

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

А. П. ГУСЕВ

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Практическое руководство

для студентов специальности

1- 51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2016

УДК 551.7(076)
ББК 26.33я73
Г962

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук В. Г. Жогло,
кафедра геологии и географии учреждения образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

Гусев, А. П.

Г962 Историческая геология. Методы исследования :
практическое руководство / А. П. Гусев ; М-во образования
Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. –
Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2016. – 41 с.
ISBN 978-985-577-178-5

Практическое руководство включает тематику занятий, пояснительный материал, задания и вопросы для самоконтроля, литературу, а также контрольный тест по разделу «Методы исследований» курса «Историческая геология». Представлены методы определения относительного и абсолютного возраста геологических тел, стратиграфические и геохронологические шкалы, методы палеогеографических и палеотектонических реконструкций. Практические задания посвящены био-стратиграфическому методу, фациальному анализу, палеоклиматическому анализу, палеотектоническому анализу.

Адресовано студентам специальности 1 - 51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

УДК 551.7(076)
ББК 26.33я73

ISBN 978-985-577-178-5

© Гусев А. П., 2016
© Учреждение образования «Гомельский
государственный университет
имени Франциска Скорины», 2016

Оглавление

Предисловие.....	4
Тема 1. Методы определения возраста горных пород.....	5
Тема 2. Стратиграфические и геохронологические шкалы.....	12
Тема 3. Методы палеогеографических реконструкций.....	16
Тема 4. Методы палеотектонических реконструкций.....	25
Тест по дисциплине.....	34
Приложение А. Руководящие таксоны.....	38
Приложение Б. Литоиндикаторы условий осадконакопления и палеоклимата.....	39
Приложение В. Биоиндикаторы условий осадконакопления и палеоклимата.....	40
Приложение Г. Фитоиндикаторы палеоклимата и палеоландшафтов.....	41

Предисловие

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

Историческая геология – комплексная, синтетическая дисциплина. Включает три главных компонента: 1) стратиграфию и геохронологию; 2) палеогеографию; 3) палеотектонику. Стратиграфия – наука о пространственно-временных взаимоотношениях геологических тел в земной коре. Это первая ступень исторической геологии, ее хронологический каркас, который затем обрастает данными литологии, седиментологии, палеогеографии, палеоклиматологии, тектоники, вулканологии, палеонтологии и так далее и превращается в полноценную историю Земли, животного и растительного мира. Со стратиграфией тесно связана геохронология – наука об исчислении и определении временной последовательности событий в истории Земли. Палеогеография – занимается восстановлением физико-географических условий геологического прошлого. Палеотектоника изучает историю движений и деформаций земной коры. Все эти частные дисциплины и научные направления имеют своей целью воссоздание отдельных аспектов обстановок геологического прошлого, а объединение их данных в общую картину составляет задачу исторической геологии в целом.

Практическое руководство включает тематику занятий, пояснительный материал, задания и вопросы для самоконтроля, литературу, а также контрольный тест по разделу «Методы исследований» курса «Историческая геология». Представлены методы определения относительного и абсолютного возраста геологических тел, стратиграфические и геохронологические шкалы, методы палеогеографических и палеотектонических реконструкций. Практические задания посвящены биостратиграфическому методу, фациальному анализу, палеоклиматическому анализу, палеотектоническому анализу. Адресовано студентам специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Тема 1

Методы определения возраста горных пород

- 1 Общие сведения.
- 2 Методы определения относительного возраста.
- 3 Методы определения абсолютного возраста.

Определение возраста горных пород – одна из главных задач, решаемых исторической геологией. Решает эту задачу стратиграфия, которая занимается периодизацией геологической истории Земли (в том числе биосферы) в виде стратиграфических шкал и схем. Основная цель стратиграфии – восстановление первичной (исторической) пространственно-временной последовательности распространения слоев (геологических тел, стратонов) в земной коре.

Для достижения этой цели стратиграфия решает 3 задачи: 1) расчленение конкретного разреза на составные части (стратиграфические подразделения или стратоны) на основании различий вещественных, палеонтологических или хронологических данных; 2) стратиграфическая корреляция – сопоставление частных последовательностей стратонов в разобраных разрезах (построение стратиграфических схем) с последовательностями эталонных стратонов – шкалами; 3) выяснение положения выделенных стратиграфических подразделений в глобальной стратиграфической шкале (глобальной шкале геологического времени), т. е. датировка геологических событий.

На решения этих задач направлены методы стратиграфии. Наиболее важную информацию о геологическом времени дают методы, связанные с изучением необратимых, линейно направленных, геологических процессов – радиоизотопный и биостратиграфический. Объективные результаты получают при сопряженном (комплексном) применении разных методов, что обеспечивает их взаимоконтроль и позволяет характеризовать стратиграфические подразделения комплексом различных признаков.

Выделяют методы определения относительного возраста и методы определения абсолютного возраста. Последние представлены только одним методом – радиоизотопным, основанным на явлении радиоактивного распада некоторых химических элементов.

Геологические методы. Основаны на изучении литологического и минерально-петрографического состава пород, условий залегания и особенностей напластования пород. Используются для расчленения и корреляции разрезов. Полезным инструментом для установления хроностратиграфических границ являются несогласия и литологические признаки.

К литологическим признакам осадочных толщ относятся: петрографический состав, слоистость, окраска, конкреции, перерывы, цикличность и так далее. Простейшим и наиболее очевидным способом установления относительного возраста и относительного хроностратиграфического положения слоев горных пород является их физическое взаиморасположение. Для стратиграфической корреляции особый интерес представляют слои, выдержанные на большой площади и характеризующиеся своеобразным составом – маркирующие. Маркирующие слои позволяют расчленять осадочные толщи на отдельные части и проследивать границы выделенных подразделений на значительные расстояния. Примеры маркирующих слоев, выделяемых на литологической основе: пепловые слои (тефростратиграфия); керогеновые слои, черносланцевые слои, турбидиты (отложения подводных мутьевых потоков), инундиты (отложения сильных наводнений), темпеститы (штормовые слои), ископаемые почвы и так далее

Магнитостратиграфический метод. Свойством, наиболее полезным для определения относительного возраста, является изменение направления остаточной намагниченности пород, вызванное инверсиями полярности магнитного поля Земли. Инверсии полярности в геологической истории происходили многократно. Они отражаются в породах, так как породы во время своего формирования намагничиваются в направлении магнитного поля Земли. Направление остаточной намагниченности, зарегистрированное в геологическом разрезе, может использоваться как основа для решения задач расчленения и стратиграфической корреляции.

Магнитополярные (палеомагнитные) подразделения основаны на магнитных параметрах, отражающих характеристики изменения геомагнитного поля во времени: изменения полярности поля (инверсии, экскурсы), его напряженности, координат палеомагнитных полюсов и др. При этом главной характеристикой и основным критерием выделения является полярность геомагнитного поля. Магнитополярными подразделениями являются магнитозоны полярности (магнитозоны, зоны полярности) – совокупности геологических тел в первичной последовательности залегания, объединенных присущей им магнитной полярностью, отличающей их от подстилающих и перекрывающих слоев.

Магнитная полярность геологических тел определяется первичной составляющей их естественной остаточной намагниченности, совпадающей с полярностью палеомагнитного поля.

Сейсмостратиграфический метод – метод, основанный на анализе временных сейсмических разрезов. По скоростным параметрам и особенностям сейсмической записи с учетом данных бурения можно судить о возрасте и вещественном составе пород. То есть сейсмический разрез интерпретируется в геологический разрез. Так, важными признаками

сейсмостратиграфических подразделений являются их пространственная форма и рисунок сейсмической записи, отражающей особенности наслоений в разных условиях осадконакопления. Достоинствами метода являются: относительно небольшие финансовые затраты; быстрота получаемых результатов и их наглядность; масштабность исследований (в смысле охвата значительных площадей осадочных бассейнов); способность изучать осадочный чехол в труднодоступных и плохо обнаженных районах (акватории, болота и прочее); возможность расчленять чехол на больших глубинах; возможность получать трехмерное изображение. Ограничения метода: сейсмостратиграфический метод работает только в осадочных бассейнах, где углы наклона пород, как правило, не выходят за пределы 10–20°; требует совместного применения биостратиграфического или радиоизотопного методов.

Климатостратиграфический метод основан на использовании детальных палеоклиматических реконструкций для стратиграфического расчленения и корреляции отложений. Он позволяет увеличить дробность стратиграфического расчленения и повышает надежность корреляций. Наиболее эффективно применяется для плиоценовых и четвертичных отложений. В его основе – представление о климатических циклах. Каждый цикл характеризуется определенным распределением тепла и влаги (ландшафтных условий), которое отражается на органическом мире, особенностях накопления и разрушения пород. Климатостратиграфические подразделения – это совокупности горных пород, признаки которых обусловлены периодическими изменениями климата, зафиксированными в особенностях вещественного состава пород и ассоциаций остатков организмов, с учетом длительности формирования стратонив соответствующего ранга. Такие подразделения используются для четвертичных отложений. Границами климатостратиграфических подразделений являются палеоклиматические рубежи, выраженные в изменении литологического состава отложений, в смене ассоциаций организмов – климатических индикаторов, геохимической среды, седиментационных процессов и так далее

Биостратиграфический метод опирается на изучение палеонтологических остатков в рамках одного из основных положений эволюционной теории – необратимости эволюции органического мира. Это обеспечивает главное преимущество данного метода перед другими – неповторимость эволюции живых организмов. Есть и другое преимущество – широкое пространственное распространение многих таксонов организмов и их комплексов, что допускает широкую корреляцию разрезов разных отдаленных друг от друга провинций и областей. Биостратиграфия была и остается самым важным (для фанерозоя) методом определения относительного возраста геологических тел. Основанием для расчленения

биостратиграфическим методом того или иного разреза служит выявление определенной последовательности комплексов органических остатков, что позволяет обособлять разного типа стратиграфические единицы. Существует несколько биостратиграфических методов: 1) метод руководящих ископаемых (руководящих форм или таксонов); 2) метод органических комплексов (комплексов палеофлоры и палеофауны); 3) эволюционный (филогенетический) метод; 4) палеоэкологический метод; 5) количественный метод корреляции. Недостаток биостратиграфических методов – они не работают в случае магматических пород. Магматические породы не содержат органические остатки, поэтому их возраст может определяться только косвенным путем исходя из взаимодействия с осадочными породами. Основной единицей биостратиграфических подразделений является биостратиграфическая зона.

Кроме того, для решения задач стратиграфии используются другие методы: каротажный метод, геохимический метод, секвенс-стратиграфический метод, экостратиграфический метод, событийно-стратиграфический метод и т. д.

Радиоизотопные (радиогеохронологические) методы. Только эти методы дают реальные представления об абсолютном возрасте пород, об абсолютной продолжительности времени их формирования. Они основаны на явлении радиоактивного распада. Радиогеохронологические методы имеют множество ограничений и достаточно большую погрешность – в несколько %, что в масштабе геологического времени оборачивается миллионами лет. В настоящее время широко применяются разнообразные радиогеохронологические методы: урано-ториево-свинцовый, свинцовый, рубидий-стронциевый, калий-аргоновый, самарий-неодимовый, радиоуглеродный.

Урано-ториево-свинцовый метод основан на использовании трех процессов радиоактивного распада изотопов урана и тория: уран-237→свинец-206 (период полураспада 4510 млн. лет); уран-235→свинец-207 (период полураспада 713 млн. лет); торий-232→свинец-208 (период полураспада 15 170 млн. лет). Исходя из продолжительности распада минералы, содержащие эти элементы, используются для определения возраста путем измерения содержания радиоактивных изотопов урана и тория, радиогенных изотопов свинца, нерадиогенного изотопа свинца (204) и расчета изотопных отношений.

Рубидий-стронциевый метод основан на очень медленном распаде изотопа рубидия-87 (период полураспада 47000 млн. лет) и превращения его в изотоп стронция-87. Применяется для определения возраста докембрийских и палеозойских пород. Возраст пород, содержащих только

стронций, но без рубидия, оценивается стронциевым методом по отношению изотопов стронция (87 и 86).

Калий-аргоновый метод основан на распаде радиоактивного калия-40, который превращается в аргон-40 (период полураспада 1300 млн. лет). Применяется для датировки слюд, амфиболов, калиевого полевого шпата, глауконита и валовых проб изверженных пород с возрастом от десятков до сотен миллионов лет.

Радиоуглеродный метод основан на определении радиоактивного изотопа углерода-14 (период полураспада 5 750 лет) в органических остатках или породах с высоким содержанием органики. Датирует осадки не древнее 60–80 тыс. лет.

Радиогеохронологические методы имеют наибольшую ценность для датировки магматических и метаморфических пород, лишенных органических остатков. Наилучшие результаты показывают в случае магматических пород. Возраст осадочных пород обычно определяется косвенно по возрасту прорывающих, перекрывающих, подстилающих интрузий или эффузивов. Для осадочных пород непосредственно используются только радиоуглеродный метод и калий-аргоновый метод (для датировки песчаных пород).

Задания

1 Используя Приложение А, определите возраст слоев (до периода) в следующем геологическом разрезе 1:

- 1-й слой – песок желтый, 5 м;
- 2-й слой – торф среднеразложенный (*Pinus, Picea, Betula, Salix, Carex*), 5 м;
- 3-й слой – суглинок красно-коричневый с гравием и галькой, 20 м;
- 4-й слой – бурый уголь с прослоями алевритов (пыльца *Nissa, Taxodium*), 50 м;
- 5-й слой – песок темно-зеленый, глинистый, кварц-глауконитовый (пыльца *Pinus, Podocarpus*), 30 м;
- 6-й слой – алеврит темно-зеленый (пыльца *Pinus, Engelhardia, Myrica, Platycarya*), 20 м;
- 7-й слой – мергели и известняки мелоподобные (остатки *Inoceramus labiatus, Inoceramus apicalis, Gavelinella ammonoides*), 50 м;
- 8-й слой – известняки, мергели (остатки *Arcestes gaytani, Dawsonites canadensis*), 30 м;
- 9-й слой – мергели (*Monoclimacis ultimus*), 10 м.

2 Используя Приложение А, определите возраст слоев (до периода) в следующем геологическом разрезе 2:

- 1-й слой – песчаники разномерные косослоистые с примесью гальки, прослой алевролитов с остатками наземных растений (*Pinus, Betula, Tilia, Quercus*), мощность 5 м;
- 2-й слой – суглинки с галькой, валуны. Мощность 10 м;
- 3-й слой – известняки (остатки *Inoceramus involutus*) и алевролиты с кораллами. Мощность 90 м;
- 4-й слой – аргиллиты с прослоями песчаников и известняков. Содержат зерна шамозита и остатки морских беспозвоночных (*Requienia ammonia*). Мощность 20 м;
- 5-й слой – песчаники с прослоями каменного угля (*Nilssonina orientalis, Nilssonina acuminata, Czekanowskia setacea*). Мощность 30 м;
- 6-й слой – известняки (остатки *Cardioceras cordatum, Cardioceras alternans*) с маломощными прослоями глин. Мощность 100 м;
- 7-й слой – аргиллиты с прослоями коралловых известняков (остатки моллюсков *Monotis ochotica, Halobia neumayri*). Мощность 20 м;
- 8-й слой – каменная соль, гипсы и ангидриты с прослоями мергелей и аргиллитов. Мощность 130 м;
- 9-й слой – темные песчаники и аргиллиты со скоплениями углефицированных остатков наземных растений (*Walchia piniformis, Callipteris conferta*). Мощность 25 м.

3 Используя Приложение А, определите возраст слоев (до периода) в следующем геологическом разрезе 3:

- 1-й слой – торф среднеразложившийся (*Pinus, Alnus, Salix, Carex*), 5 м;
- 2-й слой – суглинок красно-коричневый с гравием и галькой, 30 м;
- 3-й слой – глины пестроцветные (пыльца *Pinus, Tsuga, Castanea*), 10 м;
- 4-й слой – бурый уголь с прослоями алевритов (пыльца *Nissa, Taxodium*), 100 м;
- 5-й слой – песок пылеватый, зеленоватый, глауконитовый (пыльца *Pinus, Myrica*), 20 м;
- 6-й слой – мел глинистый (остатки *Belemnites praecursor*), 50 м;
- 7-й слой – известняки (остатки *Cardioceras cordatum, Cardioceras alternans*), 50 м;
- 8-й слой – известняки мергелистые (остатки *Paragastrioceras jossae, Artinskia artiensis, Medlicottia orbignyana*), 30 м;
- 9-й слой – известняки глинистые (*Monograptus formosus*), 50 м;
- 10-й слой – песчаники с прослоями глин (*Paracrocephalites robustus, Acrocephalites militans*), 30 м;
- 11-й слой – песчаники и алевролиты (остатки *Paradoxides bohemicus, Ellipsocephalus hoffi*), 10 м.

4 Проведите стратиграфическую корреляцию между разрезами 1, 2 и 3. Составление схемы корреляции разрезов осуществляется следующим образом. Проводится анализ разрезов, в ходе которого выявляются разновозрастные отложения. Графическое выражение корреляции разрезов сводится к проведению линий сопоставления, соединяющих подошву и кровлю разновозрастных стратиграфических единиц всех соседних разрезов. В случае выпадения стратиграфического подразделения, линии сопоставления подошвы и кровли этого подразделения сходятся. В итоге сопоставления разрезов составляется сводный стратиграфический разрез или колонка отложений, слагающих данный район. На завершающем этапе проводится составление сводного стратиграфического разреза, который изображается графически. В сводный стратиграфический разрез района должны быть включены все стратиграфические единицы, выделенные в отдельных разрезах.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Цель и задачи стратиграфии?
- 2 На чем основаны геологические методы стратиграфии и геохронологии?
- 3 На чем основан магнитостратиграфический метод?
- 4 На чем основан сейсмостратиграфический метод?
- 5 Суть климатостратиграфического метода?
- 6 Суть биостратиграфического метода?
- 7 Преимущества и недостатки радиоизотопных методов?

Литература

- 1 Бодылевский, В. И. Малый атлас руководящих ископаемых / В. И. Бодылевский. – Л. : Недра, 1990. – 263 с.
- 2 Международный стратиграфический справочник: Сокращенная версия. – М.: ГЕОС, 2002. – 38 с.
- 3 Прозоровский, В. А. Общая стратиграфия / В. А. Прозоровский. – М. : Академия, 2010. – 208 с.
- 4 Степанов, Д. Л. Общая стратиграфия (принципы и методы стратиграфических исследований) / Д. Л. Степанов, М. С. Месежников. – Л. : Недра, 1979. – 423 с.
- 5 Стратиграфический кодекс России / ред. А. И. Жамойда. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2006. – Изд. третье. – 96 с.

Тема 2

Стратиграфические и геохронологические шкалы

- 1 Международная стратиграфическая шкала.
- 2 Подразделения международной стратиграфической шкалы.
- 3 Общая стратиграфическая шкала и ее подразделения.
- 4 Магнитостратиграфическая шкала.

Международная стратиграфическая шкала (МСШ) является квинтэссенцией стратиграфии. Она представляет собой последовательность таксономических единиц, отражающих идеальный полный разрез земной коры без пропусков и перекрытий, и тем самым может рассматриваться как эталон абсолютного геологического времени, в течение которого сформировалась осадочная оболочка планеты.

МСШ служит мерной линейкой отдельных отрезков геологического времени и используется для корреляции любых интервалов земной коры, устанавливая одновозрастность (или разновозрастность) их. Благодаря этой особенности МСШ является основой хронологии событий, фундаментом восстановления геологической истории Земли.

МСШ и ее подразделения представляют собой общемировой геологический язык, правописание на котором закреплено международными соглашениями (одна из функций МСШ – международный профессиональный язык). Такие соглашения принимают сессии Международного геологического конгресса (МГК) или представительные собрания Международного союза геологических наук (МСГН).

Каркас современной МСШ сложился в 1820–1840-х годах на материале нескольких стран Европы (Франция, Германия, Англия, России) и отчасти Северной Америки. Сравнительная общность фанерозойской истории европейских стран позволила геологам в 19 веке прийти к соглашению относительно главных и ряда второстепенных рубежей геологической истории.

Работы по разработке глобальной шкалы приняли систематический характер во 2-й половине 20 века после создания Международного союза геологических наук (МСГН) и Международной комиссии по стратиграфии (МКС) в начале 1960-х годов. Полномочия по разработке и утверждению шкалы перешли от геологических конгрессов к МСГН и МКС.

Принципы, категории стратиграфических подразделений, определения, процедуры, понятия и так далее, которые лежат в основе МСШ, отражены в Международном стратиграфическом справочнике (1-е издание

в 1976 г. под редакцией Х. Хедберга; 2-е издание в 1994 году под редакцией А. Сальватора; сокращенная версия на русском языке – в 2002 году).

МСШ 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.

Хроностратиграфическое подразделение – совокупность горных пород, сформировавшихся за определенный промежуток времени. Хроностратиграфические подразделения ограничены синхронными горизонтами. Ранг и относительная величина подразделений в хроностратиграфической иерархии определяются продолжительностью временного интервала, который они отражают, а не их физической мощностью.

Каждое хроностратиграфическое подразделение имеет геохронологический эквивалент.

В МСШ выделены следующие категории хроностратиграфических подразделений:

- энотема;
- эратема;
- система;
- серия или отдел;
- ярус.

Ярус (век) – основное рабочее подразделение хроностратиграфии, так как он соответствует по своему рангу и объему целям внутрирегиональной хроностратиграфической классификации. Ярус включает все породы, сформировавшиеся в течение века. Ярус – это подразделение наименьшего ранга в хроностратиграфической иерархии, которое может быть выделено в глобальном масштабе. Он является подразделением серии (отдела). Подъярус – это подразделение яруса, геохронологическим эквивалентом которого является подвек. Смежные ярусы могут быть сгруппированы в надъярусы. Наименование подъярусов и надъярусов происходит по тем же правилам, что и ярусов.

Серия или отдел (эпоха) – это хроностратиграфическое подразделение рангом выше яруса и ниже системы. Геохронологический эквивалент серии – эпоха. Иногда используются термины надсерия и подсерия. Серии определяются по стратотипам границ. Временной объем общепринятых серий составляет от 13 до 35 миллионов лет.

Система (период) – это подразделение высокого ранга в общепринятой хроностратиграфической иерархии выше серии (отдела) и ниже эратемы. Геохронологическим эквивалентом системы является период. Иногда используются термины подсистема и надсистема. Временной объем общепринятых систем фанерозоя составляет от 30 до 80 миллионов лет, а объем четвертичной системы – только около 2,6 миллионов лет.

Эратема (эра) – подразделение высокого ранга, состоящее из группы систем. Геохронологическим эквивалентом эратемы является эра. В названиях эратем отражаются основные изменения в развитии жизни на Земле: палеозойская (древняя жизнь), мезозойская (переходная жизнь) и кайнозойская (современная жизнь). Эра несет то же название, что и соответствующая эратема.

Эонотема (эон) – это хроностратиграфическое подразделение, более крупное, чем эратема. Геохронологическим эквивалентом является зона. В МСШ различают три эонотемы: архейскую, протерозойскую и фанерозойскую. Сочетание первых двух обычно называют докембрием. Эоны принимают те же названия, что и соответствующие эонотемы.

МСШ ежегодно обновляется, и ее актуальная версия представлена на сайте Международной комиссии по стратиграфии (<http://www.stratigraphy.org/>).

В России используется Общая стратиграфическая шкала (приложение к Стратиграфическому кодексу России, 2004). Эта шкала является стандартом при проведении любых государственных геологических работ на территории Российской Федерации (http://www.vsegei.com/ru/info/stratigraphic_scale/). ОСШ состоит из общих стратиграфических подразделений. Общие стратиграфические подразделения – совокупности горных пород (геологические тела), занимающие определенное положение в полном геологическом разрезе земной коры и образовавшиеся в течение интервала геологического времени, зафиксированного в стратотипическом разрезе и (или) с помощью лимитотипов. Общие стратиграфические подразделения имеют потенциально планетарное распространение. Совокупность общих подразделений в их полных объемах составляет ОСШ.

Категории общих стратиграфических подразделений:

- акротема;
- эонотема;
- эратема;
- система;
- отдел;
- ярус.

Ярус – основная таксономическая единица ОСШ, подчиненная отделу. Устанавливается по биостратиграфическим данным, отражающим эволюционные изменения и (или) этапность развития органического мира,

и представляет собой совокупность хронозон, объединяемых по какому-либо определенному признаку. Палеонтологическая характеристика яруса составляется из широко распространенных видов (и родов), содержащихся как в стратотипе яруса, так и в других одновозрастных отложениях.

Магнитостратиграфическая шкала полярности строится путем сопоставления опорных магнитостратиграфических разрезов с подразделениями ОСШ (МСШ). Идентификацией общего стратиграфического подразделения по его палеомагнитным характеристикам является последовательность магнитозон (колонка магнитной полярности), наблюдаемая в его стратотипическом разрезе. В эталонной колонке магнитной полярности должна быть запечатлена вся последовательность изменений магнитной полярности в пределах стратиграфического объема подразделения и на его границах. При малой палеомагнитной информативности стратотипа эталонная колонка магнитной полярности строится по другим представительным разрезам стратона.

Ранг магнитостратиграфического подразделения (магнитозоны) определяется длительностью и значимостью соответствующего ему этапа в истории геомагнитного поля. Эмпирически этот ранг устанавливается по стратиграфическим объемам отложений, которым отвечает данное подразделение, или с помощью изотопно-геохронометрических данных.

Магнитополярные подразделения по своей природе планетарно изохронны, но обладают слабой индивидуальностью. Поэтому для их опознавания необходимо привлекать данные любых других стратиграфических и изотопных методов, а также характеристики магнитных подразделений.

Таксономическая шкала общих магнитополярных подразделений (магнитозон) состоит из следующих соподчиненных единиц, которым соответствуют таксономические единицы магнитохронологической шкалы по стратиграфическому кодексу России (2006):

Магнитополярные подразделения: мегазона, гиперзона, суперзона, ортозона, субзона, микрозона;

Магнитохронологические подразделения: мегахрон, гиперхрон, суперхрон, ортохрон, субхрон, микрохрон.

Ортозона – основное подразделение магнитостратиграфической шкалы, представляющее собой монополярный интервал разреза или сочетание разнополярных субзон. По объему ортозона сопоставима с ярусом или его частью.

Задания

1 Сравните Международную стратиграфическую шкалу (МСШ) и Общую стратиграфическую шкалу (ОСШ). В каких частях они совпадают?

В каких подразделениях имеются наибольшие отличия? Сопоставьте иерархию хроностратиграфических подразделений МСШ и общих подразделений ОСШ.

2 Используя Стратиграфический кодекс России (2006), сопоставьте магнитополярные подразделения с общими стратиграфическими подразделениями.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Зачем нужна международная стратиграфическая шкала?
- 2 Перечислите подразделения МСШ.
- 3 Перечислите подразделения ОСШ.
- 4 Какие подразделения используются в магнитостратиграфической шкале?

Литература

- 1 Международный стратиграфический справочник: сокращенная версия. – М. : ГЕОС, 2002. – 38 с.
- 2 Прозоровский В. А. Общая стратиграфия / В. А. Прозоровский. – М. : Академия, 2010. – 208 с.
- 3 Степанов, Д. Л. Общая стратиграфия (принципы и методы стратиграфических исследований) / Д. Л. Степанов, М. С. Месежников. – Л. : Недра, 1979. – 423 с.
- 4 Стратиграфический кодекс России / ред. А. И. Жамойда. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2006. – Изд. третье. – 96 с.

Тема 3

Методы палеогеографических реконструкций

- 1 Термины и понятия.
- 2 Фациальный анализ.
- 3 Основные приемы фациального анализа.
- 4 Палеоклиматический анализ.

Палеогеографические методы направлены на восстановление (реконструкцию) физико-географических условий и земных ландшафтов геологического прошлого. Единственной материальной основой для выявления характера древних ландшафтов и истории их развития, как в районах накопления осадков, так и в областях сноса является изучение сохранившихся

и доступных для исследования осадочных пород и содержащихся в них органических остатков. По существу, могут быть реконструированы лишь те черты древних ландшафтов, которые в какой-то мере сказались на особенностях пород или органических остатках. Геологическая летопись чрезвычайно неполна, но, несмотря на это, палеоландшафтные реконструкции возможны благодаря тому, что основные ландшафтообразующие факторы (климат, тектонический режим, органический мир) обладают относительной устойчивостью в течение значительных промежутков времени и преемственностью в развитии.

При реконструкции древних ландшафтов, как составных частей биосферы, необходимо провести следующие исследования: изучение систематического состава флоры и фауны для каждого последовательного отрезка геологического времени; изучение эволюции флоры и фауны в тесной связи с физико-географическими условиями их существования; восстановление палеоэкосистем и их географического распространения; палеоэкологический анализ, то есть реконструкция живых организмов и их сообществ на основе изучения палеонтологического материала.

Палеоэкология – это наука о взаимоотношениях между живыми организмами геологического прошлого и средой их обитания. Предмет исследования палеоэкологии – условия и образ жизни организмов в минувшие геологические периоды, взаимоотношения между организмами и средой их обитания (абиотическая и биотическая составляющие), изменение организмов в процессе эволюции Земли, а также палеоэкологические аспекты тафономических изменений в процессах захоронения организмов и их ассоциаций.

Тафономия – учение о захоронении остатков организмов, закономерностях перехода органических остатков из биосферы в литосферу (метабиосферу) в результате воздействия совокупности геологических и биологических процессов, является переходной наукой между биологией и геологией.

Фация – это элементарная единица палеогеографических понятий. Под фацией понимают горные породы, образовавшиеся в определенных физико-географических условиях. Кроме того, фация – это не только литологическое понятие, но одновременно определенная однородная часть суши или дна моря, то есть палеогеографическое понятие – на фации подразделяются палеоландшафты.

Фациальный анализ – сумма приемов и специальных методик, применяемых для выяснения физико-географических обстановок прошлого по соответствующим отложениям.

Фациальный анализ – один из методов палеогеографических реконструкций. Базируется на изучении различных признаков горных пород, которые выявляются при полевом описании обнажений, разрезов скважин, шурфов, а также в результате лабораторных исследований.

В задачи фациального анализа входит: определение среды накопления осадков; установление физико-химических свойств водной среды; выяснение динамических особенностей среды отложения; выявление перерывов в осадконакоплении; определение глубин отложения морских осадков; определение областей сноса; определение климатических условий; выяснение особенностей тектонического режима области осадконакопления; перспективная оценка территории на полезные ископаемые.

Важнейшими критериями при фациальном анализе являются:

1 Тип и вещественный состав (химический и минеральный) пород, включая аутигенные минералы, конкреции, цемент.

2 Гранулометрия породы, ее цвет, структура, состав обломков, их окатанность, характер поверхности напластования и размыва, следы перерывов в осадконакоплении, ориентировка обломочных компонентов и органических остатков, присутствие подводно-оползневых деформаций, нептунических даек и проч.

3 Тектурные особенности – типы и характер слоистости и слойчатости, цикличность и ритмичности осадочной толщи.

4 Формы залегания пород, их мощности, характер переходов в другие породы.

5 Палеонтологические особенности – состав, сохранность и распределение флоры и фауны; соотношение отдельных групп и сообществ, следы жизнедеятельности организмов.

6 Наличие минералов – индикаторов солености и газового режима водоемов, геохимические особенности пород.

7 Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия, содержание окисных и закисных форм железа.

8 Соотношение изотопов кислорода, стронция, серы, углерода, палеотермометрические показатели, присутствие вулканогенного и метеоритного материала.

По условиям образования все фации осадочных пород делятся на три группы:

- морские;
- континентальные;
- переходные.

Морские фации. Наиболее широко распространены среды осадочных пород. На их формирование оказывает влияние глубины морского бассейна,

рельеф морского дна, рельеф суши, прилегающей к морскому бассейну. В них присутствуют разнообразные эффузивные породы и туфогенный материал. В зависимости от глубины образования морские фации представлены: прибрежными; мелководными; умеренно глубоководными; глубоководными; весьма глубоководными.

Прибрежные фации. Формируются в зоне приливов и отливов, в условиях резко выраженных колебательных движений воды. Характерны терригенные породы: конгломераты, сортированные пески, песчано-глинистые осадки, которые залегают на континентальных и других образованиях с размывом и перекрываются породами мелководной фации. Органогенные породы встречаются редко и представлены ракушняками, скоплениями бурого и каменного угля. Признаками прибрежных фаций являются: трещины усыхания; знаки ряби; следы ползающих животных; пологая, наклоненная в сторону моря и перекрестная слоистость; хорошая сортировка песчаных пород.

Мелководные фации. Накапливаются на глубине 70–100 м. Условия – высокая освещенность, прогреваемость, высокое содержание кислорода. Характерны органогенные породы, сформированные моллюсками, кораллами, водорослями. Встречаются терригенные пески, алевриты, глины; хемогенные аллитовые, железистые, фосфатные, кремниевые и карбонатные образования, часто имеющие оолитовое строение.

Умеренно глубоководные фации. Образуются на глубине от 70–100 до 500 м. Условия существования организмов менее благоприятны. Характерные терригенные породы – глины, реже алевриты, пески. Органогенные породы сформированы за счет планктонных организмов (мел и проч.). Хемогенные осадки представлены кремнистыми, карбонатными породами и пластовыми фосфоритами. Типична тонкая горизонтальная слоистость, прослеживаемая на больших площадях.

Глубоководные фации. Формируются на глубине от 500 до 2 000–3 000 м. Осадки представлены глинистыми, кремнистыми, известковыми илами. Органогенные отложения образованы планктонными организмами (радиолярии, фораминиферы).

Весьма глубоководные фации. Приурочены к глубине более 2–3 км. В ископаемом состоянии неизвестны. В современных морях представлены красными океаническими глинами.

Континентальные фации. Образуются на суше в результате деятельности экзогенных геологических процессов и живых организмов. Основные отличительные особенности: невыдержанность в разрезе и по простиранию; присутствие грубообломочных и несортированных пород, кор выветривания, палеопочв; широкое распространение красноцветной

окраски, обусловленной окислительной средой осадконакопления. Континентальные фации подразделяются на элювиальные, делювиальные, коллювиальные, пролювиальные, аллювиальные, пресноводно-озерные, болотные и другие.

Элювиальные фации. Образуются на месте разрушения материнских пород. Отличаются непостоянством состава. Представлены продуктами выветривания. Органические остатки отсутствуют. Породы не имеют признаков слоистости, часто плавно переходят в подстилающие отложения. Часто представлены каолиновыми глинами, содержащими обломки гнейсов, гранитов и других пород кристаллического фундамента.

Делювиальные фации. Накапливаются на склонах и у подножия возвышенностей за счет перемещения продуктов выветривания. Имеют непостоянный состав, который быстро изменяется по простиранию и в разрезе. Характерны обломочные породы, имеющие плохую сортировку, слабую окатанность, невыдержанную мощность. Признаки слоистости отсутствуют. Сложены местным материалом.

Коллювиальные фации. Образованы продуктами выветривания, смещенными вниз по склону под влиянием силы тяжести. Накапливаются на склонах и у их основания. Представлены скоплениями глыб и щебня. Распространены в горных ландшафтах.

Проллювиальные фации. Образуются у подножия гор в результате смыва временными потоками обломочного материала. Имеют непостоянный состав. Представлены галечниками, конгломератами, песчано-глинистыми породами. Органические остатки отсутствуют. Может наблюдаться косая слоистость речного типа.

Аллювиальные фации. Формируются в результате деятельности постоянных водотоков. Их особенности определяются рельефом, климатом и составом коренных пород. Выделяют русловые, старичные и пойменные фации. Имеют следующие признаки: приурочены к эрозионным врезам; имеют горизонты размыва; отложения укрупняются вниз по разрезу; для русловых фаций характерна косая слоистость.

Пресноводно-озерные фации. Формируются в озерах. Характеризуются относительным постоянством разреза и занимают обширные площади. Представлены песчано-глинистыми, карбонатными, кремнистыми органогенными отложениями. Могут присутствовать кремнистые и железистые конкреции. Обильны органические остатки животных и растений. Часто имеют тонкую горизонтальную слоистость. Мелководные фации отличаются хорошей сортировкой, косой слоистостью, наличием знаков ряби.

Болотные фации. Тесно связаны с речными, озерными и прибрежными морскими фациями. Для них характерны органогенные породы

(торф, бурый и каменный уголь), линзы мергелей, конкреции сидерита, прослой глинистых или органо-глинистых пород.

Пустынные фации. Представлены скоплениями сыпучих песков, отложениями временных водотоков, пересыхающих озер, солончаков. Характерен песчано-глинистый состав, линзы солей. Органические остатки редки. Отличительные признаки: трещины усыхания; следы животных; хорошая окатанность песчаных зерен; довольно хорошая сортировка; следы ветровой ряби; перемежающаяся слоистость; красноватая окраска. С пустынными фациями связаны фации соляных озер, представленные соляными и карбонатными породами, имеющими горизонтальную слоистость.

Моренные фации. Распространены в областях оледенений. Могут занимать большие площади. Характерные признаки: песчано-глинистый состав; отсутствие сортировки материала; наличие валунов местных и принесенных из других районов кристаллических пород, часто имеющих следы ледниковой штриховки. Слоистость наблюдается только в моренных фациях, сформированных в водной среде (акватическая морена).

Флювиогляциальные фации. Образуются за счет аккумуляции деятельности талых ледниковых вод, имеющих свободный сток. Характерен песчано-галечниковый состав, плохая окатанность обломочного материала, косая слоистость потокового типа.

Озерно-ледниковые фации. Образуются в приледниковых озерах. Формируются глинисто-алевритовыми отложениями, в краевых зонах – песчаными. Характерные признаки – тонкая горизонтальная слоистость ленточного типа и наличие известковых стяжений.

Лессовые фации. Формируются в перигляциальной зоне ледника. Характерные признаки типичных лессов: преимущественно алевритовый состав; просадочность; высокая пористость; плащеобразное залегание; наличие известковых стяжений. Лессы часто переслаиваются с погребенными почвами.

Переходные фации. Формируются в переходной зоне между сушей и морем. Они накапливаются в изолированных участках морских бассейнов с ненормальной (повышенной или пониженной) соленостью. Для них типичны песчано-глинистые, соляные, карбонатные осадки. 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, рыб.

Фации опресненных водоемов. Формируются терригенными породами алеврито-глинистого состава и органогенными породами (ракушняки, водорослевые известняки). Обильны органические остатки (водоросли,

мшанки, пресноводные моллюски). Сохранность органических остатков плохая. Преобладает горизонтальная слоистость, отсутствует глауконит и фосфатные минералы.

Фации засоленных бассейнов. Формируются в приморских лагунах, где приток пресных вод ограничен. Характерны соляные и карбонатные породы, имеющие нередко горизонтальную слоистость. Терригенные породы имеют второстепенное значение и представлены песчано-глинистыми, частично загипсованными осадками, соляными глинами, мергелями. Органические остатки отсутствуют.

Фации дельт, эстуариев и лиманов. Являются переходными между морскими, лагунными и континентальными. Фации дельт представлены песчано-глинистыми и органогенными осадками, карбонатными, реже соляными породами. Органические остатки представлены пресноводной и наземной фауной, растениями. Отличаются большой пестротой литологического состава, линзовидным строением, присутствием болотных, озерных, речных и эоловых отложений. Фации эстуариев и лиманов представлены песчано-глинистыми и органогенными породами, иногда железистыми. Характерны скопления углей, нефти, газа. Слоистость речного типа.

Изучения палеоклимата – одна из основных историко-геологических задач, которая отводится палеогеографии. Показателями палеоклимата служат: тип литогенеза; особенности палеобиоты (разнообразие, видовой состав, морфологические признаки); изотопные и химические особенности осадков.

Климатические типы литогенеза – основа реконструкции климатической зональности. Физическими факторами, положенными в основу выделения климатических типов литогенеза, являются температура и годовой баланс влажности.

Выделяют следующие типы континентального литогенеза: ледовый тип – отрицательная среднегодовая температура и положительный баланс влажности; гумидный тип – положительная температура и положительный баланс влажности; аридный тип – повышенная температура и отрицательный баланс влажности. Для океанического литогенеза выделено два типа: высокоширотный (с низкой температурой); низкоширотный или тропический (с высокой температурой). Относительно независим от климата вулканогенно-осадочный тип литогенеза.

Для континентальных типов литогенеза выявлены специфические породы-индикаторы климата: ледовый тип – морена; гумидный тип – угленосные толщи, осадочные руды железа и марганца, бокситы; аутигенные каолинистые глины; коры химического выветривания; аридный тип – галогенные отложения (гипсы, ангидриты, флюорит, целестин, каменная и

калийная соли); карбонатные красноцветы, аутигенные монтмориллонитовые глины. На жаркий климат указывают морские фосфориты, карбонатные породы химического происхождения, оолитовые известняки. Для холодного климата характерны: малая мощность коры выветривания, слабая степень разложения пород, присутствие ледниковых и флювиогляциальных отложений. Для аридного климата типичны: известковистость всех континентальных фаций, преобладание хемогенного карбоната накопления в водоемах, континентальное и лагунное соленакопление, широкое развитие фаций эолового типа пестроцветность отложений. Высокоширотному океаническому литогенезу свойственны засоренность осадков грубым материалом, приносимым плавающими льдами; относительно плохая сортировка обломочного материала. Для тропического океанического литогенеза характерны: хорошая сортировка обломочного материала; повышенная карбонатность и магнезиальность осадков. Для океанического литогенеза породы-индикаторы отсутствуют. В экваториальных и тропических широтах отмечаются максимальные концентрации каолинита в общей массе глинистых минералов.

Особенности биоты в значительной степени определяются климатическими условиями, поэтому остатки древних организмов могут использоваться при палеоклиматических реконструкциях. Климат отражается как в общих характеристиках палеоэкосистем, так и в особенностях видового состава биоты. Климат влияет на размеры наземных организмов близких форм (правило Бергмана). Теплокровные животные имеют тенденцию к увеличению размеров в холодном климате и к уменьшению в жарком. Холоднокровные – наоборот – в холодном климате уменьшаются, в жарком – увеличиваются в размере. Морские беспозвоночные, накапливающие известь, обитают в теплом и жарком климате (например, рифообразующие организмы).

Широко используется изотопный метод определения палеотемператур. Разработан Г. К. Юри (в начале 50-х гг.). Сущность метода основана на зависимости соотношения изотопов кислорода ($O-16$ и $O-18$) кальцита от температуры. Если кальцит был захоронен без изменения, то в нем сохранилось изотопное соотношение, несущее информацию о температуре древнего водоема, в котором происходило осадконакопление. Погрешность определения температуры при этом составляет $0,5-1$ градус.

Задания

1 По таблице 1 опишите смену фаций. Определите глубину осадконакопления и палеоклимат. Для выполнения задания используйте Приложение Б (таблица Б1).

Таблица 1 – Геологический разрез

Возраст	Мощность, м	Литология
T ₁	30	Органогенные известняки
P ₃	10	Красноцветы (песчаники и конгломераты)
P ₂	30	Чередование глин, доломитов, ангидритов, солей
P ₁	20	Красные песчаники, глины с остатками растений, рыб, амфибий
C ₂	10	Серые мелкозернистые пески с прослоями углей
C ₁	20	Конгломераты с растительными остатками и прослоями углей
D ₃	30	Красноцветы (песчаники и конгломераты), гипсы, ангидриты
D ₂	20	Органогенные известняки, кораллы
D ₁	20	Глинистые и кремнистые сланцы, фораминиферы
S ₁	10	Известняки с мшанками и брахиоподами

2 Проведите палеоклиматический анализ геологических разрезов в заданиях 1–3 темы 1. Опишите смену палеоклиматов. Для выполнения задания используйте Приложение В (таблица В1).

3 Проведите палеоклиматический анализ. Опишите смену палеоклиматов и палеоландшафтов (справа налево). Для выполнения задания используйте Приложение Г (таблица Г3).

Таблица 2 – Изменения состава палеофлоры в геологическом разрезе

Таксон	№ слоя										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Pinus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Picea</i>	+	+	+		+						
<i>Larix</i>		+	+								
<i>Betula</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
<i>Alnus</i>	+	+			+	+	+	+	+		
<i>Tilia</i>	+	+			+	+					
<i>Quercus</i>	+				+	+	+	+	+	+	
<i>Ulmus</i>	+					+	+		+		
<i>Acer</i>	+				+			+			
<i>Liquidambar</i>						+		+	+		
<i>Tsuga</i>						+		+			
<i>Castanea</i>					+	+	+	+	+	+	
<i>Juglans</i>					+	+	+	+	+	+	
<i>Taxodium</i>							+	+	+	+	+
<i>Nyssa</i>							+	+	+	+	
<i>Magnolia</i>											+
<i>Daphnogene</i>										+	+
<i>Ficus</i>										+	+
<i>Sapindus</i>										+	+
<i>Chenopodiaceae</i>				+	+					+	
<i>Artemisia</i>				+	+			+			
<i>Poaceae</i>			+	+	+			+			

Вопросы для самоконтроля

- 1 В чем состоит сущность фациального анализа?
- 2 Перечислите критерии, используемые при фациальном анализе.
- 3 Приведите классификацию морских фаций.
- 4 Приведите признаки континентальных фаций.
- 5 Какие показатели помогают реконструировать палеоклимат?

Литература

- 1 Бакулина, Л. П. Фациальный анализ: метод. указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Историческая геология» / Л. П. Бакулина. – Ухта : УГТУ, 2008. – 34 с.
- 2 Верзилин, Н. Н. Методы палеогеографических исследований / Н. Н. Верзилин. – М. : Недра, 1979. – 247 с.
- 3 Вронский, В. А. Основы палеогеографии / В. А. Вронский, Г. В. Войткевич. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1997. – 576 с.
- 4 Габдуллин, Р. Р. Историческая геология : учебник : в 2 кн. Кн. 1 / Р. Р. Габдуллин. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 246 с.
- 5 Гречишникова, И. Л. Практические занятия по исторической геологии / И. Л. Гречишникова, Е. С. Левицкий. – М. : Недра, 1979. – 168 с.
- 6 Данукалова, Г. А. Палеонтология в таблицах. Методическое руководство / Г. А. Данукалова. – Тверь : ГЕРС, 2009. – 196 с.
- 7 Общая палеоэкология / под ред. Г. Н. Киселева, А. В. Попова. – СПб: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2000. – 132 с.
- 8 Подобина, В. М. Историческая геология: учебное пособие / В. М. Подобина, С. А. Родыгин. – Томск : Изд-во НТЛ, 2000. – 264 с.
- 9 Свиточ, А. А. Палеогеография: учебник / А. А. Свиточ, О. Г. Сорохтин, С. А. Ушаков. – М. : Академия, 2004. – 448 с.
- 10 Хаин, В. Е., Историческая геология: учебник / В. Е. Хаин, Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – М. : Академия, 2008. – 464 с.

Тема 4

Методы палеотектонических реконструкций

- 1 Представление о палеотектоническом анализе.
- 2 Метод мощностей.
- 3 Метод несогласий.
- 4 Эпейрогеническая кривая.
- 5 Формационный анализ.

Палеотектонические методы решают такие задачи, как: восстановление древней структуры земной коры и ее эволюции; определение времени рождения и характера развития структурных элементов разного типа и порядка в ходе развития конкретной территории. Тектонические движения области осадконакопления восстанавливаются на основании изучения мощности осадочных толщ, установления перерывов в осадконакоплении, анализа ритмичности строения осадков, анализа формационных рядов. Палеотектонический анализ включает: анализ мощностей (на основе составления карт линий равных мощностей или изопахит); объемный метод; анализ перерывов и несогласий. Кроме того, используются палинспастические реконструкции, изучение цикличности (ритмичности) осадконакопления, палеомагнитные методы.

Анализ мощностей основан на следующем принципе: мощность пласта изменяется в зависимости от направленности тектонических движений в момент его образования. Прогибающиеся участки определенной территории будут компенсироваться осадконакоплением и, следовательно, обладать более мощными и более полными разрезами осадочных толщ, чем участки, отстающие в погружении или поднимающиеся. Так, показателем устойчивого тектонического опускания является накопление мощных соляных и угленосных толщ. При анализе мощностей исходят из того, что каждый слой в момент своего образования представляет собой горизонтально залегающее тело. Поэтому, если верхний кровельный слой определенного пласта, несмотря на характер его современного залегания, вернуть в первоначальное горизонтальное положение, то его мощность отразит степень прогибания данной территории. Поведение его подошвы, то есть некогда залегавшей горизонтально кровли подстилающего пласта, отразит изменение структуры последнего за изучаемый отрезок времени. Анализ проводится путем построения серии палеотектонических профильных разрезов и карт равных мощностей, отражающих последовательность развития структуры изучаемой территории. Палеотектонические профили строятся в определенном направлении через изученные разрезы в выбранном горизонтальном и вертикальном масштабе. Современный рельеф не учитывается. Горизонтальная нулевая линия принимается за кровлю горизонта, относительно которого изучается во времени палеотектоническая обстановка территории. В точках, соответствующих изученным разрезам, по вертикали откладываются мощности данного горизонта. Поведение подошвенной кривой позволяет судить о характере преобладающих движений в течение накопления данного горизонта. Профильные разрезы строятся снизу вверх и от более древнего времени к более молодому.

Анализ мощностей позволяет дать в определенных условиях не только качественную, но и количественную оценку вертикальных движений.

В мелководных континентальных морях и на шельфах мощность осадков соответствует размеру тектонического погружения дна бассейнов. Объясняется это деятельностью волн, которая препятствует накоплению осадков выше определенного уровня – профиля равновесия. По достижении поверхностью профиля равновесия их дальнейшее накопление невозможно без опускания дна бассейна, создающего дополнительное пространство возможного осадконакопления. Благодаря этому тектоническое погружение становится регулятором и мерой мощности осадков. Именно такое погружение создает возможность накопления мощных мелководных отложений (5 и более км).

Существует прямая зависимость между движениями земной коры и обусловленными ими перерывами в осадконакоплении, денудацией, несогласным залеганием разновозрастных толщ. На этом основан метод несогласий. Существует несколько типов несогласий. Параллельное (стратиграфическое) несогласие выражается перерывом в серии параллельно залегающих слоев. Наиболее общим является случай несогласного залегания слоев осадочных пород, отличающихся по литологическому составу. Стратиграфическое несогласие выражается в выпадении из разреза определенных возрастных единиц, но при этом элементы залегания пород, расположенные выше и ниже поверхности несогласия, по величине однозначны. Такие несогласия возникают при медленных колебательных движениях – подъемах и погружениях крупных территорий. Угловое несогласие – этот тип несогласия выражается перерывом между двумя сериями слоев, имеющих различный угол наклона. Угловое несогласие заключается в налегании более молодых пород на дислоцированную и денудированную подстилающую толщу, имеющую иной, чем перекрывающая толща, угол залегания пород. Такие несогласия обусловлены складчатыми и горообразовательными движениями. Угловое несогласие одновременно предопределяет и стратиграфическое.

Несогласное соприкосновение (несоответствие) слоев различного возраста, литологического состава и условий образования может явиться следствием: вертикальных колебательных движений, приводящих к формированию стратиграфических несогласий; денудационных процессов, сингенетичных отложению осадков, вызывающих соприкосновение разновозрастных отложений; внедрения в толщу слоистых пород масс расплавленной магмы, вызывающих появление специфических интрузивных контактов; тектонических деформаций, обуславливающих возникновение поверхностей разрыва и перемещения по ним отдельных блоков горных пород.

Важным палеотектоническим методом является анализ эпэрогенических (палеотектонических) кривых. Эпэрогеническая кривая строится

как результат анализа разреза с целью восстановления картины эпейрогенических движений. Для этого в разрезе выбирается четко выраженная граница (поверхность раздела разновозрастных толщ), изменения которой и дают возможность судить о величине прогибания (отрицательные движения). Поверхность раздела принимается за реперную. Чтобы построить график, нужно взять систему координат. На горизонтальной оси в определенном масштабе откладываются отрезки, соответствующие промежуткам геологического времени (для которого восстанавливается характер и величина эпейрогенических движений). Этими промежутками могут быть периоды, эпохи, века – в зависимости от детальности разреза. Отрезки, откладываемые на горизонтальной оси, могут соответствовать абсолютной продолжительности промежутков времени, и тогда они не будут равными. Или для всех промежутков времени одного ранга вне зависимости от их абсолютной продолжительности могут быть условно выбраны равные по величине отрезки. Данные отрезки откладываются на горизонтальной оси и помечаются соответствующими индексами.

Восстановление условий осадконакопления основано на общих соображениях. Известно, что, как правило, в основе чередования континентального и морского осадконакопления (а пределах морского – мелководного и глубоководного) лежат эпейрогенические движения земной коры. Поэтому при анализе характера эпейрогенических движений прежде всего в самых общих чертах определяются условия, в которых накапливались отложения, слагающие разрез. Вопрос об условиях осадконакопления может решаться только в самом общем плане: континентальные или морские отложения представлены в разрезе; если морские, то мелководные (неритовая зона) или глубоководные. Характер условий осадконакопления графически отражает палеогеографическая кривая, которая указывает на характер колебаний поверхности осадконакопления.

Палеогеографическая кривая располагается выше горизонтальной оси, если соответствующая часть разреза представлена континентальными осадками. Если осадки лагунные, свидетельствующие о колебании береговой линии во время осадконакопления в пределах около нуля, то палеогеографическая кривая также проводится то выше, то ниже нулевой линии. Палеогеографическая кривая располагается ниже горизонтальной оси, но не ниже отметки 150–200 м на вертикальной оси, если осадки соответствующего возраста характеризуются признаками накопления в неритовой зоне. Кривая опускается еще ниже, если отложения соответствующего возраста имеют признаки глубоководного происхождения.

Палеогеографическая кривая, как правило, отражает характер эпейрогенических движений, которые лежат в основе трансгрессий и регрессий. Однако полного представления о величине погружения она дать не может,

так как глубина бассейна входит только как составная часть в общую величину погружения. Для того чтобы получить полное представление об этой величине в каждый данный момент времени, необходимо учесть суммарную мощность отложений, накопившихся к этому моменту над выбранной реперной поверхностью.

Для этого от пунктов палеогеографической кривой, соответствующих окончанию каждого выбранного отрезка времени, откладываются вниз отрезки, соответствующие мощностям накопленных отложений. Эти отрезки откладываются в масштабе, в котором строилась палеогеографическая кривая. Полученный ряд точек определяет положение эпейрогенической кривой. Эта кривая плавно идет вниз, если в разрезе нет несогласий. Несогласия указывают на то, что погружение и осадконакопление сменялись поднятием и размывом, то есть движением отрицательного знака, сменялось движением положительного знака. Величины поднятия в отличие от величины погружения определить нельзя. Поэтому, как только в разрезе встречается стратиграфическое несогласие, в график эпейрогенической кривой вводят условно выбранную величину. В соответствие с этой величиной кривую несколько приподнимают над первоначальным положением, показывая тем самым, что было поднятие, величина которого неизвестна. Эта условная величина, введенная в график, учитывается при дальнейшем построении, и мощность впоследствии накопившихся осадков прибавляется к сокращенной на принятую условную величину суммарной мощности ранее накопившихся осадков.

Важным методом палеотектонических реконструкций является формационный анализ. Формация при этом рассматривается как парагенетический комплекс пород, возникший в определенных ландшафтах, то есть в одинаковых или близких условиях климата, рельефа, тектоники и физико-географической среды (суша, море).

Формационный анализ основан на предположении, что каждый тектонический элемент высшего порядка (платформа, геосинклиналь, краевой прогиб) обладает собственными характерными для него формациями. Каждому этапу развития данного тектонического элемента соответствуют определенные формации. Комплекс формаций составляет формационный ряд. Анализ формаций позволяет определить тектоническую принадлежность изучаемого района и наметить основные стадии его развития.

Одной из важных задач, которые решает формационный анализ, является выяснение геодинамической обстановки и тектонической структуры земной коры. Обусловленность формаций геодинамическими обстановками создает возможность определенной пространственной их локализации для прошедших времен, а непрерывное распространение и закономерная смена формаций по латерали позволяют реконструировать первоначальные

соотношения структур земной коры. Более строгая возрастная корреляция осадочных формаций, чем магматических, обеспечивает соблюдение надежной синхронности реконструкции. Достоинством использования формационного анализа является возможность количественной характеристики динамики и масштаба тектонических движений за счет анализа мощностей и объемов формационных тел.

Ход изучения формаций следующий: выделение в разрезе толщ пород, отличающихся по литологическому составу, разделенных четко выраженными поверхностями напластования, границами перерывов или размывов (стратиграфический перерыв и несогласия); изучение группы пород (ассоциации), входящих в состав выделенного комплекса (парагенетический анализ); определение цикличности строения формации и иных текстурно-структурных признаков; выяснение фациальной природы каждого входящего в состав формации типа пород и их сочетания в разрезе (фациальный анализ); определение генетического типа отложений, установление физико-географической (ландшафтной) обстановки формирования формации; определение климатического и тектонического режимов времени и места формирования формаций (палеоклиматический и формационно-тектонический анализы).

Обстановки осадконакопления имеют четкую связь с тектонической обстановкой. Эту связь отражает классификация обстановок осадконакопления с позиций тектоники плит:

1 **Пассивные** или связанные со спредингом (континентальным рифтингом):

А Внутрикратонные рифты – аллювиальные конусы выноса и озера (например, Восточная Африка);

Б Рифты с незавершенным развитием (авлакогены) – мощные толщи осадков от глубоководных морских конусов выноса до речных;

В. Межконтинентальные рифты:

1) ранние – эвапориты и обломочные толщи (например, Красное море);

2) поздние – тыльный край плиты – ранние осадки вдоль окраин, перекрытые шельфовыми или дельтовыми отложениями, переходящие в океаническую кору, перекрытую турбидитами и, в конце концов, пелагическими осадками (например, Атлантический океан)

2 **Активные:**

А Связанные со столкновением континентов (коллизионные):

1) остаточный океанический бассейн – мощные турбидиты конусов выноса, смятые в складки при столкновении континентов (например, Бенгальский залив);

2) позднеорогенный бассейн – в основном речные и другие континентальные и мелководные морские отложения (например, Субгималаи);

Б Периферический прибрежный бассейн – то же что и позднеорогенный, но образуется на субдуцированной плите;

В Связанные с ударно-скользящим сдвигом – мощные глубоководные до речных осадки в небольших бассейнах (например, Калифорния);

Г Связанные с субдукцией:

1) континентальные краевые магматические дуги (например, Анды):

а) передовая дуга (фронтальный край плиты) – турбидиты и речные отложения;

б) тыловая дуга (сиалическая тыловая дуга, обратная дуга) – мощные континентальные отложения;

2) внутриокеанические дуги (например, Японские и Алеутские острова):

а) передовая дуга – маломощные турбидиты и пелагиальные отложения;

б) тыловая дуга – обломочные отложения вблизи дуги, переходящие в пелагические и, возможно, снова в терригенные обломочные у континентальной окраины.

Задания

1 По таблице 2 постройте палеогеографическую и эпейрогеническую кривые. Опишите смену тектонических режимов на данном участке. Укажите перерывы в осадконакоплении.

Таблица 3 – Геологический разрез А

Возраст	Мощность, м	Литология
T ₂	20	Известняки, доломиты
T ₁	10	Красные песчаники, глины с остатками растений, рыб, амфибий
P ₁	50	Красноцветы, гипсы, ангидриты
C ₂	10	Красноцветы (песчаники, конгломераты), гипсы
C ₁	50	Угли
D ₃	10	Глинистые и кремнистые сланцы, фораминиферы
D ₂	20	Органогенные известняки, кораллы
D ₁	50	Соли, гипсы, ангидриты
S ₂	20	Вулканические туфы

2 По таблице 3 постройте палеогеографическую и эпейрогеническую кривые. Опишите смену тектонических режимов на данном участке. Укажите перерывы в осадконакоплении.

Таблица 4 – Геологический разрез Б

Возраст	Мощность, м	Литология
J ₂	80	Известняки органогенные и хемогенные
J ₁	20	Глинистые черные сланцы и мергели
P ₁	20	Вулканические туфы
C ₂	20	Угли
C ₁	100	Угли
D ₃	10	Серые песчаники с остатками растений, рыб, амфибий
D ₂	50	Органогенные известняки, кораллы
D ₁	20	Красноцветные песчаники, конгломераты
S ₁	10	Базальты

3 По таблице 4 постройте палеогеографическую и эпейрогеническую кривые. Опишите смену тектонических режимов на данном участке. Укажите перерывы в осадконакоплении.

Таблица 5 – Геологический разрез В

Возраст	Мощность, м	Литология
J ₂	10	Песчаники, конгломераты, гипсы
J ₁	40	Известняки, кораллы
P ₁	20	Красноцветные песчаники и конгломераты
C ₂	10	Угли
C ₁	30	Известняки, глауконитовые песчаники
D ₃	20	Красные и серые песчаники, глины, остатки рыб и растений
D ₁	50	Известняки, глины
O ₃	10	Базальты, туфы
O ₁	30	Красноцветные алевриты и песчаники

Вопросы для самоконтроля

- 1 В чем состоит сущность палеотектонического анализа?
- 2 В чем состоит сущность метода мощностей?
- 3 В чем состоит сущность метода несогласий?
- 4 Что такое эпейрогеническая (палеотектоническая) кривая?
- 5 Что такое палеогеографическая кривая?
- 6 Какие задачи решает формационный анализ в палеотектонических реконструкциях?
- 7 Назовите формации, связанные с конкретными тектоническими обстановками.

Литература

- 1 Верзилин, Н. Н. Методы палеогеографических исследований / Н. Н. Верзилин. – М. : Недра, 1979. – 247 с.
- 2 Габдуллин, Р. Р. Историческая геология : учебник : в 2 кн. Кн. 1 / Р. Р. Габдуллин. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 246 с.
- 3 Геодинамические реконструкции: Методическое пособие для региональных геологических исследований / И. И. Абрамович, [и др.] – Л. : Недра, 1989. – 278 с.
- 4 Хаин, В. Е., Историческая геология: учебник / В. Е. Хаин, Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – М. : Академия, 2008. – 464 с.
- 5 Хаин, В. Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000) / В. Е. Хаин. – М. : Научный мир, 2001. – 606 с.

Тест по дисциплине

Закончите утверждения.

1 Мезозой – это....

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

2 Палеозой – это....

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

3 Кайнозой – это....

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

4 Фанерозой – это....

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

5 Протерозой – это...

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

6 Архей – это....

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

7 Палеоархей – это....

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

8 Мезоархей – это...

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

9 Неопротерозой – это...

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) век.

10 Неоархей – это...

а) эратема; б) система; в) эонотема; г) – век.

11 Базальт-андезитовая формация индицирует...

а) островные дуги; б) рифты; в) зоны континентальной коллизии; г) ложе океана.

12 Риолитовая формация индицирует...

а) островные дуги; б) рифты; в) зоны континентальной коллизии; г) ложе океана.

13 Пелагическая цеолитово-глинистая формация индицирует...

а) островные дуги; б) рифты; в) зоны континентальной коллизии; г) ложе океана.

14 Базальт-андезит-риолитовая формация индицирует...

- а) островные дуги; б) рифты; в) зоны континентальной коллизии;
- г) ложе океана.

15 Гранит-граносиенитовая формация индицирует...

- а) островные дуги; б) рифты; в) зоны континентальной коллизии;
- г) ложе океана.

16 Металлоносная карбонатная формация индицирует...

- а) островные дуги; б) рифты; в) зоны континентальной коллизии;
- г) ложе океана.

17 Геохронологический эквивалент отдела – это...

- а) эпоха; б) период; в) век; г) эон.

18 Геохронологический эквивалент системы – это ...

- а) эпоха; б) период; в) эон; г) акрон.

19 Геохронологический эквивалент акротемы – это ...

- а) эпоха; б) период; в) эон; г) акрон.

20 Геохронологический эквивалент яруса – это ...

- а) эпоха; б) период; в) век; г) эон.

21 Наиболее крупное подразделение МСШ – это ...

- а) эонотема; б) эратема; в) система; г) ярус.

22 Наиболее мелкое подразделение МСШ – это...

- а) эонотема; б) эратема; в) ярус; г) серия.

23 Выберите правильное соответствие:

- а) неоген – миоцен; б) неоген – эоцен; в) палеоген – голоцен;
- г) палеоген – плиоцен.

24 Выберите правильное соответствие:

- а) неоген – олигоцен; б) неоген – эоцен; в) палеоген – палеоцен;
- г) палеоген – плиоцен.

25 Выберите правильное соответствие:

- а) неоген – олигоцен; б) неоген – палеоцен; в) палеоген – эоцен; г) палеоген – плиоцен.

26 Укажите фацию по признакам: песчано-глинистые породы, линзы солей, следы ветровой ряби, трещины усыхания красноватая окраска, органических остатков нет:

а) пустынная; б) болотная; в) морская; г) моренная.

27 Укажите фацию по признакам: органогенные и глинистые породы (торф, уголь), линзы мергелей, конкреции сидерита:

а) пустынная; б) болотная; в) морская; г) гляциальная.

28 Укажите фацию по признакам: песчано-глинистый состав, отсутствие сортировки материала; наличие валунов; органических остатков нет:

а) пустынная; б) болотная; в) морская; г) гляциальная.

29 Укажите фацию по признакам: алеврито-глинистые и органогенные породы (водорослевые известняки), обильны органические остатки, горизонтальная слоистость:

а) эстуарий; б) опресненный водоем; в) батталь; г) морской пляж.

30 Определите соленость среды осадконакопления по признакам: кораллы, морские ежи, головоногие моллюски, трилобиты:

а) нормальная соленость; б) пониженная соленость; в) повышенная соленость.

31 Определите соленость среды осадконакопления по признакам: моллюски, остракоды, кальцит:

а) нормальная соленость; б) пониженная соленость; в) повышенная соленость.

32 Определите соленость среды осадконакопления по признакам: кораллы, мшанки, морские ежи, археациаты, трилобиты:

а) нормальная соленость; б) пониженная соленость; в) повышенная соленость.

33 Определите соленость среды осадконакопления по признакам: рыбы, моллюски, кальцит:

а) нормальная соленость; б) пониженная соленость; в) повышенная соленость.

34 Определите глубину водоема седиментации по признакам: колонизальные кораллы, археациаты, бокситовые, марганцевые оолиты:

а) до 100 м; б) 100–200 м; в) 200–500 м; г) 500–1000 м.

35 Определите глубину водоема седиментации по признакам: мшанки, брахиоподы, губки, морские ежи, мел, фосфориты:

а) до 100 м; б) 100–200 м; в) 200–500 м; г) 500–1000 м.

36 Определите климатические условия осадконакопления по признакам: песчаники, глины, бокситы, известняки, алевролиты:

а) холодный гумидный; б) теплый гумидный; в) теплый аридный; г) холодный аридный.

37 Определите климатические условия осадконакопления по признакам: ангидриты, гипсы, известняки, доломиты, алевролиты:

а) холодный гумидный; б) теплый гумидный; в) теплый аридный; г) холодный аридный.

38 Определите климатические условия осадконакопления по признакам: песчаники, глины, ангидриты, гипсы:

а) холодный гумидный; б) теплый гумидный; в) теплый аридный; г) холодный аридный.

39 Определите климатические условия осадконакопления по признакам: ангидриты, гипсы, глины, доломиты, известняки, аргиллиты

а) холодный гумидный; б) теплый гумидный; в) теплый аридный; г) холодный аридный.

40 Основное подразделение магнитостратиграфической шкалы, представляющее собой монополярный интервал разреза или сочетание разнополярных субзон:

а) гиперзона; б) мегазона; в) ортозона; г) суперзона.

Ответы: 1а, 2а, 3а, 4в, 5в, 6в, 7а, 8а, 9а, 10а, 11а, 12в, 13в, 14б, 15б, 16г, 17б, 18а, 19г, 20а, 21б, 22а, 23в, 24б, 25в, 26в, 27в, 28а, 29в, 30г, 31а, 32в, 33г, 34а, 35б, 36г, 37в, 38а, 39в, 40в.

Приложение А

(справочное)

Руководящие таксоны

Таблица А1

Геохронологическое подразделение	Перечень руководящих таксонов ископаемых организмов
Ранний кембрий	Археоциаты – <i>Spirocyathus yavorskii</i> , <i>Archaeocyathys minussinensis</i> Трилобиты – <i>Lermontovia dzevanovskii</i> , <i>Parapoliella obrutschevi</i>
Средний и поздний кембрий	Трилобиты – <i>Paradoxides bohemicus</i> , <i>Ellipsocephalus hoffi</i> , <i>Paracrocephalites robustus</i> , <i>Acrocephalites militans</i>
Силурийский период, лландовери	Граптолиты – <i>Petalograptus palmeus</i> , <i>Climacograptus rectangularis</i> , <i>Monograptus griestoniensis</i> , <i>Monoclimacis crenulata</i>
Силурийский период, венлок-прждол	<i>Monograptus riccartonensis</i> , <i>Cyrtograptus centrifuges</i> , <i>Cyrtograptus murchisoni bohemicus</i> , <i>Monograptus formosus</i> , <i>Monograptus balticus</i> , <i>Monoclimacis ultimus</i>
Пермский период	Моллюски – <i>Paragastrioceras jossae</i> , <i>Artinskia artiensis</i> , <i>Medlicottia orbignyana</i> Деревья – <i>Walchia piniformis</i> , <i>Callipterts conferta</i>
Каменноугольный период	Деревья – <i>Lepidodendron aculeatum</i> , <i>Annularia stellata</i> , <i>Alethopteris decurrens</i>
Триасовый период	Моллюски – <i>Monotis ochotica</i> , <i>Halobia neumayri</i> , <i>Arcestes gaytani</i> , <i>Dawsonites canadensis</i>
Юрский период	Моллюски – <i>Aucella bronni</i> , <i>Aucella mosquensis</i> , <i>Exogyra virgule</i> ; Головоногие – <i>Cardioceras cordatum</i> , <i>Cardioceras alternans</i> ; Деревья – <i>Nilssonia orientalis</i> , <i>Nilssonia acuminata</i> , <i>Czekanowskia setacea</i> , <i>Phoenicopsis speciosa</i> .
Меловой период (баррем)	Моллюски – <i>Requienia ammonia</i>
Меловой период (турон)	Моллюски – <i>Inoceramus labiatus</i> , <i>Inoceramus apicalis</i> ; Фораминиферы – <i>Gavelinella ammonoides</i> .
Меловой период (коньяк)	Моллюски – <i>Inoceramus involutus</i> , <i>Inoceramus crassus</i> ; Фораминиферы – <i>Gavelinella kelleri</i> .
Меловой период (сантон)	Моллюски – <i>Belemnitella praecursor</i> , <i>Sphenoceramus patootensis</i>

Приложение Б (справочное)

Литоиндикаторы условий осадконакопления и палеоклимата

Таблица Б1

Индикаторы	Индицируемые условия осадконакопления
Гипсы и ангидриты	лагуны, озера в областях с жарким аридным климатом
Фосфориты	глубина от 50 до 150–200 м в областях с жарким аридным и гумидным климатом
Оксиды и гидрооксиды марганца	мелководная часть шельфа до глубин 50–60 м в зонах гумидного климата в спокойной гидродинамической обстановке
Сидерит	болота, мелководные лагуны, морские заливы или значительные глубины, но всегда в застойных водах и при недостатке кислорода
Каменная и калийная соль	замкнутые моря, лагуны, заливы в условиях жаркого аридного климата
Шамозит	мелководное море (глубина 10–70 м) в условиях жаркого (тропического) климата
Глауконит	мелководное море (глубина 100–200 м) в условиях теплого климата
Красная глубоководная глина	океаническая абиссаль
Черная и серая окраска	области с гумидным климатом
Красная окраска	области с жарким и влажным климатом
Волнистая слоистость	прибрежное мелководье морей выше уровня действия волн
Параллельная слоистость	относительно неподвижные воды морей или озер ниже уровня действия волн
Слоистость отсутствует	континентальные условия
Трещины высыхания	отливная зона морей в аридном климате, континентальные пустыни – такыры
Знаки от дождевых капель	суша и отливная зона морей в аридном климате
Знаки ряби эолового типа	континентальные пустыни, аридных климат
Знаки волн	крупные озера и моря, глубина 20–40 м

Приложение В

(справочное)

Биоиндикаторы условий осадконакопления и палеоклимата

Таблица В1

Индикаторы	Индицируемые условия осадконакопления
Синезеленые водоросли (строматолиты, онколиты)	морское мелководье – литораль и сублитораль, до 60 м, теплый климат
Золотистые водоросли (кокколитофориды)	морское мелководье, жаркий климат
Зеленые водоросли	морское мелководье, теплый (субтропический или тропический) климат
Мел (кокколитофориды, фораминиферы)	теплые моря, глубины 100–300 м или верхняя часть сублиторали
Радиоляриевые илы	океан, глубины более 4 км
Кораллы	теплые моря (тропические), глубины до 500 м, коралловые рифы – до 100 м
Тентакулиты	прибрежная зона морей нормальной солености
Мшанки	морская литораль, глубина до 100–200 м.
Брахиоподы	теплые моря с нормальной соленостью, глубина до 200 м
Криноидеи (палеозой)	прибрежная зона морей с нормальной соленостью
Криноидный известняк	сублиторальная зона, средняя часть шельфа
Нуммулитовый известняк	сублиторальная зона, глубина до 50 м
Фузулиновый известняк	сублиторальная зона, глубина до 50 м
Археациаты (кембрий)	морское мелководье
Угленосные толщи	влажный и теплый климат, континентальные (болота) или лагунные условия
Смешанный комплекс водной и сухопутной фауны	зона пляжа, граница море-суша,
Известняк-ракушняк	литоральная зона теплых морей
Битуминозные отложения	лагуны, заливы, озера

Приложение Г (справочное)

Фитоиндикаторы палеоклимата и палеоландшафтов

Таблица Г1

Таксоны-индикаторы	Индицируемые условия
<i>Magnolia, Daphnogene, Ficus, Lithocarpus, Sapindus</i>	влажный тропический климат, тропические вечнозеленые леса
<i>Nyssa, Calamus, Metroxylon, Phoenix</i>	влажный тропический климат, тропические вечнозеленые леса
<i>Taxodium, Glyptostrobus, Nyssa</i>	субтропические болота
<i>Juniperus, Abies, Picea, Pinus, Larix</i>	холодно-умеренный климат, хвойные бореальные леса
<i>Liquidambar, Ostrya, Castanea, Juglans, Sassafras</i>	тепло-умеренный климат, широколиственные листопадные леса
<i>Annona, Bombax, Bursera, Cassine, Cupania, Monotes, Sterculia, Zenkerella</i>	влажный тропический климат, тропические вечнозеленые леса
<i>Acacia, Bursera, Dendropanax, Gironniera</i>	переменновлажный тропический климат, лесосаванны
<i>Cedrus, Cupressus, Tetraclinis, Torreya, Athrotaxis, Lauraceae</i>	переменновлажный субтропический климат, вечнозеленые субтропические леса
<i>Chenopodiaceae, Artemisia, Plantaginaceae, Brassicaceae, Apiaceae, Poaceae</i>	аридный климат, степи, полупустыни, пустыни
<i>Robinia, Arbutus, Paliurus, Pistacia, Parotia, Oleaceae</i>	засушливый климат, близкий к субтропическому, жестколистные леса и кустарники, саванна

Производственно-практическое издание

Гусев Андрей Петрович

**ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Практическое руководство

Редактор *В. И. Шкредова*
Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 06.09.2016. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л.2,6.
Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 30 экз. Заказ 489.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013.

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.

Ул. Советская, 104, 246019, Гомель.

