

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Геолого-геофизический факультет

Н. В. Сенников, И. В. Коровников, Н. В. Новожилова

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Методическое пособие

Новосибирск
2017

УДК 551.7
ББК Д26.33
С 313

Сенников, Н. В.

С 313 Историческая геология: метод. пособие / Н. В. Сенников, И. В. Коровников, Н. В. Новожилова ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. – 48 с.

Целью освоения дисциплины «Историческая геология» является углубление и расширение знаний, компетенций и навыков, полученных в ходе изучения базовых дисциплин геологического цикла образовательной программы бакалавриата по направлению «геология», и формирование системы знаний о геологической истории Земли, методах историко-геологических исследований, общих закономерностях развития Земли.

УДК 551.7
ББК Д26.33

Рекомендовано к печати геолого-геофизическим факультетом НГУ (протокол заседания кафедры исторической геологии и палеонтологии №1 от 21 октября 2016 г.).

© Новосибирский государственный университет, 2017
© Н. В. Сенников, И. В. Коровников, Н. В. Новожилова, 2017

Цели освоения дисциплины (курса)

Целью освоения дисциплины «Историческая геология» является углубление и расширение знаний, компетенций и навыков, полученных в ходе изучения базовых дисциплин геологического цикла образовательной программы бакалавриата по направлению «геология» (общая геология, основы тектоники и геодинамики, палеонтология). Дисциплина направлена на формирование системы знаний о геологической истории Земли, методах историко-геологических исследований, общих закономерностях развития Земли. Дисциплина «Историческая геология» также способствует овладению студентами необходимой терминологической базой для дальнейшего изучения геологических дисциплин: «Геология России», «Стратиграфия», «Методы палеонтологических исследований», «Основы седиментологии». Кроме того, данная дисциплина формирует целостную картину истории геологического развития Земли и способствует ориентации студентов в их дальнейшей учебе и научной деятельности. Во время обучения дается представление о месте исторической геологии среди других дисциплин, расширяются знания о фациальном и палеонтологическом анализе, даются детальные знания о стратиграфии, палеогеографии, органическом мире всех геологических эпох. Дисциплина «Историческая геология» также ориентирована на формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности, умения анализировать и обобщать сведения из различных дисциплин геологической науки, таких как палеогеография, палеогеодинамика, палеонтология, стратиграфия и других.

Основными задачами дисциплины являются:

- дать представление о современных знаниях геологической истории Земли в разные эпохи;
- дать представление о палеогеографических и палеогеодинамических обстановках прошлых эпох;
- дать представление о методах восстановления палеообстановок;
- развить и детализировать представления о принципах и методах стратиграфии и геохронологии;

– дать представление об общих закономерностях геологического развития Земли;

ТЕМА 1. Историческая геология: предмет и задачи исторической геологии, связь с другими геологическими дисциплинами

Историческая геология – комплексная синтетическая дисциплина.

Историческая геология изучает геологическую историю Земли со времени ее возникновения, устанавливает причины образования и развитие литосферы, атмосферы, гидросферы, криосферы и биосферы, дает характеристику ландшафтно-климатических и геодинамических обстановок, определяет время возникновения и исследует условия образования горных пород и связанных с ними полезных ископаемых.

Она включает четыре главных элемента: геохронологию, стратиграфию, палеогеографию и палеотектонику (рис. 1).

Геохронология – это календарь геологических событий, абсолютная шкала геологического времени, охватывающего 4,6 млрд лет. Шкала основана на использовании радиометрических датировок горных пород по соотношению заключенных в них естественно-радиоактивных элементов, их изотопов и продуктов распада, происходящего с постоянной скоростью.

Стратиграфия изучает последовательность напластования осадочных и вулканогенных пород, устанавливая их относительный возраст и проводя их сопоставление (корреляцию) по заключенным в них органическим остаткам. Последнее составляет наиболее традиционную ветвь стратиграфии – биостратиграфию, но к настоящему времени приобрели самостоятельное и существенное значение ветви стратиграфии, использующие физические методы, в частности магнитостратиграфия и сейсмостратиграфия.



Рис. 1

Палеогеография занимается восстановлением физико-географических условий геологического прошлого – распределения суши и моря, их высот и глубин, а также климатической зональности, которые испытывали существенные изменения в течение геологической истории и даже в современную эпоху. Палеогеоморфология, включающая палеоокеанологию, и палеоклиматология к настоящему времени приобрели самостоятельное значение, но их основные выводы используются исторической геологией для восстановления общей картины облика Земли в минувшие геологические эпохи.

Палеотектоника изучает историю движений и деформаций земной коры, приводящих к формированию складчатых горных сооружений и последующему образованию на их месте устойчивых глыб континентальной коры – платформ (кратонов) и разрушению этой коры с возникновением новых океанских впадин.

Задачи исторической геологии

1. Определение возраста горных пород.

При определении относительного возраста горных пород неоценимую помощь оказывает палеонтология – наука о вымерших организмах. Возраст магматических и метаморфических

пород устанавливается по соотношению их с осадочными образованиями, заключающими остатки ископаемых организмов. Абсолютный возраст магматических и метаморфических пород и некоторых осадочных пород определяется с помощью радиологических методов. В процессе исследования геологи расчленяют изучаемую толщу осадочных пород на отдельные слои, пачки, горизонты, определяют относительный и абсолютный возраст выделенных стратонов, проводят корреляцию, т.е. сопоставление выделенных слоев с одновозрастными, но располагающимися на значительном расстоянии толщами. Подобного рода исследования проводятся в рамках стратиграфии – науки о взаимоотношении и последовательности образования горных пород.

2. Восстановление физико-географических условий земной поверхности геологического прошлого.

Распределение суши, моря, особенности рельефа суши и ложа морей и океанов, глубин, солёности, температур, плотности, динамики морских бассейнов, климата, биологических и геохимических условий. Восстановление физико-географических условий прошлых эпох является предметом палеогеографии.

3. Восстановление истории вулканизма, плутонизма и метаморфизма.

В основе этих исследований лежит определение относительного и абсолютного возраста магматических, вулканогенно-осадочных и метаморфических пород и установление их первичной природы.

4. Восстановление истории тектонических движений.

Определением времени проявления, характера, амплитуды, скорости и направленности тектонических движений занимается региональная геотектоника, а историю развития структур различных элементов отдельных участков и всей земной коры изучает историческая геотектоника.

5. Установление закономерностей развития земной коры.

Региональная геология, региональная и историческая геотектоника, литология, петрология, геохимия, космическая геология, геофизика и другие науки.

Вопросы к теме 1

1. Что является предметом изучения исторической геологии?
2. Какие основные элементы исторической геологии?
3. Каковы задачи исторической геологии?
4. Что изучает стратиграфия?
5. Что изучает палеогеография?

Литература к теме 1

Гордиенко И.В. История развития Земли. Новосибирск: Гео, 2008. 285 с.

Зоненшайн Л.П. Палеогеодинамика. М., 1993.

Немков Г.И. и др. Историческая геология. М.: Недра, 1986.

Подобина В.М., Родыгин С.А. Историческая геология. Томск, 2000.

Хаин В.Е. Историческая геотектоника: в 3 кн. М., 1988–1993.

Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология. М.: МГУ, 1997. 447 с.

ТЕМА 2. Стратиграфия и геохронология

Историческая геология рассматривает развитие геологических событий во времени и в пространстве. Изучение этих событий немислимо без стратиграфических и геохронологических исследований.

Геохронология – учение о хронологической последовательности геологических событий, происходивших в прошлом, путем установления временных взаимоотношений между накопившимися слоями горных пород, в которых эти события оказались запечатленными.

Стратиграфия – раздел исторической геологии, занимающийся изучением исторической последовательности, первичных взаимоотношений и географического распространения осадочных, вулканических, вулканогенно-осадочных и метаморфических образований, слагающих земную кору и отражающих естественные этапы развития Земли и населявшего ее органического мира.

Задачи стратиграфии

1. Детальное расчленение разрезов горных пород и выделение разных по рангу стратиграфических подразделений: на их основе создаются местные, региональные и межрегиональные стратиграфические шкалы, которые отражают хронологическую последовательность геологических событий.

2. Проведение региональной и межрегиональной стратиграфической корреляции.

3. Создание единой глобальной стратиграфической и геохронологической шкалы.

Стратиграфические единицы являются реальными геологическими телами, состоящими из комплекса горных пород, обладающих характерным вещественным составом и сформировавшихся в определенный этап развития земной коры.

Стратиграфия и относительная геохронология неразрывно связаны между собой и отражают один и тот же исторический процесс развития Земли.

На практике существуют две самостоятельные шкалы: стратиграфическая и геохронологическая.

Стратиграфическая шкала отражает последовательность отложений, расчленение их на отдельные стратиграфические единицы, выражает их временной объем и соподчиненность.

Стратиграфические подразделения: основные, частные, вспомогательные. Категории основных стратиграфических подразделений: общие, региональные, местные (рис. 2).

Геохронологическая шкала показывает длительность и последовательность основных этапов развития земной коры и Земли.

Стратиграфические исследования опираются на ряд теоретических положений: принципы Стено, Головкинского–Вальтера, Смита, законы Геттона и др.

Относительная геохронология разрабатывается при помощи биостратиграфических, геологических и геофизических методов:

Биостратиграфические методы: метод руководящих ископаемых, метод органических комплексов, эволюционный (филогенетический) метод, палеоэкологический метод.

Стратиграфические подразделения	Категории стратиграфических подразделений		
	Общие	Региональные	Местные
Основные	Эонотема Эратема (группа) Система (период) Отдел Ярус Зона Звено	Горизонт Лона (провинциальная зона);	Комплекс Серия Свита
Частные	Категория зональных биостратиграфических подразделений: биостратиграфические зоны разных видов		
Вспомогательные	Категория литостратиграфических подразделений: толща, пачка, пласт (слой), маркирующий горизонт; категория биостратиграфических подразделений: слой с фауной (флорой)		

Рис. 2

Геологические методы: литологический, минералопетрографический, структурный, ритмостратиграфический, климатостратиграфический и др.

Геофизические методы: палеомагнитный, сейсмостратиграфический и др.

Абсолютная геохронология. Палеонтологические и геолого-геофизические методы определения относительного возраста горных пород не дают реального представления об абсолютном возрасте тех или иных образований, не позволяют оценить продолжительность времени их формирования. Время их действия и продолжительность можно установить, используя *радиогеохронологические* методы (методы определения абсолютного возраста). В настоящее время широко применяют следующие радиогеохронологические методы: урано-ториево-свинцовый, свинцовый, рубидий-стронциевый, калий-аргоновый, аргон-аргоновый, самарий-неодимовый, радиоуглеродный.

Вопросы к теме 2

1. Что такое геохронология?
2. Что изучает стратиграфия?
3. Назовите основные подразделения общей шкалы.

4. Методы относительной геохронологии.
5. Какие методы используются при определении абсолютного возраста горных пород?

Литература к теме 2

- Войткевич Г. В.* Геологическая хронология Земли. М., 1984.
Стратиграфический кодекс. СПб., 2006.
Бискэ Ю.С., Прозоровский В.А. Общая стратиграфическая шкала фанерозоя. СПб., 2001.
Леонов Г.П. Основы стратиграфии. М., 1973.
Прозоровский В.А. Начала стратиграфии. СПб., 2003.

ТЕМА 3. Восстановление палеогеографических обстановок

Фациальный анализ осадочных пород. Восстановление физико-географических условий и ландшафтно-климатических обстановок, существовавших в геологическом прошлом, возлагается на ***палеогеографию***.

Фация – это комплекс отложений, отличающихся составом и физико-географическими условиями образования от соседних отложений того же стратиграфического уровня.

Континентальные осадки. В пределах суши наряду с денудационными процессами происходит образование кор выветривания и накопление осадков в различных по генезису, размерам и форме впадинах. Формирование осадков идет в долинах рек, озерных котловинах, зонах распространения ледников и в областях наземной вулканической деятельности. Континентальные осадки характеризуются неустойчивым вещественным составом, различной мощностью, структурами, текстурами и сильной изменчивостью в латеральном направлении. *Основные типы пород* – обломочные и глинистые, реже присутствуют биогенные (угли) и хемогенные (известняки и соли).

Для континентальных отложений характерна связь с зональным типом климата.

В *ледовом типе* климата основными источниками осадочного материала являются физическое выветривание и транспортировка обломочного материала льдом, талыми водами и ветром. Низ-

кие температуры обуславливают практически полное отсутствие биогенных осадков и химической переработки материала.

В *гумидном типе* климата наряду с процессами механической дезинтеграции исходных пород принимают участие биологические и химические процессы. Перенос материала осуществляется в виде растворов, взвесей и перекатыванием по дну рек. Осаждение происходит как в процессе переноса, так и, особенно, в конечных бассейнах стока. Легкорастворимые соединения выносятся в крупные внутриконтинентальные и морские бассейны. Осадки гумидной области разнообразны. Это галечники, пески, алевриты, глины, карбонаты, лигниты и бурые угли. Для литогенеза в гумидном климате характерны высокие концентрации железа, марганца, алюминия, органического углерода, серы и т.д.

Аридный тип литогенеза характеризуется отсутствием осадков, обогащенных органическим углеродом, присутствием легкорастворимых солей и соединений. Большим распространением наряду с полимиктовыми неотсортированными отложениями характеризуются хемогенные, в частности карбонаты, гипсы и соли.

Осадки морского происхождения характеризуются устойчивым составом на значительной площади и обилием разнообразных морских органических остатков. На состав и строение морских фаций большое влияние оказывают климат, гидрохимический и гидродинамический режимы морских бассейнов, характер подводного рельефа и окружающей суши, состав и объем твердого стока, вулканизм и тектонические условия.

В море по характеру условий существования донных организмов и в зависимости от глубин различают следующие области: *мелководную*, или *неритовую*, *батиальную*, *абиссальную*, *ультраабиссаль* – область глубоководных желобов. В пределах морских бассейнов выделяют также *пелагическую* область, которая занимает их открытую часть.

Характер морских фаций в значительной степени изменяется с *глубиной*, и нередко по мере удаления от берега терригенные осадки становятся более тонкозернистыми, изменяется состав фауны, особенно бентосных форм, уменьшается количество знаков ряби и исчезают водоросли. По генезису выделяются следующие основные группы осадков: 1) терригенные; 2) органи-

генные (биогенные); 3) полигенные («красная глубоководная глина»); 4) вулканогенные; 5) хемогенные.

Отложения переходной зоны. Характерной особенностью отложений, возникших в зоне перехода от континента к морю, является их образование в водоемах с нарушенной соленостью. К данной группе относятся фации дельт, лагун и лиманов. Различная соленость в пределах лагуны в той или иной степени отражается на видовом составе организмов. В отложениях лагун наиболее часто захоронены остатки известковых водорослей, беззамковых брахиопод, остракод, ракообразных, мшанок, двустворчатых и брюхоногих моллюсков и рыб. Фации переходной группы возникают вблизи равнинной и возвышенной частей суши, и поэтому в их составе могут присутствовать грубообломочные образования, для которых характерны в основном песчано-глинистые отложения. Но довольно часто встречаются соленосные, гипсоносные, хемогенные и органогенные карбонатные осадки.

Анализ палеонтологического материала

Среда обитания морских организмов состоит из *абиотических* (физико-географических и физико-химических) и *биотических* факторов.

К *абиотическим* относятся тип осадка на дне моря, рельеф дна, соленость, глубина, газовый режим, температура, наличие твердых образований отмерших организмов на поверхности дна и твердых выступов фундамента, режим волнения. В процессе палеоэкологических исследований обычно выясняется максимальное и минимальное воздействие перечисленных факторов на организмы. Одни организмы могут развиваться в достаточно широком диапазоне абиотических факторов, другие, наоборот, в очень узком.

Исходя из этого различают *эврибионтные* организмы, которые хорошо приспособляются к значительным колебаниям условий внешней среды, и *стенобионтные*, обитающие в строго определенных рамках колебания условий среды.

В зависимости от отношения к температурному режиму выделяют *эври-* и *стенотермные*, а к солености – *эври-* и *стеногалинные* организмы.

Морская фауна в зависимости от образа жизни разделяется на несколько групп. К пелагическим организмам относятся *планктонные* и *нектонные* формы. Для *планктонных* форм (*зоопланктон* и *фитопланктон*) характерно парение в толще воды или пассивное перемещение вместе с водой. В зависимости от величины тела различают микро- и нанопланктон (размер менее 50 мкм).

Другую крупную группу пелагических организмов составляют активно плавающие – *нектонные* организмы. Они обладают обтекаемой двустороннесимметричной формой тела. Группа организмов, ведущая донный образ жизни, именуется *бентосом*. Эти организмы в зависимости от условий обитания подразделяются на несколько типов: свободно передвигающиеся по дну, свободно лежащие на дне, временно зарывающиеся в грунт, постоянно живущие в иле, сверлящие твердый субстрат, прикрепленные ко дну.

Весьма ценный материал об условиях существования организмов дает их географическое распространение. Ареал любой таксономической группы – это часть земной поверхности. Широкое распространение свидетельствует о хорошей приспособляемости организма к изменениям внешней среды. *Космополитными* называются ареалы, покрывающие значительную часть обитаемых участков земной поверхности, причем частота распространения возрастает по мере повышения таксономического ранга. Обычно космополитизм характерен для отрядов и семейств и сравнительно редко для родов.

Ограниченными ареалами обладают *эндемичные* организмы. Размеры их ареала находятся в зависимости от таксономических единиц.

Вопросы к теме 3

1. Что такое фация?
2. Основные генетические типы континентальных пород.
3. Какие основные черты характерны для континентальных осадков?
4. Какие особенности осадконакопления характерны для территорий с различными типами климата?
5. Какие основные черты характерны для морских осадков?

6. Какие области моря различают по характеру условий существования донных организмов и в зависимости от глубин?
7. Основные генетические типы морских пород.
8. Где развиты фации переходные от континента к морю?

Литература к теме 3

Михайлов В.Н. Речные дельты: строение, образование, эволюция // Соросовский журнал. 2001. Т. 7. № 3. С. 59-66.

Рейдинг Х. Обстановки осадконакопления и фации: в 2 т. М.: Мир, 1990.

Крашенинников Г.Ф. Учение о фациях. М.: Высш. шк., 1971.

Ежова А.В. Литология. Томск: Изд-во ТПУ, 2009.

Алексеев В.П. Литология: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2001. 249 с.

Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования): Учебник для студентов геол. спец.вузов. М.: Высш. шк., 1984. 416 с.

Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы: Пер. с англ. М.: Недра, 1981. 751 с.

Прошляков Б.К., Кузнецов В.Г. Литология и литолого-фациальный анализ. М.: Недра, 1981. 284 с.

Янаскурт О.В., Карпова Е.В., Ростовцева Ю.В. Литология. Краткий курс (избранные лекции): Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2004. 228 с.

ТЕМА 4. Доархейский этап развития и история развития Земли в архее

В настоящее время установлено, что Вселенная, в которой расположена наша Солнечная система, сформировалась между 10 и 18 млрд лет назад. Образование Солнечной системы ~ 4,6 млрд лет назад. Период от образования Солнечной системы (~ 4567 Ma), до самых древних пород на Земле (4030 Ma Acasta Gneiss) назван *Гадей (Hadean Eon)*. С Землей неразрывно связан ее спутник – Луна, происхождение которой объясняется несколькими гипотезами, но важно помнить, что Луна сформировалась не позднее 4,2 млрд лет назад, что состав ее пород очень

похож на состав земной мантии и что у Луны нет магнитного поля и железного ядра.

Архей подразделяется на 4 эры: Эоархей (4,0–3,5; 3,6 млрд лет), Палеоархей (охватывает временной период от 3,6 до 3,2 млрд лет назад, Мезоархей (охватывает временной период от 3,2 до 2,8 млрд лет назад), Неоархей (охватывает временной период от 2,8 до 2,5 млрд лет назад).

Первичная континентальная кора Земли в архее представлена в целом однообразной ассоциацией пород, которая сначала была названа «серыми гнейсами», а в настоящее время более точно определяется как тоналит-гранодиоритовая ассоциация (ТТГ). Находки цирконов с возрастом 4,3–4,2 млрд лет в Западной Австралии позволяют говорить о начале формирования «серогнейсовой» коры в это же время. Но самих пород древнее 4,0 млрд лет пока не обнаружено, поэтому начало формирования первичной континентальной коры следует принимать именно с рубежа 4,0 млрд лет. Ее формирование протекало в течение временного интервала 4,0–3,5 млрд лет и позже. В более позднее время началось развитие гранит-зеленокаменных областей, которые составили основную часть ядер современных континентов. Наиболее древние породы на земном шаре теперь известны практически на всех крупных платформах, где они обнажаются в пределах щитов – выступов фундамента этих платформ.

К моменту заложения зеленокаменных поясов кора сиалического типа уже существовала, о чем свидетельствует древнейший комплекс «серых гнейсов». Очевидно, что кора была тонкой, несплошной или разной мощности, а тепловой поток был выше современного, и в мантии существовали активные конвективные течения. В таких условиях тонкая земная кора либо подвергалась рифтингу, либо раздвигалась настолько, что формировались впадины с корой океанского типа.

Была ли кора сиалического типа сосредоточена в одном месте, образуя гигантский материк, которому противостоял не менее гигантский океан, или блоки сиалической коры были распределены по поверхности земного шара так, что между ними оставались пространства с корой океанского типа, остается не совсем ясным. Возможны разные варианты, но существование в архее,

может быть даже в раннем архее, блоков земной коры сиалического (континентального) и океанского типов вполне вероятно.

Существует представление об образовании суперматерика *Ваальбара*, который мог существовать ~ 3,6-2,8 млрд лет назад. В конце архея (~ 2,5 млрд лет назад) предполагается существование суперматерика *Моногея* (или *Пангея – 0*).

Первыми живыми организмами были бактерии, превращавшие неорганические соединения в органические, используя солнечный свет. Бактерии разлагали сероводород, выделяя при этом серу. В древнейших архейских породах комплекса Исуа в Гренландии присутствует графит, в котором содержание изотопов $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ почти такое же, как и в современных органических остатках.

Следы органической жизни известны в древних породах блока Пилбара (3,4–3,5 млрд лет) в Западной Австралии, где обнаружены следы жизнедеятельности синезеленых водорослей – *строматолиты*.

Синезеленые водоросли – цианофиты – наиболее древние представители органической жизни. Микроскопические нитеподобные образования оболочки одноклеточных цианофитов, стяжения из карбонатов (катаграфии), продукты жизнедеятельности синезеленых водорослей (строматолиты и онколиты) – эти примитивные представители органической жизни известны в отложениях с возрастом 3,5–3,0 млрд лет.

Вопросы к теме 4

1. Возрастные границы Архея.
2. Какие горные породы самые древние на Земле?
3. Где архейские породы выходят на дневную поверхность?
4. Время существования гипотетического суперконтинента.
5. Какие организмы существовали на Земле в Архее?

Литература к теме 4

См. список к теме 1.

ТЕМА 5. История развития Земли в протерозое

Протерозой (2,5 – 0,541 млрд лет назад) делится на три эры: палеопротерозой, мезопротерозой, неопротерозой. *Палеопроте-*

розой – геологическая эра, часть протерозоя, начавшаяся 2,5 миллиарда лет назад и окончившаяся 1,6 миллиарда лет назад. В это время наступает первая стабилизация континентов. В это время также эволюционировали цианобактерии – тип бактерий, использующих биохимический процесс фотосинтеза для производства энергии и кислорода.

Палеопротерозой разделен на четыре эпохи (от наиболее поздней до наиболее ранней): Сидерий, Риасий, Орозирий, Статерий.

Мезопротерозой – геологическая эра, часть протерозоя, начавшаяся 1,6 миллиарда лет назад и окончившаяся 1 миллиард лет назад. Континенты существовали и в палеопротерозое, но мы мало знаем о них. Континентальные массы мезопротерозоя более или менее те же самые, что и сегодня. Основными событиями этой эпохи являются формирование суперконтинента Родиния, распад суперконтинента. Мезопротерозой разделен на три периода: Калимий, Эктазий, Стений.

Неопротерозой – геохронологическая эра (последняя эра протерозоя), начавшаяся 1000 млн лет назад и завершившаяся 542 млн лет назад. С геологической точки зрения характеризуется распадом древнего суперконтинента Родиния. В криогении наступило самое масштабное оледенение Земли – льды достигали экватора. К позднему неопротерозою (эдиакарий) относятся древнейшие ископаемые останки живых организмов, так как именно в это время у живых организмов начинает вырабатываться некое подобие твердой оболочки или скелета. Большинство фауны неопротерозоя не может считаться предками современных животных, и установить их место на эволюционном древе весьма проблематично. Неопротерозой разделен на три периода: тоний, криогений, эдиакарий.

Конец архея – начало протерозоя на уровне 2,6-2,5 млрд лет является хорошо выраженным рубежом в пределах всех континентов, к которому приурочены процессы гранитоидного магматизма и регионального метаморфизма. Только в раннем протерозое во всем объеме начинают проявляться новые структурные элементы – *протоплатформы* и настоящие *подвижные пояса*, хотя их прообразы существовали, по-видимому, и в позднем архее. В течение 1 млрд лет, вплоть до начала мезопротерозоя, раз-

вите основных структурных элементов земной коры шло довольно медленно и скорости осадконакопления были невелики.

Нижнепротерозойские образования известны не только на всех платформах, в пределах щитов и в фундаменте плит, но и во многих складчатых поясах, например, Урало-Охотском, разделяющем Восточно-Европейскую и Сибирскую платформы, в Средиземноморском поясе и ряде других.

Наиболее характерным для разреза протоплатформенных чехлов были пестроцветные, континентальные и прибрежно-морские, мелководные толщи терригенных осадков, реже доломитов, углеродистых сланцев (шунгитов в Карелии), отличающихся золотоносностью, меденосностью и ураноносностью. В карбонатных отложениях много разнообразных строматолитов. Широко распространенные красноцветные терригенные отложения свидетельствуют о наличии в атмосфере свободного кислорода.

В мезопротерозое и особенно в неопротерозое в составе осадочных комплексов наряду с вулканогенными и песчано-глинистыми отложениями огромное значение приобрели карбонатные породы, главным образом доломиты, а в конце этапа и известняки. Эти породы на платформах и в миогеосинклиналиях достигают огромной мощности и значительного разнообразия. Преимущественно это химические осадки, однако во второй половине позднего протерозоя существенную роль начали играть органогенные, главным образом строматолитовые известняки.

В *мезопротерозое* и *неопротерозое* возникли и развивались все большие складчатые пояса: *Тихоокеанский*, *Средиземноморский*, *Атлантический*, *Урало-Монгольский*, *Арктический*. К началу этого этапа уже был сформирован фундамент древних платформ, а в мезопротерозое и неопротерозое формировался осадочный чехол этих платформ. На рубеже 2,5-2,4 млрд лет назад возник суперматерик *Пангея-0 (Моногея)*, который распался 2,2 млрд лет назад. В результате обособились изометричные, относительно стабильные блоки земной коры – протоплатформы, а между ними – подвижные пояса длиной во многие сотни, даже тысячи, и шириной в первые сотни километров. 1,8 млрд лет назад образовался суперматерик *Пангея-1 (Мегагея)*, который распался около 1,4 млрд лет назад. Около 1 млрд лет назад возник

новый суперматерик *Родиния*, который распался 750-600 млн лет назад.

Органический мир протерозоя

Прокариотные организмы – бактерии – эволюционировали очень медленно.

Важнейшим этапом в развитии органического мира докембрия является появление и широкое распространение *эукариот* – организмов, клетки которых имели обособленные ядра. *Эукариоты* стали частично переходить к кислородному дыханию или могли чередовать кислородное дыхание с брожением. Это зависело от частоты и продолжительности смены условий среды обитания.

В позднем протерозое появились *первые планктонные организмы*.

Второй важнейший рубеж развития органического мира совпадает с началом среднего рифея (мезопротерозой). В это время появились и расселились *примитивные многоклеточные организмы* среди растений и животных. В составе последних уже были не только бентоносные формы, прикрепленные к дну, но и подвижные илоеды. Предполагают, что следами жизнедеятельности илоедов являются катаграфии, впервые встречающиеся в отложениях, имеющих возраст 1200 млн лет.

История развития Земли в венде. Вендский период – 535 – 600 млн лет назад. Вендская система (Vendian) – последняя система неопротерозойской эры. Наименование «венд» и ранг системы для верхнего подразделения докембрия были приняты для территории России. Это название пользуется широким признанием в мире, но другими геологическими службами не употребляется. В шкале Международной стратиграфической шкале ему соответствует эдиакарская система. Длительность венда в принятом ныне объеме несколько более 100 млн лет, что немного больше длительности палеозойских периодов. В вендском периоде существовавший в конце позднего протерозоя суперматерик Родиния уже начал распадаться на отдельные континентальные блоки, сосредоточенные преимущественно в Южном полушарии, тогда как северное полушарие занимал огромный океан Панталасса.

Основные опорные разрезы. Стратотипической местностью для вендской системы являются западные и северо-западные районы Русской (Восточно-Европейской) платформы. По составу это песчано-глинистые отложения зеленоватой и серой окраски. Более древние слои обнажаются частично на юго-восточном берегу Белого моря, откуда известен довольно разнообразный комплекс отпечатков многоклеточных эдиакарского типа; сопоставляются эти слои с редкинским горизонтом. Нижняя часть венда вскрывается местами на западном склоне Украинского массива, где отделяется перерывами как в подошве, так и в кровле. Она состоит из гравийнопесчаных и глинистых пород с пачками тиллитов и ленточных глин (до 100 м), а вверху содержит мощные (500 м) покровы базальтов и их туфы.

Дополнительные опорные разрезы вендской системы в пределах Российской Федерации изучены на западном склоне Урала в Башкирском антиклинории, а также по периферии Алданского щита (р. Алдан и другие притоки Лены) и в Юдомо-Майском районе. Разрезы юго-восточной окраины Сибирской платформы представлены доломитами и известняками юдомской серии и ее аналогов. Особое значение для корреляции вендской системы и пограничных с кембрием верхних ее слоев принадлежит отложениям окраин Анабарского поднятия в Сибири – в частности, манькайской (немакит-далдынской) свите (в последнее время рассматривается как верхний ярус венда, которая содержит известняки и песчано-глинистые породы). В известняках найдены и изучены многочисленные остатки примитивной скелетной фауны, частично известной и в вышележащих слоях нижнего кембрия. Разрезы венда с отпечатками бесскелетных многоклеточных животных известны также в Австралии («эдиакарская фауна»), Намибии (Юго-Западная Африка), Канаде и др.

Расчленение вендской системы. В вендской системе предложено выделять два отдела, проводя границу между ними в основании котлинского горизонта, т. е. считать верхним отделом первоначально установленный объем венда. Основу для ярусной шкалы могут составить горизонты стратотипического региона: Лапландский горизонт, выделенный В. Н. Чумюсовым в 1974 г. и соответствующий эпохе общего похолодания климата Земли. Во многих регионах к этому уровню приурочены ледниковые отло-

жения (тиллиты). В межтиллитовых отложениях известны редкие находки бесскелетных организмов эдиакарского типа.

Редкинский горизонт установлен Б.С. Соколовым в 1972 г. для обозначения песчано-глинистых отложений Русской платформы, согласно или трансгрессивно перекрывающих лапландские тиллиты либо залегающих на фундаменте. Подошве горизонта отвечает появление очень разнообразной «венд-эдиакарской» ассоциации бесскелетных Metazoa, имеющей глобальное распространение.

Котлинский горизонт был предложен Б. С. Соколовым в 1958 г. для песчано-глинистых отложений северо-запада Русской платформы, в подошве которых исчезают все группы бесскелетных животных редкинской фауны и одновременно уменьшается разнообразие фитопланктона. Не исключено, что эти биотические события связаны с похолоданием – менее значительным, чем в начале венда.

Ровенский горизонт и его сибирский аналог – немакитдалдынский горизонт (ярус), по крайней мере частично соответствуют кембрийской системе, как она определяется Международной комиссией по стратиграфии.

Органический мир венда. На протяжении относительно короткого в геологическом смысле времени – порядка 40 миллионов лет – появилась, достигла расцвета и почти полностью сошла на нет своеобразная фауна и флора, первое из известных сообществ, сложно устроенных многоклеточных эукариотных организмов, образовавших совместно с цианобактериями многоуровневые биоценозы, сравнимые по сложности с биоценозами фанерозоя, однако обладавшие рядом существенных отличий. Появляются устойчивые, глобально распространенные ассоциации, включающие десятки макроскопических многоклеточных организмов. Наиболее широко известна так называемая мягкотелая фауна венда. Она названа так потому, что организмы, входящие в нее, не имели минерализованного скелета. Это были самые разные жизненные формы: бентосные неподвижные, зарывающиеся в осадок или постоянно живущие в нем животные, прикрепленные к грунту, поднимающиеся в толщу воды организмы, подвижные животные, передвигавшиеся по поверхности осадка

и вероятно собиравшие с него пищу, макроскопические планктонные организмы, обитавшие в толще воды.

Наряду с мягкотелыми животными в вендское время обитали организмы, имевшие скелет. Достаточно широко распространены палеофасцихниды, организмы уровня организации простейших, обладавшие своеобразной раковиной, состоящей из отдельных песчаных частиц. Находки многоклеточных скелетных организмов более редки, однако существование таких животных в вендское время сомнений не вызывает. В более холодноводных бассейнах с терригенным типом седиментогенеза на поверхностях грунта, покрытых цианобактериальным матом, обитали многочисленные мягкотелые животные. С захоронением организмов, обитавших в подобных биотопах, связано формирование местонахождений так называемого эдиакарского типа сохранности.

Вопросы к теме 5

1. На какие эры делится протерозой в Международной стратиграфической шкале?

2. Основные события палеопротерозоя, мезопротерозоя и неопротерозоя.

3. Где палеопротерозойские породы выходят на дневную поверхность?

4. Время существования протерозойских суперконтинентов.

5. Какие организмы существовали на Земле в протерозое?

6. Какие складчатые пояса возникли в мезопротерозое и неопротерозое?

7. Время появления многоклеточных организмов.

8. Временные границы вендского периода.

9. Где расположены основные опорные разрезы венда?

10. Стратиграфическое расчленение вендской системы.

11. Особенности органического мира венда.

Литература к теме 5

См. список к теме 1.

Соколов Б.С. Очерки становления венда. М.: КМКЛтд, 1997. 156 с.

Федонкин М.А. Загадки вендской фауны // Природа. 1989. № 8. С. 59–72.

Чумаков Н.М. Климатический парадокс позднего докембрия // Природа. 1992. № 4. С. 34–41.

Якобсон К.Э. Парадоксы венда. // Природа. 1985. № 12. С. 26–32.

ТЕМА 6. История развития Земли в палеозое

Палеозойская эра (эра древней жизни) начинает последний крупный эон в истории Земли – фанерозой (время явной жизни), объединяющий палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры.

Кембрийский период. 541-485,4 млн лет назад. В новой международной шкале кембрийская система разделена на 4 отдела и 10 ярусов. Не все подразделения в настоящее время приняты международной комиссией. Первый отдел называется Терренувский и включает два яруса. Первый ярус получил название фортунский. Второй ярус остается в настоящее время без названия. Второй отдел – без названия. Он подразделяется на два яруса, которые до сих пор не утверждены. Третий отдел также без названия. Он подразделяется на три яруса, первый из которых не утвержден. Второй ярус друмский, третий – гужанский. Четвертый отдел называется фурунгский. Он включает три яруса. Первый ярус паибанский, второй – гжангшанский. Третий ярус четвертого отдела в настоящее время без названия.

В Общей стратиграфической шкале России кембрийская система подразделяется на три отдела (нижний, средний и верхний). Причем нижняя граница кембрия не совпадает с международной. Она располагается выше на один ярус и примерно соответствует подошве второго яруса. Нижний кембрий подразделяется на четыре яруса – томмотский, атдабанский, ботомский и тойонский. Средний кембрий состоит из двух ярусов – амгинский и майский. Верхний кембрий включает аюсокканский, сакский, аксайский и батырбайский ярусы.

В раннем кембрии началась крупная трансгрессия. Она особенно проявилась на Сибирской, Восточно-Европейской и Северо-Американской платформах. После крупной раннекембрий-

ской трансгрессии в начале среднего и середине верхнего кембрия наблюдались регрессии.

В начале кембрия материка, точнее древние платформы Южной Америки, Африки, Индостана, Австралии, Антарктиды, были объединены в суперконтинент *Гондвану*. Произошло это благодаря замыканию морских, часто глубоководных бассейнов небольшой ширины, существовавших в позднем рифее и венде.

Гондвана представляла огромный континент и занимала положение в низких широтах, простираясь по обе стороны от экватора, но в основном в Южном полушарии. Большая часть суперконтинента испытывала поднятие, более интенсивное в зонах позднекембрийского орогенеза, и только по его периферии располагались морские бассейны.

Органический мир кембрия характеризовался становлением всех известных ныне типов животных и растений. В морях господствовали беспозвоночные, представленные архаичными группами, и разнообразные водоросли. Животные кембрийского периода приобрели способность строить прочный хитиновое-фосфатный и известковый скелет. В составе органического мира большую роль играла своеобразная группа животных, называемых археоциатами, которая вымерла в самом конце кембрия. *Археоциаты* – прикрепленные бентосные животные – населяли мелководные теплые моря. Вместе с водорослями они принимали участие в построении рифовых тел. В раннем кембрии археоциаты достигли большого разнообразия. Кембрий – время возникновения и расцвета *трилобитов*. Они представляют собой древнюю группу членистоногих животных, ближе всего стоящих к ракообразным. Все известные представители класса трилобитов являлись морскими животными. Многие из них существовали, зарываясь в ил, большинство принадлежало к бентосу.

Также широким распространением пользовались *брахиоподы* и разнообразные *мелкораконные* организмы (гастроподы, хиолиты и др.).

Ордовикский период. 485,4–443,8 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале ордовикская система делится на три отдела (нижний, средний, верхний) и 7 ярусов. Нижний отдел – тремадокский и флоский ярусы, средний отдел – дапинский и дарривильский ярусы, верхний отдел – сандбийский, ка-

тийский и хирнанский ярусы. Наименования и объемы отделов и ярусов ордовика в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале.

В ордовикском периоде проявлялась одна из самых больших в истории палеозоя трансгрессий с кратковременной регрессией моря в начале среднего ордовика. Общая площадь распространения ордовикских отложений занимает около половины территории северных материков. Они покрывают около 3/4 Китайской платформы, 2/3 Сибирской, 2/5 Восточно-Европейской и 2/5 Северо-Американской.

Однако эта трансгрессия почти не затронула Гондвану. Здесь ордовикские отложения развиты ограниченно, за исключением Австралии, где они слагают почти треть площади. Ордовикские породы широко распространены в складчатых областях. В ордовике продолжалась *каледонская* складчатость, в конце периода проявилась ее *таконская* фаза.

В позднем ордовике *Гондвана* располагалась в основном в южной околополярной области, охваченной в связи с этим покровным оледенением, следы которого известны от Ньюфаундленда, Новой Шотландии, северо-западной Франции до Африки, а на востоке – до Египта включительно. Факт распространения следов этого оледенения на атлантическую окраину Северной Америки и запад континентальной Европы показывает, что эти районы все еще тяготели к Гондване и находились в высоких южных широтах.

Органический мир. В морях ордовикского периода были широко распространены беспозвоночные и водоросли и дальнейшее развитие получили позвоночные организмы. На суше во второй половине ордовика появились наземные растения. Трилобиты, игравшие ведущую роль в кембрии, хотя и сохраняют свою роль, но число их уменьшается. Очень важную роль в ордовике играли *граптолиты*. Широко распространены кустистые колонии *стереостолонат*. Граптолиты в ордовике быстро эволюционировали, обладали значительными ареалами и поэтому являются руководящими ископаемыми.

В морях ордовика помимо перечисленных организмов жили фораминиферы, радиолярии, разнообразные губки и черви, ост-

ракоды, двустворчатые и брюхоногие моллюски, мшанки и конодонты, а также бесчелюстные рыбообразные организмы.

Силурийский период. 443,8-419,2 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале силурийская система подразделяется на 4 отдела и 7 ярусов, верхний отдел на ярусы не делится. Отделы имеют собственные наименования – лландовери, венлок, лудлов, пржидол. В лландовери выделяются рудданский, азронский и теличский ярусы, в венлоке шейнвудский и гомерский, а в луддлове – горстийский и лудфордский ярусы. Наименования и объемы отделов и ярусов силура в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале. В Общей шкале силур дополнительно подразделяется на нижнюю и верхнюю подсистемы. Нижняя подсистема включает лландоверийский и венлокский отделы, а верхняя – лудловский и пржидольский отделы.

В начале силурийского периода после сравнительно небольшой регрессии снова происходит трансгрессия моря, по своим масштабам сопоставимая с ордовикской и проявившаяся почти в тех же районах. Море покинуло северную часть Северо-Китайской платформы, сократилось и на остальных платформах Северного полушария. Однако на Гондване площади, занятые морем, несколько увеличились, хотя море полностью освободило Австралию. Морские условия господствовали на севере Бразилии (бассейн рек Амазонка и Мараньон) и Африки, занимая пятую часть площади. В силуре продолжалась каледонская складчатость. С последними ее фазами связана крупная регрессия, начавшаяся в конце силура и продолжавшаяся в раннем девоне, а также проявление коллизионных процессов и внедрение разнообразных интрузий в складчатых областях. В конце силура *Гондвана* все еще находится в Южном полушарии, причем в основном в его высоких широтах, кроме Австралии и Северного Китая, которые располагались севернее экватора и на экваторе.

Органический мир. Фауна и флора населяли морские просторы, а сушу постепенно стали заселять *высшие растения*. В морях силурийского периода главенствующее положение занимали те же группы организмов, которые доминировали в кембрии и ордовике. По-прежнему важнейшую роль играли *граптолиты*, на

основании которых и производится расчленение силура. Рифо-строители представлены строматопороидеями, табулятами, гелиолитами. Впервые появились *двузонные четырехлучевые кораллы*. Головоногие моллюски представлены теми же группами, что и в ордовике, но совершенно иными видами. Иголокожие в основном представлены прикрепленными формами, но заметно уменьшается число цистоидей, резко возрастает значение морских лилий, появляются бластоидеи. Сильно сокращается количество, а значит, и роль трилобитов, но усиливается значение *конодонтов*, которые становятся более разнообразными. Характерной особенностью силурийского периода является освоение во второй его половине бесчелюстными позвоночными организмами пресноводных бассейнов. В конце силура появились первые настоящие рыбы. Продолжали развиваться различные водоросли, среди них синезеленые, зеленые, бурые, красные. На суше появились мхи, грибы, а также высшие растения – риниофиты, а в самом конце силура – примитивные плауновые.

Девонский период. 419,2–360,7 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале девонская система подразделяется на 3 отдела и 7 ярусов. Нижний отдел – лохковский, пражский и эмский ярусы, средний отдел – эйфельский и живетский ярусы, верхний отдел – франкий и фаменский ярусы. Наименования и объемы отделов и ярусов девона в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале.

В первой половине девона закончился каледонский этап развития, а в среднем девоне начался новый этап – герцинский. В начале девона проявилась последняя позднекаледонская фаза каледонской складчатости, которая привела к обширной регрессии моря почти на всех континентах. Позднекаледонская фаза сопровождалась в складчатых областях внедрением интрузий, преимущественно кислого состава. Однако с середины девона поднятия сменились опусканиями и началась среднепозднедевонская трансгрессия, которая захватила платформы и складчатые области.

В девонском периоде на земном шаре продолжали активно развиваться *Палеотетис*, *Палеотихий*, *Уральский* и *Палеоазиатский* океаны. Суперконтинент Гондвана находился в основ-

ном в Южном полушарии, континент Лавруссия, объединяющий Северную Америку, Гренландию и Западную и Восточную Европу, находился в приэкваториальной области. Он был отделен от Сибирского континента Уральским океаном.

Органический мир. В конце девона произошло вымирание, а в ряде случаев простое угасание многих групп организмов, некогда широко распространенных на Земле. К концу девонского периода широко расселились наземная растительность и сухопутные позвоночные. Вместе с тем жизнь в морях продолжала эволюционировать. Появились первые амmonoидеи с простой лопастной линией, достигли расцвета четырехлучевые кораллы, мшанки, фузулиниды, некоторые отряды замковых брахиопод.

Характерной особенностью девона является преобладающее развитие разнообразных рыб. В раннем и среднем девоне на суше господствовали риниофиты, которые росли в основном в заболоченных ландшафтах. В конце девона риниофиты повсеместно вымерли. В среднем девоне вместе с риниофитами существовали уже все основные группы споровых растений. Это плауновые, членистостебельные и папоротники, а в конце девона появились первые представители голосеменных; многие из кустарниковых превратились в древовидные. Наземная растительность в основном развивалась в приморских областях, чему весьма благоприятствовал мягкий теплый и влажный климат. Более удаленные от моря части континентов в это время были лишены растительности.

Каменноугольный период. 358,9 (360,7?) – 298,9 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале каменноугольная система подразделяется на 2 подсистемы, по 3 отдела в каждой и 7 ярусов. Пять нижних из них равны по объему отделам, а два последних яруса объединены в один верхний отдел верхней подсистемы. Подсистемы имеют собственные наименования – миссисипская (нижняя) и пенсильванская (верхняя). Миссисипская подсистема: нижний отдел – турнейский ярус, средний отдел – визейский ярус, и верхний отдел – серпуховский ярус. Пенсильванская подсистема: нижний отдел – башкирский ярус, средний отдел – московский ярус, верхний отдел – касимовский и гжельский ярусы. В Общей стратиграфической шкале России карбон делится на два отдела, равные по объему двум подсисте-

мам Международной шкалы. В нижнем отделе карбона Общей шкалы выделяются турнейский визейский и серпуховской яруса, а в верхнем – башкирский, московский, касимовский и гжельский ярусы.

В южных широтах существовал суперконтинент Гондвана, а в приэкваториальной области – континент Лавруссия, включающий Северо-Американскую и Восточно-Европейскую (Балтика) платформы. Последняя от Сибирской платформы (континента) отделялась Уральским океаном, который, по существу, был заливом океана Палеотетис. Между Сибирским и Казахстанским континентами в раннем карбоне еще существовал залив Палеоазиатского океана, который к концу карбона трансформировался в Монголо-Охотский океанический бассейн.

Главное событие каменноугольного периода – это проявление ранних фаз (судетская, астурийская) *герцинской* складчатости. Судетская фаза проявилась в конце нижнего карбона и широко развита в Среднеземноморском, Аппалачском и Урало-Монгольском (Центрально-Азиатском) складчатых поясах. Поэтому в этих районах и прилегающих к ним частях платформ средний и верхний карбон представлен молассами, часто континентальными, угленосными, выполняющими краевые и межгорные прогибы. В результате герцинской складчатости все платформы Северного полушария слились в единый суперконтинент Лавразию.

Поздний карбон ознаменовался обширным оледенением Гондваны. Тиллиты известны на юге и в центре Африки, на Мадагаскаре, Индостане, в Австралии, Южной Америке и Антарктиде. Теплый климат, судя по находкам верхнекаменноугольных красноцветных отложений, сохранился только на севере Африки.

Органический мир. В начале карбона вымирают последние граптолиты, полностью теряют свое значение трилобиты и гигантские раки, снижается численность наутилоидей. На смену некогда господствующим группам пришли иные отряды и классы растительного и животного царства. Наиболее примечательной чертой каменноугольного периода является пышное развитие древесной наземной растительности, покрывавшей все континенты. Важная особенность – появление в середине периода новой группы наземных позвоночных – пресмыкающихся. Од-

ной из наиболее важных и характерных групп беспозвоночных животных являлись крупные фораминиферы со сложно построенной спиральнозавитой раковинной, относящиеся к семейству фузулинид. Фузулиниды в каменноугольных отложениях встречаются в массовом количестве, являются порообразующими и имеют большое стратиграфическое значение. Из членистоногих большое распространение получили насекомые. Это, скорее всего, было связано с пышным расцветом наземной растительности. В каменноугольном периоде насекомые были единственными представителями летающего животного мира.

Пермский период. 298,3–252,2 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале пермская система подразделяется на три отдела и 9 ярусов. Нижний (чисуралинский) отдел – ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский ярусы, средний (гваделупский) отдел – родский, вордский, капитенский ярусы, верхний (лопингский) отдел – вучапингский и чангсинский ярусы. В Общей стратиграфической шкале России пермь подразделяется на три отдела и 9 ярусов. Наименования и объемы отделов и ярусов в Общей стратиграфической шкале России только частично полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале – три отдела с собственными наименованиями и 9 ярусов. По объему совпадает нижний отдел Общей шкалы, именуемый приуральским с чисуралинским отделом Международной шкалы. Нижние три яруса Общей шкалы совпадают по объемам и наименованиям с тремя ярусами Международной шкалы – ассельский, сакмарский, артинский. На уровне кунгурского яруса Международной шкалы в Общей шкале в верхах приуральского отдела выделяется два яруса – кунгурский и уфимский. Средний отдел Общей стратиграфической шкалы России именуется биарминским и состоит из двух ярусов – казанского и уржумского, которые по своему стратиграфическому объему равны соответственно родскому и вордскому ярусам Международной шкалы. В верхнем отделе перми в Общей стратиграфической шкале России, именуемом татарским, выделяется два яруса – северодвинский и вятский. Граница между этими двумя ярусами Общей шкалы располагается на уровне нижней трети вучапингского яруса Международной шкалы. К началу пермского периода завершилось смыкание Лавруссии с Сибирью

– образовалась Лавразия, и Лавразии с Гондваной – образовалась *Пангея II*. Пангея II имела своеобразную конфигурацию – она была вытянута по меридиану, так что Южная Гондвана достигала полюса, а Сибирь – весьма высоких широт, это способствовало развитию оледенения. С востока, со стороны Палеопацифики, в тело Гондваны вдавался широкий залив сохранившейся восточной части *Палеотетиса*, а в этом заливе, тяготея к его северному, лавразийскому, борту, располагались Таримский, Китайско-Корейский, Южно-Китайский и слившийся с последним Индо-синийский континенты, а ближе к южному, гондванскому, – Центрально-иранский, Центрально-афганский, Тибетский.

На месте столкновения Восточной Европы, Казахстана и Сибири возникла высокая горная страна, включавшая Урал, Тянь-Шань, Казахское нагорье, Джунгарию, Алтай, Саяны и продолжавшаяся на восток через Северную и Центральную Монголию в Забайкалье. Ее окаймлял с запада Предуральский прогиб, а с юга мощный и протяженный вулканоплутонический пояс, объединивший более ранние и более короткие пояса и простиравшийся над зоной субдукции океанской коры Палеотетиса.

В теле Лавруссии (ставшей частью Лавразии) продолжает развиваться Арктическо-Североатлантическая рифтовая система, а на юге ее североамериканской части – система Древних Скалистых гор и Западно-Техасский рифтогенный бассейн, открывающийся в Маратонский сегмент герцинского подвижного пояса южной периферии континента.

Органический мир. Среди морских беспозвоночных особенно широким распространением пользовались *фузулиниды*, *аммоноидеи* и замковые *брахиоподы*. Уменьшилась роль четырехлучевых кораллов, табулят, мшанок, иглокожих. Фузулиниды достигли значительного разнообразия. Среди брахиопод ведущая роль принадлежала продуктидам и спириферадам. Существенный прогресс наблюдается в развитии позвоночных. В начале перми по-прежнему обильны рыбы, в том числе и пресноводные. К концу перми вымирают древние лучеперые, сокращается количество акуловых, кистеперых, двоякодышащих. Земноводные, как и в карбоне, были представлены отрядом панцирноголовых (стегоцефалов), которые достигли своего расцвета.

В связи с тем, что климат во второй половине перми стал засушливым, возникла резкая дифференциация растительности и появились новые ее группы. Особенно сильные изменения произошли в растительности тропической области, где вместо влаголюбивых споровых плауновых, членисто-стебельных расселились голосеменные, преимущественно хвойные. Впервые появились цикадофитовые и продолжали развиваться гинкговые. Именно они дали начало новой флоре мезозоя. В умеренных областях флора не претерпела особых изменений. В конце пермского периода имело место одно из крупнейших вымираний палеозойских организмов. Исчезли фузулиниды, четырехлучевые кораллы, табуляты, почти все палеозойские брахиоподы, гониатиты и наутилоидеи с прямой раковиной. Вымерли трилобиты, древние морские ежи и древние морские лилии, многие палеозойские рыбы и позвоночные, а также целый ряд споровых растений.

Вопросы к теме 6

1. На какие периоды делится палеозой?
2. Основное биотическое событие на рубеже докембрия и кембрия.
3. Назовите основные группы фауны кембрийского периода.
4. Палеогеографическое положение континентов в кембрии.
5. Ярусное расчленение ордовика.
6. Основные группы фауны ордовикского периода.
7. Когда в силуре проявилась трансгрессия моря?
8. Основные биотические события силурийского периода.
9. Палеогеографическое положение континентов в девоне.
10. Особенности органического мира девонского периода.
11. Ярусное расчленение карбона в Международной шкале.
12. Основные черны органического мира каменноугольного периода.
13. Время образования суперконтинента Пангея-2.
14. Органический мир пермского периода.
15. Основные эпохи оледенений в палеозое.

Литература к теме 6

См. литературу к теме 1.

Розанов А.Ю. Центры происхождения кембрийских фаун // Палеонтология. Стратиграфия. М., 1980.

Неручев С.Г. Периодичность крупных геологических и биологических событий фанерозоя // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, №4. С. 493–511.

Милановский Е.Е. Глобальная цикличность геологического развития Земли в фанерозое и проблемы великих вымираний // Историческая и региональная геология в системе геологического образования. СПб.: Горный институт, 1999. С. 34–35.

ТЕМА 7. История развития Земли в мезозое

Мезозойская эра подразделяется на три периода: триасовый, юрский и меловой. Общая продолжительность эры составляет около 180 млн лет.

Триасовый период. 252,2–201,3 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале триасовая система подразделяется на три отдела (нижний, средний и верхний). Нижний отдел состоит из двух ярусов – индийского и оленекского. В средний отдел включает анизийский и ладинский ярусы. В верхнем отделе три яруса – карнийский, норийский и рэтский. Наименования и объемы отделов и ярусов триаса в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале.

Триас отличается затуханием тектонической и магматической активности, что привело к тому, что горные сооружения Урала, Аппалачей, Западной и Центральной Европы, Передней и Центральной Азии, и Восточной Австралии подвергаются интенсивному размыву и превращаются в невысокие возвышенности. Сильная засушливость в триасе стала причиной накопления мощных толщ эвапоритов и исключительно огромного по площади распространения красно- и пестроцветных и гипсоносных осадков. Темп карбонатакопления снизился. Это было связано не только с малой площадью морского осадконакопления, но и с высоким уровнем карбонатной компенсации в океане. Этот вывод основан на факте отсутствия карбонатных отложений в глубоководных прогибах, которые стали ареной формирования тер-

ригенно-кремнистых осадков. *Пангея II* еще сохранила свою монолитность, несмотря на продолжающееся развитие внутриконтинентальных рифтовых систем в Южной и Восточной Африке, Центральном Индостане и на западе Австралии. Наиболее широким и глубоко вдававшимся в Пангею являлся, как и в позднем палеозое, *Тетис*, расчленивший ее на лавразийскую и гондванскую части.

Органический мир. В это время заканчивают свое развитие спирифериды и ортоцератиты, а среди позвоночных – стегоцефалы. Продолжали развиваться каламиты и целый ряд споровых палеозойских растений. В морских бассейнах широкое развитие в триасе получили цератиты. Уже в начале триаса они достигли своего расцвета и также быстро стали вымирать в конце триаса. Другие головоногие моллюски – наутилиды, ортоцератиты и белемниты – в триасе были распространены значительно меньше. На рубеже Перми и триаса вымерли фузулиниды, но в триасовом периоде среди фораминифер появились и стали доминировать нодозарииды.

Более разнообразными стали морские позвоночные. Продолжали существовать лучеперые хрящекостные и цельнокостные рыбы. Костистые рыбы появились в среднем триасе. В раннем триасе возникли ихтиозавры, а в среднем – плезиозавры. Для триасового периода характерно большое разнообразие комплексов голосеменной растительности. Это гинкговые, цикадовые, беннеттитовые. Изменился состав хвойных. Вместо древних представителей появились *новые группы* – сосновые, араукариевые и кипарисовые. Большое развитие вновь получили папоротники, роль которых в перми по сравнению с каменноугольным периодом снизилась.

Просторы суши и мелководные пресные бассейны были населены рептилиями, число которых постепенно возрастало, а количество амфибий, в частности стегоцефалов, уменьшилось. В триасе вымерли обычные для пермского периода зверообразные и котилозавры, на смену которым пришли новые группы – *динозавры* и *первые млекопитающие*.

Юрский период. 201,3–145 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале юрская система подразделяется на три отдела: нижний (геттангский, синемюрский, плинсбахский и то-

арский ярусы), средний (ааленский, байосский, батский, келловейский ярусы) и верхний (оксфордский, кеммериджский, титонский ярусы). Наименования и объемы отделов и ярусов юрской системы в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале, за исключением самого последнего яруса. В Российской шкале вместо титонского яруса – волжский.

Раннеюрская эпоха явилась последней эпохой существования Пангеи II как единого суперконтинента. Продолжали развиваться рифтовые системы в области будущей Центральной и Северной Атлантики (включая восточную окраину Северной Америки), Северного моря, Западной и Центральной Европы (Бискайская, Датско-Польская). Раннеюрская трансгрессия привела к образованию обширного эпиконтинентального моря в северной половине Западной и Центральной Европы, широко соединявшегося с *Тетисом*. В платформенных морских бассейнах Евразии накапливались мелководные песчано-глинистые осадки. В континентальных бассейнах растет роль угленосных отложений. Карбонаты и эвапориты формировались в геттанге и синемюре на юге Западно-Европейской платформы. В области Гондваны наибольшие изменения по сравнению с поздним триасом заключались в расширении масштабов трансгрессии по западной, северной и северо-восточной пассивным окраинам Африки, в особенности в пределах Аравии и Африканского Рога, и в мощной вспышке траппового магматизма, начавшегося еще в конце триаса, на крайнем юге Африки, в Антарктиде и на Тасмании. Раскол Гондваны на западную и восточную части, произошедший в поздней юре, не привел еще в эту эпоху к их полному разделению, так как Антарктида оставалась связанной с Южной Америкой и Африкой и с Индией и Австралией, а новообразованный Индийский океан замыкался на юге.

Органический мир. В морских бассейнах абсолютное господство принадлежало *аммоноидеям*. Наряду с ними были распространены *брахиоподы*, *фораминиферы*, *кораллы*. Для юрского периода весьма характерно исключительное развитие класса пресмыкающихся. Среди них плавающие, прыгающие, летающие, ползающие, морские, пресноводные и наземные обитатели. Морские позвоночные представлены рыбами и рептилиями. Лу-

чеперые рыбы в своем большинстве принадлежали цельнокостным, но вместе с ними развивались костистые, которые стали прогрессировать в поздней юре. В юрском периоде своего расцвета достигли *ихтиозавры* и *плезиозавры*. Животный мир суши был довольно своеобразным. Господствовали рептилии. Гигантские динозавры достигали размеров 25–30 м. Среди крылатых ящеров – птерозавров – различают примитивных рамфоринхов, а в поздней юре появляются более специализированные птеродактили. В юрском периоде обособляется последний по времени своего появления класс позвоночных животных – птиц, предками которых, возможно, были мелкие ящерицеподобные пресмыкающиеся. В поздней юре известны единичные находки первоптицы *Archaeopteryx*. Млекопитающие были мелкими и малораспространенными. В растительном мире юрского периода господствовали различные *группы голосеменных*: хвойные, гинкговые, цикадовые, беннеттитовые. Вместе с ними распространены *папоротники* и *хвои*.

Меловой период. 145 млн–66 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале меловая система подразделяется на два отдела. Нижний отдел подразделяется на берриасский, валанжинский, готеривский, барремский, аптский, альбский ярусы. Верхний отдел подразделяется на сеноманский, туронский, коньякский, сантонский, кампанский, маастрихтский ярусы. Наименования и объемы отделов и ярусов меловой системы в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале.

Начавшийся в конце средней юры распад Пангеи II продолжается с возрастающей интенсивностью. В раннемеловую эпоху формируется Южная Атлантика, а в конце раннего мела начинается раскол последнего моста, еще соединявшего Южную Америку с Африкой, приводящий к соединению Южной и Центральной Атлантики. Тем временем последняя разрастается к северу, отделяя Иберийский полуостров от Ньюфаундленда. Происходит дальнейшее расширение Карибского бассейна и Тетиса (Неотетиса). В Индийском океане расширяются бассейны, отделяющие Индостан (с Мадагаскаром и Сейшельскими островами) от Африки и Австралии, а на юге Африку и Индостан от Антарктиды, все еще связанной с Австралией. В начале раннего

мела во многих подвижных поясах еще продолжают деформации, поднятия и гранитоидный магматизм начавшейся в конце юры *позднекеммерийской* эпохи тектонической активности. Во второй половине раннего мела начинает нарастать новая волна эндогенной активности, которая достигла своей кульминации уже в начале позднего мела. Соответствующая тектоническая фаза получила в Европе название *австрийской*.

Органический мир. В морских бассейнах мелового периода важнейшими группами являются *головоногие, двустворчатые и брюхоногие моллюски, морские ежи, брахиоподы, губки, мианки, шестилучевые кораллы, фораминиферы*. На границе юры и мела происходит новое значительное обновление аммонитов. Возникают и широко распространяются гигантские формы. Среди морских позвоночных продолжали существовать некогда господствовавшие *плезиозавры*. *Ихтиозавры* постепенно исчезают и уже в конце раннемеловой эпохи вымирают. Им на смену приходит новая водная группа – *змееподобные долихозавры и мезозавры*, которые быстро становятся господствующими в море. В начале раннемеловой эпохи наземная флора имела много общего с позднеюрской. В целом флора раннего мела оставалась мезофитной, но в барреме появились *первые покрытосеменные*, которые стали преобладать в позднемеловое время. Продолжали господствовать динозавры. Для раннего мела были характерны игуанодоны, для позднего – семейство гадрозавров, или утконосных динозавров, которые были одними из самых крупных двуногих животных того времени. Большое распространение получили летающие ящеры – *птеродактили*. Все они доживут до конца маастрихта и затем навсегда исчезнут. Для мелового периода характерно появление змей, которые, как и крокодилы, большое развитие получили в кайнозое. Млекопитающие, появившиеся еще в начале мезозоя, все еще были мелкими и встречались довольно редко.

Вопросы к теме 7

1. На какие периоды делится мезозой?
2. Основное биотические события мезозойской эры.
3. Назовите основные группы фауны триасового периода.

4. Палеогеографическое положение континентов в юрском периоде.
5. Ярусное расчленение меловой системы.
6. Основные группы фауны юрского периода.
8. Палеогеографическое положение континентов в меловом периоде.
9. Особенности органического мира мелового периода.
10. Ярусное расчленение меловой системы.

Литература к теме 7

См. литературу к теме 1.

Добрускина И.А. Граница перми и триаса // Границы геологических систем. М., 1976.

Левен Э.Я. Отделы пермской системы // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1979. Т. 49. Вып. 1.

Волков Ю.В. Климатическая изменчивость в триасе, юре и мелу // Доклады РАН. 1994. Т. 335. № 4.

Аркелл В.Д. Юрские отложения земного шара. М., 1961.

Худолей К.М. Палеогеография акваторий Земли на рубеже триаса и юры // Сов. геология. 1990. № 3.

ТЕМА 8. История развития Земли в кайнозое

Палеогеновый период. 66–23 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале палеогеновая система подразделяется на три отдела. Первый отдел называется *палеоцен*. Он состоит из датского, зеландского и танетского ярусов. Второй отдел – *эоцен*. Он включает ипрский, лютетский, бартонский и приабонский ярусы. Третий отдел – *олигоцен*. Он состоит из рюпельского и хаттского ярусов. Наименования и объемы отделов и ярусов палеогена в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале.

Палеоген – время проявления *альпийской* складчатости. После сравнительно спокойного этапа, приходящегося на первую половину палеогенового периода, в конце эоцена усилились альпийские складчатые движения. Они были наиболее сильными в

Неотетисе, где привели к росту поднятий и смене флишевых и вулканогенных толщ молассаами, которые накапливались в межгорных впадинах и предгорных прогибах, ограниченных, как правило, разломами. Со складчатыми движениями палеогена связано внедрение основных, а чаще кислых интрузий во многих районах *Неотетиса* (Альпы, Малый Кавказ, Малая Азия, Памир и др.). Одной из особенностей палеогеновой тектоники стали расколы земной коры и движения по ним. Возникают рифтовые зоны в Гренландии и Индостане. Во второй половине палеогена закладывается система рифтов Восточной Африки, протягивающаяся на 2500 км в меридиональном направлении. Формирование этих зон сопровождается активным вулканизмом. В палеогене заканчивается трапповый магматизм на плато Декан (Индия). Почти на всей площади континентов переход от мела к палеоцену и значительная часть палеоцена ознаменовались глубокой регрессией. Весьма значительной она была в Северной Америке и Европе, затронув и Баренцево море. В Северном море и Западной Сибири сохранились открытые к северу заливы; морские условия удержались на юге Восточной Европы – в Причерноморье, Предкавказье и восточнее – в Закаспии. В олигоцене структурный план Земли, очертания материков и расположение срединно-океанических хребтов океанов приобрели вид, уже близкий к современному.

Органический мир. На рубеже мезозоя и кайнозоя многие характерные для мезозоя морские и наземные животные вымерли, а сохранившиеся утратили свое значение. К этому времени полностью прекращают свое существование аммониты, белемниты, рудисты, иноцерамы, а также ихтиозавры, плезиозавры, динозавры и ряд групп мезозойских пресмыкающихся. Их место занимают бурно развивающиеся *млекопитающие*. Исключительно большое развитие получили *фораминиферы*. Резкий толчок в развитии испытала покрытосеменная растительность, которая стала доминировать. Существенные изменения произошли в наземной фауне палеогена. Земноводные представлены *гигантскими саламандрами*, а также *лягушками* и *жабами*. В воздухе доминировали *птицы*. Млекопитающие палеогена были разнообразными. Уже в эоцене широко распространились основные отряды кайнозойских *грызунов*, *хищников*, *непарно-* и *парноко-*

пытных. В это же время возникли *насекомоядные* и *зайцеобразные*. Уже в начале палеогена появились *лемуры* – наиболее примитивная группа среди приматов, называемая полуобезьянами. Только в конце эоцена возникли настоящие обезьяны – *антропиды*.

Неогеновый период. 23–2,59 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале неогеновая система подразделяется на два отдела (миоцен, плиоцен). *Миоцен* состоит из 6 ярусов (аквитанский, бурдигальский, лангийский, серравалийский, тортонский, мессинский). *Плиоцен* подразделяется на занкльский и пьаченцкий ярусы. Наименования и объемы отделов и ярусов неогена в Общей стратиграфической шкале России полностью совпадают с таковыми в Международной стратиграфической шкале.

Геологическая история Земли в неогене определялась тем, что в это время достигла своего максимума альпийская складчатость и широко проявился эпиплатформенный орогенез. *Альпийская складчатость* наиболее широко проявились в конце эоцена (пиренейская фаза), в конце олигоцена (савская фаза), в конце миоцена (штирийская фаза) и в конце плиоцена (валахская фаза). Уже после пиренейской фазы началось воздымание антиклинорных структур в Средиземноморском складчатом поясе, которое продолжалось до конца неогена, сопровождаясь образованием и расширением краевых и межгорных прогибов, в которых накапливалась молассовая формация. В Тихоокеанском подвижном поясе альпийская складчатость отразилась слабее, здесь морские прогибы продолжали развиваться в миоцене, местами до начала плиоцена, и поэтому краевые прогибы менее типичны.

Органический мир. В морях неогена обитали *двустворчатые* и *брюхоногие моллюски*, *остракоды*. Все они имеют важное стратиграфическое значение. Реже, чем в более древних отложениях, обнаруживаются остатки мшанок, губок, кораллов, брахиопод, иглокожих, рыб и водных млекопитающих. В составе фораминиферовой фауны произошли крупные изменения. Вымерли нуммулиты, ассилыны и дискоциклины, но очень обильной стала фауна *планктонных фораминифер*. Среди водных позвоночных господствовали костистые рыбы. Много остатков хрящевых рыб. В начале неогена появились *ластоногие*, *тюлени*

и *моржи*. Моря неогенового периода характеризовались богатством одноклеточных водорослей – *диатомовых* и *золотистых* (*кокколитофорида*). Последние имеют важное стратиграфическое значение. Сильно меняется состав организмов суши. Возникли и широко распространились современные семейства и роды *хищных*, *копытных* и *хоботных*. Приматы в неогене обитали не только в лесах, но и стали осваивать открытые пространства. В верхнемиоценовых отложениях Европы обнаружены остатки обезьян – *дриопитеков*, напоминающих современных шимпанзе. Древнейшим представителем гоминид считается раманипитек, остатки которого обнаружены в отложениях верхнего миоцена Индии и Кении. Много ископаемых остатков гоминид описаны из отложений верхнего плиоцена Восточной и Южной Африки. Все они принадлежат разновидностям австралопитека – собственно австралопитеку, парантропу и зинджанотропу. Все перечисленные остатки по строению ближе к скелету людей, чем любая из современных человекообразных обезьян.

Четвертичный период. 2,59–0 млн лет назад. В Международной стратиграфической шкале четвертичная система подразделяется на два отдела (плейстоцен, голоцен). Ярусное расчленение имеет только *плейстоцен*. В низах отдела установлены гелазский и калабрийский ярусы. Выше располагаются подразделения ярусного ранга, которые имеют названия средний и поздний. *Голоцен* не имеет ярусного расчленения. В Общей стратиграфической шкале России четвертичная система также разделена на два отдела – плейстоцен и голоцен. В плейстоцене установлен только первый ярус – гелазский. В верхней части отдела ярусы не установлены. Нет ярусов и в голоцене.

От более древних периодов четвертичный отличается рядом особенностей. Во-первых, необычайно *малой длительностью периода*. Во-вторых, присутствием в отложениях четвертичной системы *остатков человека* и его культуры. В-третьих, *резкими и многократными изменениями климата*, а значит, и природных условий в целом и особенностей денудации и осадконакопления. В-четвертых, *осадочный чехол*, сформированный в течение четвертичного времени, *имеет повсеместное распространение* как на поверхности суши, так и на дне морей и океанов. В-пятых, осадочным образованиям четвертичного возраста свойственны

сложное строение разреза, пестрота фаций и быстрая изменчивость литологического состава, относительная кратковременность формирования и небольшая мощность при сравнительно высокой скорости осадконакопления.

Наиболее распространены отложения *водные* (аллювиальные, озерные, болотные, пролювиальные), *ледниковые* (в том числе озерно-ледниковые и ледниково-речные) и *эоловые*. Распределены отложения неравномерно. Так, в Антарктиде четвертичные отложения полностью ледниковые. По некоторым данным, 20 % Евразии и 50 % площади Северной Америки и Канадского Арктического архипелага также покрыты ледниковыми образованиями. Батиальные и абиссальные терригенные, органогенные, хемогенные и вулканогенные осадки занимают более половины поверхности земного шара. Значительно меньшие площади занимают осадки шельфа. В четвертичном периоде отмечается повышенная тектоническая активность земной коры, хотя контуры континентов и океанов приобрели уже свой современный облик. Продолжается *альпийский цикл тектогенеза*, заключительные фазы которого в течение последних 25 млн лет (неоген-четвертичное время) выделяются в самостоятельный неотектонический этап.

Органический мир. В конце плиоцена и в самом начале четвертичного периода на юге Восточной Европы обитало много теплолюбивых форм, среди которых были мастодонты, южные слоны, *слон Громова*, *гиппарион*, *саблезубый тигр*, *этрусская носорог* и др. В это же время на юге Западной Европы кроме перечисленных жили *гиппотамы* и *страусы*. *Мамонты* и *шерстистые носороги* стали обитать на юге Европы. Они заселили всю Западную и Восточную Сибирь, проникли в Северную Америку. Изоляция способствовала сохранению прежней фауны в Австралии, Южной Америке, Центральной и Южной Африке. Однако периодически наступавшие похолодания приводили к существенному обеднению фауны. В конце плейстоцена – начале голоцена вымерли хорошо приспособившиеся к условиям сурового климата мамонты, шерстистые носороги, большерогие олени. В Северной Америке исчезли крупные млекопитающие и среди них ленивцы и мастодонты. Наиболее важное событие четвертичного периода – *стремительное развитие человека*.

Предковой формой ископаемых людей были австралопитеки, принадлежащие семейству гоминид. Они встречены только на Африканском континенте. Впервые они появились в Восточной Африке около 5 млн лет назад.

Вопросы к теме 7

1. Ярусное расчленение палеогена.
2. Основные биотические события палеогена.
3. Назовите основные группы фауны палеогенового периода.
4. Палеогеографическое положение континентов в кайнозое.
5. Ярусное расчленение неогена.
6. Основные группы фауны неогенового периода.
8. Климатические особенности кайнозоя.
9. Особенности четвертичного периода.

Литература к теме 7

См. литературу к теме 1.

Борзенкова И.И. Изменение климата в кайнозое. Л., 1992.

Зальцман И.Г. Границы глобальных стратиграфических подразделений палеогена и неогена // Границы крупных подразделений фанерозоя Сибири. Новосибирск, 1982.

Общий список литературы

а) основная литература

Бискэ Ю.С. Общая стратиграфическая шкала фанерозоя. СПб., 2001.

Войткевич Г.В. Геологическая хронология Земли. М., 1984.

Геологический словарь: В 3 т. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. Т. 1. А-Й. 432 с.; 2011. Т. 2. К-П. 480 с.; 2012. Т. 3. Р-Я. 440 с.

Гладенков Ю.Б. Биосферная стратиграфия (проблемы стратиграфии начала XXI века). М.: ГЕОС, 2004. 120 с. (Труды ГИН РАН; Вып. 551).

Гордиенко И.В. История развития Земли. Новосибирск: Гео, 2008. 293 с.

Гречишников И.А., Левицкий Е.С. Практические занятия по исторической геологии. М.: Недра, 1979. 169 с.

Зоненшайн Л.П. Палеогеодинамика. М., 1993.

История океана Тетис. М., 1987.

Кеннет Дж. Морская геология: в 2 кн. М., 1987.

Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология: учебник для высш. проф. образования. – 5-е изд., перераб. М.: Изд. центр «Академия», 2011. 464 с.

Леонов Г.П. Основы стратиграфии: В 2 кн. М., 1973, 1974.

Немков Г.И. и др. Историческая геология. М.: Недра, 1986.

Подобина В.М., Родыгин С.А. Историческая геология. Томск, 2000.

Сорохтин О.Г., Чилингар Дж.В., Сорохтин Н.О. Теория развития Земли: происхождение, эволюция и трагическое будущее. М., 2010.

Стратиграфический кодекс России. Изд. 3-е. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.

Федоров П.В. История земной коры. Атлас иллюстраций к курсу исторической геологии: учеб. пособие. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 16 с.

Хаин В.Е. Историческая геотектоника: в 3 кн. М., 1988–1993.

Янин Б.Т. Палеобиогеография: учебник для студентов высш. учеб. заведений. М.: Издат. центр «Академия», 2009. 256 с.

Wicander R, Monroe J.S. Historical Geology: Evolution of Earth and Life Through Time. Sixth Edition. Brooks/Cole, Cengage Learning, 2010. 463 p.

б) дополнительная литература

Вронский В.А., Войткевич Г.В. Основы палеогеографии. Ростов н/Д: Феникс, 1997. 576 с.

Вышемирский С.В., Конторович А.Э. Циклический характер нефтенакопления в истории Земли // Геология и геофизика. 1997. № 5.

Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. М.: Недра, 2007. 511 с.

Кузнецов В.Г. Эволюция кремненакопления в истории Земли и ее соотношение с развитием биоты // Доклады АН. 2011. Т. 441. № 6.

Логвиненко Н. В. Петрография осадочных пород. 2-е изд. М., 1974.

Неклюкова Н.П. Общее землеведение. М.: Просвещение, 1976.

Розенбуш Г. Описательная петрография: пер. с нем. М., 1934.

Рухин Л. Б. Основы литологии. 3-е изд. Л., 1969.

Страхов Н. М. Основы теории литогенеза: в 2 ч. М., 1960–62.

Frei R., Gaucher C., Canfield D.E., Poulton S.W. Fluctuations in Precambrian atmospheric oxygenation recorded by chromium isotopes // Nature. 2009. Vol. 461. P. 250–253.

Оглавление

Цели освоения дисциплины (курса)	3
ТЕМА 1. Историческая геология: предмет и задачи исторической геологии, связь с другими геологическими дисциплинами	4
ТЕМА 2. Стратиграфия и геохронология.....	7
ТЕМА 3. Восстановление палеогеографических обстановок	10
ТЕМА 4. Доархейский этап развития и история развития Земли в архее.....	14
ТЕМА 5. История развития Земли в протерозое	17
ТЕМА 6. История развития Земли в палеозое	23
ТЕМА 7. История развития Земли в мезозое.....	33
ТЕМА 8. История развития Земли в кайнозое.....	38
Общий список литературы	44

Учебное издание

Сенников Николай Валерианович,
Коровников Игорь Валентинович,
Новожилова Наталья Валентиновна

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Методическое пособие

Редактор *С. В. Исакова*

Пописано в печать 29.03.2017 г.
Формат 60x84/16. Уч.-изд. л. 3. Усл. печ. л. 2,8.

Тираж 80 экз. Заказ №30.

Издательско-полиграфический центр НГУ.
630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2
(383)363-40-35