiz. Nat. Ges., Trogen, Table	
Гельвеция	Плейст.	J. Geike	1895	Гельвеция (Швейцария)	Jour. Géol., p. 248	
Гельдербергская	Н. девон	Clark, Schuchert	1898	Гельдербергские горы, Нью-Йорк	Sci., n.s., x, pp. 874-878	
Геттанжская	Н. юра	Renevier	1864	Геттанж, Франция	Not. Alp. vaud., i, p. 51	
Гжельская	В. карбон	Никитин	1890	Гжель, СССР	Труды по геол. России	уральский
Глиптиковая	С. юра	Etallon	1861	Зона <i>Glypticus hieroglyphus</i>	Mem. Emul. Doubs, vi, p. 53	коралловая
Готеривская	Н. мел	Renevier	1874	Отрив, Швейцария	Tabl. Terr. séd.	часть неокома
Готландская	Силур	de Lapparent	1893	о. Готланд, Балтийск. море	Géol., p. 748	
Гуронская	В. пампал	Logan	1850	оз. Гурон, Канада	Rep. Geol. Surv., Canada	
Датская	В. мел	Desor	1850	Дания		
Даунтонская	В. силур	Lapworth	1879	Замок Даунтон, Англия	Ann. Mag. N. H., (5), iii, p. 455	
Дейтозойская	В. палеозой	Lapworth	1888	Deuters = второй	Intro. Textbk. Geol., p. 512	
Делемонтская	В. олигоцен	Greppin	1867	Бернесская юра	Essai sur Jura, p. 128	аквитанский
Деметская	С. карбон	S. P. Woodward	1856		Man. Moll., p. 409	угленосная толща и жерновой песчаник

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Джексонская	В. эоцен	Heilprin	1888	Джексон, Алабама	Congr. géol. inter. Rep. Amer. Com., p. 814	
Джорджийская	Н. кембрий	Hitchcock	1861	Джорджия, С. Америка	Bull. U.S. Geol. Surv., No. 81	
Дивская	С. юра	Renevier	1874	Див, Франция	Tabl. Terr.	оксфорд
Диас	Пермь	Marcou	1859		Bibliot. Univers. Geneve, 1859	
Диестская	Н. плиоцен	Dumont	1839	Дист, Бельгия	Acad. Sci. Belg.	плезанский
Диметская	Пампал	Hicks	1878	Диметия (Уэльс)	Rep. Brit. Assoc.	
Динантская	Н. карбон	Lapparent	1893	Динан, Бельгия	Traité Géol., p. 819	
Диттонская	В. девон	W. W. King	1921		Proc. G. S., 1921, p. 124	верхний древний красный песчаник
Дойнийская	Эоцен	Gregory	1896	Дойнио-Лерсубуго, Кения	Great Rift Valley, p. 235	
Домерская	Н. юра	Bonarelli	1894	г. Домера, Италия	Acad. Turin, xxx	
Донзерская	Мел	Tortcapel	1882	Донжэ, Франция	Urg. du Lanquedoc, p. 4	баррем даний
Дордонская	В. мел	Coquand	1857	Дордонь, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xiv, p. 882	
Дубизийская	В. юра	Desor	1859	Дубс, Швейцария	Jura Neuch., p. 45	
Дуртенская	С. плейст.	Mayer-Eymar	1888	Дуртен, Швейцария	Classif. Internat.	
Еовильская	Н. оолит	Bickman		Еовиль		сланцы Мид-Форд
Ерингская	В. силур	Gregory	1902	Еринг, Виктория	Proc. R. Soc. Victoria, n. s., xv, p. 172	
Жанжукская	Миоцен	Hall, Pritchard	1902	Жанжук, Виктория	Proc. R. Soc. Victoria, n. s. xiv, p. 78	
Жединская	Н. девон	Dumont	1848	Жедин, Бельгия	Mem. Terr. Ard., p. 176	
Живетская	С. девон	Gosselet	1880	Живе, Франция	Esq. géol. N. Fran., p. 88	
Жоварийская	С. олигоцен	Dollfus	1880	Жовар, Франция	Expos. géol. Havre, p. 599	тонгрская
Журская	С. олигоцен		1880	Жур, Франция	Expos. géol. Havre, p. 590	тонгрская
Игуаладская	С. эоцен	Vézian	1858	Игуалада, Испания	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xv, p. 438	
Иллинойсская	Плейст.	Chamberlin, Salisbury	1906	Иллинойс	Geol., iii, p. 383	= рисская
Ипрская	Н. эоцен	Dumont	1849	Ипр, Бельгия	Bull. Acad. sc. Belg., xvi, p. 369	= лондонская глина
Йоркская	С. карбон	Watts		Йорк		часть московского
Кейюгская	В. силур	Clark, Schuchert	1898	оз. Кейюга, Нью-Йорк	Science, n. s., x, p. 876	
Кампанская	Мел	Coquand	1857	Кампания (Шампань), Франция	Bull. géol. Fr. (2), xiv, p. 887	
Канадская	Н. ордовик	Dana	1874	Канада	Am. Jour. Sci. (3), viii, p. 214	арениг
Канзасская	Плейст.	Chamberlin, Salisbury	1906	Канзас	Geol., iii, p. 383	= миндельская
Капитийская	Мел-эоцен	Gregory	1896	Капити, Кения	Great Rift Valley, p. 235	
Карадокская	В. ордовик	Murchison	1839	Кер-Карадок, Англия	Silurian System	
Карнийская	В. триас	Mojsisovics	1869	Карнийские Альпы	Verh. geol. Reichs. p. 65	
Картеннская	Н. миоцен	Pomel	1858	Тенес, Алжир	C. R. Acad. Sci., 1858, p. 480	бурдигальский
Кассельская	В. олигоцен	Dollfus	1910	Кассель, Гессен, ФРГ	Bull. Soc. géol. Fr. (4), x, p. 582	хаттский
Кастерлейская	Н. плиоцен	Dumont; van den Broeck	1874	Кастерле, Бельгия	Ann. Soc. R. Mal. Belg., xvii, iii-viii	плезанский
Кьюиноуская	Пампал	Brooks	1876	Кьюиноу, Америка	Amer. Jour. Sci. (3), xi, pp. 206-11	
Келловейская	С. юра	d'Orbigny	1849	Келловей, Англия	Pal. fr., Jura, i, p. 608	
Киватинская	Пампал	Lawson	1888	Индийское название западного ветра	Archaeon Geol., p. 70	
Кимериджская	В. юра	Thurmann	1832	Кимеридж, Англия	d'Orbigny in Pal. fr. Jur., i, p. 610	
Кобленцкая	Н. девон	Dumont	1848	Кобленц, ФРГ	Mem. Ter. Ard., 2nd pt., p. 183	
Команчская	В. мел	R. T. Hill	1887	Команч, США	Am. Jour. Sci. (3), xxxiv, pp. 287-309	
Конемогская	В. карбон	Prosser	1906	Конемо, США	Am. Jour. Sci. (4), xi, p. 199	часть уральского
Коньякская	В. мел	Coquand	1857	Коньяк, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xiv, p. 882	
Коралловая	С. юра	Thurmann	1832	Англия		

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Круакская	В. кембрий	Walcott	1912	Сент-Круа, Миннесота	Smithson, Misc. Coll., 57, pp. 306-7	Тихоокеанское побережье
Кроммерская	Н. плейст.	Harmer	1900	Кроммер, Англия	Q. J. G. S., lvi, 725	= слои Кроммер-Форест
Кувенская	С. девон	Dupont	1885	Кувен, Бельгия	Carte geol. Belge	
Кюизская	Н. эоцен	Dollfus	1880	Кюиз, Франция	Soc. géol. Norm., p. 589	= лондонская глина
Ладинская	Н. триас	Bittner	1892	Ладины — народность в Альпах	Jahr. Reichs. Wien, xlii, p. 387	пестрый песчаник (часть)
Лайкипийская	Миоцен	Gregory	1896	Лайкипия, Кения	Great Rift Valley, p. 235; Rift Val., E. Afr., p. 204	
Ланаркская	С. карбон	Kidston	1905	Ланарк, Шотландия	Q. J. G. S., lxi, pp. 308-328	часть московского
Лангская	С. миоцен	Pareto	1865	Ланже, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xxii, p. 229	= бурдигальский
Ланденская	Н. эоцен	Dumont	1849	Ланден, Бельгия	Bull. Acad. Belg., xvi, p. 16	= танетский
Латдорфская	Н. олигоцен	Mayer-Eymar	1863	Латдорф, ФРГ	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xxi, p. 7	тонгрская
Ледбурская	В. силур	Renevier	1874	Ледбери, Англия	Tabl. Terr.	даунтон
Ледонская	С. юра	Marcou	1846	Ледо, Швейцария	Jura Salin, p. 70	байос
Ледская	С. эоцен	Mourlon	1880	Лед, Бельгия	Soc. maïac. Belg., xviii, p. 10	бартон
Леннокская	В. пампал	Gregory	1928	Леннокстаун, Шотландия	Trans. Geol. Soc. Glasgow, xviii, p. 305	
Ленхемская	Н. плиоцен	Harmer	1900	Ленхем, Кент	Q. J. G. S., lvi, p. 708	= диестская
Либурийская	В. мел	Stache	1889	Далмация	Abh. geol. Reichs.	= даний
Лигерийская	С. миоцен	Rouville	1853	Луара, Франция	Géol. Montpellier, p. 180	гельветская
Лигурийская	Н. олигоцен	Mayer-Eymar	1857	Лигурия, Италия	Verh. Schweiz. Nat. Ges. Trogen, p. 182	тонгрская
Лингуловая	В. кембрий	Renevier	1874	Lingula	Tabl. Terr. sed., 1st ed.	
Лланвирнская	Н. ордовик	Marr	1905	Лланвирн, Ю. Уэльс	Q. J. G. S., lxi, Proc. lxxxii	
Лландейлская	С. ордовик	Murchison	1839	Лландейло, Уэльс	Silurian System	
Лландоверийская	Н. силур	Murchison	1839	Лландовери, Уэльс	Silurian System	
Логанская	Пампал	Lawson	1913	William Logan	Congr. géol. inter. Canada	
Лодевская	С. пермь	Renevier	1874	Лодев, Франция	Tabl. Terr. sed. 1st ed.	пенджабский
Лозаннская	С. миоцен	Rollier	1892	Лозанна, Швейцария	Eclog. geol. Helv., iii, p. 83	бурдигальский
Лонгминдская	Н. кембрий	Mayer-Eymar	1874	Лонгминд, Англия	Class. Method.	
Лондонская	Н. эоцен	Mayer-Eymar	1857	Лондон, Англия	Verh. Schweiz. Nat. Ges., Trogen, p. 175	
Лотарингская	Н. юра	Haug	1911	Лотарингия, Франция	Traité, p. 961	часть чармутской
Лудловская	В. силур	Murchison	1839	Лудлов, Англия	Silurian System	
Лузитанская	В. юра	Choffat	1885	Лузитания (Португалия)	Faun. Jur. Portugal	коралловая
Лудская	Н. олигоцен	de Lapparent	1893	Лудс, Франция	Géol., 3rd edit., p. 1219	тонгрская
Лютетская	С. эоцен	de Lapparent	1883	Лютетия (Париж)	Géol., p. 989	
Маастрихтская	В. мел	Dumont	1849	Маастрихт, Голландия	Bull. Acad. sci. Belg.	часть дания
Магдаленская	Плейст.	Mortillet	1878	Мадлен, Франция	Congr. géol., Paris, p. 179	
Майнцская	С. эоцен	Mayer-Eymar	1857	Майнц, ФРГ	Verh. Schweiz. Nat. Ges., Trogen, Table	бурдигальский
Манресская	В. эоцен	Vézian	1858	Манреса, Испания	Bull. Soc. géol. Fr. (2) xv, p. 439	бартонский
Маренисская	Пампал	Van Hise	1892	Марениско, С. Америка	Bull. U. S. Geol. Surv., No. 86	
Маркуеттская	Пампал	Winchell	1888	Маркуетт, Америка	Congr. géol. inter. Rep. Am. Com., p. 14	
Медонская	Н. эоцен	de Lapparent	1883	Медон, Франция	Géol. p. 989	монский
Мекленбургская	С. плейст.	J. Geikie	1895	Мекленбург, ГДР	Journ. Geol., p. 250	4-е оледенение
Мельбурнская	В. силур	Gregory	1902	Мельбурн, Виктория	Proc. R. Soc. Vict., n. s., xv, p. 171	
Меневская	С. кембрий	Salter, Hicks	1865	Меневия, Сент-Дэвидс, Уэльс	Q. J. G. S., xxiv	
Мэрилендская	С. миоцен	Heilprin	1882	Мэриленд, Америка	Proc. Acad. Sci. Philad.	

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Мессинская	Н. плиоцен	Mayer-Eymar	1867	Мессина, Сицилия	Cat. Foss. Mus. Zurich', p. 13	
Миссисипская	Н. карбон	H. S. Williams	1891	Миссисипи, Америка	Bull. U. S. Geol. Surv., No. 80	
Могавкская	С. ордовик	Hall	1842	р. Могавк, Нью-Йорк	Am. Jour. Sci., xliii, p. 52	= лландейло
Моденская	Н. олигоцен	Pareto	1865	Модена, Италия	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xxii, p. 216	тонгрская
Монская	Н. кембрий	Blake	1888	Мона, Англии	Congr. géol. inter. London, p. 36	
Мононгахильская	В. карбон	Prosser	1901	р. Мононгахила, США	Am. Jour. Sci. (4), xi, p. 199	часть уральской
Монтская	Н. эоцен	Dewalque	1868	Монс, Бельгия	Prodr. Geol. Belgique, p. 185	
Морнеская	В. мел	Coquand	1862	Морне, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xx, p. 50	часть сенона
Морфонтенская	В. эоцен	Dollfus	1880	Морфонтен, Франция	Expos. géol. Havre, p. 592	бартонский
Московская	С. карбон	Никитин	1890	Москва, СССР	Тр. геол. ком. России, V, с. 147	
Мустьерская	Плейст.	Mortillet	1878	Мустье, Франция	Congr. géol. inter. Paris, p. 179	
Найвашская	Плиоцен	Gregory	1896	Найваша, Кения	Great Rift Valley, p. 235	
Нейдекская	Плейст.	J. Geikie	1895		Jour. Geol., p. 249	3-е межледниковье
Неокомская	Н. мел	Thurmann	1835	Неокомиум (Невшатель)	Bull. Soc. géol. Fr., vii, p. 209	
Нептодинская	С. эоцен	Dollfus	1850	Нептодинум, Париж	Expos. géol. Havre, p. 592	лотетский
Нервская	В. мел	Dumont	1849	Нервы — народность в Бельгии	Bull. Acad. Belg., xvi, p. 360	часть сенона
Ниагарская	Силур	Sterry-Hunt		Ниагара, С. Америка		средний силур
Нимская	Н. мел	Saruan	1875	Ним, Франция	Bull. sc. nat. Nimes	валанжин
Норийская	Пампал	Sterry-Hunt	1870		Congr. géol. inter. London, p. 73	нижний триас
Норийская	В. триас	Mojsisovics	1869	Альпы	Verh. geol. Reichs., p. 65	
Норфолкская	Плейст.	J. Geikie	1895	Норфолк, Англия	Jour. Geol. p. 247	1-е межледниковье
Ньюаркская система	В. триас и н. юра	Redfield	1856	Ньюарк, Нью-Йорк	J. E. Russell, 1892, Bull. U. S. G. S., 85	
Ньюбурнская	Н. плиоцен	Harmer	1900	Ньюберн, Саффолк	Q. J. G. S., lvi, p. 270	= средн. астиийский
Ньясская	Олигоцен	Gregory	1896	оз. Ньяса	Great Rift Valley, p. 235	
Оверская	В. эоцен	Dollfus	1880	Овер, Франция	Expos. géol.	= ледская
Оксфордская	С. юра	Brongniart	1829	Оксфорд, Англия	Tabl. Terr.	
Ольстерская	С. девон	Clarke, Schuchert	1898		Science, n. s., pp. 874-8	
Оранская	В. миоцен	Welsch	1895	Оран, Алжир	Bull. Soc. géol. Fr. (3), xxiii, P. v, p. 60	понтская
Орисканская	Н. девон	Clarke, Schuchert	1898	Орискани	Science, n. s., x, pp. 874-8	
Осуигская	Н. силур	Clarke, Schuchert	1898	Осуиго, Нью-Йорк	Science, x, p. 876	
Отунская	Н. пермь	de Lapparent	1893	Отун, Франция	Géol., 3rd ed, p. 1150	= артинский
Палеолитовая	Плейст.	Lubbock	1865	Древние каменные орудия	Доисторическое время	
Палеоцен	Н. эоцен	Schimper	1874	Palaios и эоцен	Pal. veget., iii, p. 680	
Панисельская	С. эоцен	Dumont	1851	г. Панисель, Бельгия	Bull. Acad. sc. Belg.	лотетский
Парижская	Эоцен и н. олиг.	Brongniart	1820	Париж		эоцен и тонгрская
Парнасская	С. эоцен	Dollfus	1880	Парнас, близ Парижа	Expos. géol. Havre, p. 591	лотетский
Патагонская	Миоцен	d'Orbigny	1842	Патагония, Ю. Америка	Voy. Amer. Merid., iii	
Пебидийская	Пампал	Hicks	1878	Пебидия, Уэльс	Rep. Brit. Assoc., 1878	
Пенджабская	С. пермь	de Lapparent	1893	Пенджаб	Géol., 3rd ed., p. 886	
Пенсильванская	С. карбон	H. S. Williams	1898	Пенсильвания, США	Bull. U. S. G. S., No. 80	
Пеорийская	Плейст.	Chamberlin, Salisbury	1906		Geol., iii, p. 383	4-е Америк. межледниковье
Печорская	Н. мел	Никитин	18??	Печора, СССР		берриас
Пилатская	С. эоцен	Kaufmann	1872	г. Пилатус, Швейцария	Mat. Carte Suisse 11th Livre, p. 158	лотетский
Платская	Плейст.	Ameghino	1889	Ла-Плата, Ю. Америка	Mam. Foss. Arg., p. 106	
Плезанская	Н. плиоцен	Mayer-Eymar	1857	Плезанс (Пьяченца), Италия	Verh. Nat. Ges. Trogen, Table	

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Плинсбахская	Н. юра	Oppel	1858	Плинсбах, ФРГ	Juraformation, p. 815	чармутская
Подерлейская	В. плиоцен	Vincent	1889	Подерле, Бельгия		
Полейская	В. мел	Dumas	1852	Сент-Поле, Франция	Carté géol. d'Uzès 1874	часть сеномана
Польская	Плейст.	J. Geikie	1895	Польша	Jour. Geol., p. 249	3-е оледенение
Понтическая	В. миоцен	Marny	1869	Понт Эвксинский	Géol. de Cherson	
Портландская	В. юра	Brongniart	1829	Портленд, Англия	Tabl. Terr.	
Поцелитовая	Пермь и триас	Conybeare	1832		Rep. Brit. Ass., 1832, p. 379	
Приабонская	В. эоцен	de Lapparent	1893	Приабона, Италия	Géol., 3rd ed., p. 149	бартонский
Протерозойская	Н. палеозой	Lapworth	1888	Proteros-первый	Intro. Textbk. Geol., p. 152	
Пурбекская	В. юра	Brongniart	1829	Пурбек, Англия	Tabl. Terr.	
Райблская	В. триас	Stoppani	1860	Райбл, Австрия	Pal. Lomb., pp. 226, 229	
Ревинская	Н. девон	Dumont	1847	Рева, Франция	Bull. Acad. Belg.	акадская
Редстокская	С. карбон	Kidston	1905	Редсток, Англия	Q. J. G. S., lxi, pp. 308-21	часть московского зигенский
Рейнская	Н. девон	Dumont	1848	р. Рейн	Bull. Acad. Belg.	
Роданская	В. мел	Renévier	1854	Перт-дю-Рон, Франция	Mem. sur Perthe-du-Rhone, p. 68	
Роньякская	В. мел	Caziot	1890	Роньяк, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (3), xviii, p. 227	часть дания
Роракская	С. юра	Gressly	1867	Роракция, Юра	Essai sur Jura, p. 72	коралловая
Ротомагская	В. мел	Coquand	1857	Ротомагус, Руан	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xiv, p. 882	часть сеномана
Рубийская	Н. олигоцен	Vézian	1858	Рубио, Испания	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xv, p. 440	тонгрская
Рэтская	Н. юра	Guembel	1861	Рэтские Альпы	Bay. Alp., p. 122	нижняя юра или верхний триас
Рюпельская	С. олигоцен	Dumont	1849	Рюпель, Бельгия	Bull. Akad. Belg., xvi, p. 367	рассматривается в континентальной Европе как верхний олигоцен
Саксонская	Плейст.	J. Geikie	1895	Саксония, ГДР	Journ. Geol., p. 247	2-е оледенение
Саксонская	С. пермь	de Lapparent	1893	Саксония, ГДР	Géol., 3rd., p. 886	
Салломакская	С. миоцен	Fallot	1893	Салле, Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (3), xxi, Pr. v. p. 77	гельветская
Салопская	С. силур	Lapworth	1879	Салоп, Англия	Ann. Mag. Nat. Hist. (5), iii, opp. p. 455	венлок
Сальмская	В. кембрий	Dumont	1847	Сальм, Франция	Bull. Acad. Belg.	потсдамская
Сангамонская	Плейст.	Leverett	1899	Округ Сангамон, Иллинойс	Mon. U. S. Geol. S., xxxviii	3-е Амер. межледниковье
Саннуаская	Н. олигоцен	de Lapparent	1893	Саннуа, Франция	Géol., 3rd ed., p. 1263	тонгрская
Сантонская	В. мел	Coquand	1853	Сантония (Сэнтонж), Франция	Bull. Soc. géol. Fr. (2), xiv, p. 882	часть сенона
Сарматская	В. миоцен	Barbot de Marny	1869	Сарматия	Esq. géol. de Cherson	фаза понта
Сахельская	В. миоцен	Pomel	1858	Сахель, Алжир	C. R. Acad. Sci., xlvii, p. 479	понт
Секуанская	С. юра	Thurmann, Marcou	1848	Секуана, Юра	Mem. Soc. géol. Fr., iii, p. 96	коралловая
Сенекская	В. девон	Clarke, Schuchert	1898	Сенека, США	Science, n. s., x, pp. 874-8	
Сеноманская	Н. мел	d'Orbigny	1852	Ле-Ман, Франция	Cours él., Pal., ii	
Сенонская	В. мел	d'Orbigny	1843	Сеноны - народность во Франции	Pal. fr., Crét., ii. Table pl. 236 bis	
Сидеролитовая	Н. олигоцен	Gressly	1841	Железистая	Jur. sol., p. 251	тонгрская
Синемюрская	Н. юра	d'Orbigny	1849	Семюр, Франция	Pal. fr., Jur., i, p. 604	
Синийская	Кембрий	Richthofen	1882	Китай	Nord. Chin	в. пампалозой
Сицилийская	Н. плейст.	Döderlein	1872	Сицилия	Nat. sur. Carte géol. de Moden, p. 14	
Скальдизийская	В. плиоцен	Dumont	1849		Bull. Acad. Belg.	
Скандинавская	В. кембрий	de Lapparent	1883	Скандинавия	Géol., p. 732	
Сканская	Плейст.	J. Geikie	1895	Скания (Швеция)	Journ. Geol., p. 246	1-е оледенение

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Скиддавская	Н. ордовик	Marr	1905	Скиддау	Q. J. G. S., lxi, Proc. p. lxxxvi	
Скифская	Н. триас	Waagen, Diener	1895		Ak. Wis. Wien, civ	
Сноудонская	В. ордовик	S. P. Woodward	1856	Сноудон, Уэльс	Mon. Moll., p. 409	= бала кейпер
Соленосная	В. триас	d'Orbigny	1852	Содержащая соль	Cours élém., p. 404	
Солютрейская	Плейст.	Mortillet	1878	Солютре, Франция	Congr. géol. inter. Paris p. 179	
Спарнакская	Н. эоцен	Dollfus	1880	Эперне, Франция	Bull. Soc. géol. Norm., vi, p. 558	
Стампийская	Н. олигоцен	Rouville	1853	Этамп (Стампиум), Франция	Géol. de Montpel., p. 180	тонгрская
Стаффордская	С. карбон	Kidston	1906	Стаффорд, Англия	Q. J. G. S., lxi, pp. 308–321	часть московского
Стефанская	В. карбон	Mayer-Eymar	1878	Сен-Этьен-Стефанус, Франция	Class. inter., 1881	уральская
Суассонская	Н. эоцен	Mayer-Eymar	1857	Суассон, Франция	Verh. Schweiz. Nat. Ges. Trogen, Table	
Суассонская	Н. эоцен	d'Orbigny	1852	Суассон, Франция	Cours élém., Pal., p. 712	
Таконская	Н. кембрий	Emmons	1842	Таконские горы, Америка	Geol. N. Y., pp. 135–64	нижний ордовик
Танетская	Н. эоцен	Renevier	1873	Танет, Англия	Tabl. Terr.	
Теннесси́йская	Н. карбон	Ulrich	1911		Geol. Soc. Am. Bull., vol. xxii, pp. 581–2	визе
Тирольская	В. триас	de Lapparent	1885	Тироль, Австрия	Geol., 2nd ed., p. 905	кейпер
Тоарская	Н. юра	d'Orbigny	1849	Тур (Тоар), Франция	Pal. fr., Jur., i, p. 106	
Тонгрская	Н. олигоцен	Dumont	1839	Тонгр, Бельгия	Bull. Acad. sci. Belg., vi, p. 773	
Тонусская	Н. девон	Dumont	1848	Тону, Бельгия	Mem. Terr. Arden., p. 183	зигенский
Тортонская	В. миоцен	Mayer-Eymar	1857	Тортоне, Италия	Verh. Schweiz. Nat. Ges., Trogen, Table	
Тремадо́кская	В. кембрий	Renevier	1874	Тремадок, Уэльс	Tabl. Terr.	потсдамская
Турбасийская	Плейст.	J. Geikie	1895		Jour. Geol.	5-е и 6-е оледенения Гейке
Турговская	В. миоцен	Rollier	1892	Турговия, Швейцария	Eclog. geol. Helv., iii, p. 83	
Турнейская	Н. карбон	Koninck	1872	Турне, Бельгия	Mem. Ac. R. Sc. L. B. A. Belge., xxxix, pp. 1–178	
Туронская	В. мел	d'Orbigny	1843	Турень (Турония), Франция	Pal. fr., Crét., ii, Table, pl. 236bis	часть сенона
Тюрингская	В. пермь	Renevier	1874	Тюрингия, ГДР	Tabl. Terr.	
Уральская	В. карбон	de Lapparent	1893	Уральские горы	Géol., 3rd ed., p. 819	
Ургонская	Н. мел	d'Orbigny	1850	Оргон, Франция	Cours. élém., ii, p. 606	баррем и апт
Фалунская	Миоцен	d'Orbigny	1852	Фалуны, Франция	Cours. élém., ii, p. 775	
Фаменская	В. девон	Gosselet	1880	Фаменн, Бельгия	Esq. géol. N. France, p. 107	
Фирмитская	В. олигоцен	Dollfus	1880	Ферт-Ала, Франция	Expos. géol. Havre, p. 600	аквитанская
Фландрская	Н. эоцен	Mayer-Eymar	1881	Фландрия	Classif. internat.	монтский
Форестская	В. плейст.	Jas. Geikie	1895	Слои Форест	Q. J. G. S., p. 250	4-е и 5-е межледниковья
Фоссанская	В. плиоцен	Sacco	1886	Фоссано, Италия	Bull. Soc. géol. Fr. (3), xv, p. 27	астийская
Франконская	С. триас	de Lapparent	1883	Франкония	Géol. p. 793	раковинный известняк
Франская	В. девон	Gosselet	1880	Фран, Бельгия	Esq. géol. N. France, p. 95	
Хамблтонская	В. пермь	Mayer-Eymar	1888	Хамблтон, Йорк	Tabl. Terr. séd.	тюрингская
Хаттская	В. олигоцен	Fuchs	1894	Хатты – народность в Гессене	K.-ungar. geol. Anstalt. Mitt. x, p. 173	
Хиткотская	В. кембрий	Gregory	1902	Хиткот, Виктория	Proc. R. S. Vict., n. s., xv, p. 148	
Хунсрюкская	Н. девон	Dumont	1848	Хунсрюк, ФРГ	Mem. Terr. Ard., p. 194	зигенская
Цехштейн	В. пермь	Немецкий горняцкий термин		?От Zähe, жесткий		тюрингская
Цинциннатская	В. ордовик	Meek, Worthen	1865	Цинциннати, США	Pr. Acad. Nat. Sci. Philad., xvii, p. 155	
Чармутская	Н. юра	Mayer-Eymar	1864	Чармаут, Англия	Tabl. synchr.	
Чатакауйская	В. девон	Clarke, Schuchert	1898		Science, n. s., x, pp. 874–78	

Название	Система	Автор	Год	Местность или происхождение названия	Источник	Использование
Чиллесфордская	Н. плейст.	Prestwich	1849	Чиллесфорд, Саффолк	Q. J. G. S. v, p. 345	
Шамплейнская	С. ордовик	Emmons	1842	оз. Шамплейн, США	Geol. N. Y., p. 100-1	
Эйфельская	С. девон	Dumont	1848	Эйфель, ФРГ	Mem. Ard., p. 382	
Эльберфельдская	В. карбон	Mayer-Eymar	1881	Эльберфельд, ФРГ	Classif. internat.	
Эмшерская	В. мел	de Lapparent	1893		Géol., 3rd ed., p. 1150	
Эрийская	Девон	Dawson	1871	оз. Эри, С. Америка	Rep. Geol. Surv. Can., p. 10	
Этрурская	Н. олигоцен	Pareto	1865	Этрурия, Италия	Bull. Soc. géol. Fr., xxii, p. 215	тонгурская
Этчеминийская	Н. карбон			Индийское племя		
Ювавийская	В. триас	Mojsisovics	1892	Юваво, Зальцбург	Sitzb. Ak. Wiss. Wien, p. 777	
Ярмутская	Плейст.	Chamberlin, Salisbury	1906	Ярмут, Айова	Geol., iii, p. 383	2-е Амер. межледниковье

Плейстоген	Q или	Синемюрский	Sin	Франский	Frs
	Ptg	Скифский	Scy	Фронский	Fro
Плейстоцен	Ple	Смальфьорд	Sma		
Плинсбахский	Plb	Смитский	Smi		
Плиоцен	Pli	Сольва	Sol	Хадринский	Hdy
Подольский	Pod	Спэтский	Spa	Хамовнический	Chv
Поздний	L	Средний	M	Харнагский	Har
Портландский	Por	Стампский	Sta	Хастарский	Has
Приабонский	Prb	Стефанский	Ste	Хаттский	ChT
Пржидольский	Prd	Стёртский	U или	Хейдский	Hde
Прискойский	Pr		Stu	Хеликий	Hel
Протерозой	Pt	Струнский	Str	Хирнантский	Hir
Пурбекский	Pur	Судлейский	Sou	Холкерский	Hlk
Пьяченцкий	Pia				
		Танетский	Tha	Цинциннатский	Cin
Ранний	E	Татарский	Tat		
Рифей	R	Теличский	Tel		
Роутейский	Raw	Титонский	Tth	Чадский	Chd
Рудданский	Rhu	Тоарский	Toa	Черемшанский	Che
Рэндский	Ran	Томмотский	Tom	Четвертичный	Q
Рэтский	Rht	Тортонский	Tor		
Рюпельский	Rup	Тремадокский	Tre		
Рязанский	Ryz	Трегичный	TT	Шамплейнский	Chp
		Триасовый	Tг или TR	Шейнвудский	She
		Турнейский	Tou	Шокьерский	Cho
		Туронский	Tur		
Сакмарский	Sak			Эдиакарский	Edi
Сантонский	San	Уайтвелл	Whi	Эйфельский	Eif
Свазийский	Sw	Уфимский	Ufi	Эмский	Ems
Сеноманский	Sen			Эоцен	Eoc
Сенонский	Sen				
Сент-дэвидский	StD				
Серпуховский	Spk				
Серравальский	Srv				
Силезский	Sls	Фаменский	Fam	Юрматинский	Y
Силурийский	S	Фанерозой	Ph	Юрский	J

Единица времени

Введение. Возраст какого-либо события в хронометрической шкале определяется числом единиц времени, которое прошло от момента этого события до «ныне». Таким образом, эта шкала — периодическая и состоит из повторяющихся идентичных единиц, а не является календарным датированием, основанным на периоде обращения Земли вокруг Солнца, так как период обращения может изменяться. Следовательно, стандартизация хронометрической шкалы требует, чтобы была определена единица времени. Однако существуют два конкурирующих стандарта для этой единицы, и МСГН пока не определил, какой из этих единиц следует отдать предпочтение (George et al., 1969). Так как для наших целей различия в терминах не имеют значения, необходимо установить общий принцип, с помощью которого определяется геологическое время.

Средняя солнечная секунда. Ранее употреблявшейся единицей времени была средняя солнечная секунда, определявшаяся как 1/86400 часть среднего солнечного дня.

Эфемеридная секунда. Международный астрономический союз (МАС) в 1957 г. рекомендовал принять для использования в астрономии и смежных науках в качестве фундаментальной и неизменной единицы времени эфемеридную секунду. Она была определена как 1/31556925,9747 часть 1900 года на 12 часов эфемеридного времени 0 января этого года. На совещании МАС в 1967 г. в Праге рекомендовалось заменить ею другие конкурирующие стандарты секунды (см. обзор в работе George et al., 1969; особенно Sadler, 1968).

Атомная секунда. На XIII Генеральной конференции мер и весов 13 октября 1967 г. было предложено следующее определение: «Секундой является продолжительность в 9 192 631 770 периодов распада атома цезия-133». Используемая при определении атомной секунды частота (9 192 631 770 Гц), основанная на распаде цезия, выбрана настолько удачно, что никакими из существующих методов невозможно установить различия между атомной секундой и эфемеридной секундой, основанной на вращении Земли. Поэтому при использовании нового стандарта не требуется никаких изменений при датировках (Weast, 1969, и последующие работы).

Обсуждение. Сказанное выше свидетельствует о том, что теоретически возможно построить атомные часы с точностью ± 1 часть на 10^{11} (или точнее), которые контролируются распадом цезия, и датировка может осуществляться в лаборатории в течение нескольких часов без необходимости проводить астрономические наблюдения. Практически часы проверяются с помощью радиосигналов точного времени.

Хронометрическая датировка возраста геологических событий основана на двух типах наблюдений: 1) вращение Земли находит свое отражение в таких явлениях осадконакопления, как варвы (ленточные глины), и в биологических явлениях, таких, как вариации роста; 2) скорость распада изотопов определяет реальное время, анализ производится в лаборатории с использованием часов.

Условия применения. Хотя стандарт времени изначально основан на годе, фундаментальной единицей времени является секунда (с). Международная система единиц (СИ), принятая Генеральной конференцией по мерам и весам, допускает также использование года (гг.). В науках о Земле можно использовать и секунду.

Перевод годов в секунды (полезный для некоторых физических расчетов) основывается на приведенных выше цифрах. Таким образом, 1 год (гг.) = 31,56 терасекунды (Тс), 1 миллион лет (млн. лет) = $3,156 \cdot 10^4$ петасекунд (Пс). Если при каких-либо расчетах будут использоваться секунды, то возникнет необходимость в их названиях и символах до 10^{21} . В настоящее время, согласно СИ, принимаются следующие названия для интервалов в 10^3 :

10^{18}	— экза-	Э	10^{-3}	— милли-	м
10^{15}	— пета-	П	10^{-6}	— микро-	мк
10^{12}	— тера-	Т	10^{-9}	— нано-	н
10^9	— гига-	Г	10^{-12}	— пико-	п
10^6	— мега-	М	10^{-15}	— фемто-	ф
10^3	— кило-	к	10^{-18}	— атто-	а
10^0	— единица	1			

Датировки даются в годах до «ныне». Чтобы избежать постоянно меняющейся датировки (как это происходит в случае определений по ^{14}C), в качестве «ныне» принят 1950 г.

Список литературы

Количество ссылок в работе ограничено. Однако приводится также некоторое количество использованных нами литературных источников из циркуляров British Petroleum и Кембриджской программы арктического шельфа, которые не цитируются в тексте. Они отмечены звездочкой.

- *Афанасьев Г. Д., Рубинштейн М. М. Объяснительная записка к геохронологической шкале в системе абсолютной хронологии.— Докл. сов. геологов к 22 Межд. геол. конгр., Проблема 3.— М.: Наука, 1964, с. 287–324.
- Alvarez W., Lowrie W. Upper Cretaceous paleomagnetic stratigraphy at Moria (Umbrian Apennines, Italy): verification of the Gubbio section. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 55, 1–17, 1978.
- Alvinerie J. et al., A propos de la limite oligo-miocène; résultats préliminaires d'une recherche collective sur les gisements d'Escornébœu (Saint Geours de Maremme, Landes, Aquitaine méridionale). Présence de Globigerinoides dans les faunes de l'Oligocène supérieur. *C. R. Soc. Geol. France*, 15, (3–4), 75–76, 1973.
- *Anderton R., Bridges P.H., Leeder M.R., Sellwood B.W. A dynamic stratigraphy of the British Isles, a study in crustal evolution. London: George Allen and Unwin, 301 pp, 1979.
- Anglada R. Sur la position du datum à Globigerinoides (Foraminifera) la zone N4 (Blow 1967) et la limite oligomiocène en Méditerranée. *Acad. Sci. Comptes Rendues*, 272, 1067–1070, 1971a.
- Anglada R. Sur la limite Aquitanien–Burdigalien, sa place dans l'échelle des Foraminifères planctoniques et sa signification dans le Sud-Est de la France. *Acad. Sci. Comptes Rendues*, 272, 1948–1950, 1971b.
- Anhaeusser C.R., Wilson J.F. The granitic-gneiss greenstone shield. In: *Hunter* (1981), pp. 423–499, 1981.
- Anonymous. Congrès International de Géologie—Comptes Rendues de la 2me Session, Bologne, 1881. Bologna, 1880.
- Anonymous. Congrès Géologique International—Comptes Rendues de la 2me Session, Bologne, 1881, Bologne: Fava and Garagni, 661 pp., 1882.
- Anonymous. Magnetostratigraphic polarity units, a supplementary chapter of the International Subcommittee on Stratigraphic Classification International Stratigraphic Guide. *Geology*, 7, 578–583, 1979.
- Arkell W.J. The Jurassic System in Great Britain, Oxford: Clarendon Press, 681 pp., 1933.
- Arkell W.J. Jurassic geology of the world. Edinburgh: Oliver and Boyd, 806 pp., 1956.
- Armstrong R. L. Pre-Cenozoic Phanerozoic time scale—computer file of critical dates and consequences of new and in-progress decay-constant revisions. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 73–91, 1978.
- Ascoli P. Foraminiferal and ostracod biostratigraphy of the Mesozoic-Cenozoic, Scotian Shelf, Atlantic Canada, 1st International Symposium on Benthonic Foraminifera of Continental Margins, Part B: Paleogeology and biostratigraphy. *Maritime Sediments Spec. Pub.* 1, 653–771, 1976.
- *Baadsgaard H., Lerbekmo J. F., Evans M. E. Geochronology and magnetostratigraphy of fluvial-deltaic sediments embracing the Cretaceous-Tertiary boundary, Red Deer Valley, Alberta, Canada. In: *Zartman* (1978), pp. 17–18, 1978.
- *Bamber E.W. et al. Biochronology: standard of Phanerozoic time. In: *Geology and Economic minerals of Canada*, 5th edn., ed R. J. W. Douglas, pp. 591–674. Ottawa: Geological Survey of Canada, Economic Geology Report No. 1970.
- Banerjee S.K., Lund S.P., Levi S. Geomagnetic record in Minnesota lake sediments—absence of the Gothenburg and Erieau excursion, *Geology*, 7, 588–591, 1979.
- *Banks P. O. Permian–Triassic radiometric time scale. In: *The Permian and Triassic Systems and their mutual boundary*, ed. A. Logan and L. V. Hills, pp. 669–677. Calgary: Canadian Society Petroleum Geologists Memoir 2, 1973.
- Banner F. T., Blow W.H. Progress in the planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Neogene. *Nature, Lond.*, 208 (5016), 1164–1166, 1965.
- Barbier R., Thieuloy J. P. Étage Valanginien, Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, No. 34, 79–84, 1965.
- *Bassett M.G. (ed.). The Ordovician System. Proceedings of a Palaeontological Association Symposium. Birmingham, September 1974. Cardiff: University of Wales Press/National Museum of Wales (for Palaeontological Association), 696 pp., 1976.
- Bassett M.G., Cocks L.R.M., Holland C.H., Rickards R.B., Warren P. T. The type Wenlock Series. Institute of Geological Sciences Report No. 75/13. London: Her Majesty's Stationery Office, 19 pp., 1975.
- Bates R. L., Jackson J. A. (eds.). Glossary of geology, 2nd edn. Falls Church, Virginia: American Geological Institute, 749 pp., 1980.
- Beaer J.H., Sangree J.B., Smith L. A. Quaternary chronology, palaeoclimate, depositional sequences and eustatic cycles. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 66, 158–169, 1982.
- Benedek P.N. von, Müller C. Nannoplankton-Phytoplankton Korrelation im Mittel und Ober-Oligozän von NW-Deutschland. *Neues Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 7, 385–397, 1974.
- Berggren W.A. Tertiary boundaries and correlations. In: *The micropalaeontology of oceans*, ed. B.M. Funnell and W.R. Riedel, pp. 693–809. Cambridge University Press, 1971.
- Berggren W.A. A Cenozoic time-scale—some implications for regional geology and paleobiogeography. *Lethaia*, 5, 195–215, 1972.
- Berggren W.A. The Pliocene time-scale: calibration of planktonic foraminiferal and calcareous nannoplankton zones. *Nature, Lond.*, 243 (5407), 391–397, 1973.
- *Berggren W.A. Recent advances in Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy, biochronology, and biogeography: Atlantic Ocean. *Micropaleontology*, 24 (4), 337–370, 1978.
- Berggren W.A. et al. Towards a Quaternary time scale. *Quaternary Research*, 13, 277–302, 1980.
- Berggren W.A., Van Couvering J. A. The Late Neogene. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 16 (1/2), 1–260, 1974.
- Berggren W.A., Van Couvering J. A. Biochronology, In: *Cohee et al.* (1978), pp. 39–55, 1978.
- Blackwelder E. United States of America. In: *Handbuch der Regionalen Geologie*, ed. G. Steinmann and O. Wilckens, vol. 8, part 2, pp. 1–258, 1912.
- Blow W.H. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, Geneva, 1967, Leiden: Brill, 1969.
- Blow W.H. The Cainozoic Globigerinida. Leiden: Brill, 1979.

- Bond G. Speculations on real sea-level changes and vertical motions of continents at selected times in the Cretaceous. *Geology*, 6, 247–250, 1978.
- *Bonhommet N., Zahringer J. Paleomagnetism and potassium-argon age determinations of the Laschamp geomagnetic polarity event. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 6, 43–46, 1969.
- Bouché P. M. Nannofossiles calcaires du Lutétien du Bassin de Paris. *Revue Micropaléont.*, 5 (2), 75–103, 1962.
- Boucot A. J. Evolution and extinction rate controls. Amsterdam: Elsevier, 427 pp., 1975.
- Bouroz A. Report on isotopic dating of rocks in the Carboniferous System. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 323–326, 1978.
- Bowen D. Q. Quaternary Geology, Oxford Pergamon Press, 221 pp., 1978.
- Bramlette M. N., Sullivan F. R. Coccolithophorids and related nannoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology*, 7, 129–188, 1961.
- Breistroffer M. Sur les zones d'Ammonites de l'Albien de France et d'Angleterre. *Trav. Lab. Géol. Grenoble Mém.*, 26, 1–88, 1947.
- Brown L. E., Jr., Fisher W. L. Principles of seismic stratigraphic interpretation. In: AAPG-SEG Stratigraphic interpretation of seismic data school notes. Austin, Texas: American Association Petroleum Geologists Education Department, 1979.
- Bukry D., Kennedy M. P. Cretaceous and Eocene coccoliths at San Diego, California. San Francisco: California Division Mines and Geology Special Report 100, 1969.
- Busnardo R. Le stratotype du Barrémien: 1–Lithologie et macrofaune. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, No. 34, 99–116, 1965.
- Butler R. F., Coney P. J. A revised magnetic polarity time scale for the Paleocene and Early Eocene and implications for Pacific plate motion. *Geophys. Res. Lett.*, 8, 301–304, 1981.
- Butler R. F., Lindsay E. H., Jacobs L. L., Johnson N. M. Magnetostratigraphy of the Cretaceous–Tertiary boundary in the San Juan basin, New Mexico. *Nature, Lond.*, 267, 318–323, 1977.
- Button A. et al. The cratonic environment. In: *Hunter* (1981), 501–639, 1981.
- Cande S. C., Larson R. L., LaBrecque J. L. Magnetic lineations in the Pacific Jurassic quiet zone. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 41, 434–440, 1978.
- *Carloni G. C., Marks P., Rutsch R. F., Selli R. Stratotypes of Mediterranean Neogene stages. *G. Geol.*, ser. 2, 37, fasc. 2, 1971.
- Casey R. The dawn of the Cretaceous Period in Britain. *Bull. S.-East. Un. Sci. Soc.*, No. 117, 1–15, 1963.
- Casey R. The position of the Middle Volgian in the English Jurassic. *Proc. Geol. Soc. Lond.*, No. 1640, 246–247, 1967.
- *Challinor J. A dictionary of geology. 5th edn. Cardiff: University of Wales Press, 365 pp., 1978.
- Champion D. E., Dalrymple G. B., Kuntz M. A. Radiometric and paleomagnetic evidence for the Emperor Reversed Polarity Event at 0.46 ± 0.05 m. y. in basalt lava flows from the eastern Snake River Plain, Idaho. *Geophys. Res. Lett.*, 8, 1055–1058, 1981.
- Chen C.-c. The Triassic System. In: *Handbook of the stratigraphy and palaeontology in southwest China*, pp. 58–65. Beijing: Nanjing Institute of Geology and Palaeontology Academia Sinica, 1974.
- Chlupáč I., Jaeger H., Zikmundova J. The Silurian–Devonian boundary in the Barrandian. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 20 (1), 104–174, 1972.
- Choubert G., Faure-Muret A. (General co-ordinators), Chanteux P. (Cartographic art) (Commission for the Geological Map of the World). *Geological world atlas 1/10 000 000*, Paris: Unesco, 1976.
- *Churkin M., Jr., Carter C., Johnson B. R. Subdivision of Ordovician and Silurian time scale using accumulation rates of graptolitic shale. *Geology*, 5 (8), 452–456, 1977.
- Cita M. B., Elter G. La posizione stratigrafica delle marne a Pteropodi della Langhe della Collina di Torino ed il significato cronologico del Langhiano. *Accad. Naz. Lincei*, ser. 8, 29 (5), 350–369, 1960.
- Cita M. B., Premoli Silva L. Pelagic foraminifera from the type Langhian. *International Geological Reports, XXI Sess. Part XXII*, Proc. Internat. Paleont. Union, 39–50, Copenhagen, 1960.
- Cloud P. A working model of the primitive earth. *Am. J. Sci.*, 272, 537–548, 1972.
- Cloud P. Major features of crustal evolution, 13th A. L. du Toit Memorial Lecture. *Geol. Soc. South Africa*, 1976.
- Coats R. P. Late Proterozoic (Adelaidean) tillites of the Adelaide Geosyncline. In: *Hambrey and Harland* (1981), pp. 537–548 (D21), 1981.
- Cobban W. A., Reedsides J. B., Jr. Correlation of the Cretaceous formations of the western interior of the United States. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 63, 1011–1044, 1952.
- Cocks L. R. M., Holland C. H., Rickards R. B., Strachan I. A correlation of Silurian rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond.*, Special Paper No. 1, 136 pp., 1971.
- Cocks L. R. M., Toghiani P., Ziegler A. M. Stage names within the Llandovery Series. *Geol. Mag.*, 107 (1), 79–87, 1970.
- Cogley N. G. Late Phanerozoic extent of dry land. *Nature, Lond.*, 291, 56–58, 1981.
- Cohee G. V. Generally recognised European stages. Paper issued April 15, 1970 by George V. Cohee, Chairman AAPG Advisory Committee on Stratigraphic Coding, 1970.
- Cohee G. V. et al. Standard stratigraphic code adopted by AAPG. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 51 (10), 2146–2150, 1967.
- Cohee G. V., Glaessner M. F., Hedberg H. D. (eds.). Contributions to the geologic time scale, papers given at the Geological Time Scale Symposium 106.6, 25th IGC Sydney, Australia, August 1976. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, *Studies in Geology* No. 6, 388 pp., 1978.
- Colalongo M. L. Appunti biostratigraficali sul Messiniano. *Gionale di Geologia*, ser. 2, 36, 515–542, 1970.
- *Conil R., Groessens E., Pirlet H. Nouvelle charte stratigraphique du Dinantien type de la Belgique. *Annls. Soc. Géol. N.*, 96, 363–371, 1977.
- Conybeare W. D., Phillips W. Outlines of the geology of England and Wales, with an introductory compendium of the general principles of that science, and comparative view of the structure of foreign countries, Part I, London: Phillips, 470 pp., 1822.
- *Cooke C. W., Gardner J., Woodring W. P. Correlation of the Cenozoic formations of the Atlantic Coastal Plain and Caribbean region. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 53, 569–598, 1943.
- *Cooper G. A. et al. Correlation of the Devonian sedimentary formations of North America. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 53, 1729–1794, 1942.
- Cooper M. R. Eustasy during the Cretaceous: its implication and importance. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 22, 1–60, 1977.
- Cope J. C. W., Duff K. L., Parsons C. F., Torrens H. S., Wimbledon W. A., Wright J. K. A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part two: Middle and Upper Jurassic. *Geol. Soc. Lond.*, Special Report No. 15, 109 pp., 1980a.
- Cope J. C. W., Getty T. A., Howarth M. K., Morton N., Torrens H. S. A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part one: Introduction and Lower Jurassic. *Geol. Soc. Lond.*, Special Report No. 14, 73 pp., 1980b.
- Cowie J. W. In: *Geology of England and Wales*, ed. A. J. Smith. *McDuff*. London: Academic Press, в печати.
- Cowie J. W., Cribb S. J. The Cambrian System. In: *Cohee et al.*, pp. 355–362, 1978.
- Cowie J. W., Rushton A. W. A., Stubblefield C. J. A correlation of Cambrian rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond.*, Special Report No. 2, 42 pp., 1972.
- Cox A. V. Lengths of geomagnetic polarity intervals. *J. Geophys. Res.*, 73 (10), 3247–3260, 1968.
- Cox A. V. A stochastic approach towards understanding the frequency and polarity bias of geomagnetic reversals. *Phys. Earth Planet. Interiors*, 24, 178–190, 1981.
- Cox A. V., Dalrymple G. B. Statistical analysis of geomagnetic reversal data and the precision of potassium–argon dating. *J. Geophys. Res.*, 72 (10), 2603–2614, 1967.
- Creer K. M., Readman P. W., Jacobs A. M. Paléomagnétique and paleontological dating of a section of Gioia Tauro, Italy:

- identification of the Blake Event. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 50, 289–300, 1980.
- Curry D., Adams C.G., Boulter M.C., Dille F.C., Eames F.E., Funnell B.M., Wells M.K. A correlation of Tertiary rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond., Special Report No. 12*, 72 pp., 1978.
- *Dalrymple G.B. Critical tables for conversion of K-Ar ages from old to new constants. *Geology*, 7 (11), 558–560, 1979.
- Debelmas J., Thieuloy J.P. Étage Hauteriviens. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, No. 34, 85–96, 1965.
- *Denham C.R., Anderson R.F., Bacon M.P. Paleomagnetism and radiochemical age estimates for Late Bruhnes polarity episodes. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 35, 384–397, 1977.
- *de Rouville P.G. Description géologique des environs de Montpellier. Montpellier: Boehm, 185 pp., 1853.
- Dietl G., Etzold A. The Aalenian at the type locality. *Beitr. Naturk. Stuttgart*, ser. B, No. 30, 1–13, 1977.
- d'Onofrio S. I. Foraminiferi del neostatotipo del Messiniano. *G. Geol.*, ser. 2, 32 (2), 409–461, 1964.
- Donovan D.T., Jones E.J.W. Causes of world-wide changes in sea level. *J. Geol. Soc. Lond.*, 136 (2), 187–192, 1979.
- Douglas R.J.W. Proposals for time classification and correlation of Precambrian rocks and events in Canada and adjacent areas of the Canadian Shield. *Geol. Surv. Can. Paper*, 80–24, 19 pp., 1980.
- Drooger C.W. Problems of mid-Tertiary stratigraphic interpretation. *Micropaleontology*, 10 (3), 369–374, 1964.
- *Drury S.A. et al. Lunar geology case study. *Earth Science Topics and Methods*. Milton Keynes: Open University Press, 116 pp., 1976.
- Dunbar C.O. Correlation of the Permian formations of North America. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 71, 1763–1806, 1960.
- *Dunbar C.O. et al. Correlation charts prepared by the committee on Stratigraphy of the National Research Council. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 53, 429–434, 1942.
- Edwards M.B., Fjøn S. Late Proterozoic tillites in Finnmark, North Norway. In: *Hambrey, Harland* (1981), pp. 606–610 (E12), 1981.
- Egyed L. Change of earth dimensions as determined from palaeogeographical data. *Geofisica Pura e Applicata*, 33, 42–48, 1956.
- El-Naggar Z.R. Stratigraphy and planktonic foraminifera of the Upper Cretaceous–Lower Tertiary succession in the Esna–Idfu region, Nile Valley, Egypt, UAR. *Bull. Br Mus. Nat. Hist. (Geology, Supplement)*, 2, 1–279, 1966a.
- El-Naggar Z.R. Stratigraphy and classification of type Esna Group of Egypt. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 50 (7), 455–477, 1966b.
- Emiliani C. Pleistocene temperatures. *J. Geol.*, 63, 538–578, 1965.
- Emiliani C. Paleotemperature analysis of Caribbean cores P6304-8 and P6304-9 and a generalized temperature curve for the past 425 000 years. *J. Geol.*, 74, 109–126, 1966.
- Evans P. Towards a Pleistocene time-scale. In: *Harland et al.* (1971), pp. 123–356, 1971.
- Fairbridge R.W. Eustatic changes in sea-level. In: *Physics and chemistry of the earth*, vol. 4, ed. L.H. Ahrens et al., pp. 99–185. London: Pergamon Press, 1961.
- Fewtrell Smith M. (compiler). *Open University Handbook and Wall Chart*, s364, Evolution. Milton Keynes: Open University, 1981.
- Flemming N.C., Roberts D.G. Tectono-eustatic changes in sea-level and sea-floor spreading. *Nature, Lond.*, 243, 19–22, 1973.
- Flint R.F. *Glacial and Quaternary geology*. New York: Wiley, 892 pp., 1971.
- *Friebold H. Correlation of the Jurassic formations of Canada. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 64, 1229–1246, 1953.
- *Frith R.A. Precambrian division. *Geology*, 8 (3), 19. (Also summarised in *Open Earth*, 5, 13.), 1979.
- *Gale N.H., Beckinsale R.D., Wadge A.J. A Rb-Sr whole-rock isochron for the Stockdale Rhyolite of the English Lake District and a revised mid-Palaeozoic time-scale. *J. Geol. Soc. Lond.*, 136 (2), 235–242, 1979.
- Gartner S. Calcareous nannofossil biostratigraphy and revised zonation of the Pleistocene. *Marine Micropaleontology*, 2, 1–25, 1977.
- *Geological Society of London. International Geological Correlation Programme–United Kingdom Contribution–Recommendations on stratigraphical classification. London: The Royal Society, 43 pp. (Typewritten report.), 1968.
- George T.N. et al. The stratigraphical code–report of the stratigraphical code sub-committee. *Proc. Geol. Soc. Lond.*, No. 1638, 75–87, 1967.
- George T.N. et al. Recommendations on stratigraphical usage. *Proc. Geol. Soc. Lond.*, No. 1656, 139–166, 1969.
- George T.N., Johnson G.A.L., Mitchell M., Prentice J.E., Ramsbottom W.H.C., Sevastopulo G.D., Wilson R.B. A correlation of Dinantian rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond., Special Report No. 7*, 87 pp., 1976.
- George T.N., Wagner R.H. IUGS Subcommission on Carboniferous Stratigraphy, C.R. 7me Cong. int. Strat. Géol. Carb. Krefeld 1971, 139–147, 1972.
- Gerasimov P., Kuznetsova K., Mikchailov N.P., Uspenskaya E.A. Correlation of the Volgian, Portlandian and Tithonian stages. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Colloque sur La Limite Jurassique–Crétacé)*, 1973, Lyon, Neuchâtel, 1975.
- Geyer O.F. Die Typuslokalität des Pliensbachium in Württemberg Südwestdeutschland. *Colloque du Jurassique, Luxembourg*. Vol. des C.R. et Mém., 161–167, 1964.
- *Gignoux M. *Stratigraphic geology*. London: Freeman, 682 pp., 1955.
- Gino G.F. et al. Studi stratigrafice e micropaleontologiche sull'Apennino Tortonese. In: *Observazione geologiche sui Dintorni di Sant'Agata Fossili (Tortona Alessandria)*, pp. 7–24, Milan: Memoria Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia VI, 1953.
- Glaessner M. The Ediacara fauna and its place in the evolution of the Metazoa. In: *Correlation of the Precambrian*, vol. 1, ed. A.V. Sidorenko, pp. 257–268, 1977.
- *Gordon M., Jr., Mamet B.L. Moscow: Academy of Sciences USSR Committee for IGCP. The Mississippian–Pennsylvanian boundary. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 327–335, 1978.
- *Gradstein F.M. A revision of the Mesozoic–Cenozoic timescale. *Geology*, 7 (3), 34. (Also summarised in *Open Earth*, 3, 13.), 1978.
- Gregory J.W., Barrett B.H. *General stratigraphy*. London: Methuen, 285 pp., 1931.
- *Hall C.M., York D. K-Ar and ⁴⁰Ar/³⁹Ar age of the Laschamp geomagnetic polarity reversal. *Nature, Lond.*, 274, 462–464, 1978.
- *Hallam A. *Jurassic environments*. Cambridge University Press, 269 pp., 1975.
- Hallam A. Secular changes in marine inundation of USSR and North America through the Phanerozoic. *Nature, Lond.*, 269, 769–772, 1977.
- Hallam A. Eustatic cycles in the Jurassic. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 23, 1–32, 1978.
- Hallam A. A revised sea-level curve for the early Jurassic. *J. Geol. Soc. Lond.*, 138, 735–743, 1981.
- Hallberg J.A., Glikson A.Y. Archaean granite–greenstone terranes of western Australia. In: *Hunter* (1981), pp. 33–103, 1981.
- Hambrey M.J., Harland W.B. (eds.). *Earth's pre-Pleistocene glacial record*. Cambridge University Press, 1004 pp., 1981.
- Hancock J.M., Kauffman E.G. The great transgression of the Late Cretaceous. *J. Geol. Soc. Lond.*, 136, 175–186, 1979.
- Hansen H.J. Danian foraminifera from Nugsuaq, West Greenland. *Bull. Grønlands Geol. Undersøgelse*, No. 93, 1–132, 1970.
- Haq B., Berggren W.A., Van Couvering J.A. Corrected age of the Pliocene/Pleistocene boundary. *Nature, Lond.*, 269, 483–488, 1977.
- Hardenbol J. The Priabon type section (France). *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, No. 58, 629–635, 1968.

- Hardenbol J., Berggren W.A.* A new Paleogene numerical time scale. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 213–234, 1978.
- Harland W.B.* The Pre-Cambrian–Cambrian boundary. In: *Cambrian of the British Isles, Norden and Spitsbergen*, vol. 2, Lower Palaeozoic rocks of the world, ed. *C.H. Holland*, pp. 15–42. London: Wiley, 1974.
- Harland W.B.* The two geological time scales, *Nature*, Lond., 253, 505–507, 1975.
- Harland W.B.* Geochronologic scales. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 9–32, 1978.
- Harland W.B.* The Proterozoic glacial record. *Mem. Geol. Soc. Am.*, в печати.
- **Harland W.B. et al.* (eds.). The fossil record. London: geological Society of London, 827 pp., 1967.
- Harland W.B. et al.* (eds.). The Phanerozoic time-scale—a supplement. London: Geological Society of London, Special Publication No. 5, 356 pp., 1971.
- Harland W.B., Herod K.M.* Glaciations through time. In: *Ice ages: ancient and modern*, ed. *A.E. Wright, F. Moseley*, pp. 189–216, *Geological Journal Special Issue 6*. Liverpool: Steel Horse Press, 1975.
- Harland W.B., Smith A.G., Wilcock B.* (eds.). The Phanerozoic time-scale. (A symposium dedicated to Professor Arthur Holmes.) *Quarterly Journal Geological Society of London*, 120s, 458 pp., 1964.
- **Harris A.L., Shackleton R.M., Watson J., Downie C., Harland W.B., Moorbath S.* A correlation of Precambrian rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond., Special Report No. 6*, 136 pp., 1975.
- Harrison C.G.A., Brass G.W., Saltzman E., Sloan J., Southam J., Whitman J.M.* Sea level variations, global sedimentation rates and the hypsographic curve. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 54, 1–16, 1981.
- Hay W.W.* Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean–Antillean area and transoceanic correlation. *Trans. Gulf Cst. Ass. Geol. Soc.*, 17, 428–480, 1967.
- Hay W.W., Mohler H.P.* Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene–early Eocene correlations. *J. Paleont.*, 41, 1505–1541, 1967.
- Hays J.D., Imbrie J., Shackleton N.J.* Variations in the Earth's orbit: pacemaker of the ages. *Science*, 194, 1121–1132, 1976.
- Hays J.D., Pitman W.C.* Lithospheric plate motion, sea-level changes, and climatic and ecological consequences. *Nature*, Lond., 246, 18–22, 1973.
- Hedberg H.D.* International stratigraphic guide, New York: Wiley, 200 pp., 1976.
- Heirtzler J.R., Dickson G.O., Herron E.M., Pitman W.C. III, Le Pichon X.* Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals, and motions of the ocean floor and continents. *J. Geophys. Res.*, 73, 2119–2136, 1968.
- Helsley C.E., Steiner M.B.* Evidence for long intervals of normal polarity during the Cretaceous period, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 5, 325–332, 1969.
- Hill D.* Devonian of Eastern Australia. In: *International Symposium on the Devonian System*, ed. *D.H. Oswald*, vol. 1, pp. 613–630. Calgary: Alberta Society of Petroleum Geologists, 1967.
- Holland C.H.* Silurian series and stages: decisions concerning chronostratigraphy. *Lethaia*, 13 (3), 238, 1980.
- Holland C.H. et al.* A guide to stratigraphical procedure. *Geol. Soc. Lond., Special Report No. 11*, 18 pp., 1978.
- Holland C.H., Lawson J.D., Walmsley V.G.* The Silurian rocks of the Ludlow district, Shropshire. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geol.)*, 8 (3), 93–171, 1963.
- **Holland C.H., Lawson J.D., Walmsley V.G., White D.E.* Ludlow stages. *Lethaia*, 13 (3), 268, 1980.
- Holmes A.* The age of the earth. London: Nelson, 263 pp., 1937.
- Holmes A.* The construction of a geological time-scale. *Trans. Geol. Soc. Glasg.*, 21, 117–152, 1947.
- Holmes A.* A revised geological time-scale. *Trans. Edinb. Geol. Soc.*, 17 (3), 183–216, 1959.
- House M.R., Richardson J.B., Chaloner W.G., Allen J.R.L., Holland C.H., Westoll T.S.* A correlation of Devonian rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond., Special Report No. 8*, 110 pp., 1977.
- Howarth M.K.* Domes of the Yorkshire coast. *Proc. Yorks. Geol. Soc.*, 30, 147–175, 1955.
- Hughes N.F., Williams D.B., Cutbill J.L., Harland W.B.* A use of reference points in stratigraphy. *Geol. Mag.*, 104, 634–635, 1967.
- Hunter D.R.* (ed.). Precambrian of the southern hemisphere. *Developments in Precambrian geology 2*, Amsterdam: Elsevier, 882 pp., 1981.
- Hunter D.R., Pretorius D.A.* Structural framework. In: *Hunter* (1981), pp. 397–422, 1981.
- **Imlay R.W.* Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antilles, Central America and Mexico. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 55, 1005–1045, 1944.
- **Imlay R.W., Reedsides J.B., Jr.* Correlation of the Cretaceous formations of Greenland and Alaska. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 65, 223–246, 1954.
- Irving E., Couillard R.W.* Cretaceous normal polarity interval. *Nature Physical Science*, 244 (131), 10–11, 1973.
- Irving E., McGlynn J.C.* Proterozoic magnetostratigraphy and the tectonic evolution of Laurentia, *Phil. Trans. R. Soc. A*, 280, 433–468, 1976.
- Irving E., Parry L.G.* The magnetism of some Permian rocks from New South Wales. *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 7, 395–411, 1963.
- Irving E., Pullaiah G.* Reversals of the geomagnetic field, magnetostratigraphy, and relative magnitude of paleosecular variation in the Phanerozoic, *Earth Sci. Rev.*, 12, 35–64, 1976.
- James H.L.* Subdivision of Precambrian: an interior scheme to be used by US Geological Survey. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 56, 1026–1030, 1972.
- **James H.L.* Precambrian subdivided. *Episodes*, 1979, No. 4, 34, 1979.
- Jenkins R.J.F.* The concept of an “Eldiacaran Period” and its stratigraphic significance in Australia. *Trans. R. Soc. S. Aust.*, 105, в печати.
- **Johnsen S.J., Dansgaard W., Clausen H.B., Langway C.C.* Oxygen isotope profile through the Antarctic and Greenland ice sheets. *Nature*, Lond., 235, 429–434, 1972.
- Johnson C.D., Hills L.V.* Microplankton zones of the Savik Formation (Jurassic), Axed Heiberg and Ellesmere Islands, District of Franklin. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 21, 178–218, 1973.
- Keller B.M.* Precambrian stratigraphic scale of the USSR. *Geol. Mag.*, 116 (6), 419–429, 1979.
- Kent L.E., Hugo P.J.* Aspects of the revised South African stratigraphic classification and a proposal for the chronostratigraphic subdivision of the Precambrian. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 367–379, 1978.
- **Храмов А.Н.* Палеомагнитное изучение разрезов верхней перми и нижнего триаса севера и востока Русской платформы.—В кн.: Палеомагнитные стратиграфические исследования.—Тр. ВНИГРИ, т. 204, 1963, с. 147–174.
- Khranov A.N.* The earth's magnetic field in the late Paleozoic, *Phys. Solid Earth*, 1, 50–63, 1967.
- Kilian W.* Note géologique sur la chaîne de Lure (Basses-Alpes), *Feuille Jeun. Nat.*, 17, 53, 1887.
- Кипарисова Л.Д., Попов Ю.Н.* Подразделение нижнего отдела триасовой системы на ярусы.—ДАН СССР, т. 109, № 4, 1956, с. 842–845.
- Кипарисова Л.Д., Попов Ю.Н.* Проект ярусного подразделения нижнего триаса.—Докл. сов. геологов к 22 Межд. геол. конгр. Проблема 16А.—М.: Наука, 1964, с. 91–99.
- Кипарисова Л.Д., Радченко Г.П., Горский В.П.* (редакторы). Стратиграфия СССР. Триасовая система.—М.: Недра, 1973, 537 с.
- Котляр Г.В.* (ред.). Стратиграфический словарь СССР. Карбон. Пермь.—Л.: Недра, 1977.
- **Kröner A.* (ed.). Precambrian plate tectonics, *Developments in Precambrian Geology 4*, Amsterdam: Elsevier, 781 pp., 1981.
- Крымгольц Г.Я.* (ред.). Стратиграфия СССР. Юрская система.—М.: Недра, 1972, 524 с.

- *Kukla G. J. Pleistocene land-sea correlations. I. Europe. *Earth Sci. Rev.*, 13, 307–374, 1977.
- Kulling O. Spar av Varangeristiden i Norbotten. Eocambriska Vervskiffrar i Nordbottens fjällens östra rand i nordligaste Sverige. *Sver. Geol. Unders. Ahn.*, ser. C, 43, 1–44, 1951.
- Kulp J. L. Geologic time-scale, *Science*, 133, 1105–1114, 1961.
- Kummel B. History of the earth. San Francisco: Freeman, 610 pp., 1961.
- Kummel B., Teichert C. Relations between the Permian and Triassic formations in the Salt Range and Trans-Indus ranges, West Pakistan. *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 125, 297–333, 1966.
- LaBrecque J. L., Kent D. V., Cande S. C. Revised magnetic polarity time scale for Late Cretaceous and Cenozoic time. *Geology*, 5 (6), 330–335, 1977.
- Lamb J. L., Stainforth R. M. Unreliability of Globigerinoides datum, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 60 (9), 1564–1569, 1976.
- Lambert R. St. J. The pre-Pleistocene Phanerozoic time-scale—a review. In: *Harland et al.* (1971), pp. 9–34, 1971.
- Lang W. D. The Belemnite Marls of Charmouth, a series in the Lias of the Dorset Coast. *Quart. J. Geol. Soc. Lond.*, 74, 179–257, 1928.
- *Lanphere M. A., Churkin M., Jr., Eberlein G. D. Radiometric age of the Monograptus cyphus graptolite zone in southeastern Alaska—an estimate of the age of the Ordovician-Silurian boundary. *Geol. Mag.*, 114 (1), 15–24, 1977.
- Lanphere M. A., Jones D. L. Cretaceous time scale from North America. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 259–268, 1978.
- Larcher C., Rat P., Malapris M. Documents paléontologiques et stratigraphiques sur l'Albien de l'Aube. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, No. 34, 237–253, 1965.
- Larson R. L., Golovchenko X., Pitman W. C. III. Geomagnetic polarity time scale. In: Plate tectonic map of the circum-Pacific region, northeast quadrant, ed. Ch. K. J. Drummond. Tulsa: The American Association of Petroleum Geologists, 1981.
- Larson R. L., Hilde T. W. C. A revised time scale of magnetic reversals for the Early Cretaceous and Late Jurassic. *J. Geophys. Res.*, 80, 2586–2594, 1975.
- Larson R. L., Pitman W. C. III. World-wide correlation of Mesozoic magnetic anomalies and its implications. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 83 (12), 3645–3662, 1972.
- Le Pichon X., Heirtzler J. R. Magnetic anomalies in the Indian Ocean and sea-floor spreading. *J. Geophys. Res.*, 73, 2101–2117, 1968.
- Лухарев Б. К. (ред.). Стратиграфия СССР. Пермская система.—М.: Недра, 1966, 536 с.
- *Lowman P. D., Jr. The geologic evolution of the moon. *J. Geol.*, 80 (2), 125–166, 1972.
- Lowrie W., Alvarez W. One hundred million years of geomagnetic polarity history. *Geology*, 9 (9), 392–397, 1981.
- Lowrie W., Channell J. E. T., Alvarez W. A review of magnetic stratigraphy investigations in Cretaceous pelagic carbonate rocks. *J. Geophys. Res.*, 85, 3597–3605, 1980.
- *Mankinen E. A., Dalrymple G. B. Revised Late Cenozoic geomagnetic polarity time-scale. USGS Prof. Paper 1100 (Research reports), 167, 1978.
- Mankinen E. A., Dalrymple G. B. Revised geomagnetic polarity time scale for the interval 0–5 m.y. BP. *J. Geophys. Res.*, 84 (B2), 615–626, 1979. (Also summarised in *Open Earth*, 4, 23–24.)
- Marks P. Rotalipora et Globotruncana dans la Craie de Tréigny (Cénomanién, Dépt. de la Sarthe). *Proc. K. Ned. Akad. Wet.*, ser. B, 70, 264–275, 1967.
- *Marks P. Micropaleontology and the Cenomanian-Turonian boundary problem. *Proc. K. Ned. Akad. Wet.*, ser. B, 80, 1–6, 1977.
- Martini E. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: *Proceedings of the II Planktonic Conference Roma, 1969*, pp. 739–785. Rome: Edizioni Tecnoscienza, 1971.
- Martini E., Müller C. Calcareous nannoplankton from the type Chattian (upper Oligocene). 6th Congr. Red. Comm. Mediterranean Neogene Stratigraphy Proc., 37–41, 1975.
- Martinsson A. The Cambrian of Norden. In: *Cambrian of the British Isles, Norden and Spitsbergen*, vol. 2 of Lower Palaeozoic rocks of the world, ed. C. H. Holland, pp. 185–283. London: Wiley, 1974.
- *Martinsson A., Bassett M. G., Holland C. H. Ratification of standard chronostratigraphical divisions and stratotypes for the Silurian System. *Episodes*, 1981 (2), 36, 1981.
- McDougall I. Revision of the geomagnetic-polarity time scale for the last 5 m.y. In: *Zartman* (1978), pp. 287–289, 1978.
- McDougall I., Watkins N. D., Walker G. P. L., Kristjánsson L. Potassium-argon and paleomagnetic analysis of Icelandic lava flows: limits on the age of anomaly 5. *J. Geophys. Res.*, 81, 1505–1512, 1976.
- McElhinny M. W. Geomagnetic reversals during the Phanerozoic. *Science*, 172, 157–159, 1971.
- McElhinny M. W. The magnetic polarity time scale: prospects and possibilities in magnetostratigraphy. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 57–65, 1978.
- McElhinny M. W., Burek P. J. Mesozoic palaeomagnetic stratigraphy. *Nature, Lond.*, 232, 98–102, 1971.
- McKerrow W. S., Lambert R. St. J., Chamberlain V. E. The Ordovician, Silurian and Devonian time scales. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 51 (1), 1–8, 1980.
- McLaren D. J. The Silurian-Devonian Boundary Committee. In: *The Silurian-Devonian boundary*, IUGS Series A, No. 5, ed. A. Martinsson, pp. 1–34. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1977.
- *McLean F. H. Correlation of the Triassic formations of Canada. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 64, 1206–1228, 1953.
- Mitchell G. F., Penny L. F., Shotton F. W., West R. G. A correlation of Quaternary deposits in the British Isles. *Geol. Soc. Lond.*, Special Report No. 4, 99 pp., 1973.
- *Mitchum R. M., Jr., Vail P. R., Thompson S., III. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In: *Payton* (1977), pp. 53–97, 1977.
- *Moore R. C. et al. Correlation of Pennsylvanian formations of North America. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 55, 657–706, 1944.
- Mörner N.-A. The Pleistocene/Holocene boundary: proposed boundary stratotype in Gothenburg, Sweden. *Boreas*, 5, 193–275, 1976.
- Mörner N.-A. Revolution in Cretaceous sea-level analysis. *Geology*, 9, 344–346, 1981.
- Morton N. The definition of standard Jurassic stages. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, No. 75, 83–93, 1971.
- Murray G. E. *Geology of the Atlantic and Gulf Coastal Province of North America*. New York: Harper, 1961.
- *Naeser C. W., Ross R. J., Izett G. A. Fission-track dating of the type Ordovician and Silurian. USGS Prof. Paper 1100 (Research Report), 191, 1978.
- Nalivkin D. V. *Geology of the USSR*. Edinburgh: Oliver and Boyd, 855 pp., 1973. (First published by The Academy of Sciences, USSR, Moscow-Leningrad.)
- Ness G., Levi S., Couch R. Marine magnetic anomaly time-scales for the Cenozoic and Late Cretaceous: a precis, critique, and synthesis. *Rev. Geophys. Space Phys.*, No. 18, 753–770, 1980.
- Nikiforova K. V. Status of the boundary between Pliocene and Pleistocene. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 171–178, 1978.
- Nisbet E. G., Wilson J. F., Bickle M. J. Evolution of the Rhodesian and adjacent Archaean terrain: tectonic models. In: *Kröner* (1981), pp. 161–183, 1981.
- Norford B. S., Bolton T. E., Copeland L. M., Cumming L. M., Sinclair G. W. Ordovician and Silurian faunas. In: *Geology and economic minerals of Canada*, 5th edn., ed. R. J. W. Douglas, pp. 601–613. Ottawa: Geological Survey of Canada, Economic Geology, No. 1, 1970.
- *Obradovich J. D., Cobban W. A. A time-scale for the Late Cretaceous of the Western Interior of North America. In: *The Cretaceous System in the Western Interior of North America* (proceedings of symposium, Saskatchewan, May,

- 1973), ed. *W.G.E. Caldwell*, pp. 31–54. Geological Association Canada Special Paper 13, 1975.
- Obradovich J.D., Cobban W.A.* K–Ar dating of the Albian. USGS Prof. Paper 1100 (Research Reports), 191, 1978.
- Odin G.S.* Results of dating Cretaceous, Paleogene sediments, Europe. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 127–141, 1978a.
- Odin G.S.* Isotopic dates for a Paleogene time scale. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 247–257, 1978b.
- Oliver W.A., Jr., De Witt W., Jr., Dennison J.M., Hoskins D.M., Huddle J.W.* Devonian of the Appalachian Basin, United States. In: International Symposium on the Devonian System, Vol. 1, ed. *D.H. Oswald*, pp. 1001–1040, Calgary: Alberta Society of Petroleum Geologists, 1967.
- Орадовская М.М., Соболевская Р.Ф.* (составители). Путеводитель экскурсии по Омуклевским горам. Тур. VIII. Проблема: граница ордовика и силура.–Тихоокеанский научный конгресс. Магадан, 1979, 50с.
- Paproth E.* The Devonian–Carboniferous boundary. *Lethaia*, 13, 287, 1980.
- Pareto M.F.* Note sur la subdivision, que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Appennin septentrional. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, sér. 2, 22, 210–277, 1865.
- Payton C.E.* (ed.). Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration. Tulsa: Memoir American Association Petroleum Geologists 26, 1977.
- Pechersky D.M., Khramov A.N.* Mesozoic palaeomagnetic scale of the USSR. *Nature, Lond.*, 244, 499–501, 1973.
- Perch-Nielsen K.* Les nannofossiles calcaires de la limite Crétacé-Tertiaire (France). Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, No. 77, 181–188, 1972.
- Pitman W.C.* Relationship between eustasy and stratigraphic sequences of passive margins. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 89, 1389–1403, 1978.
- Pitman W.C., III, Herron E.M., Heirtzler J.R.* Magnetic anomalies in the Pacific and sea floor spreading. *J. Geophys. Res.*, 73, 2069–2085, 1968.
- **Pomerol C.* Critical review of isotopic dates in relation to Paleogene stratotypes. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 235–245, 1978.
- **Pomerol C.* The Cenozoic Era. Chichester: Wiley, 1981.
- **Popenoe W.P., Imlay R.W., Murphy M.A.* Correlation of the Cretaceous formations of the Pacific coast (United States and northwestern Mexico). *Bull. Geol. Soc. Am.*, 71, 1491–1540, 1960.
- Postuma J.A.* Manual of planktonic foraminifera. Amsterdam: Elsevier, 1971.
- Rampino M.R.* Revised age estimates of Bruhnes palaeomagnetic events: support for a link between geomagnetism and eccentricity. *Geophys. Res. Lett.*, 8, 1047–1050, 1981.
- Ramsbottom W.H.C.* (ed.). Field guide to the boundary stratotypes of the Carboniferous stages of Britain. IUGS Subcommission on Carboniferous Stratigraphy, 1981.
- Ramsbottom W.H.C., Calver M.A., Eagar R.M.C., Hodson F., Holliday D.W., Stubblefield C.J., Wilson R.B.* A correlation of Silesian rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond.*, Special Report No. 10, 81 pp., 1978.
- Rauscher-Chernousova D.M., Shchegolev A.K.* The Carboniferous–Permian boundary in the USSR. In: *Wagner et al.* (1979), pp. 175–195, 1979.
- Rawson P.F., Curry D., Dilley F.C., Hancock J.M., Kennedy W.J., Neale J.W., Wood C.J., Worssam B.C.* A correlation of Cretaceous rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond.*, Special Report No. 9, 70 pp., 1978.
- Rea D.K., Blakely R.J.* Short-wavelength magnetic anomalies in a region of rapid seafloor spreading. *Nature, Lond.*, 225, 126–128, 1975.
- **Reedside J.B., Jr. et al.* Correlation of the Triassic formations of North America exclusive of Canada. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 68, 1451–1514, 1957.
- **Rénevier E.* Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises et les régions environnantes: V. Complément de la faune de Cheville. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 9, 115–208, 1867.
- Rénevier E.* Chronologie géologique. Congrès géologique international, IV, Sess., Zürich, 1894, 523–695, 1897.
- **Reyment R.A., Möner N.A.* Cretaceous transgressions and regressions exemplified by the South Atlantic. *Paleont. Soc. Japan, Spec. Papers*, No. 21, 217–261, 1977.
- **Richards J.R.* The length of the Devonian Period. In: *Zartman* (1978), p. 351, 1978.
- Richter R.* Geschichte und Aufgabe des Wetteldorfer Richtschnittes. *Senckenbergiana*, 25, 357–361, 1942.
- Riedel W.R., Sanfilippo A.* Cenozoic radiolaria from the Western Tropical Pacific, Leg 7, Initial Reports of the Deep-sea Drilling Project, vol. VII. Washington D.C., 1529–1672, 1971.
- **Ross J.R.P.* Biogeography of Carboniferous ectoproct bryozoa. *Palaeontology*, 24 (2), 313–341, 1981.
- **Ross R.J., Jr., Naeser C.W., Lambert R.S.* Ordovician geochronology. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 347–354, 1978a.
- **Ross R.J., Jr. et al.* Fission-track dating of Lower Paleozoic volcanic ashes in British stratotypes. In: *Zartman* (1978), pp. 363–365, 1978b.
- Ross R.J. et al.* Fission-track dating of British Ordovician and Silurian stratotypes. *Geol. Mag.*, 119, 135–153, 1982.
- Rotai A.P.* Carboniferous stratigraphy of the USSR: proposal for an international classification. In: *Wagner et al.* (1979), pp. 225–247, 1979.
- Roth H.P., Baumann P., Bertolino V.* Late Eocene–Eliocene calcareous nannoplankton from central and northern Italy. 2nd International Conference on Planktonic Microfossils Rome 1970, Proc., pp. 1069–1097, 1971.
- Rudwick M.J.S.* The Devonian: a system born from conflict. In: The Devonian System (Special Papers in Palaeontology No. 23), ed. *M.R. House, C.T. Scrutton, M.G. Bassett*, pp. 9–21. London: Palaeontological Association, 1979.
- Rutland R.W.R., Parker A.J., Pitt G.M., Preiss W.V., Murrell B.* The Precambrian of South Australia. In: *Hunter* (1981), pp. 309–360, 1981.
- **Ryan W.B.F., Cita M.B., Rawson M.D., Burckle L.H., Saito T.* A paleomagnetic assignment of Neogene stage boundaries and the development of isochronous datum planes between the Mediterranean, the Pacific and Indian Oceans in order to investigate the response of the world ocean to the Mediterranean “salinity crisis”, *Riv. Ital. Paleont. Stratigr.*, 80 (4), 631–687, 1974.
- Sachs V.N., Strelkov S.A.* Mesozoic and Cenozoic of the Soviet Arctic. In: *Geology of the Arctic. Proceedings of First International Symposium on Arctic Geology*, ed. *G.O. Raasch*, vol. 1, pp. 48–67, University of Toronto Press, 1961.
- Sadler D.H.* Astronomical measures of time. *Quart. J.R. Astr. Soc.*, 9, 281–293, 1968.
- Sarjent W.A.S.* Middle and Upper Jurassic dinoflagellate cysts: the world excluding North America. In: *Contributions of stratigraphic palynology (with emphasis on North America)*, vol. 2. Mesozoic palynology, pp. 133–157. AASP Contribution Series, No. 5B, 1979.
- Sasajima S., Shimada M.* Paleomagnetic studies of the Cretaceous volcanic rocks in southwest Japan—an assumed drift of the Honshu Island. *J. Geol. Soc. Japan* 72, 503–514, 1966.
- **Schopf J.W.* Precambrian micro-organisms and evolutionary events prior to the origin of vascular plants. *Biol. Rev.*, 45, 319–352, 1970.
- Scott G.H.* Globigerinoides from Escornebèou (France) and the basal Miocene Globigerinoides datum. *N.Z.J. Geol. Geophys.*, 15 (2), 287–295, 1972.
- Sequenza G.* La formation zancleanne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, sér. 2, 25, 465–486, 1868.
- **Sequenza G.* Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio Calabria. *Mem. Acad. R. Lince, Cl. Sci. Fis. Mat. Nat.*, 3 (6), 1–446, 1879.
- Selli R.* Il Messiniano Mayer-Eymar, 1867. Proposta di un neostratotipo. *G. Geol.*, ser. 2, 28, 1–33, 1960.
- Selli R. et al.* The Vrica section (Calabria, Italy). A potential Neogene/Quaternary boundary stratotype. *G. Geol.*, ser. 2, 42, 181–204, 1977.
- Shackleton N.J., Opdyke N.D.* Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core

- V28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 and 10^6 year scale. *Quaternary Research*, 3, 39-55, 1973.
- Shackleton N.J., Opdyke N.D. Oxygen-isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239, Late Pliocene to Latest Pleistocene. *Mem. Geol. Soc. Am.*, 145, 449-464, 1976.
- Sheng Shen-Fu. The Ordovician System in China. Correlation chart and explanatory notes. Ottawa: International Union of Geological Sciences, Publication No. 1, 7 pp. + charts, 1980.
- Sherlock R.L. The Permo-Triassic formations: a world review. London: Hutchinson, 367 pp., 1948.
- Shibata K., Matsumoto T., Yanagi T., Hamamoto R. Isotopic ages and stratigraphic control of Mesozoic igneous rocks in Japan. In: Cohee et al. (1978), pp. 143-164, 1978.
- Šibrava V. Isotopic methods in Quaternary geology. In: Cohee et al. (1978), pp. 165-169, 1978.
- Sigal J. Essai de zonation du Crétacé Méditerranéen à l'aide des foraminifères planctoniques. *Géologie Méditerranéenne*, 4 (2), 99-108, 1977.
- Silberling N.J., Tozer E.T. Biostratigraphic correlation of the marine Triassic in North America. Boulder, Colorado: Special Papers Geological Society of America, 110, 63 pp., 1968.
- Sims P.K. Subdivision of the Proterozoic and Archean Eons: recommendations and suggestions by the International Subcommittee on Precambrian Stratigraphy. *Precambrian Research*, 13, 379-380, 1980.
- Sissingh W. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Mijnbouw*, 56 (1), 37-56, 1977.
- Smith A.G., Hurley A.M., Briden J.C. Phanerozoic paleocontinental world maps. Cambridge University Press, 102 pp., 1981.
- Smith D.B., Brunstrom R.G.W., Manning P.I., Simpson S., Shotton F.W. A correlation of Permian rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond.*, Special Report No. 5, 45 pp., 1974.
- Spath L.F. On the ammonite horizons of the Gault and contiguous deposits. *Summ. Progr. Geol. Surv. Lond.* (for 1922), 139-149, 1923.
- *Spath L.F. The invertebrate faunas of the Bathonian-Callovian deposits of Jameson Land (East Greenland). *Meddr Grønland*, 87 (7), 1-158, 1932.
- Spath L.F. The Liassic ammonite faunas of the Stowell Park Borehole. *Bull. Geol. Surv. Gt. Br.*, 11, 140-164, 1956.
- *Spjeldnaes N. The Silurian System. In: Cohee et al. (1978), pp. 341-345, 1978.
- Stainforth R.M. et al. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *Kansas Univ. Paleont. Contr.*, article 62, 1-425, 1975.
- Steiger R.H., Jäger E. Subcommittee on Geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359-362, 1977.
- *Steiger R.H., Jäger E. Subcommittee on Geochronology: convention on the use of decay constants in geochronology and cosmochronology. In: Cohee et al. (1978), pp. 67-71, 1978.
- *Stephenson L.W., King P.B., Monroe W.H., Imlay R.W. Correlation of the outcropping Cretaceous formations of the Atlantic and Gulf Coastal Plain and Trans-Pecos, Texas. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 53, 435-448, 1942.
- Stevens C.H., Wagner D.B., Sumsion R.S. Permian fusulinid biostratigraphy, Central Cordilleran miogeosyncline. *J. Paleont.*, 53 (1), 29-36, 1979.
- Stevens G.R. (compiler). Geological time scale. Geological Survey of New Zealand, 1980.
- Stille H. Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin: Borntraeger, 443 pp., 1924.
- Stockwell C.H. Fourth report on structural provinces, orogenies and time classification of rocks of the Canadian Precambrian shield. *Geol. Surv. Can. Paper*, pp. 64-117, 1964.
- Stubblefield C.J. Cambrian palaeogeography in Britain. In: El Sistema cámbrico, su paleogeografía y el problema de su base I. XX International Geological Congress, Mexico, pp. 1-43, 1956.
- Sturani C. Ammonites and stratigraphy of the Bathonian in the Digne-Berrême area (SE France). *Bull. Soc. Paleont. Ital.*, 5, 1-55, pl. 1-24, 1967.
- Suggate R.P., Stevens G.R., Te Punga M.T. (eds.). The geology of New Zealand, 2 vols. Wellington: Government Printer, 820 pp., 1978.
- Surlyk F. Stratigraphy, tectonics and palaeogeography of the Jurassic sediments of the areas north of Kong Oscars Fjord, East Greenland. *Bull. Grønlands. Geol. Undersøgelse*, No. 123, 1-56, 1977.
- *Swartz C.K. et al. Correlation of the Silurian formations of North America. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 53, 533-538, 1942.
- Sweet W.C., Bergström S.M. Conodont biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of the United States Midcontinent. In: Bassett (1976), pp. 121-151, 1976.
- Takai F., Matsumoto T., Toriyama R. (eds.). The geology of Japan. University of Tokyo Press, 279 pp., 1963.
- Tappan H. The paleobiology of plant protists. Reading: Freeman, 1028 pp., 1980.
- *Tappan H., Loeblich A.R. Geobiologic implications of fossil phytoplankton evolution and timespace distribution. *Spec. Pap. Geol. Soc. Am.*, 127, 247-340, 1971. (Reprinted from "Symposium on palynology of the Late Cretaceous and Early Tertiary" (1971) ed. Kosanke and Cross.)
- Theyer F., Hammond S.R. Cenozoic magnetic time scale in deep sea cores: completion of the Neogene. *Geology*, 2 (10), 487-492, 1974.
- *Toriyama R. The Permian. In: Takai et al. (1963), pp. 43-58, 1963.
- Toucas A. Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 16 (3), 903, 1888.
- Tozer E.T. A standard for Triassic time. *Bull. Geol. Surv. Can.*, 156, 1-103, 1967.
- Tozer E.T. Latest Triassic ammonoid faunas and biochronology, Western Canada. *Geol. Surv. Can. Paper*, 79-1 B, 127-135, 1979.
- *Twenhofel W.H. et al. Correlation of the Ordovician formations of North America. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 65, 247-298, 1954.
- Vail P.R., Mitchum R.M., Jr., Thompson S. III. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 4: Global cycles of relative changes of sea level. In: Payton (1977), pp. 83-97, 1977.
- Vail P.R., Todd R.G. Northern North Sea Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea-level changes from seismic stratigraphy. In: Petroleum geology of continental shelf of north-west Europe, ed. J.V. Cling, C.D. Hobson, pp. 216-235. London: Institute of Petroleum, 1981.
- Van Couvering J.A., Berggren W.A. Biostratigraphical basis of the Neogene time-scale. In: Concepts and methods of biostratigraphy. J. Hasel, E. Kaufmann, pp. 283-305, Stroudsburg, Pa: Dowden, Hutchinson and Ross, 1977.
- Van Donk J. O record of the Atlantic Ocean for the entire Pleistocene Epoch. *Mem. Geol. Soc. Am.*, 145, 147-163, 1976.
- Van Eysinga F.W.B. (compiler). Geological timetable (3rd edn.). Amsterdam: Elsevier, 1975.
- Van Hinte J.E. A Cretaceous time scale. In: Cohee et al. (1978), pp. 269-287, 1978a.
- Van Hinte J.E. A Jurassic time scale. In: Cohee et al. (1978), pp. 289-297, 1978b.
- *Vass D. Report of the working group on radiometric age and palaeomagnetism. 6th Congr. Reg. Comm. Mediterranean Neogene Stratigraphy Proc., 103-117, 1975.
- *Verbeek J.W. Calcareous nannoplankton biostratigraphy of Middle and Upper Cretaceous deposits in Tunisia, Southern Spain and France. *Utrecht Micropalaeontological Bulletins*, No. 16, 1-157, 1977.
- Verosub K.L., Banerjee S.K. Geomagnetic excursions and their palaeomagnetic record. *Rev. Geophys. Space Phys.*, 15, 145-155, 1977.
- Vervloet C.C. Stratigraphical and micropalaeontological data on the Tertiary of southern Piemont (northern Italy). Utrecht: Schotanus and Jens, 1966.
- Vidal G. Acritarchs and the correlation of the Upper Proterozoic. Publications from the Institutes of Mineralogy,

- Paleontology, and Quaternary Geology, University of Lund, Sweden, No. 219, 21 pp., 1979.
- Vidal G. Micropalaeontology and biostratigraphy of the Upper Proterozoic and Lower Cambrian sequence in East Finnmark, northern Norway. *Norg. Geog. Unders.*, 362, 1-53, 1981.
- Vine F.J. Spreading of the ocean floor: new evidence. *Science*, 154, 1405-1415, 1966.
- Vojacek H.J. UNESCO geological world atlas. *Cartography*, 11 (1), 32-39, 1979.
- Wagner R.H., Higgins A.C., Meyen S.V. (eds.). The Carboniferous of the USSR (Reports to IUGS Subcommittee on Carboniferous stratigraphy and geology, 1975). *Yorkshire Geol. Soc. Occasional Publication*, 4, 22 pp., 1979.
- Wang Hong-zhen, Liu Ben-pei. Text book of historical geology. Beijing, 352 pp., 1980.
- Wang Yuelun, Lu Songnian, Gao Zhenjia, Lin Weixing, Ma Guogan. Sinian tillites of China. In: *Hambrey, Harland* (1981), pp. 386-401 (C33), 1981.
- Warrington G., Audley-Charles M.G., Elliott R.E., Evans W.B., Ivimey-Cook H.C., Kent P.E., Robinson P.L., Shotton F.W., Taylor F.M. A correlation of Triassic rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond., Special Report No. 13*, 78 pp., 1980.
- Waterhouse J.B. Chronostratigraphy for the world Permian. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 299-322, 1978.
- Watts A.B. Tectonic subsidence, flexure and global changes of sea level. *Nature, Lond.*, 297, 469-474, 1982.
- Weast R.C. (ed.). Definitions and formulas. In: *Handbook of Chemistry and Physics*, 49th edn., F65-103. Cleveland, Ohio: Chemical Rubber Co. Press, 1969.
- *Weaver C.E. et al. Correlation of the marine Cenozoic formations of western North America. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 55, 569-598, 1944.
- Webby B.D. et al. The Ordovician System in Australia, New Zealand and Antarctica. Ottawa: International Union of Geological Sciences Publication No. 3, 64 pp. + figures and charts, 1981.
- *Weller J.M. et al. Correlation of the Mississippian formations of North America. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 59, 91-196, 1948.
- Whittard W.F. *Lexique stratigraphique international*. Vol. I. Europe fasc. 3a, Angleterre, Pays de Galles, Écosse: V. Silurien. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 273 pp., 1961.
- Whittington H.B., Williams A. The Ordovician period. In: *Harland, Smith, Wilcock* (1964), pp. 241-254, 1964.
- Williams A., Strachan I., Bassett D.A., Dean W.T., Ingham J.K., Wright A.D., Whittington H.B. A correlation of Ordovician rocks in the British Isles. *Geol. Soc. Lond., Special Report No. 3*, 74 pp., 1972.
- Williams H.S. Elements of the geological time scale. *J. Geol.*, 1, 283-295, 1893.
- Wilmarth M.G. The geologic time classification of the United States Geological Survey compared with other classifications accompanied by the original definitions of era, period and epoch terms—a compilation. *Bull. U.S. Geol. Surv.*, 769, 1-138, 1925.
- Wilson D.S., Hey R.N. The Galapagos axial magnetic anomaly: evidence for the Emperor event within the Brunhes and for a two-layer magnetic source. *Geophys. Res. Lett.*, 8, 1051-1054, 1981.
- Wise D.U. Continental margins, freeboard and the volumes of continents and oceans through time. In: *The geology of continental margins*, ed. C.A. Burk and C.L. Drake, pp. 45-58, New York: Springer-Verlag, 1974.
- Zartman R.E. (ed.). Short papers of the 4th International Conference, Geochronology, Cosmochronology, Isotope Geology, 1978, USGS Open-File Report, 78-701, 476 pp., 1978.
- Zeuner F.E. The Pleistocene Period, its climate, chronology and faunal successions. London: Royal Society, 322 pp., 1945.
- Ziegler W. Devonian. In: *Cohee et al.* (1978), pp. 337-339, 1978.
- Ziegler W. Historical subdivisions of the Devonian. In: *The Devonian System (Special Papers in Palaeontology No. 23)*, ed. M.R. House, C.T. Scrutton, M.G. Bassett, pp. 23-47. London: Palaeontological Association, 1979.
- Zittel K.A., von. History of geology and palaeontology to the end of the nineteenth century. London: Walter Scott, 562 pp. 1901 (translated from 1899 German edition by M.M. Ogilvie-Gordon).

Оглавление

Предисловие редактора перевода	5
Кембриджская серия наук о Земле	
Предисловие	8
1. Введение	10
2. Хроностратиграфическая шкала	17
3. Хронометрическая датировка возрастных границ	58
4. Магнитостратиграфическая вре- менная шкала	77
5. Линейные схемы временной шкалы	99
Приложение 1. Перевод датировок возраста на новые константы рас- пада	110
Приложение 2. Список формаций	121
Приложение 3. Список принятых со- кращений хроностратиграфических подразделений	128
Приложение 4. Единица времени	130
Список литературы	131

Уважаемый читатель!

Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и другие просим присылать по адресу: 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., д. 2, издательство «Мир».

**У. Б. Харленд, А. В. Кокс,
П. Г. Ллевеллин, К. А. Г. Пиктон, А. Г. Смит, Р. Уолтерс**
ШКАЛА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ

Старший научный редактор М. Е. Яковенко
Младший научный редактор А. В. Швыряева
Художник Е. А. Покровская
Художественный редактор А. Я. Мусин
Технический редактор Е. С. Потапенкова
Корректор А. Я. Шехтер

ИБ № 5038

Сдано в набор 2.04.84. Подписано к печати 3.09.84. Формат 60 × 84^{1/8}. Бумага офсетная. Гарнитура таймс. Печать офсетная. Объем 9,00 бум. л. Усл. печ. л. 16,74. Усл. кр.-отт. 33,02. Уч.-изд. л. 18,96. Изд. № 5/3652. Тираж 8000 экз. Зак. 337. Цена 3 р. 00 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

Москва, 1-й Рижский пер., 2.

Можайский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. г. Можайск, ул. Мира, 93.

Издательство «Мир»
ГОТОВИТ К ВЫПУСКУ В 1985 Г.

БУАЛЛО Г.

**Геология
окраин континентов**

Пер. с франц.—11 л., ил.—1 р. 70 к.

В книге дана характеристика различных аспектов геологии континентальных окраин с акцентом на общих закономерностях, геодинамике и моделях происходящих здесь процессов. Хотя значительная часть информации уже известна ученым, специально занимающимся этими вопросами, она разбросана по многочисленным журнальным статьям. Книга Г. Буалло—первая в зарубежной литературе—синтезирует всю эту обширную информацию, причем в сжатом, легко доступном, логично построенном и хорошо иллюстрированном тексте.

Для геологов всех специальностей, преподавателей и студентов геологических вузов.

Издательство «Мир»
ГОТОВИТ К ВЫПУСКУ В 1985 г.

Количественная стратиграфическая корреляция

Пер. с англ./Под ред. ДЖ. КУБИТТА и Р. РЕЙМЕНТА. — 24 л., ил. — В пер.: 3 р. 90 к.

Практически первое в геологической литературе обобщение материалов, посвященных различным аспектам применения математических методов и ЭВМ в стратиграфических исследованиях. Рассматриваются как теоретические основы, так и простые методики количественных расчетов, что позволяет использовать часть книги как практическое руководство для стратиграфов, особенно при проведении нефтепоисковых работ. Предлагаются новые методы анализа цикличности осадконакопления и алгоритмизации каротажных данных. Для геологов-съемщиков и поисковиков, стратиграфов, литологов, нефтяников, студентов и преподавателей геологических специальностей.

Издательство «Мир»
ГОТОВИТ К ВЫПУСКУ В 1985 г.

Циклическая седиментация

Пер. с англ./Под ред. Г. ЭЙНЗЕЛЕ и А. ЗЕЙЛАХЕРА.—35 л., ил.—В пер.: 5 р. 50 к.

Коллективная монография, посвященная природе цикличности осадконакопления, лежащей в основе генетического, палеоэкологического и формационного анализов. Используя различные современные методы исследования и оригинальные идеи, авторы всесторонне характеризуют состав и строение отложений, выявляют часто скрытую цикличность и дают ей генетическую интерпретацию. Детальность, глубина изучения проблемы, большое количество прекрасных иллюстраций делают книгу полезным и необходимым пособием для широкого круга геологов, особенно литологов, палеонтологов, нефтяников, геохимиков.

Эра	Период	Эпоха	Век	Возраст, млн лет	Сокращен. назв. вена	Продолжительность, млн лет				
Кайнозойская	Четвертичный или плейстоцен	Голоцен		0,01	Hol	0,01				
			Плейстоцен		2-0	Ple	1,99			
	Третичная	Неоген	Плиоцен	2	Пьяченцкий	Pla	3,1			
				1	Занкский	Zan				
				3	Мессинский	Mes	6,2			
			Миоцен	2	Тортоновый	Tor				
				2	Серравальский	Srv	3,1			
		Палеоген	Оligоцен	2	Лангский поздний	Lan2	22,6			
				1	Лангский ранний	Lan1				
				1	Бурдигальский	Bur	10,2			
			Эоцен	2	Аквитанский	Aqt	24-6			
				1	Хатский	Cht	32-8			
	Cz	TT	Pc	2	Рюпельский	Rup	5,2			
				1	Приабонский	Prb	4			
				3	Бартонский	Brt	8,5			
			Палеоцен	2	Лютетский	Lut	40,4			
				1	Ипрский	Ypr	4,4			
		Cz	TT	Pc	2	Танетский	Tha	5,3		
					1	Датский	Dan	4,8		
					1	Маастрихтский	Maa	8		
					Меловой	K2	1	Сенонская	Snp	10
							1	Сантонский	San	4,5
	1	Коньянский	Con	1						
	K1	1	Туронский	Tur		2,5				
		1	Сеноманский	Cen		6,5				
	K	K	Неокомская	1	Альбский	Alb	15,5			
				1	Аптский	Apt	6			
				1	Барремский	Brm	6			
				1	Готеривский	Hau	6			
				1	Валанжинский	Vlg	7			
Мезозойская	Юрский	J3	1	Берриасский	Ber	6				
			1	Титонский	Tth	6				
			1	Киммериджский	Kim	6				
		J2	1	Оксфордский	Oxf	7				
			1	Келловейский	Clv	6				
			1	Батский	Bth	6				
		J1	1	Байосский	Baj	6				
			1	Ааленский	Aal	7				
		Триасовый	J	J1	1	Тоарский	Toa	6		
					1	Плинсбахский	Plb	6		
	1				Синемюрский	Sin	6			
	1				Геттангский	Het	7			
	1				Рэтский	Rht	6			
	Mz	Tr	Tr3	1	Норийский	Nor	6			
				1	Карнийский	Cm	6			
1				Ладинский	Lad	7				
Tr2			1	Анизийский	Ans	5				
			1	Слатский	Spa	1%				
P		P	P1	1	Смитский	Smi	1%			
				1	Динерский	Die	1%			
				1	Грисбахский	Gri	1%			
				1	Татарский	Tat	5			
				1	Казанский	Kaz	2,5			
Палеозойская	P	P2	1	Уфимский	Ufi	2,5				
			1	Кунгурский	Kun	5				
			1	Артинский	Art	5				
			1	Сакмарский	Sak	9				
			1	Ассельский	Ass	9				
	P	P	P1	1	Ногинский	Nog				
				1	Клязьминский	Kla				
				1	Дорогомилловский	Dor				
				1	Хамовнический	Chv				
				1	Креватинский	Kre				
C2	C2	C2	1	Мячковский	Mya					
			1	Подольский	Pod					
			1	Каширский	Ksk					
			1	Верейский	Vrk					
			1	Мелекесский	Mel					
	C2	C2	C2	1	Черемшанский	Che				
				1	Едонский	Yea				
				1	Марсденский	Mrd				
				1	Киндерскупский	Kin				
				1	Алпортский	Alp				

Эра	Период	Эпоха	Век	Возраст, млн лет	Сокращен. назв. вена	Продолжительность, млн лет
Палеозойская	C2	Башкирская	1	Марсденский	Mrd	
			1	Киндерскупский	Kin	
			1	Алпортский	Alp	
			1	Шоньерский	Cho	13
			1	Арсбергский	Arn	
		Серпуховская	1	Пендлейский	Pnd	
			1	Бригантский	Bri	
			1	Асбийский	Asb	
			1	Холкерский	Hlk	19
			1	Арундский	Aru	
	Визейская	1	Чадский	Chd		
		1	Игуарский	Ivo	8	
		1	Гастьерский	Has		
		1	Фаменский	Fam	7	
		1	Франский	Frs	7	
	C1	D3	1	Живетский	Giv	6
			1	Эйфельский	Eif	7
			1	Эмский	Ems	7
			1	Зигенский	Sig	7
			1	Жединский	Ged	7
		D2	1	Прд	Prd	6
			1	Лдф	Ldf	7
			1	Горстский	Gor	
			1	Глидонский	Gle	
			1	Уайтвеллский	Whi	7
	D1	D	1	Шейнвудский	She	
			1	Теличский	Tel	
			1	Фронский	Fro	10
			1	Идвийский	Idw	
			1	Рудданский	Rhu	
D		1	Хирнантский	Hir		
		1	Роутейский	Raw	10	
		1	Котлейский	Cau		
		1	Пасгильский	Pus		
		1	Оннийский	Onn		
S	O3	1	Актонский	Act		
		1	Маршбрукский	Mrb		
		1	Лонгвильский	Lon	10	
		1	Судлейский	Sou		
		1	Харнагский	Har		
	O2	1	Костонский	Cos		
		1	Поздний	Lio3		
		1	Средний	Lio2	10	
		1	Ранний	Lio1		
		1	Поздний	Lln2		
O1	O1	1	Ранний	Lln1	10	
		1	Арг	Arg	10	
		1	Тремадок	Tre	17	
		1	Долгельский	DoI	9	
		1	Ментуругский	Mnt	9	
	O0	1	Меневский	Men	9	
		1	Сольвский	Sol	8	
		1	Ленский	Len	15	
		1	Атдабанский	Atb	15	
		1	Томмотский	Tom	20	
Pz	V	1	Паундский	Pou	40	
		1	Вонокский	Won		
		1	Мортенснес	Mor	20	
		1	Смалфиорд	Sma	20	
		1	Эдиакарская			
	E	1	Варангская			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
Z	U	1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
	R	1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
H	H	1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
	I	1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			
		1	Смалфиорд			

Харланд, Кокс, Плевеллин, Пиктон, Смит, Уолтерс 1982
Шкала геологического времени