

**Национальный технический университет «Харьковский  
политехнический институт»  
Украинский научно-исследовательский институт природных газов  
Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина**

**В.О. Соловьев**

## **ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ**

Харьков – 2014

Аннотация: В.О. Соловьев. Основные проблемы геологии. –Х.: (Изд-во), 2014. – ок. 180 с.

Рассмотрены различные вопросы и проблемы геологии, требующие решения. По многим из них (хронология тектонических движений, развитие магматизма и осадконакопления во времени, периодизация геологической истории) они уже предложены мною или намечаются. Работа может представлять интерес как для начинающих, так и опытных специалистов соответствующего профиля.

В.О. Соловйов. Основні проблеми геології. –Х., 2014.

Розглянуті різноманітні питання й проблеми геології, що потребують вирішення. По багатьом з них (хронологія тектонічних рухів, розвиток магматизму й осадко накопичення у часі, періодизація геологічної історії) вони вже пропоновані мною або намічені. Робота може представляти інтерес як для починаючих, так і для досвідчених спеціалістів відповідного профілю.

Рецензенты:

И.М. Фык – доктор техн. наук, НТУ «ХПИ»

В.С. Лутков – доктор геол.-мин. наук, ХНУ им. В.Н. Каразина

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИИ	4
ЗЕМЛЯ В МИРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ (Солнечная система. Гипотезы происхождения Земли, Солнечной системы. Движения Земли и воздействие космоса на ее развитие. Внутреннее строение планеты, ее поля. Уникальность строения и развития Земли)	6
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ (Геологическое картирование. Сравнительно-геологический метод. Геология Украины)	16
СТРУКТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ (Схема деления структур земной коры. Форма магматических тел. Кольцевые структуры. Геоморфология. Геологические тела)	22
МАГМАТИЗМ (Типы и формы развития магматизма, его природа. Развитие магматизма во времени. Инверсия магматизма, тектоно-магматические рубежи. Площадная дифференциация магматических образований. Геологическая сущность и природа гранитного слоя Земли. Другие вопросы и проблемы магматизма)	30
ГЕОТЕКТОНИКА (Схема деления тектонических движений. Тектонические фазы. Структурно-геологические перестройки. Эпохи различной тектонической подвижности. Геотектонические циклы. Проблема пульсации Земли. Региональные разрывные структуры. Материковый рифтогенез. Учение о геосинклиналях. Региональная и глобальная взаимосвязанность тектогенеза. Проблемы современной геодинамики. Космогеология: основные ее направления и проблемы)	42
ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ (Проблема оледенения и климатов в геологической истории. Материки и океаны прошлого. Проблема глобальных трансгрессий, сокращение и возрастание морских площадей. Коры выветривания. Горообразование. Поверхности выравнивания. Речные и морские террасы)	95
ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ, ФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ (Формационные несогласия. Угленакопление. Альпийско-Карпатский флишевый бассейн. Уникальные литологические формации. Глобальные литостратиграфические комплексы. Общие закономерности осадконакопления)	106
ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ (Историко-геологическая периодизация. Геохронология. Живая Земля и жизнь планеты)	122
РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ((Этапы развития растительного и животного мира. Эволюция, катастрофы и революционные изменения)	130
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ (Структура учения о полезных ископаемых. Металлогения. Геология нефти и газа. Вода как полезное ископаемое. Мировые минеральные ресурсы. Рациональное использование минерального сырья. Другие проблемы изучения и освоения полезных ископаемых)	136

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ (Структура экологической геологии. Негативное воздействие человека на недра. Эколого-геологическое образование, культура, поведение)	151
РИТМЫ В РАЗВИТИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ПЕРИОДИЗАЦИЯ ЕЕ ИСТОРИИ (Ритмичность природных процессов. Тектогенез и периодизация геологической истории)	158
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	169
ЛИТЕРАТУРА	170

## ВВЕДЕНИЕ

Взяться за рассмотрение затронутых здесь вопросов мне позволил опыт более чем полувековой работы в самых различных организациях, когда я занимался геологической съемкой и составлением карт на Дальнем Востоке, выполнял исследования в УкрНИИГазе и НИОХИМе, читал курсы региональной и исторической геологии или проводил учебные практики в Харьковском университете, участвовал в совещаниях и конференциях. В последнее время такие исследования проводятся мною в НТУ «ХПИ». В процессе такой деятельности постоянно приходилось соприкасаться с теми положениями, по которым нет единых мнений, которые требуют дальнейшей разработки. Или наоборот – утвердившаяся точка зрения вызывает принципиальные возражения. Я не пытаюсь предложить окончательное решение того, о чем здесь говорится, но по многим затронутым положениям у меня есть своя точка зрения или соображения, заслуживающие знакомства с ними, специального дополнительного изучения, рассмотрения, уточнения и апробации или даже внедрения.

Суть и цель работы – упорядочить наши знания об условиях и веществе земной коры, формирующих ее процессах, развитии их во времени. Самым большим парадоксом нашего обучения следует считать то, что систематизированных хотя бы минимальных знаний о геологии наши школы нам не дают. Хотя уже в средних классах нам демонстрируют тектонические карты, на которых показаны складчатые сооружения каледонского, герцинского и альпийского возраста. А что такое каледонская или герцинская складчатость, их возраст и суть сформировавшихся каледонид и герцинид наши последние самые полные геологические словари не дают. Может быть потому, что по этим вопросам нет единого мнения. Наши школьники получают сведения о библейских семи днях творения, а хотя бы минимальных знаний об истории образования земной коры – нет. Может быть, поэтому нас очень легко запугать прогнозом о возможном падении загадочного метеорита, который вот-вот «уничтожит все живое». И это при нынешних представлениях, что жизнь на планете уже в течение не менее 3,5 млрд. лет непрерывно существует и развивается.

На кого рассчитана данная работа. На самого разного «потребителя» – молодого специалиста или студента, которые должны понять, на что им нужно обратить внимание в процессе знакомства с основами геологии, использования каких-то ее знаний или положений. На опытного специалиста, который может оценить, так ли он трактовал затронутые здесь положения. Или даже иметь иную точку зрения по сравнению с тем, что изложено здесь и аргументировано изложить и развивать противоположный взгляд. Наконец, на специалистов другого профиля, которые смогут понять – чем может быть интересна или полезна им геология. Она, по моему мнению, должна будить мысль, а не только усваивать геологические каноны.

## ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИИ

Очень хорошие представления об истории развития геологии дает книга «Великие геологические споры» (Э. Хэллем, 1985). Излагаемые там положения освещены с глубоким и детальным знанием рассматриваемых вопросов. Ее интересной особенностью можно считать то, что все основные разделы – «Нептунизм, вулканизм и плутонизм», «Катастрофисты и униформисты», «Ледниковый период», «Возраст Земли» и «Дрейф континентов», или ключевые проблемы находятся в области исторической геологии. Это не совсем так. Достаточно много споров было об условиях происхождения гранитов и гранитного слоя земной коры, представлениях о внутреннем строении планеты и ее структурах, законах в геологии, теории геосинклиналей, осадконакоплении и др. Но можно согласиться, что историческая геология и геотектоника родили наибольшее количество споров, которые смело можно называть великими.

Вероятно, наиболее глубокие исследования в этой области выполнены Б.П. Высоцким (1977). Вместе с тем, предложенная им очень логичная и обоснованная схема развития этой науки или даже геологической системы наук о Земле, ее этапы – пранаука, эмбриональная геология, возникновение геологии как отрасли естествознания, становление геологии и современная наука и ее структура не всегда понимаются однозначно. Кроме того, она должна быть дополнена уже вновь появившимися ее направлениями – экологической, космической и другими геологиями, металлогенией и т.д. А также прикладными ее разделами – инженерной, нефтепромысловой, рудной и др. геологиями, геофизикой, учениями о полезных ископаемых. Или теми науками и научными направлениями, что развиваются на стыке геологии с другими разделами естествознания – палеонтология, палеогеография, геохимия, астрогеология и др. Поэтому, в числе первых задач и требуемых сейчас решений современной геологии можно считать разработку схемы универсального классифицирования ее наук и основных научных направлений. В том числе, связи с другими науками естествознания.

В связи с рассмотрением истории развития геологии, полезным следует проанализировать появляющиеся сейчас мнения о ней как об исчезающей науке, том направлении естествознания, которое уже выполнило свою роль, и сколько-нибудь активное формирование его невозможно. Особенно в нашем мире повышенного практицизма. Чего не говорят о биологии, физике, химии или астрономии. Одним из показателей такого положения можно считать то, что такой предмет отсутствует в наших школах. По поводу этой ситуации у меня существует глубокое убеждение, что это определенная традиция, сохраняющаяся еще со времени формирования наших учебных программ в средневековых и более поздних школах. Геология сформировалась намного позже всех других наук естествознания. Включать в школьные программы обилие той информации, разработкой которой она сейчас занимается, просто невозможно и нецелесообразно. Можно предположить, что виноваты геологи, которые не предложили упрощенное, доступное или даже

интересное ее изложение. Попытка излагать ее как в довоенных наших школах одновременно с минералогией, когда сведения о веществе земной коры (фактически, химическая информация) «давили» чисто геологические знания, не оправдала себя.

Можно вспомнить еще одну деталь из истории развития геологии. Она как никакая другая наука преследовалась нашей религией, так как содержит и развивает знания, не совпадающие с библейскими представлениями о сотворении мира. В том числе поддерживает и развивает идеи Ч. Дарвина о происхождении человека путем эволюции гоминид. Кстати, сам Дарвин был по образованию геологом. Поэтому эти положения до сих пор подвергаются особо пристрастному анализу, при котором забываются общеизвестные положения о неполноте «каменной летописи». Или неточно излагается современная трактовка дарвинизма: человек не произошел от обезьяны, а имеет общих с нею предков. И даже в наш просвещенный век это положение подвергается сомнению, изучается возможность внеземного происхождения человека. Вплоть до привлечения к этому процессу инопланетян.

Геология имеет свои методы изучения земной коры, которые резко отличаются от остальных наук естествознания. В том числе, полевые наблюдения, составление карт, сбор палеонтологических остатков для определения возраста земных слоев. В какой-то части они близки к биологическим, а также географическим методам исследований. Это естественно, так как геология вместе с физической географией составляет комплекс наук о Земле. И особо не следует драматизировать отсутствие геологии в современной школе. Она сейчас до безобразия загружена обилием социально-психологических наук, которые, по замыслу педагогов и политиков, более нужны нынешнему школьнику и будущему специалисту. В этой ситуации лишь хотелось бы, чтобы географические кадры нашей школы имели более глубокие геологические знания, так как именно география несет их в широкие массы. И я много сделал для этого, подготовив в течение 2009-2013 гг. для издательства «Основа» и журнала «География» серию учебных пособий, словарей и статей по исторической геологии, тектоническим движениям, подземным водам, веществу земной коры, геологии Украины.

Пару слов о роли геологии в жизни общества. Именно геологические исследования, поиски, разведка и разработка полезных ископаемых обеспечили его сырьем, необходимым для развития металлургии, обоснования возможности строительства и решения многих других, привычных для современного человека условий жизни. Сейчас возникает много вопросов в связи с охраной и рациональным использованием подземных вод, которые должны решать не абстрактные экологи, а специалисты геологического профиля, хорошо знающие свойства, структуру и возможности недр. Поэтому списывать сейчас геологию преждевременно. Таким же образом биолог может жаловаться, что его вытесняет лесовод, почвовед, работник сельского хозяйства и другой специалист, использующий биологические знания.

Современная геология имеет еще одну особенность, о которой редко вспоминают. Она является единственной наукой естествознания, которая изучает историю развития земной коры, или неживой природы. А также живой природы, учитывая, что она взяла на себя у биологии разработку этой сферы знаний. Поэтому она в значительной части определяет мировоззрение современного человека. И дело даже не в установлении родословной человека. Учитывая, что именно она изучает природные катастрофы прошлого, она может знать, когда и что уже происходило ранее; только историко-геологические данные и представления должны быть положены в основу предвидения глобальных катаклизмов.

И еще одна особенность геологических наук, которую хорошо показывает история их развития. Если первоначально для естествознания характерным было решение тех или иных вопросов учеными с универсальными знаниями, то в XX ст. геология потребовала многочисленных специалистов узкого профиля. Это было временем особо активной дифференциации геологических наук, которые решали вопросы картирования, подсчета запасов, определения абсолютного возраста пород и многие другие. Поскольку перед современной геологией часто стоят более сложные задачи, требующие знания и в области смежных наук, вновь ставится вопрос о необходимости комплексных исследований и решений, рождении новых Вернадских, Соболевых, Федоровских и других специалистов с широким кругозором и знаниями.

## **ЗЕМЛЯ В МИРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Изучение Земли и ее недр, в том числе природных ресурсов, истории формирования состава земной коры и более глубоких зон, могут быть наиболее полно и глубоко выявлены лишь при правильном понимании места нашей планеты в Солнечной системе, Галактике, Вселенной. Земля формировалась из космического материала, испытывает непрерывное воздействие космоса, характеризуется разнообразными перемещениями и движениями, которые необходимо знать и учитывать. Вместе с тем, она обладает рядом уникальных особенностей строения и развития, которые отличают ее от всех других тел Солнечной системы.

Изучение Земли в мировом пространстве позволило обосновать представления о Вселенной – бесконечном и вечно существующем космическом окружении. В ее составе выделяется система галактик, или гигантских звездных скоплений. Количество звезд в галактиках может достигать многих сотен. Наша Галактика, включающая Солнечную систему, не является единственной во Вселенной. Интересной ее особенностью является существование двойных звезд, вращающихся друг вокруг друга. По некоторым представлениям наша Солнечная система также состоит из двух звезд; вторая невидимая ее часть получила наименование Немезиды. Результатом взаимодействия таких двух звезд нашей системы может быть

периодическое проявление бомбардировки Земли крупными космическими телами – метеоритами, а также эпизодичное энергетическое воздействие.

Вплоть до XVI века существовали представления, что центром мироздания является Земля. Лишь Н. Коперник в работе «Об обращении небесных шаров» обосновал гелиоцентрическую систему Мира, центром которого стало Солнце. Позднее эти взгляды были существенно дополнены и развиты. Ученых древности и особенно современных астрономов и геологов интересует происхождение Земли и Солнечной системы. Все это ставит перед астрономией много проблем и вопросов, помочь в решении которых может геология. А расчеты специалистов в области кинематики космических тел должны согласовываться с представлениями геологов, изучающих события прошлого, которые зафиксированы в слоях земной коры.

### **Солнечная система**

Солнечная система, находящаяся на окраине нашей Галактики, совершает, по разным представлениям, полный оборот вокруг ее центра за 190-300 млн. лет (в последнее время оно определяется в 235-250 млн. лет). В ее составе известно 9 планет. К планетам земной группы (типа) относятся Меркурий, Венера, Земля, Марс, а к внешним планетам – Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Радиус Солнечной системы 5,9 млрд. км (от Земли до Солнца 149,51 млрд. км). Большинство планет окружено спутниками, которых насчитывается более 40. Распределены они неравномерно: у Меркурия и Венеры их нет, а у Юпитера и Сатурна их 16 и 17.

Кроме планет и их спутников в Солнечной системе существуют другие космические тела. Главнейшие среди них – астероиды, метеориты, кометы.

Астероиды – небольшие космические тела, самые крупные из которых имеют в поперечнике менее 1000 км. Между орбитой Марса и Юпитера насчитывается несколько тысяч таких тел. Эту зону астероидов называют иногда «каменоломней Солнечной системы». По одному из представлений они являются не успевшей еще сформироваться планетой, а по другому – продуктом разрушения планеты Фэтон. Наиболее важной задачей современного их изучения является установление возможности столкновения с Землей наиболее крупных представителей этой группы и прогнозирование или предупреждение такого события, которое может быть катастрофическим.

Метеориты – небольшие тела, попадающие из межпланетного пространства в зону притяжения Земли. Большинство метеоритов сгорают в атмосфере, а некоторые – достигают поверхности планеты. Геологов интересуют как следы их падения (метеоритные кратеры, или импактные структуры), так и сами эти сохранившиеся космические тела; по результатам их изучения делают предположение о составе внутренних зон Земли и даже ее возрасте. Среди метеоритов выделяются железные и каменные. Источником метеоритного вещества могут быть разрушающиеся астероиды или кометы. Возраст большинства метеоритов определяется в 4,6 млрд. лет, что совпадает с предполагаемым возрастом Земли.

Кометы – в переводе с греческого обозначает «звезда с хвостом»: их происхождение и состав до сих пор вызывает наиболее острые дискуссии. Предполагают, что ядро комет на 75% состоит из льда и на 25% – из пыли и каменного материала. Их хвост направлен в сторону, противоположную Солнцу. Период обращения комет вокруг Солнца составляет обычно не более 200 лет. Так, для наиболее известной кометы Галлея он равен 76 лет. Некоторые исследователи предполагают важную роль воздействия данных тел на развитие органического мира Земли.

Само Солнце понимается как небольшая звезда (звезда-карлик) с диаметром 1390600 км. Однако он в 190 раз больше земного. Средняя плотность Солнца  $1,41 \text{ г/см}^3$ . Судя по спектральному анализу, оно на 90% состоит из водорода и на 10% из гелия. Все планеты вращаются вокруг Солнца по орбитам, лежащим практически в одной плоскости. Планета Уран имеет обратное вращение.

Все это набор стандартных знаний о Земле и Солнечной системе, который излагается даже в школьных наших программах. Геология может и должна помочь в решении следующих основных вопросов. Есть ли вторая звезда в нашей Солнечной системе, имеющая даже собственное название – Немезида. Привести свои соображения о продолжительности Галактического года. Полнее изучить характер воздействия космоса на развитие Земли (поступление вещества, энергетические кванты, обуславливающие активизацию эндогенных и экзогенных процессов, другие формы воздействия). Существование полей, суть которых пока не расшифрована (в том числе, геопатогенные зоны). Роль земных (эндогенных) и космогенных факторов в проявлении каких-то процессов – трансгрессии, колебательные тектонические движения и другие процессы и явления. Затрону еще несколько сугубо астрономических положений.

### **Гипотезы происхождения Земли, Солнечной системы**

Человека издавна интересовали вопросы происхождения Солнца, Земли, других планет. Первоначально эти представления имели форму мифов или других сказочно-фантастических предположений и связывались с действиями богов и чудовищ. Утвердившиеся гелиоцентрические взгляды, по которым в центре нашей системы располагается Солнце с вращающимися вокруг него планетами, заставили искать другие решения и объяснения.

В числе первых гипотез о происхождении Земли были представления Ж. Бюффона (1745), предположившего, что наши планеты образовались в результате удара о Солнце крупной кометы. Позднее такие взгляды были модернизированы Т. Чемберлином (1901), Ф. Мультином (1905) и Дж.Х. Джинсом (1919), согласно которым рождение планет было результатом приливного притяжения прошедшей возле Солнца другой звезды: именно она «вырвала» из него сгустки раскаленного вещества, впоследствии остывшего и превратившегося в планеты нашей системы.

Вероятно, первая серьезная попытка создать картину происхождения Солнечной системы была предпринята И. Кантом (1755), а затем уточнена П. Лапласом. Они считали, что Солнце и планеты образовались из вращающейся газо-пылевой туманности. В результате такого вращения вокруг плотного ядра туманность превратилась в огромный диск, который затем разделился на оставшееся раскаленным Солнце, а также планеты и их спутники. Представления о первоначально раскаленной Земле существовали еще в течение всего XIX ст. В геологии эта идея нашла отражение в когда-то популярной гипотезе контракции, по которой образование складок и разломов в земной коре произошло за счет остывания нашей планеты.

В 1944 г. О.Ю. Шмидт предложил гипотезу образования нашей системы в результате прохождения Солнца через холодное газопылевое облако. Планеты сформировались в результате взаимного притяжения и слипания (аккреции) данного метеоритного вещества, начавшего вращаться вокруг Солнца. Такие представления хорошо подтверждались расчетами масштабов современного поступления на Землю космического вещества. Если бы они падали с такой же скоростью как сейчас, то наша планета могла бы сформироваться за 7 млрд. лет. Учитывая, что на ранних этапах истории этот процесс был более интенсивным, данная гипотеза хорошо подтверждает существующие взгляды на возраст составных элементов Солнечной системы.

Ф. Холл в середине XX в. предположил, что Солнечная система, состоявшая из двух звезд, образовалась в результате разрыва второй звезды, давшей материал для создания планет. Эти и ряд других аналогичных гипотез, хотя и отличаются по механизму космического планетообразования, но исходят из представления об общем веществе и близком времени формирования всей Солнечной системы. Земля прошла путь почти в 5 млрд. лет прежде, чем приобрела современный вид. Рассмотрение истории и условий формирования земной коры лежит уже в сфере интересов и компетенции геологии.

Говоря о происхождении нашей планеты, необходимо остановиться на выяснении условий образования ее гидросферы. Существует несколько гипотез происхождения воды на Земле. Согласно одной из гипотез, вода в виде молекул  $H_2O$  находилась в составе первичного газопылевого облака, из которого образовалась Земля, и в ее древней плотной атмосфере, из которой вода сконденсировалась, образовав Мировой океан. Существует гипотеза биохимического происхождения воды на Земле, согласно которой вода образовалась в процессе синтеза нуклеиновых кислот под влиянием жесткого космического и солнечного излучения. Есть также гипотеза внеземного происхождения воды, авторы которых полагают, что вода попала на Землю при падении на нее обломков ледяной планеты Фэтон и ядер комет. Большинство исследователей считают, что вода синтезировалась из атомов водорода и кислорода в ходе дифференциации и дегазации вещества Земли (А.П. Виноградов и др.). И поступала из недр в процессе вулканических извержений (Е.К. Мархинин), будучи впоследствии преумноженной активной деятельностью биосферы.

## Движения Земли и воздействие космоса на ее развитие

Движения Земли являются предметом специального целенаправленного изучения астрономии, ее раздела, называемого механикой или кинематикой небесных тел; географию и геологию эти перемещения интересуют, главным образом, с точки зрения воздействия на процессы, происходящие в атмосфере, гидросфере, литосфере. Можно выделять следующие основные перемещения планеты, влияющие на ее развитие.

Движение Земли в составе Солнечной системы вокруг центра нашей Галактики. Один такой оборот нашей системы называется галактическим годом; его продолжительность по разным представлениям составляет от 187 до 300 млн. лет. В последнее время чаще всего называют значения 235-250 или 275-280 млн. лет. С таким перемещением некоторые исследователи связывают периодически проявляющиеся обширные оледенения на Земле, происходящие примерно через 300 млн. лет, а также своеобразные вещественно-энергетические воздействия, совершающиеся через 26, 75-80 и 235 млн. лет. Они сопровождаются бомбардировками Земли крупными метеоритными телами и структурно-геологическими перестройками (в какие-то моменты геологической истории вдруг происходит резкое изменение режима и направления перемещения литосферных плит, меняется структурный план земной поверхности, происходит активизация тектонических и магматических процессов).

Движение Земли вокруг Солнца по эллиптическому радиусу, равному примерно 149 млн. км, и затрачиваемое на это время называется звездным годом. Полный оборот Земля совершает за 365,26 суток. Следствием наклона оси планеты, равным  $66,5^\circ$ , и разной величины ее удаления от Солнца является существование времен года. Такие потепления и похолодания в разных частях планеты, разное количество атмосферных осадков в разные времена года находят отражения в климатической зональности, неравномерной активности природных процессов на Земле.

Вращение Земли вокруг своей оси, обуславливающее существование дня и ночи, совершается за 23 часа 56 минут и 4,09 секунды. Учитывая возможные изменения объема нашей планеты во времени, какие-то эпизодические тормозящие на нее воздействия, можно предполагать нарушение такого ротационного режима. Его следствием могут стать изменения дрейфа литосферных плит, другие проявления тектонических движений. По некоторым представлениям нарушение ротационного, или вращательного режима Земли является одной из основных причин проявления тектонических движений и, как следствие, разогрева в недрах.

Земля имеет лишь одного спутника – Луну; однако размеры и масса ее соизмеримы с самой планетой. Подобное явление в Солнечной системе можно наблюдать лишь у Плутона. Поэтому здесь существует как бы двойная планета. Именно этот общий центр масс, а не центр Земли движется

по годовой орбите вокруг Солнца. Один оборот системы Земля-Луна вокруг общего центра масс совершается за 27 суток 8 часов; его называют лунным месяцем. Воздействие Луны и Солнца на Землю является причиной еще одного из движений гидросферы и литосферы, которое называется приливами и отливами, а также «твердыми приливами».

Рассмотренными движениями Земли и Солнечной системы не ограничиваются перемещения в пределах нашей планеты. Наклон земной оси не остается одинаковым. Ось ее вращения совершает непрерывные перемещения по круговому конусу с периодом полного оборота в 26 тыс. лет. Такое поступательное движение называется прецессией. Географический и магнитный полюсы не совпадают, что обуславливает своеобразное «блуждание» последнего. Движущиеся по поверхности Земли реки вследствие ее вращения оказывают еще одно воздействие, называемое силой или ускорением Кориолиса. Оно проявляется в частности тем, что текущие в северном полушарии в меридианном направлении реки отклоняются и более активно подмывают правый берег. Такое явление получило в географии название закона Бэра-Бабине (по именам установивших его исследователей).

Кроме них существуют и другие воздействия космоса, в числе которых можно назвать практически непрерывное поступление на нашу планету космического вещества и эпизодичную бомбардировку Земли крупными метеоритами, различный уровень активности Солнца, проявленный периодическими вспышками на нем и магнитными бурями. Уже в начале XX ст. доказано их влияние на многие земные события и процессы, в том числе развитие органического мира и человека в частности. В 1915 г. А.Л. Чижевский образно назвал одно из таких явлений «земным эхом солнечных бурь». Особый интерес к ним возник в связи с развитием космонавтики. Геология пытается устанавливать связь с различными космическими явлениями активизацию сейсмической и вулканической деятельности, а также других природных процессов.

### **Внутреннее строение планеты, ее поля**

Непосредственному изучению при помощи шахт и скважин доступна лишь незначительная часть литосферы, равная примерно 10 км. Выход на поверхность более древних толщ и глубоких зон, происходивший в течение длительной геологической истории, позволяет составить представления о строении земной коры в целом, выделять в ней разные по составу и возрасту слои. Определенную информацию о плотности, составе и тепловом режиме отдельных глубинных зон планеты дают вулканические извержения, а также приборы, регистрирующие скорость прохождения образовавшихся волн при землетрясениях. Кроме того, сведения о строении Земли в целом могут быть изучены при помощи сейсмических методов. На отдельных участках поверхности или в недрах производится взрыв, и специальные приборы фиксируют характер прохождения сейсмических волн.

Центр Земли занят ядром, радиус которого 3470 км. Предполагается, что оно состоит из железа с примесью никеля и некоторых других легких металлов; такие представления основаны на изучении состава метеоритов. По другим гипотезам ядро состоит из водорода, который при больших давлениях может перейти в состояние, подобное металлу. Температура в центре ядра может достигать  $6000^{\circ}$ , плотность составляет около  $12,5 \text{ т/м}^3$ . В ядре выделяется внешняя часть, состояние которой по геофизическим данным напоминает жидкое, и твердая внутренняя зона.

Ядро окружено мантией (от греческого – плащ, покрывало), нижняя граница которой расположена на глубине 2900 км. Она составляет около 82% объема Земли и сложена преимущественно железом, кислородом, кремнием и магнием. Верхняя часть мантии, до глубины примерно 800-900 км, является менее плотной и более эластичной; этот ее слой называют астеносферой (греч. – слабый слой или шар). Предполагается, что такое «ослабленное» ее состояние обусловлено наличием здесь расплавленных масс, или даже магмы, по которым перемещается литосфера. Эта же зона рождает глубинный магматизм (плутонизм) и вулканические процессы.

Выше мантии располагается земная кора. Нижняя граница последней уверенно определяется геофизическими методами; она получила название поверхности Мохо, или М (по имени впервые установившего ее А. Мороховичича). Вместе с верхней перемещающейся частью мантии земная кора составляет литосферу, мощность которой 50-200 км. Эта находящаяся на астеносфере твердая оболочка Земли разбита на отдельные блоки – литосферные плиты. Характер и история перемещения таких плит лежат уже в сфере интересов и компетенции геологии.

Для более полной характеристики Земли необходимо сформулировать представления о ее физических полях. Под таким названием понимают неравномерное значение тех или иных физических показателей планеты на разных ее участках. Знание такого явления имеет важное значение для геологии, так как на основе выявления таких полей осуществляется изучение внутреннего строения недр (так называемые геофизические методы исследований, в том числе геофизические поиски и разведка полезных ископаемых). Среди основных меняющихся физических показателей различают гравитационное, магнитные и тепловые поля.

Гравитационное поле Земли знакомо каждому и стало настолько привычным, что мы его не замечаем. Но его нужно учитывать в различных геодинамических расчетах при изучении природных процессов. Без преувеличения можно утверждать, что основные геологические процессы как на поверхности, так и в недрах (перемещение вещества, плавление и магматизм, движение вод и разрушение литосферы) обусловлены ее гравитационным полем. Кстати, и само образование нашей планеты в результате аккреции, или наращивания ее объема за счет поступления космического вещества – это также следствие гравитации.

Сила тяжести, обусловленная массой Земли, различна на разных ее участках. Так, она возрастает по мере приближения к центру планеты (на ее

полюсах, в пониженных участках рельефа, в частности). Кроме того, гравитационное поле является различным на площадях осадочных или кристаллических пород, возрастает на участках более плотных их разностей. На этой физической их способности основан один из методов геофизического изучения недр планеты, выявление аномалии силы тяжести (гравиметрия, гравиразведка). Истолкование таких данных позволяет делать предположения о геологическом строении тех или иных исследуемых районов, о наличии определенных пород или даже полезных ископаемых на глубине.

Достаточно сложным является изучение магнитных полей Земли, процессов их изменения, характера размещения. Различают постоянное и переменное ее поля. Планета в целом обладает определенным магнитным полем, своеобразным магнетизмом (его называют геомагнетизмом). Условно это явление можно представлять как существование большого магнита с магнитными полюсами, которые не совпадают с географическими, фиксирующими ось вращения Земли. По изучению таких силовых линий различают магнитные меридианы, склонение (угол между магнитным и географическим меридианами), экватор. Магнетизм Земли издавна использовался человеком для ориентировки, особенно в морских путешествиях (магнитный компас). Магнитное поле окружает нашу планету на расстоянии до нескольких тысяч километров. В последнее время подчеркивается важность такого явления; именно данное поле могло способствовать зарождению, длительному существованию и активному развитию на ней жизни.

Геомагнитное поле Земли не остается постоянным, меняясь во времени. В частности, из года в год и из столетия в столетие оно возрастает в одних районах и уменьшается в других. Такие монотонные изменения среднегодовых значений геомагнитного поля называются вековыми вариациями или вековым ходом. Помимо векового магнитное поле испытывает суточные колебания, связанные главным образом с действием ультрафиолетового излучения Солнца (ионизация атмосферы). Известны и очень резкие колебания продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток, которые называют магнитными бурями. В среднем они возникают около 10 раз в год. Подобные кратковременные возмущения магнитного поля фиксируются отклонением магнитной стрелки от нормального положения. Они вызываются вспышками на Солнце и поступлением на Землю заряженных электрических частиц. Магнитосфера нашей планеты захватывает такие частицы, однако люди и живые организмы частично могут фиксировать такое поступление. В течение века магнитное поле Земли может несколько раз существенно возрасти или уменьшиться. В таких случаях говорят о повышенной солнечной активности или даже выделяют ее вековой максимум, и пониженной, намечая «годы активного и спокойного Солнца». Интересно, что систематические наблюдения последних веков позволяют даже фиксировать своеобразную ритмичность в

такой вековой активизации, приурочивать ее к определенным годам столетий.

Наряду с подобным, существующим в настоящее время геомагнетизмом, различают меняющийся в геологическом времени магнитный режим планеты. В геологии он называется палеомагнетизмом и его изучением занимается палеомагнитология. Изучение намагниченности горных пород, главным образом лавовых потоков и отдельных минералов в осадочных толщах, позволяет фиксировать инверсии магнитного поля Земли, когда в определенные интервалы времени направление «север-юг» меняется местами и выдерживается в течение длительных интервалов. В таком случае говорят об обратной полярности и на основании чередования прямой и обратной намагниченности строят даже палеомагнитную шкалу для определенных интервалов истории. Единых общепризнанных схем магнитного прошлого пока нет, но это очень перспективное направление исследований, начавшееся изучаться лишь несколько десятилетий назад.

Кроме таких устойчивых смен магнитной полярности, или инверсий, устанавливают существование и кратковременных магнитных изменений или «экскурсов» Земли. Под таким названием понимается короткое в геологическом масштабе времени изменение магнитного поля, вплоть до перемены обычной ориентировки север-юг на обратную. Но устойчивой инверсии в этом случае не происходит. Это достаточно хорошо установленное явление; последний такой экскурс имел место 10-12 тыс. лет назад.

Наконец, различают различного рода местные и региональные магнитные аномалии. Примером одного из подобных локальных ее проявлений может быть знаменитая Курская магнитная аномалия, магнитное поле которой в 5 раз выше среднего напряжения магнитного поля Земли. Она обусловлена наличием железистых кварцитов, содержащих минерал магнетит. Благодаря ее изучению уже в XX ст. здесь было открыто одно из крупнейших в мире скоплений железных руд. Примером региональной магнитной аномалии является также Восточно-Сибирская, где фиксируется западное склонение вместо восточного.

Тепловое поле Земли складывается из двух основных источников – поступление тепла от Солнца и из недр. Солнечный тепловой поток достаточно хорошо изучен и понятен. Около половины его поглощают атмосфера, гидросфера, растительность и приповерхностный слой Земли, а половина отражается в мировое пространство. Его результатом является формирование холодных приполярных и теплого приэкваториального поясов. Тепловой поток Земли также поддается измерениям. Установлено, что температура в недрах повышается на  $1^{\circ}$  в среднем через каждые 33 м, хотя для разных районов такая величина может сильно отличаться. Природа или причина рождения теплового потока недр и распределение пока не в полную меру изучены. Предполагается, что он образуется за счет термоядерных реакций (тепло радиоактивного распада), гравитационного сжатия Земли под действием силы тяжести, тепла химических реакций и

процессов кристаллизации, а также за счет тектонических движений. Последние могут быть результатом неравномерного вращения планеты и разнонаправленного перемещения отдельных блоков литосферы (тепло трения), различных приливных сил. Изучение геотермических особенностей земных недр имеет важное практическое значение, так как это тепло может стать источником устойчивого и при определенных условиях экологически наиболее чистого и экономически целесообразного энергообеспечения.

### **Уникальность строения и развития Земли**

Изучая планеты Солнечной системы и выявляя принципиальное сходство их размеров, строения и движения каких-то групп, мы должны признать существенное своеобразие Земли, ее неповторимость и даже уникальность. Оно заключается в том, что только Земля имеет мощную гидросферу, покрывающую почти три четверти ее поверхности, которая обусловила своеобразие многих природных ее процессов. Для Земли характерно наличие жизни и, точнее даже, высокоразвитой и длительно формирующейся биосферы, а также большие объемы продуктов ее деятельности (так называемые органогенные осадочные горные породы). С развитием биосферы тесно связано формирование окислительной атмосферы нашей планеты, своеобразная и непрерывная эволюция ее состава. Земля обладает мощным магнитным полем, создающим активные радиационные пояса планеты. Земное магнитное поле в  $10^4$  раз сильнее, чем у Марса и в  $10^7$  – чем у Меркурия. Наконец, Земля имеет только одного, но соизмеримого с ней по размерам спутника – Луну.

В последнее время развиваются представления, что именно последнее обстоятельство или особенность Земли стала причиной ее уникальности в целом. В условиях активного вулканизма, существовавшего на ранней стадии формирования планеты, поступления на поверхность воды и углекислоты, которые сопровождали этот процесс, могли зародиться живые существа. Вызванные вращением Луны твердые приливы планеты обусловили образование магнитосферы, создающей радиационные пояса-экраны, которые защитили появившуюся жизнь от ионизирующих излучений космоса. Формирование биосферы не только содействовали поддержанию и росту гидросферы, но и существенно изменили состав атмосферы, сделали ее пригодной для ныне существующего органического мира. А наличие водоемов, окислительной атмосферы и высокой тектонической подвижности обусловили своеобразие геологических процессов, которые весьма разнообразны и аналогов которых нет на других планетах Солнечной системы. На Земле стали формироваться мощные толщи осадочных пород, разновозрастные и разные по своему строению складчатые сооружения, разнородные тектонические структуры земной коры (срединно-океанические хребты, трансматериковые рифтовые системы) и, в результате, образовался современный рельеф.

Есть еще одна группа причин, которая содействовала развитию уникальности Земли. Если бы она была немного меньшей и более легкой, то меньшая сила притяжения стала бы причиной того, что значительная часть образовавшейся на ней атмосферы улетучилась бы, исчезла. Такое явление мы можем наблюдать на Луне, а также небольших планетах системы – Меркурии и Марсе. И наоборот, если бы Земля была большей и более тяжелой, с большей силой тяготения и притяжения, то таким легким газам как водород и гелий понадобилось бы больше времени для того, чтобы покинуть нашу атмосферу. Это нарушило бы оптимальное соотношение газов, которое мы считаем наиболее пригодным для существования жизни на нашей планете.

Особенностью Земли является ее почти круглая орбита. Если бы она была более вытянутой, то органический мир страдал бы от непрерывных резких перепадов температуры и не мог бы достичь современного уровня развития. Большие планеты нашей системы – Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун – вращаются вокруг Солнца на безопасном от нас расстоянии. Они не несут угрозу жизни на Земле. Более того, они являются своеобразным экраном, «небесным пылесосом», предохраняющим нас от активной космической бомбардировки, характерной для окружающего космоса. Таким образом, идеальное с точки зрения современного состояния органического мира размещение Земли в Солнечной системе, ее размеры, благотворное влияние Луны и больших планет создали условия для развития жизни и формирования той уникальности, которую мы сейчас имеем.

Завершить обзор существующих астрономических представлений нужно выводом, который уже несколько раз звучал в этом разделе. По ряду вопросов строения и развития космоса геология могла бы сформулировать свои соображения и это нужно делать. В частности, изучение различных проявлений периодичности и цикличности, имеющих, как правило, внеземное происхождение, позволило бы предложить решение каких-то вопросов кинематики небесных тел, вплоть до уточнения продолжительности галактического года. Это делается или намечается попытка предложить решения, что частично изложено в разделе о ритмах. Все это требует объединения усилия специалистов в науках о Земле и космосе. Активное развитие в последнее время геодинамики, геокосмологии и других наук совместного изучения должно содействовать этому. Наконец, решение многих основных проблем геологии может и должно базироваться на хороших знаниях о месте Земли в мировом пространстве.

## **РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Региональная геология (РГ) входит в число крупных или даже основных разделов геологических наук. Она изучает геологическое строение определенных площадей (стратиграфию, тектонику, магматизм), историю их развития, размещение полезных ископаемых. Именно она является основным источником геологической информации, дающим представление об общем

площадном распределении геологических структур, стратиграфии отдельных площадей, магматизме в их пределах, проявлении современных процессов, преобразующих земную кору. А также о полезных ископаемых изучаемых площадей – их запасах и ресурсах, других особенностях. В числе основных вопросов РГ нужно назвать сопоставление строения и развития отдельных платформ, складчатых сооружений, других тектонических структур. Именно такое сопоставление лежит в основе сравнительно-геологического метода, который должен быть отнесен к числу основных его направлений. В том числе, выявление их эталонов, обоснование прогнозов тех или иных площадей на различные полезные ископаемые.

Перечисленный круг вопросов не ограничивает интересы региональной геологии. Обычно ее суть сводится к характеристике основных тектонических структур на тех или иных площадях – материках, странах и др. Вместе с тем, она может включать изучение площадей с определенными стратиграфическими разрезами, регионами со своеобразным историко-геологическим или палеогеографическим развитием (например, со следами гондванского оледенения) и многие другие. Частным вопросом РГ можно считать выделение геологических памятников на каких-то площадях. Геология может похвастать обилием публикаций по отдельным площадям и регионам, а вот обобщений о сути этого научного и практического направления изучения нет.

Необходимо подчеркнуть многообразие понимания сущности РГ. Таким названием именуется геология отдельных материков, определенных тектонических структур (платформ, складчатых сооружений или их систем). А также геология отдельных стран (СССР, Украины и др.). Или даже геологическое строение отдельных стандартных листов, изучаемых в процессе геологической съемки. Региональные разделы существуют также в геотектонике, геоморфологии (геоморфология Украины, горных стран), палеогеографии и других науках. И хотя степень изученности разных регионов зачастую резко различается, говорить о каких-то общих проблемах региональной геологии трудно. Поэтому остановлюсь лишь на двух частных ее вопросах – геологическом картировании, являющемся основным методом региональной геологии, дающим основную информацию о строении отдельных площадей, и сущности сравнительно-геологического метода.

### **Геологическое картирование**

Основным методом региональной геологии является геологическое картирование (ГК), которое подразумевает составление геологической карты различного масштаба для определенных площадей. Обычно различают собственно геологическую съемку и картосоставительские работы, или составление карты для частично уже изученной территории. Геологическая съемка различается в зависимости от детальности изучения, или масштабов картирования (обзорное, мелко-, средне- или крупномасштабное), степени и характера проведения необходимых работ; поэтому говорят о доизучении

какой-то площади, глубинном картировании или других операциях исследования. Все условия и требования к проведению ГК определяются соответствующими инструкциями, многочисленными дополнениями или уточнениями к ним, постоянно обновляемыми.

Вместе с тем, геологическое картирование является основным методом структурной геологии, которое как самостоятельное направление геологии будет рассматриваться позднее; здесь интересы и сферы деятельности этих направлений совпадают. В сферу РГ входит не просто и не только изучение геологического строения какой-то площади, а типизация выявленных структур для сопоставления с таковыми в других местах. Вероятно, эти и многие другие вопросы должны быть уточнены применительно к этим двум основным разделам геологии, объединять или ликвидировать которые нецелесообразно. То же относится к таким терминам как съемка, картирование, другие методы площадного изучения геологических структур.

Инструкции по проведению геологического картирования обычно оговаривают выполнение его в условиях закрытых и обнаженных площадей, разный уровень геологической сложности (платформы, складчатые сооружения, изучение выходящего на поверхность кристаллического основания и др.). Однако природное разнообразие обычно является намного более сложным, чем предусмотренные инструкциями положения. Кроме того, геологическая съемка является еще и методом предварительных поисков полезных ископаемых на определенной изучаемой площади. Все это требует от ГК не только дотошного выполнения уже имеющихся документов, но и творческого подхода при выполнении таких работ.

Необходимо подчеркнуть, что ГК является в определенном отношении уникальным методом не только геологии, но и наук естествознания в целом. Конечно, биология также изучает и характеризует каждый вид или группировки растений и животных. География изучает ландшафты, физико-географические зоны и провинции и многое другое. Но таким детальным и целенаправленным изучением стабильного участка земной коры, ее поверхностной зоны занимается лишь РГ и ГК. Привлекая, кстати, для таких исследований методы химии и физики (геохимическая характеристика, геофизические методы изучения глубинных зон и др.). А это требует разносторонних знаний, подготовки специалистов такого профиля.

### **Сравнительно-геологический метод**

Сравнительно-геологический метод, хотя и относится к числу основных и широко используемых, редко когда поддается специальному анализу. Он является непременной частью структурно-геологических исследований, когда представления о строении складчатых сооружений, платформ или их составных частей, магматических тел и других объектов интереса геологии устанавливаются на основании сопоставления с другими более детально изученными. Этот своеобразный метод аналогий подразумевает определенную типизацию структур, при которой выводы о

детально изученном ее представителе будут использоваться для других случаев. Например, мы можем говорить о сходстве в строении Восточно-Европейской и Северо-Американской платформ, которые существенно отличаются от Сибирской, Индостанской, Африканской.

Аналогичным образом мы говорим об альпинотипной и германотипной складчатости, складчатых сооружениях разных подвижных поясов, прогибах и впадинах восточно-азиатского типа, площадей тектоно-магматической активизации. А также заниматься сопоставлением развития Тихоокеанского и Средиземноморского поясов Евразии или других аналогичных структур. Например, для изучения особенностей строения и развития подвижных тектонических структур Средней Азии в связи с расшифровкой возможности их нефтегазоносности очень полезным может быть сравнение с геологией Украины, детально изученной. Подобных примеров использования сравнительно-геологического метода может быть приведено очень много.

Необходимо подчеркнуть, что сравнительно-геологический метод, метод или принцип аналогий широко используется в прогнозе и поисках полезных ископаемых, подсчете их запасов. Можно напомнить, что именно на этом основании начаты поиски алмазов на Сибирской платформе, где геологическое строение было аналогичным каким-то районам Африки, а сейчас производится на определенных площадях Украинского щита. Почти глобальная приуроченность фосфоритов к границе фанерозоя и докембрия становится основой прогнозирования и направления каких-то поисковых работ. Он также очень важен при изучении структур, благоприятных для локализации промышленных скоплений нефтегазовых залежей.

Все это позволяет утверждать, что сравнительно-геологический метод требует специальных и целенаправленных исследований. Должны быть четко сформулированы его возможности, обоснованы случаи применения (сопоставление крупных и локальных геологических структур, типизация их, в ряде случаев количественная характеристика), цели, задачи таких сопоставлений, выявление эталонов. Частично такое уже сделано, но нужны обобщения. Мы часто не задумываемся, но в повседневных геологических исследованиях он является ведущим, что резко отличает геологию от всех других наук естествознания. Вероятно, только биология может здесь сравниться с масштабами применения его в геологии.

## **Геология Украины**

Лучше понять суть регионально-геологических вопросов и проблем позволит рассмотрение какого-то конкретного региона. В качестве такового выбираю Украину, к изучению которого я неоднократно обращался. Одно из последних обобщений на эту тему, названное учебно-справочным пособием (ГНУ, 2007), включает попытку предложить решение ряда важных для страны вопросов – о геологической природе основных ее структур, этапах фанерозойского их развития, взаимосвязанности такого процесса. Такие

исследования важны в том отношении, что даже по поводу этих, казалось бы простых вопросов, существует большой разбой мнений.

Относительно геологической природы основных структур Украины развивались самые разные представления. В качестве примеров, о которых сейчас предпочитают не вспоминать, можно назвать рассмотрение Украинского щита в качестве срединного щита сложной подвижной системы, включающей прогиб Большого Донбасса и Средиземноморского пояса, а Преддонецкий прогиб трактовать как составной элемент системы краевых прогибов, включающих Предуральский и прогибы герцинид Европы. То же можно сказать о разное мнений по поводу геологической природы Горного Крыма, Причерноморской впадины, центральной части Черного моря и др.

Геологическая природа прогиба Большого Донбасса понимается сейчас более или менее оозначно. Это составной элемент среднепалеозойской системы материковых рифтов Евразии, который в пределах Украины включает Донецкое складчатое сооружение (ДСС), Днепровско-Донецкую впадину (ДДВ) с залегающим в ее основании Днепровским грабеном и окраину Припятского грабена. Если формирование последнего ограничилось образованием активно развивавшегося в среднем палеозое рифта, то Донбасс в позднем палеозое стал кратковременной геосинклиналью, орогенный этап которой приходится на ранний мезозой. Это не типичная для Средиземноморского пояса схема развития, поэтому его образование все время «втискивали» в позднегерцинский цикл. Хотя это типичная схема формирования индосинид, о чем речь пойдет позднее.

С этих позиций должна быть определена геологическая природа ДДВ, изучение которой активно проводится в связи с наличием здесь нефтегазовых скоплений. В среднем палеозое это была составная часть рифта, ее Днепровский грабен, масштабы опускания в котором были менее активными, чем в Припятском грабене, но не уступающие Донецкому элементу. А в позднем палеозое, когда начались геосинклинальные прогибания в Донбассе, ДДВ стала прогибом, для которого в прежние времена использовалось название пригеосинклинального; такие прогибы могли формироваться как вдоль геосинклинали, образуя своеобразные миогеосинклинальные зоны или системы, либо на ее продолжении, как это демонстрирует впадина. В раннем мезозое ДДВ стала краевым прогибом, расположенным не перед стандартным «фронтом складчатости», а на ее продолжении. Вместе с Преддонецким прогибом и южно-донецкой раннемезозойской депрессионной зоной эта впадина образовала своеобразную краевую компенсационную систему. И уже в остальную часть мезозоя и в кайнозое развивалась как подвижная депрессия Восточно-Европейской платформы.

Детально изученное геологическое строение равнинного и горноскладчатого сооружения Крыма также требует определенных уточнений с позиции их природы. Сейчас обычно оно трактуется как кратковременно развивавшаяся в раннем мезозое геосинклиналь, заложенная на рифтовой структуре. Раннемезозойский рифтогенез типичен для Средиземноморского пояса, что отмечали многие исследователи. Формирование складчатого

сооружения Крыма точно датировано: инверсия режимов имела место в келловее; для этой группы сооружений предложено название киммерид и они уверенно коррелируются с синхронными складчатыми областями и системами Тихоокеанского пояса. Примерно к этому же времени относится начало заложения системы Причерноморских грабенов, переросших во впадину. Время заложения позволяет трактовать ее как аналог краевого прогиба киммерид Горного Крыма.

Геологическая природа Украинских Карпат и их пограничных структур особых разногласий не вызывают. Здесь известен типичный Предкарпатский прогиб и Закарпатская межгорная впадина. В пределах Раховского срединного массива можно устанавливать фрагменты герцинид и более древние складчатые сооружения. Уточнения требует лишь возрастной интервал геосинклинальной стадии альпийского цикла; начало ее следует относить к туронскому веку, а завершение к середине миоцена. Уточнения должны быть сделаны также к геологической природе Добруджи и Преддобруджинского прогиба, фрагменты которых известны в Украине. Можно спорить о том, есть ли в пределах миниатюрного складчатого сооружения Горного Крыма аналог срединного массива, и обсуждать много других вопросов.

Приведенная схема трактовки геологической природы основных структурных элементов Украины достаточно стройна и убедительна; нужно лишь уточнить и принять такие построения. Не меньшее количество споров вызывает разработка этапов геологического развития подвижных систем в течение фанерозоя, резко разнящаяся по разным представлениям. Этот вопрос будет предметом специального рассмотрения. И он сравнительно просто решается, если за рубежи таких этапов (историко-геологических периодов) принять региональные и глобальные структурно-геологические перестройки. Такая этапность, включающая средний и поздний палеозой, ранний и средний мезозой, позднемеловой-раннекайнозойский и новейший этапы развития, не только уверенно прослеживается в истории развития всех подвижных систем, но и позволяет осуществлять ее в глобальном масштабе.

Еще одной особенностью историко-геологического развития всех подвижных систем Украины следует считать четкую сопряженность или взаимосвязанность; заложение одних совпадает обычно с ликвидацией других. Такие примеры уже неоднократно приводились. Каледонский орогенез совпадает с началом воздыманий в пределах Волыно-Подольского плиты, которая до этого испытывала длительные и устойчивые прогибания. Начало герцинского орогенеза знаменует опускания в донецкой геосинклинали, а проявленный в ней индосинийский орогенез – заложение геосинклинали на месте Горного Крыма. Киммерийское горообразование завершается заложением Причерноморской впадины (краевого прогиба), а начавшийся в Альпийско-Карпатской областях альпийский орогенез проявлен в Горном Крыму новыми воздыманиями, которые уже не сопровождаются складкообразованием. Такая схема сопряженности уже приводилась мною и ее следует хорошо представлять (Соловйов, 2005, с. 55).

Регионально-геологические исследования в пределах Украины позволяют наметить решение еще одной, в каком-то отношении болезненной проблемы – как увязать соотношения в представлениях о геосинклиналях и тектонике литосферных плит. Отчетливая сопряженность развития подвижных систем, хорошо увязываемая со схемой формирования океанов, дает возможность на примере Донбасса (ДСС) и Горного Крыма показать, как выглядели миниатюрные геосинклинали. Или выявить существование в фанерозое более сложной системы подвижных тектонических систем, чем несколько главных литосферных плит. Это и ряд других положений показывает, что общая схема образования платформенных площадей нынешних материков может быть четко расшифрована и родить ряд других продуктивных идей. Естественно, что такими вопросами и возможностями не ограничены другие регионы.

## **СТРУКТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Структурная геология (СГ) может рассматриваться как раздел наук о Земле, изучающий структуры земной коры. Обычно ее считают разделом геотектоники; последняя трактуется как наука, расшифровывающая не только сами структуры, но главным образом условия и время их образования. Она особенно богата на требующие решения проблемы и вопросы и будет изложена отдельно. В данном разделе будут рассмотрены лишь несколько частных проблем и вопросов СГ – схема деления или иерархия структур земной коры, геологических тел и возможность рассматривать геоморфологию как одно из направлений структурной геологии.

Основным методом изучения структур земной коры, как уже говорилось ранее, является геологическое картирование. Вместе с тем, круг интересов СГ сводится не только к установлению или уточнению форм земной коры, выявлению разнообразия и каких-то основных параметров, но и какой-то их типизации. Обычно предполагается, что структурная геология изучает местные и региональные элементы земной коры, в отличие от геотектоники, которая расшифровывает суть глобальных подразделений. Вероятно, это не совсем так, учитывая, что даже крупномасштабная геологическая съемка должна знать, в каких областях изучаются соответствующие структуры, понимать место их в региональном и даже глобальном строении. Отсюда одним из ключевых вопросов геотектоники и структурной геологии должна быть разработка универсальной схемы деления, их иерархия.

### **Схема деления структур земной коры**

Структуры земной коры хорошо известны и разделение их обычно не вызывает споров. Принято выделять материки и океаны, имеющие разное строение земной коры, а в пределах материковых площадей обособлять платформы, складчатые сооружения и какие-то пограничные структуры –

краевые и пригеосинклинальные прогибы. Еще одна группа материковых структур включает рифты, плиты и структуры тектоно-магматической активизации; в их число нужно также включать вулканические пояса, базальтоидные или трапповые плато, внегеосинклинальные гранитоиды. Более подробное рассмотрение платформ и складчатых сооружений предполагает выделение в составе первых щитов и плит, а вторые делятся на пояса, области, системы с дальнейшим выявлением в их составе эв- и миогеосинклинальных зон, областей типового или полициклического развития, разновозрастной консолидации и ряда других единиц и параметров.

В пределах океанических площадей обособляются срединноокеанские поднятия (хребты), океанское дно, океанские плиты и впадины, подводные окраины континентов, а также океанские желоба, островные дуги и др. Среди специфических структур здесь нужно назвать трансформные разломы, зоны расхождения и схождения плит в пределах океанов, зоны, пограничные с материками. Схема общего их деления базируется преимущественно на морфологической основе, учитывая менее детальную изученность этих площадей и сравнительно небольшую продолжительность их изучения.

Сложность разработки универсальной схемы деления и иерархии структур земной коры заключается в том, что в ряде случаев какие-то их группы выделяются по разному принципу. Кроме перечисленного деления структур материков и океанов обычно по особенностям строения земной коры существует выявление литосферных плит, которые обосновываются уже по другому принципу. На площади материков принято обособлять своеобразные нуклеары, геологическая природа которых пока не имеет однозначной трактовки и фрагменты которых можно наблюдать на разных континентах. К этому можно добавить большую группу разнородных и разных по размерам кольцевых структур, выявляемых на материках и океанах. Они также делятся по разным принципам – размеры, генезис, формы проявления, возраст. Такая ситуация не позволяет предложить универсальную схему деления даже крупнейших структур земной коры.

Не меньшее разнообразие существует и при делении разрывных и складчатых нарушений, чем уже непосредственно занимается структурная геология. Если трактовка элементарных смещений типа сброс, взброс, сдвиг, надвиг и ряда других понимается более или менее однозначно, то деление крупных, или региональных структур уже может вызвать разногласия. Достаточно только перечислить их – глубинные разломы, структурные швы, региональные сдвиги, поперечные разрывные системы в складчатых сооружениях, а также регматическая система разломов или микроплиты, разграниченные разрывами. Еще большее разнообразие характерно для складчатых нарушений, где может выделяться несколько десятков их форм и разновидностей. А в составе метаморфических комплексов количество таких единиц значительно возрастет.

Естественно, что говорить об универсальной схеме деления всех этих структур земной коры, которые должна изучать структурная геология, просто невозможно. Поэтому разрабатываемые для этой цели схемы деления

должны предполагать обособление их по морфологическим, генетическим, возрастным и другим признакам, включать разделение по размерам (местные, региональные, глобальные), другим особенностям и принципам. Эти примеры показывают, что структурную геологию не следует рассматривать как узко прикладной метод фиксирования каких-то различий или особенностей в строении определенных участков земной коры, а понимать как научное направление, имеющее большой круг вопросов и проблем, требующих изучения.

### **Форма магматических тел**

В числе наиболее сложных вопросов структурной геологии нужно назвать изучение формы магматических тел, значительная часть которых выходит на поверхность лишь отдельными фрагментами. Формально для геологического картирования информации, фиксирующей границы выходящих на поверхность магматических геологических тел, достаточно, но раздел глубинной расшифровки таких образований этим не может довольствоваться. Тем более, что составление даже стандартной геологической карты определенного масштаба требует показа их на разрезах. Вместе с тем, знания в этой области необходимы не только для проведения геологической съемки, но зачастую и поисков полезных ископаемых, связанных с некоторыми магматитами.

Попробуем подвести итог имеющимся в этой области сведениям, систематизировать данные о главнейших типах и формах магматических тел. Среди вулканических образований нужно назвать вулканический конус, трапповое плато, вулканический пояс или какие-то их фрагменты. Основу для их изучения дают наблюдения над действующими вулканами, а также изучение таких структур в местах с разным уровнем денудации мест прежних извержений, своеобразным природным срезом таких сооружений. Составными элементами вулканических построек следует считать отдельные потоки в пределах конусов, переслаивающиеся базитовые вулканыты плато, жерловые зоны с различного рода некками, дайками, агломератовыми туфами. Как в пределах конусов, так и на большом расстоянии от них могут накапливаться различного рода туфовые выбросы или туфолавовых образования (игнимбриты и др.). Форма тел всех этих образований нередко может наблюдаться непосредственно и споров или разногласий по этим вопросам обычно не бывает.

Намного сложнее формировать представления о форме глубинных магматических тел, различного рода интрузивах, субвулканах и дайках. Среди них принято обособлять батолиты, штоки, лакколлиты, лополиты, факоллиты, интрузивные залежи (силы), апофизы, какие-то включения в магматических телах. Особую группу составляют протрузии, которые трактуются как образования магматического типа или состава, «выдавленные» в вышележащие зоны в твердом состоянии, а не проникшие сюда в результате движения магмы. Кроме непосредственно выходящих на

больших площадях даек обычно простой формы, остальные магматические тела могут быть самыми разнообразными по размерам и непредсказуемой конфигурации. Достаточно напомнить, что площадь выхода на поверхность батолита может составлять несколько тысяч квадратных километров.

Больше всего разногласий возникает в представлениях о подошве или основании гранитных батолитов, которые в отдельных случаях трактуются как сплошной гранито-гнейсовый слой, из которого в приповерхностные зоны «всплывают» отдельные струи. Кстати, что-то подобное мы можем наблюдать на площадях активного соляного диапиризма, где отдельные тела из горизонтов соли проникают в приповерхностные зоны. Особенностью расплавленной силикатической магмы является то, что ее плотность обычно ниже вмещающих пород, что позволяет ей подниматься вверх до определенного уровня без воздействия дополнительных механических усилий. Для малых интрузивных тел обычно предполагается грибообразная или каплеобразная форма, что определяется условиями всплывания магмы. Естественно, что все эти магматические тела, образовавшиеся в обстановке застывания на глубине расплавленного вещества, будут отличаться от различного рода метаморфических и метасоматических образований.

Интересной является группа магматических кольцевых структур, которую следует считать весьма многочисленной и разнообразной. В их числе, кольцевые дайки, окаймляющие вулканические конусы, кольцевые плутоны преимущественно щелочных магматических пород, некоторые гранитоиды в пределах щитов, имеющие отчетливую серповидную форму. Природа такого явления не имеет однозначной трактовки. Своеобразные кольца формируют разновозрастные магматические тела, окаймляющие платформы. Структура всех подобных образований существенно различается. И естественным было бы проведение специальных комплексных геологических и геофизических исследований по таким вопросам.

## **Кольцевые структуры**

Под таким названием принято выделять образования земной коры, имеющие отчетливо выраженную округлую или овальную форму. Размеры и происхождение таких кольцевых структур могут быть самыми различными. Несмотря на широкое распространение этого термина, полное комплексное и систематизированное изучение таких образований не производилось. Еще одним парадоксом этого вопроса и направления исследований нужно считать то, что данный термин в наших геологических словарях (1955, 1973) отсутствует, если не считать упоминания о кольцевых и конических дайках. Возможно, это связано с тем, что активное их изучение началось лишь после 1960-х годов, когда появилась возможность использовать дистанционные методы исследования земной поверхности, изучать подобные структуры на Луне, других планетах.

Вместе с тем, в выпусках последних лет (Космическая информация в геологии, 1985; Я.Г. Кац и др., 1988) дается очень детальное описание

структур такого типа в разных регионах и в глобальном масштабе. При такой ситуации считаю большим упущением то, что общей схемы их деления нет. Это очень трудно сделать, учитывая их большое разнообразие с точки зрения размеров, морфологии, происхождения, размещения. Попробую в самом общем виде проделать такую работу, тем более, что непонятный интерес к различного рода кольцевым структурам у меня был издавна.

Планетарные кольцевые структуры (КС) или системы по окраинам материков, формирование которых обусловлено их перемещением. Среди них нужно назвать так называемое «Тихоокеанское кольцо», представленное разновозрастными складчатыми сооружениями мезо-кайнозойского возраста, окружающими Тихий океан. Под таким же названием можно выделять позднемезозойское вулканическое кольцо, состоящее из системы поясов вдоль восточной части Азии и западной окраины Америки. Выделяют еще и аналогичное огненное кольцо по окраинам того же океана, включающее до 60% действующих вулканов. Еще одной подобной структурой можно считать «кольцо Гондваны» – складчатые сооружения, окаймлявшие какое-то время существовавший материк. Его фрагменты мы можем фиксировать в Южной Америке, на востоке Австралии, в составе Средиземноморского пояса.

Планетарные структуры океанов, представленные системой океанских рифтов, которые имеют четко выраженную округлую форму (Хаин, Михайлов, 1985, с. 173). Данная глобальная система рифтов протягивается через осевые части Атлантического и Северного Ледовитого океанов, окаймляет с юга Африку и Австралию и далее тяготеет к континентам Америки. Она еще не утратила своей тектонической активности, продолжает развиваться; система этих рифтов осложнена трансформными разломами.

Древнейшие КС Земли, получившие наименование нуклеаров. Они трактуются как следы интенсивной метеоритной бомбардировки Земли, имевшей место около 4 млрд. лет назад. В настоящее время в пределах древних платформ описано 33 нуклеара, размеры которых от 500 до 3800 км. Частично они разорваны – находятся на разных материках.

Региональные КС материков, представленные системой складчатых сооружений, которые окаймляют древние платформы. Подобное «Восточно-Европейское кольцо» вокруг одноименной платформы представлено разновозрастными складчатыми областями Урала, Кавказа, Карпат, каледонид Скандинавского п-ова. Аналогичные сооружения можно выявлять вокруг многих других платформ – Северо-Американской, Сибирской и др. Это аналог планетарных КС, окаймлявших наиболее крупные материки.

Региональные КС или отчетливые изгибы, образованные отдельными складчатыми сооружениями, имеющими округлую форму. Среди наиболее известных структур такого рода нужно назвать Альпийско-Карпатскую и Памирскую дуги, изгибы на севере Верхояно-Чукотской области, где подобные сооружения окаймляют систему Колымского и других срединных массивов. Их происхождение трактуется как оконтуривание бывшими бассейнами, ставшими затем складчатыми сооружениями, более жестких структур типа срединных массивов, которые иногда могли быть смещены.

Региональные КС морских окраин материков, имеющие отчетливую округлую форму. Классическим примером такой структуры является впадина Мексиканского залива. Достаточно выразительными являются также акватории Охотского, Японского, Южно-Китайского морей, Карского моря, ограниченные островами Новой Земли и Северной Земли. Геологическая природа таких морских бассейнов неясна; вероятно, они могут иметь разное происхождение. Так, в отношении Мексиканского залива высказываются представления о космическом его происхождении (гигантская импактная структура), что вряд ли можно признать обоснованным, учитывая существование ряда других аналогичных структур вдоль окраин материков.

Кольцевые и овальные депресссионные структуры материков в областях погружения консолидированной земной коры. Они четко видны на аэрофотоснимках и космоснимках. К ним относятся Трансильванская, Паннонская, Прикаспийская, Южно-Балхашская и другие впадины. Размеры таких КС на этой территории различны – от 25 до 300 км.

КС неустановленного или неполно расшифрованного генезиса, которые устанавливаются на аэро- и космоснимках. Размеры их могут быть самыми различными от 6-7 до 500 км. Предполагается, что КС диаметром до 90 км в большинстве своем имеют вулcano-плутоническое происхождение.

Магматогенные интрузивные КС, тела плутонов которых нередко имеют четкое кольцевое строение. Классическим примером такой структуры может быть кольцевой плутон Хибин, его знаменитое Ловозерское кольцо. Или Бушвельдский интрузивный массив в Африке. Еще одним наиболее выразительным, но мало известным можно считать магматическое кольцо Кондер на Дальнем Востоке. Вероятно, такую же природу имеют гранито-гнейсовые купола, широко распространенные на Алданском, Балтийском, Украинском и других щитах и массивах. Обычно их выделяют в самостоятельную группу КС.

Вулканические КС, размеры и геологическая сущность которых различна. Это кальдеры и кратеры, кольцевые дайки, часто окружающие сдунудированные вулканические конуса. Учитывая частое наличие кратеров на отдельных конусах, система таких колец иногда очень разнообразна.

Структуры, связанные с диапиризмом соленосных и глинистых толщ, льда, грязе- и гидровулканизмом. А также процессами карста и суффозии. Кольцевое строение их устанавливается не всегда выразительно: это могут быть грязевые вулканы, провалы и просадки в местах выхода на поверхность или в приповерхностные зоны соляных тел, карстовые и суффозионные воронки. Вместе с тем, своеобразные каменные кольца на поверхности часто являются непременным элементом приполярных районов с вечной мерзлотой. Эта группа КС имеет отчетливое экзогенное происхождение.

Метеоритные кратеры и астроблемы, которые в течение последних десятилетий стали предметом детального изучения. В настоящее время общее количество таких изученных структур достигает порядка полутора сотен. Размеры таких КС весьма различны – от 25 м до 100 км. В том числе, установлено около 20 структур с размерами более 20 км.

КС биогенного происхождения, самым выразительным примером которых может быть кольцевой риф на п-ове Казантип в Крыму. Подобные коралловые постройки с мелкой лагуной посередине, образованные кораллами и багряными водорослями, которые строят колонии вокруг опускающихся островов вулканического происхождения, получили наименование атоллов; это типичный элемент акваторий на юго-восточной окраине Азии.

Это лишь самая общая схема комплексного деления структур, которые можно называть кольцевыми. Такие построения имели целью показать их многообразие (генетическое, морфологическое, структурное), наметить группирование и субординацию по размерам. Условно такую схему деления КС можно было бы назвать универсальной. И, естественно, предложить дальнейшие исследования в таком плане, которые могли бы быть проиллюстрированы очень выразительными схемами и картами.

### **Геоморфология**

Она понимается как наука о рельефе Земли, его происхождении, развитии и связи с геологическим строением. Нужно подчеркнуть, что и геология, и география считают геоморфологию своей наукой; в этом отношении она может рассматриваться как пограничная. Естественно, что суть ее и круг изучаемых вопросов этими специалистами существенно отличается. Поскольку этой наукой изучается геологическое строение земной поверхности, возможно включение ее в состав структурной геологии (изучение морфологического строения земной поверхности). Но это слишком непривычная трактовка и правильнее придерживаться стандарта – считать ее самостоятельной пограничной геолого-геоморфологической наукой.

Географический аспект геоморфологии в значительной мере сводится к морфометрическим исследованиям, грациям рельефа (типы, формы и др.), выявлению условий их формирования. Уже само деление материкового рельефа на равнины, возвышенности, низкие, средние и высокие горы со своими вполне определенными отметками носит элемент формальности. Геологию в данной науке интересует преимущественно исторический аспект исследований (возраст рельефа, условия развития во времени), соответствие рельефа тектоническим структурам, использование его как индикатора тектогенеза, почему он особенно интересует неотектонику. А также прикладные вопросы его изучения – возможность использовать данные морфометрии для поисков или прогноза полезных ископаемых, главным образом, нефтегазовых скоплений, россыпей, кор выветривания. Особое внимание изучение рельефа приобрело в последнее время, когда появились разнообразные и эффективные методы дистанционных морфометрических исследований, позволяющие решать многие теоретические и прикладные вопросы наук о Земле.

Для данной науки предполагается следующее ее строение. Выделяют общую, морфометрическую и динамическую геоморфологию (изучает

природные процессы, формирующие рельеф). Региональная геоморфология рассматривает вопросы районирования, особенности рельефа разных площадей (его площадное распространение и развитие). Условно можно говорить об исторической геоморфологии, что находит отражение в появлении такого понятия как палеогеоморфология (раздел палеогеографии, изучающий развитие рельефа во времени, в определенные его периоды прошлого). Иногда обособляют планетарную геоморфологию, изучающую рельеф планеты в целом, что имеет важное значение для планетологии, земледования, астрогеологии.

Такую структуру рассматриваемой науки нельзя признать общепринятой, что обусловлено не только формированием на стыке геологии и географии, но и непрерывно меняющимися представлениями о ее сути и возможностях. И.П. Герасимов и Ю.А. Мещеряков выдвинули идею о «геоморфологическом этапе» развития Земли. А когда-то даже прозвучало предложение выделять геоморфологическую форму движения материи, что озадачило философов. Начинается детальное изучение каких-то элементов рельефа или расшифровка его в акваториях – морских побережий, морской геологии, Мирового океана, криогенных регионах. Более глубоко и активно развивается динамическая геоморфология (Н.И. Николаев, 1988 и др.). Земной рельеф начинает использоваться для изучения его на планетах Солнечной системы, расшифровки природы внеземных структур. Все это делает необходимым проведение более глубоких комплексных исследований по структуре и сути данной науки. А также выявлению ее возможностей в дальнейшем космогеологическом изучении планет Солнечной системы.

### **Геологические тела**

Понятие о геологических телах, их сути и условиях формирования как самостоятельный предмет исследований появились сравнительно недавно. Достаточно напомнить, что в геологических словарях 1955 и 1972 годов их нет; там фигурирует лишь «рудное тело». Вероятно, наиболее активно они изучались новосибирской геологической школой, что нашло отражение не только в многочисленных публикациях работников Института геологии и геофизики СО АН СССР, но и выпусках специальных сборников «Материалы по тектонической терминологии» (1961-1963), терминологическом справочнике с таким же названием («Геологические тела», 1986). И хотя понятие геологическое тело в последних словарях трактуется ясно и просто («четко ограниченные горные породы, имеющие одинаковое происхождение и возраст»), само это учение стало очень запутанным.

Уровни организации геологических тел, если взять за основу имеющиеся представления, включают такие основные группы понятий как минералы, горные породы, геологические формации, геологические комплексы, геосферы, планеты. Иногда сюда добавляются атомно-молекулярные группы, химические элементы, фации, какие-то площадные

единицы (геологические провинции и др.), звездные скопления и т. д. Интересно, что практически почти каждый исследователь широкого профиля пытался изложить свою точку зрения по этому вопросу, как-то группировать те геологические образования, которые он изучал. Такие построения очень хорошо отражают мировоззрение специалиста.

Намного сложнее разобраться в проблеме иерархии геологических тел. Например, Б.М. Кедров (1972, 1973) в иерархии уровней развития материи выделяет такие «тела» как камень (кусок горной породы), горный хребет, водный бассейн и др. Это уже на уровне – что я могу непосредственно увидеть или представить. Подобные тела могут привязываться к изучающим их дисциплинам, формированию каких-то образований во времени и т. д. Во всех подобных построениях часто теряется геологический смысл понятия, он приобретает скорее философский оттенок и вообще становится трудно воспринимаемым объектом. Ну как можно считать геологическим (!) телом планету или звездные скопления? Или атомно-молекулярные сочетания.

Я не призываю отказаться от подобных исканий. Но желательно сделать такие построения более понятными и земными. Например, чтобы они могли быть показаны на типовых геологических картах или каких-то их разновидностях. Геологическими телами могут быть названы недавно уже рассмотренные глубинные магматические образования, и следовало бы глубже разобраться в их многообразии. И предметом исследований могло бы быть выяснение их соотношения с литостратиграфическими единицами, также являющимися вполне понятным земным телом. Или решение вопроса – что считать «телом» в жерле вулканического конуса.

## МАГМАТИЗМ

Магматизм является неперенным составным элементом процесса формирования земной коры. Интересной деталью является то, что такой термин встречается далеко не во всех наших геологических словарях, хотя понятия «магма» и «магматический» присутствуют почти во всех таких источниках; то же относится к орфографическим и толковым словарям. Да что там словари! Посмотрите на наши компьютеры, где магматизм подчеркнут красной линией. Тем не менее, Геологический словарь 1973 г. дает расшифровку такого понятия – это совокупность всех процессов, движущей силой которых является магма или ее производные. Он объединяет эффузивные и интрузивные процессы в развитии складчатых и платформенных областей. И характеризуется достаточно большим числом терминов – геосинклинальный, платформенный, конечный (финальный), орогенный, сиалический и симатический магматизм и другие его виды.

Магматизм, подавляющее большинство процессов которого мы не можем наблюдать непосредственно, рождает большое количество вопросов и проблем. Это фактор и индикатор тектогенеза, показатель строения земной коры, что делает его изучение весьма актуальным для многих разделов геологии. Достаточно сложной является датировка магматических пород, что

весьма затрудняет расшифровку условий его развития во времени. Много вопросов вызывает природа магматизма – что рождает эти процессы, почему в одних случаях преобладают вулканические излияния сиалических лав, а в других рождаются сходные по составу граниты. Все ли гранитоиды, относимые к магматическим образованиям, были когда-то в расплавленном состоянии; иными словами, необходимо понять суть процессов метасоматоза, генезиса гранитного слоя земной коры, «ослабленных» зон в мантии и ядре. Что представляет собой мантия с позиции магматизма: была ли эта масса в расплавленном состоянии, как она «выдавливалась» в отдельных зонах литосферы. Что становится причиной резкой и кратковременной смены типа магматизма, тектоно-магматической инверсии. Это далеко не весь перечень.

Так случилось, что уже с самого начала своей деятельности я столкнулся с необходимостью изучения магматических образований. Интерес к ним у меня никогда не исчезал, и почти на всем протяжении своей творческой деятельности пытался писать об этом. В том числе, в своих публикациях в той или иной степени затрагивал те вопросы, что перечислены выше. Сейчас имеет смысл разобраться во всем этом, как-то обобщить и систематизировать изучавшееся. А также уточнить само понятие магматизм, даваемое в некоторых наших словарях. Магма часто является не движущей силой каких-то процессов, а их продуктом. Поэтому учение о магматизме должно расшифровывать те процессы и явления, которые рождают магму. А также роль сформировавшихся образований в консолидации земной коры, определению ее как индикатора расшифровки эндогенных режимов.

### **Типы и формы развития магматизма, его природа**

Общие представления о типах магматизма дает уже само их название. Различают платформенный, геосинклинальный, орогенный и финальный его типы; в последнее время обособляют океанический (океанский) магматизм, в составе которого различают вулканизм островных дуг и срединно-океанских хребтов. Наиболее сложно вулкано-плутонические процессы развиваются в пределах складчатых областей, что подтверждает еще и наличие большого количества терминов для их характеристики. Что касается форм магматических проявлений, то обычно здесь различают вулканизм, который проявлен выходом на поверхность каких-то расплавленных продуктов, и плутонизм, или интрузивный магматизм. Поскольку иногда говорят о субвулканах (вулкано-плутонах), то можно предполагать существование переходных образований и процессов. Наконец, какие-то интрузии (внедрения) могут происходить без плавления пород, что обусловило появление термина «протрузия».

Намного сложнее разобраться с вопросом природы магматизма, выяснением того, что рождает магму и сам процесс. Среди двух основных групп гипотез образования магмы называют процессы плавления в результате резкого снижения давления, что может произойти при глубоком расколе земной коры, который обусловит плавление в базальтовом слое

земной коры и выход базитов на поверхность. Вторая группа причин – тепло трения, рождающее обычно сиалическую магму. Это вероятно более длительный процесс и рождается он не процессами расколов и снижением давления, а наоборот – сжатием, теплом трения. Все другие термальные факторы – тепло радиоактивного распада, возможные фазовые переходы – это гипотетичные и второстепенные причины.

Наиболее полно изучен магматизм складчатых областей, который обычно характеризуется наибольшим количеством терминов и типов. В числе исследователей, наиболее полно изучавший такое явление, нужно назвать Г. Штилле (1940 и др.); большинство его названий сохранилось. В формировании геосинклинальной складчатой области различают начальный, или инициальный магматизм, представленный мощными подводными излияниями, вулканическими накоплениями базитовых лав и сериями гипербазитовых, габбро-сиенитовых и габбро-плагиогранитовых внедрений. Иногда говорят о продленном начальном магматизме, когда имеет место его проявление в течение всей геосинклинальной стадии или инициальном магматизме областей полициклического развития.

Орогенный магматизм начинается после главной фазы складчатости, региональной инверсии режимов и проявлен наземными излияниями главным образом сиалических лав и туфовыми выбросами, а также внедрением преимущественно гранитоидных тел. Иногда утверждают, что такой термин является малоупотребительным, так как трактовка орогенной стадии может пониматься по-разному. Мне кажется, что от него не следует отказываться, так как он четкий и вполне информативный, а использование терминов синорогенный, субсеквентный, посторогенный и позднеорогенный вносит не меньше путаницы. Важным моментом следует считать необходимость различать такой магматизм в пределах складчатой области и аналогичное его проявление за пределами таковой, в областях тектоно-магматической активизации.

Конечный, или финальный магматизм складчатых областей проявлен преимущественно основными вулканическими излияниями в пределах уже консолидированных площадей, кратонов. Смена субсеквентного сиалического магматизма конечным, почти целиком симатическим, свидетельствует, по Штилле, об изменении глубинных и подкоровых условий, одним из важнейших среди которых является большая жесткость консолидированной коры в период вполнекратонного состояния. Не менее важной особенностью финального вулканизма, по моему мнению, следует считать достаточно резкую смену площадей его проявления, иной структурный план по сравнению с орогенным, при которой он обычно выходит за пределы складчатой области, и наземные условия излияния.

Платформенный магматизм, как утверждают наши информационные источники, отличается от такового складчатых областей меньшей интенсивностью и относительно большим разнообразием своих продуктов, представляющих собой производные основных и щелочно-основных магм (ГС, 1973). Характерной его чертой следует считать проявление

преимущественно или исключительно в наземных условиях; предполагается, что периоды его оживления примерно совпадают с эпохами складчатости в смежных геосинклиналях. Эти положения требуют некоторых уточнений. Иногда масштабы платформенных излияний не уступают таковым складчатых областей, для чего нужно вспомнить грандиозные трапповые поля, известные почти на всех материках. И второе – где на соседних площадях с пермско-триасовыми базитами Сибирской платформы и поздне меловыми траппами плато Декан можно найти формирующиеся складчатые сооружения такого возраста? Вероятно, такое его проявление связано с материковым рифтогенезом, создавшим условия для его рождения. Или другими какими-то расколами консолидированных платформ.

Своеобразный вулканизм характерен для систем островных дуг, наиболее детально изученных вдоль западной окраины Тихого океана. Его особенностью является преимущественно андезитовый и андезито-базальтовый (известково-щелочной) состав вулканических пород, в том числе, своеобразные туфовые накопления, получившие название формации зеленых туфов. Встречающаяся иногда трактовка островных дуг как современные геосинклинали вносит дополнительные сложности в понимание этого типа магматизма, рождает представления об океанизации (базификации, дегранитизации) таких систем, разграниченных обычно площадями с преимущественно океанской корой.

Еще одна группа своеобразных вулкано-плутонических проявлений связана с процессами тектоно-магматической активизации. Это очень широко распространенное явление на материковых площадях, фиксируемое формированием систем вулканических поясов или поясов гранитных батолитов, обычно размещенных несогласно по отношению к геосинклинальным складчатым сооружениям. Примером первого случая, детально описанного А.А. Моссаковским (1970), может быть система пермских вулканических поясов Евразии или поздне мезозойских гранитов на юго-востоке и северо-востоке Азии. Пермские кислые вулканы Северо-Восточного выступа Китайской платформы синхронны геосинклинальным базитам Сихотэ-Алиня и Японии, а формирование гранитов на северо-востоке совпадает по времени с геосинклинальной стадией развития алинид.

Нужно подчеркнуть, что такие вулканические пояса нужно отличать от той их разновидности, что получила название краевых и является продуктом типичного орогенного вулканизма, локализованного вдоль окраины складчатой области, завершившей геосинклинальное развитие непосредственно перед начавшимися вулканическими извержениями. Их типовыми примерами могут быть Охотско-Чукотский пояс в Верхояно-Колымской области и Восточно-Сихотэалинский в Сихотэ-Алине.

Офиолитовый магматизм также рассматривается как своеобразный, представляющий собой разновидность ранней его геосинклинальной стадии. Обычно под термином офиолиты понимается ассоциация разных по составу образований, включающая широкий диапазон вулканических пород (от диабазовых порфиритов и спилитов до кварцевых кератофилов) и интрузивных пород

перидотитового и серпентинитового состава. Согласно концепции тектоники литосферных плит, наличие офиолитов, включающих еще и глубоководные океанские осадки, считается доказательством существования океанов в прошлом. Одна из точек зрения предполагает, что аналогом офиолитового магматизма могут быть процессы в срединно-океанских хребтах, где вулканизм сопровождается «выдавливанием» в приповерхностные зоны мантийного материала. В этом случае магматическая природа гипербазитов может быть взята под сомнение; это протрузии, твердые глубинные тела, пронизанные вулканитами.

В заключение к рассмотренному, необходимо затронуть представления о современном вулканизме. Его терминология резко отличается от древних проявлений. Вулканы принято разделять на центральные, двойные (в древнем и более крупном обрушенном вулкане находится молодой конус), трещинные, примером которых являются излияния в Исландии и на дне Тихого океана, щитовидные, из которого изливается очень подвижная лава основного состава (извержение гавайского типа). В зависимости от характера извержений выделяются также типы вулканических выбросов исландского, катмайского, пелейского (по вулкану Мон-Пеле на о-ве Мартиника), плинианского (плиниевского), стромболианского и др. А также наземное, подводное, подледниковое. Все такие вулканические извержения не пытаются охарактеризовать тектонический режим и тип извержения, и отнесение их к платформенным, орогенным или геосинклинальным производится с определенной долей условности. Примером сложности сопоставления древнего вулканизма с современным может быть попытка расшифровать геологическую природу вулканизма Карадага. В этом процессе разные исследователи устанавливают характер геосинклинального, островодужного и условий начала инверсии режима, характерной для начинающегося воздыматься Горного Крыма.

Общий вывод из приведенного материала – большое многообразие форм и типов магматизма, характера его проявления и тектонической природы. Еще сложнее выявлять механизм рождения магмы, ее перемещение и другие сопровождающие магматизм процессы. Поэтому в числе первых задач его изучения нужно назвать составление хотя и условной, но более или менее приемлемой универсальной схемы деления, обоснование основных типов и форм. Это в каком-то отношении теоретическое направление исследований, но являющееся необходимым для понимания образуемых форм вулкано-плутонических тел, природы рождающих его процессов и, наконец, расшифровки закономерностей развития его во времени.

### **Развитие магматизма во времени**

Нужно подчеркнуть большой круг вопросов, входящий в эту проблему. Уже одно перечисление типов и форм магматизма показывает сложность ее решения. Еще одна сложность обусловлена тем, что сама датировка вулкано-плутонических образований, основанная на использовании методов

определения абсолютного возраста пород, и отсутствие понимания единого и четкого механизма проявления этих процессов во времени не позволяют предложить однозначных решений. Поэтому остановлюсь здесь только на двух частных вопросах – возможности обосновывать существование разнородных эпох тектоно-вулканической активизации и явление эпизодического кратковременного магматизма, отвечающего тому понятию, что получило название тектоно-магматической фазы.

В разделе геотектоники будут охарактеризованы тектонические фазы и эпохи различной тектонической подвижности, суть которых сводится к тому, что примерно через 25 млн. лет происходит глобальная смена режимов, которая проявлена эпохами активизацией дифференцированных тектонических движений, чередующихся с такими же по продолжительности интервалами времени преимущественно сводовых воздыманий или опусканий. Иногда такое явление трактуется как своеобразная пульсация Земли. Масштабы орогенного и геосинклинального магматизма в эпохи таких активизаций резко возрастают; в эпохи преимущественно сводовых воздыманий имеет место резкое возрастание платформенного вулканизма.

Наиболее выразительным примером, иллюстрирующим такую закономерность, может быть середина пермского периода (275-250 млн. лет назад), когда в областях прогибания Сихотэ-Алиня и Японии резко возросли масштабы геосинклинального вулканизма, а в пределах материковых площадей Евразии сформировалась система наземных вулканических поясов, насчитывающих до двух десятков. В течение раннего мезозоя (с конца перми) грандиозные базитовые излияния имеют место в пределах Сибирской платформы, а также местами в областях герцинской складчатости, где они трактуются как финальный вулканизм. Еще одним примером грандиозных наземных накоплений сиалического состава может быть формирование Охотско-Чукотского вулканического пояса, что происходило в поздней юре и начале мела. Кстати, одновременно с достаточно активным проявлением его уже геосинклинального типа в некоторых подвижных областях Тихоокеанского пояса. Подобных примеров можно привести много и по другим площадям и на других возрастных уровнях.

Сложнее обосновывать кратковременный, или эпизодический магматизм – тот, что получил название тектоно-магматических фаз. Основанием для его выделения могут быть данные абсолютного возраста, в большом количестве полученные по каким-то площадям. Их же подтверждением можно считать существование фаз метаморфизма, или эпизодов кратковременного его проявления, выявляемого по данным статистического анализа. Такое явление можно трактовать как резкое возрастание термических показателей или режима на каких-то больших площадях, которые в одних случаях фиксируются эпизодическим магматизмом в интрузивной или вулканогенной форме, а в других – эпизодическим метаморфизмом. Убедительные данные такого рода приводятся по Северо-Востоку (И.А. Загрузина и др.), юго-восточной части Азии, другим регионам.

Представления о подобном эпизодичном магматизме особых возражений не вызывают; разногласия могут возникать лишь по вопросу установления конкретной его продолжительности, значения в 2-5 млн. лет, по одним данным, или даже намного меньшей. Поскольку такие определения находятся в пределах точности самого метода установления абсолютного возраста, можно называть такое явление или событие геологически мгновенным. Природа его может иметь хорошее геологическое объяснение: тектоническая фаза, или смена режима может и даже должна сопровождаться повышением температуры, что и обуславливает плавление или метаморфизм.

Вместе с тем, существуют вполне обоснованные представления о длительном формировании некоторых гранитоидных плутонов, в частности батолитов, которые определяются значениями в первые десятки миллионов лет. Процесс плавления на больших площадях, совершающийся в условиях продолжающихся тектонических перемещений по каким-то глубинным зонам, должен обусловить образование гранитных магм, которые медленно всплывают. Такие представления подтверждаются многочисленными определениями возраста подобных плутонов с соответствующим разбросом значений. Это составной элемент формирования гранитного слоя земной коры, который продолжается долго и, вероятно, происходит непрерывно.

### **Инверсия магматизма, тектоно-магматические рубежи**

Представления о кратковременно проявленной смене типов магматизма или существовании геологически мгновенных тектоно-магматических рубежей, также могут рассматриваться как расшифровка одной из закономерностей развития его во времени. Я часто встречался с таким явлением, пытался неоднократно описывать его, и мне хочется остановиться на нем отдельно.

Понятие об инверсии, или обращении тектонического режима было введено в обращение разными исследователями (Штилле, 1924; Тетяев, 1934; Белоусов, 1948 и др.) и понималось более или менее однозначно. Кратковременная и резкая смена режима в условиях непрерывно развивающегося магматизма, должна была быть проявлена формированием своеобразных тектоно-магматических рубежей, которые нужно понимать как близкие по возрасту, строго или условно синхронные изменения вулканизма на больших площадях и в пределах различных тектонических систем. Такое явление прослеживалось мною, главным образом, по данным анализа развития вулкано-плутонических процессов в течение позднего палеозоя и раннего мезозоя Евразии.

Важно подчеркнуть, что тип синхронной инверсии в разных регионах материка был различным. Так, если в герцинидах Европы, Урала, Кавказа и ряде других структур в позднем визе имела места смена геосинклинального магматизма сиалическим гранитоидным, то в областях Тихоокеанского пояса с этого же возрастного уровня начинается точно датированное геосинклинальное развитие Сихотэ-Алиня, Японии и других подвижных

областей. Завершение орогенеза в герцинидах Евразии сопровождается началом формирования базальтоидных излияний, которые трактуются как проявление финального вулканизма. И обычно они очень точно датируются. Вместе с тем, с этого же времени в ряде подвижных структур с этого же времени начинаются разновозрастные прогибания геосинклинального типа, которые иногда сопровождаются соответствующим вулканизмом. Но уже происходящим в подводных условиях. Следовательно, предполагаемый глобальный характер подобных тектоно-магматических изменений имеет отчетливо проявленное региональное своеобразие.

Геологическая сущность таких преобразований трактуется мною как одно из проявлений структурно-геологической перестройки, которая знаменует существенную смену режима перемещения и развития литосферных плит. В этих случаях не только резко меняются контуры материков и океанов, но могут и рождаться новые плиты или консолидироваться старые. На рубеже среднего и позднего палеозоя, в конце визейского века, имело место закрытие Северной Атлантики, знаменовавшее создание Пангеи. В конце перми начался ее раскол, который с поздней юры знаменовал формирование уже новой системы плит и так называемых молодых океанов. С позднего мела, в связи с раскрытием Южной Атлантики, усложняется структура литосферных плит. А со второй половины миоцена начинается новейший этап развития Земли, который примерно через 60 млн. лет может завершиться новой существенной перестройкой. Каждое из этих преобразований сопровождалось кратковременной региональной сменой типа магматизма.

### **Площадная дифференциация магматических образований**

Еще одним вопросом, связанным с проявлением вулканоплутонических процессов, нужно назвать достаточно четко проявленную площадную дифференциацию разных по составу магматических образований. Именно такие представления положены в основу положений о тектоно-магматических (петрографических) провинциях, других проявлений такой локализации и дифференциации, которые детально рассматривались разными исследователями. Они же детально изучаются при выделении и расшифровке сущности металлогенических и других провинций и более мелких площадных подразделений.

Различие магматических процессов характерно для всех тектонических единиц, в составе которых платформы и складчатые сооружения материков, а также океаны. Уже само наименование наиболее известных петрографических провинций – Тихоокеанская, Атлантическая и Средиземноморская – показывает, что в основе такого деления лежит тектонический признак. Естественно, что магматизм, состав земной коры платформ и складчатых сооружений будет различным. Вместе с тем, ранее уже отмечалось, что те же платформы неоднородны по масштабам и

характеру вулкано-плутонических проявлений; уже на платформенной стадии развития они существенно разнятся.

Такое деление и обособление можно продолжить. Строение и магматизм той же Сибирской платформы существенно различаются для разных ее частей. Так, на северо-западной части платформы проявлены активные или даже гигантские базитовые илияния (сибирские траппы), на востоке и юго-востоке – внегеосинклинальные гранитоиды, знаменующие процессы тектоно-магматической активизации. Такие же существенные различия можно фиксировать в пределах разных складчатых областей даже одного подвижного пояса. Да что там пояса – геологическое строение тех же Украинских Карпат позволяет в их пределах найти структуры и сравнительно небольшие цепочки с резко различающимся стратиграфическим разрезом, типом и характером магматизма на разных стадиях развития.

На что хотелось бы обратить внимание в проведении такого экскурса. В основе металлогенических, историко-геологических и тектонических построений должны лежать принципы районирования. Это делается. Но здесь хочется обратить внимание на важную роль их разделения в связи с изучением и выявлением разнородного магматизма в одни и те же или близкие интервалы времени. С такого рода работами я не встречался. Хотя это очень распространенное явление.

Когда-то совместно с одним из студентов я пытался проследить соотношение близкого по возрасту траппового и гранитоидного магматизма на Таймыре (Соловьев, Жулид, 1983). Меня поразила резкая площадная обособленность этих образований, которую можно проследить практически вдоль всей Сибирской платформы. Что-то подобное еще раньше я фиксировал в Южном Приморье, в пределах сочленения Ханкайского массива и Сихотэ-Алиня. Мне кажется, что это очень распространенное явление, целенаправленному изучению которого не уделяется достаточного внимания. Естественно, что оно должно сопровождаться анализом геофизических и других материалов, изучением истории развития. Это не только интересное, но и перспективное направление исследований.

### **Геологическая природа и сущность гранитного слоя земной коры**

Представления о существовании гранитного (иногда уточняется – гранито-гнейсового) слоя земной коры лежит в основе классических представлений о ее строении. Его наличие позволяет обособлять площади с материковым и океанским ее типом. В океанах он отсутствует, а в пределах материков залегает на базальтовом слое и подстилает осадочный. И хотя в последнее время суть и состав такого слоя, выделенного преимущественно по геофизическим данным, подвергается сомнению, преобладание или залегание гранитных и гранито-гнейсовых пород ниже осадочных особого подтверждения не требует. Достаточно познакомиться с геологическим строением щитов наших платформ.

Проблема происхождения гранитов, трактуемых обычно как типично магматическая интрузивная порода, достаточно сложна; для этого нужно заглянуть в наши геологические словари или специальную литературу. В числе причин такого положения можно назвать как очень большое их разнообразие, так и существование пород, переходных между гранитами и гнейсами (гранито-гнейсы). Это находит также отражение в существовании большого разнообразия гранитоидов, среди которых обособляют автохтонные, метаморфогенные, метасоматические и многие другие. Вероятно, все они в том или ином количестве присутствуют в гранитном слое земной коры, а также на более низком уровне.

Я хотел обратить внимание на другое. Мы редко когда обращаем внимание или подчеркиваем, что по химическому составу граниты очень близки к глинистым породам. Кстати, тоже очень разнообразным, относимым к самостоятельной группе хемогенных осадочных пород, которые принято отличать от обломочных (песчаники, алевролиты и др.). И широко распространенных в осадочном слое земной коры. А теперь о первых мобилистских представлениях, сформулированных еще Ф. Тейлором и А. Вегенером, которые предполагали, что материковые массы перемещаются по базальтовому слою земной коры. Это уже потом мы поумнели, и стали перемещать плиты в верхней части мантии. А другие исследователи говорят о расслоении земной коры, существовании крупных горизонтальных перемещений на разном структурном и гипсометрическом уровне.

В такой ситуации обобщенный и очень неопределенный по составу гранитный слой, включающий в себя и большое количество гнейсов, может трактоваться как результат перемещения первоначального осадочного слоя по твердому базитовому и гипербазитовому субстрату. Продуктом для его образования стали терригенные и глинистые породы, формировавшиеся в морских и океанических бассейнах. Глинистые компоненты интересны не только своим химическим сходством с гранитами, но и как породы, весьма податливые к перемещению по ним. По мере непрерывного наращивания мощности осадочного слоя нижняя его часть подвергалась процессам плавления и метаморфизации на какой-то части земной коры. Те площади, что были заняты океанами, накопили терригенно-глинистый материал, который перемещающиеся материки периодически «сгребали» и превращали вначале в осадочный слой, а затем какую-то его часть в гранитный.

Против таких логичных и убедительных построений трудно что-то возразить. И уже потом (а возможно и одновременно или до этого) имели место процессы метаморфогенной и метасоматической переработки мантии, родившей базальтовый слой и какие-то разновидности новых гранитоидов. Этот процесс назвали гранитообразованием симатического (базальтоидного) ряда литогенеза, и его изучением занималось большое число исследователей (Шейнманн, 1970; Тэйлор, 1965; Грин, Рингвуд, 1968 и др.), которых знают лишь специалисты узкого петрологического профиля. При этом следует помнить или предполагать, что зонами первоначального горизонтального перемещения земной коры была нижняя часть ее гранитного слоя, давшая

вероятно наибольший объем гранитоидов. Дальнейшие горизонтальные перемещения достаточно мощной и консолидированной земной коры могли перемещаться в мантию. Или происходить на разных уровнях, что лежит в основе представлений о ее расслоении.

### **Другие вопросы и проблемы магматизма**

Рассмотренными положениями не ограничиваются те вопросы и проблемы, которые рождает магматизм. Мы говорим, что данный процесс и явление нужно считать очень выразительным индикатором тектогенеза, а о многообразии его проявления и структур речь будет идти в следующем разделе. Магматические процессы по своему разнообразию не намного уступают тектоническим. Здесь я остановлюсь лишь на нескольких частных положениях, которые дополняют или поясняют ранее рассмотренные.

В числе вопросов, которые хотя и не обсуждаются, но постоянно могут возникать, следует назвать проблему эволюции магматизма в развитии геосинклинальной (подвижной) складчатой области. Речь идет о внедрении преимущественно базитовых лав на геосинклинальной стадии, затем резко сменяемыми гранит-липаритовыми проявлениями на орогенной и, наконец, вновь базитовыми излияниями финального магматизма, проявленного уже наземными излияниями. В таком развитии, которое лишь условно может быть названо эволюционным, вопросы возникают о связи геосинклинальных и финальных базитов с сиалическими продуктами стадии горообразования.

Ранее уже рассматривались процессы формирования гранитного слоя земной коры. Он принципиально отличается от орогенного магматизма, исходным продуктом которого также были осадочные преимущественно терригенно-глинистые образования, накопившиеся в основании геосинклинали. Но данные вулcano-плутонические процессы рождает не только движущийся по базит-гипербазитовому основанию осадочный слой, а схождение уже существующих материковых площадей, ограничивающих геосинклираль. Это формальные отличия, но такие явления имеют и четкие структурные отличия. Данные сиалические скопления локализуются в подвижных областях, а не в основании всего осадочного слоя земной коры.

В связи с рассмотрением вопросов рождения гранитов и кислых вулканитов, нужно подчеркнуть важную роль их в консолидации земной коры. Базитовая магма не обладает такими способностями. Она поступает из глубоких недр и локализуется преимущественно в зонах разрывов, частично цементируя их. В этом отношении гранитоидный плутонизм пронизывает вмещающие его породы осадочного слоя, образуя весьма устойчивые материковые площади. Они тоже могут быть разорваны. Но здесь уже имеют место более сложные и своеобразные процессы, одним из которых является материковый рифтогенез.

К числу большой группы вопросов и проблем необходимо отнести не только ранее рассмотренные вопросы площадной его дифференциации, но и условия локализации – причины и место размещения вулканических поясов,

трапповых полей, других их скоплений. Это компетенция и предмет рассмотрения исторической геотектоники, а также региональной и структурной геологии. В частности, условий образования крупных разрывных нарушений, которые при каких-то условиях могут становиться зонами активного магматизма. Это еще раз подчеркивает общность интересов тех наук, которые названы петрологией и геотектоникой. Необходимо лишь более четко сформулировать те вопросы, которые требуют дополнительного специального решения.

В числе еще одного вопроса нужно назвать рождение так называемых магматических пород без процессов плавления или с частичным его проявлением. Речь идет о тех образованиях, что получили название протрузии, метасоматиты, метаморфогенные гранитоиды и др. Прежде всего, можно ли и нужно ли относить их к магматическим. Ведь расплавленной магмой эти массы не были. Формально нет. Вместе с тем, какая-то часть гранито-гнейсов содержит типичную магматическую породу. И если сходные по составу и частично структуре метасоматические граниты ближе по своей природе к метаморфическим, то относительно протрузий дело сложнее.

В первоначальном понимании Лайеля (1871), предложившего этот термин, протрузия понималась как масса первично интрузивных пород, вдвинутая в холодном или точнее твердом состоянии в вышележащие осадочные слои в результате каких-то тектонических процессов. В пользу такого положения свидетельствуют тектонические контакты типа срывов, что позволяло рассматривать их как своеобразный диапиризм и продукт выжимания. В последнее время в связи с идеями новой глобальной тектоники они иногда трактуются как выжатые продукты мантии. Мне трудно что-то добавить к таким представлениям, но когда я мог наблюдать их в Сихотэ-Алине, удивляло разнообразие этих тел, которые хотелось бы назвать какой-то своеобразной тектонической брекчией, в которой четко просматриваются типичные породы интрузивного облика основного или ультраосновного состава. Они перемежались с какой-то темно-зеленой массой, которую можно было считать метаморфической породой. Понятие о протрузиях тогда отсутствовало в нашем обиходе, но мы относили их к интрузиям, хотя наблюдать рвущий контакт этих образований с вмещающими породами ни мне, ни другим специалистам не удавалось.

И, наконец, изучение магматизма обязательно предполагает выявление соотношений между этим явлением и метаморфизмом. Такие вопросы были в центре внимания многих исследователей, его изучением занимается петрология. Речь идет не о выявлении каких-то тонкостей подобной связи, а о привычном делении горных пород на три основные группы – осадочные, магматические и метаморфические. Если самостоятельность, обособленность первой из них сомнений не вызывает, то разделять две другие визуально – очень трудно. Впрочем, можно ограничиться утверждением, что все три они связаны постепенными переходами. А переход осадочных и магмато-генно-метаморфических пород иллюстрируют коры выветривания на последних, которые в ряде случаев могут быть переотложенными. Такие продукты уже

могут рассматриваться как своеобразные осадочные, образовавшиеся либо на месте, либо сместившиеся.

## **ГЕОТЕКТОНИКА**

Геотектоника должна рассматриваться как крупное и одно из наиболее молодых направлений геологии, сформировавшееся в основном в XX ст. В середине столетия такие учебные курсы появились в вузах и на факультетах геологического профиля, подготовлены многочисленные учебники и монографии (М.М. Тетяев, 1935, 1941; В.В. Белоусов, 1948, 1954, 1976; В.Е. Хаин, 1964, 1973; Ю.А. Косыгин, 1969, 1983; И.И. Потапов, 1964; О.А. Вотях, 1976, 1985, В.П. Гаврилов, А.Е. Михайлов и др.). Тогда же началось активное составление тектонических карт, оформилось разделение геотектоники на общую, региональную, историческую, прикладную; в ее состав также была включена структурная геология и геодинамика. И, несмотря на огромные успехи в этой области знаний, вероятно именно в геотектонике накопилось наибольшее количество нерешенных вопросов, крупных проблем.

Геотектоника обычно рассматривается как раздел или направление геологии, изучающий строение, движение, нарушения в земной коре и верхней мантии, историю развития их во времени. Частично вопросы данной науки были рассмотрены в разделе о структурах земной коры. Поэтому главный акцент данного раздела сделан на изучение форм и времени проявления тектонических движений, развитие различных структур во времени. Это то, что я называл хронологией тектогенеза. Среди главных вопросов – основные типы тектонических движений и их датировка, соотношение представлений о геосинклиналях и литосферных плитах, а также уточнение положений НГТ и альтернатива учения о плитах, крупнейшие разрывные нарушения земной коры (глубинные разломы, материковые рифты), региональная и глобальная взаимосвязанность тектогенеза. Хотел бы подчеркнуть, что если в большинстве других разделов работы я только обращал внимание на необходимость решения каких-то вопросов, то здесь мною предложено целый ряд принципиально новых положений. И главной проблемой считаю необходимость внедрения их в практику геологических представлений.

### **Схема деления тектонических движений**

Принципы и схемы деления тектонических движений достаточно сложны, что подтверждает обилие определяющих и характеризующих их терминов. Учитывая многообразие их проявления и происхождения, составить единую общепринятую схему тектогенеза пока не удастся. В зависимости от масштаба их проявления мы можем говорить о глобальных движениях, примером чего могут быть взаимосвязанные перемещения литосферных плит, региональных, фиксирующих формирование складчатого

сооружения, и местных или локальных, которые проявлены землетрясениями, соляным диапиризмом или частными разрывами (разломами) и складками. Кроме древних тектонических движений, выявляемых методами структурно-геологического и формационного анализа, принято обособлять новейшие и современные, изучаемые главным образом геоморфологическими, неотектоническими и другими методами или непосредственными наблюдениями (землетрясения).

Условно все тектонические движения или основная их часть могут быть разделены на две большие группы – колебательные (преимущественно вертикальные перемещения, фиксируемые особенностями осадконакопления и соответствующего стратиграфического разреза) и деформационные, которые проявлены разрывными и складчатыми нарушениями, формируют разломы и складки в земной коре. Вторая группа выявляется в результате структурно-геологического анализа, главным образом при геологическом картировании. Более сложным является разделение этих двух групп с точки зрения развития во времени. Поскольку именно эта сторона тектогенеза является предметом особого моего интереса, остановлюсь на ней подробнее.

Однотипные тектонические режимы, проявленные одинаковыми темпами прогибания и осадконакопления, могут сменяться более активными или наоборот замедленными опусканиями, а также эпизодичным складкообразованием, магматизмом или инверсией перемещений, началом воздыманий. Такое явление получило наименование тектонической фазы. Более сложным является процесс кратковременной перестройки структурно-палеогеографического и тектонического плана, проявленный на больших территориях или даже в глобальном масштабе. Он выявлен и обоснован сравнительно недавно; его предложено называть структурно-геологической перестройкой (Соловьев, 1990, 1992). Подобные перестройки разделяют своеобразные историко-геологические периоды земной коры. Анализ развития отдельных длительно формирующихся депрессий позволяет также устанавливать периодическую смену в них тектонических режимов, темпов прогибаний и осадконакопления, что позволяет говорить о более кратковременных эпохах различной тектонической подвижности. Некоторые исследователи объясняют такое явление своеобразными пульсациями Земли.

Более сложное проявление тектонических движений устанавливается при расшифровке истории развития складчатых сооружений. Обычно длительные опускания в отдельных их зонах и системах, получивших название геосинклинальных, могут сменяться воздыманиями и складкообразованием, или орогенезом. Такой интервал времени или совокупность геологических явлений в поступательном развитии земной коры получили название геотектонического цикла. В нем принято выявлять две основные стадии, названные соответственно геосинклинальной и орогенной. Вторая стадия иногда рассматривается обособленно, выделяется как тектоническая (геотектоническая) эпоха, эра, этап. Или просто орогенез, тектогенез, складкообразование, горообразование. Их выявление положено в основу составления тектонических карт, на которых показываются области

проявления каледонского, герцинского, мезозойского, альпийского и другого складкообразования (орогенеза).

Особую группу составляют разные по продолжительности эпохи и периоды тектоно-магматической активизации, являющиеся одной из форм повышенной тектонической подвижности, в течение которых формируются своеобразные структурно-геологические и геоморфологические сооружения. Их примерами является образование протяженных, иногда трансматериковых рифтовых структур и систем, вулканические пояса, формирующиеся в областях орогенеза, грандиозные трапповые поля, накопившиеся в условиях излияния базальтовых лав на платформах, области эпиплатформенного орогенеза, проявленного на площадях, испытывавших до этого длительное развитие платформенного типа. Подобного типа сооружения формируются и в океанах (островные дуги, срединно-океанические хребты). Однако закономерности развития их во времени изучены намного менее детально, что пока не позволяет обосновывать строгую и достоверную схему соотношения такого океаногенеза и континентогенеза.

При развитии представлений об отдельных формах проявления тектогенеза нужно подчеркнуть, что анализ закономерностей проявления их во времени не позволяет строго разделять колебательные и деформационные движения; да в этом и нет необходимости. Процесс формирования горно-складчатого сооружения – это не только воздымания, составная часть определенных колебаний земной поверхности, но и активные деформации. Горизонтальное перемещение материковых литосферных плит сопровождается не только прогибаниями в зонах их расхождения, формированием океанических впадин и структур, но и поднятиями в местах схождения. Вместе с тем, многие закономерности развития тектонических движений во времени еще не выявлены, не в полную меру изучены, что делает необходимым определенные пояснения.

Представления о колебательных тектонических движениях начали оформляться уже в античной науке. Указания на вертикальные перемещения земной поверхности имеются уже у Страбона и Аристотеля, а затем Леонардо да Винчи. Сам термин впервые используется в работах А.Д. Озерского (1848), а термины «колебания» и «волнообразные колебания» у А.П. Карпинского (1894). Примерно тогда же Г. Гильберт (Джилльберт, G.H. Gilbert, 1890) вводит термин эпейрогенез, эпейрогенические движения, под которыми он понимал широкие изгибы земной коры, создающие континенты и плато, а также океанские и континентальные бассейны. Этот термин использовался и уточнялся впоследствии Г. Огом (1900), Г. Штилле (1919) и другими зарубежными исследователями, оставшись и сейчас примерно в такой же трактовке. В отечественной геологии закрепилось название колебательные движения, как более точно отражающее их суть. Уже с 30-х годов оно использовалось в работах М.М. Тетяева, В.В. Белоусова, Н.С. Шатского, М.В. Муратова, В.Е. Хаина и многих других.

Вместе с тем, колебательные тектонические движения не понимались однозначно. В.В. Белоусов (1954) говорил об «общих колебаниях» и

«волновых колебаниях», а В.Е. Хаин (1954) – о «собственно колебательных движениях», охватывающих все или отдельные материки, и «волновых движениях». Иногда для уточнения они разделялись на коровые, подкоровые и глубинные (Хаин, 1957; Косыгин, 1958). Позднее глубинные движения разделялись на волновые и глыбовые (Хаин, 1963, 1964). В числе главных характерных особенностей этой группы движений были неоднократные воздымания и опускания отдельных площадей, колебания уровня земной поверхности, что и обусловило их наименование. Часто уточнялось, что такие поднятия и опускания совершаются медленно и плавно, без видимых изменений залегания слоев горных пород.

Деформационные тектонические движения, в зависимости от формирующихся деформаций, разделяются обычно на разрывные и складчатые. Как синоним их может рассматриваться название «дислокационные». В зарубежной литературе такие движения именуется как орогенические, орогенные или просто орогенез. Термин этот в переводе означает «рождающий горы», что позволяет иногда использовать как его синоним «движения горообразовательные». В отечественной геологии подчеркивается, что горообразование часто совершается без видимых деформаций (например, сводовые поднятия), поэтому отождествлять эти термины не следует. Частные разломы и складки обычно различаются просто и однозначно. Вместе с тем, при формировании горноскладчатого сооружения разделять движения на складчатые и разрывные трудно или просто невозможно. Важно подчеркнуть и учитывать, что деформационные тектонические движения зачастую противопоставляются колебательным.

Рассматривая развитие тектонических движений во времени, определяя их возраст (хронологию), нужно уточнить сущность некоторых терминов. Тектоническим режимом принято называть совокупность различных геологических процессов и показателей (темпы прогибания или воздымания, характер осадконакопления, тип магматизма, метаморфизм и др.), знаменующих определенные условия формирования земной коры на какой-то площади или в глобальном масштабе. Обычно принято разделять его на геосинклинальный, орогенный и платформенный. Но для каждого из этих трех групп можно уточнять характер режима, говорить о его тектономагматической, палеогеографической или другой активизации в отдельные интервалы времени, затухании темпов опусканий или воздыманий, выделяя эпохи различной тектонической подвижности.

Еще одним понятием и процессом является инверсия, или обращение тектонического режима, которая подразумевает смену геосинклинальных прогибаний началом орогенеза. Представления о ней развивались М.М. Тетяевым (1934), В.В. Белоусовым (1938, 1948) и др. Синонимом или близким к этому понятием может быть термин замыкание геосинклинали. Такие исследования и представления важны в том отношении, что они позволяют не только выявлять ее суть, но и датировать смену тектонических режимов. Своеобразной инверсией тектонического режима может быть также заложение геосинклинали (начало активных прогибаний геосинклинального

типа в каких-то системах) или прекращение орогенеза, превращение воздымающегося складчатого сооружения в структуру платформенного типа. Последнее устанавливается не только по седиментационно-палеогеографическим показателям, но иногда даже более уверенно по характеру развития магматизма, смене его типа.

Говоря об истории развития учения о тектонических движениях во времени, необходимо отметить, что в последние десятилетия исследования в этой области резко сократились или даже приостановились. Начавшаяся расшифровка закономерностей перемещения литосферных плит не могла вносить что-то существенно новое в их хронологию, уточнение датировки, а обильная накопившаяся региональная информация осталась не в полную меру обработанной. Не сложилось единых или даже близких представлений и по результатам проведения в начале 80-х годов Международной программы геологической корреляции, один из проектов которой назывался «Геологическая корреляция фаз и эпох тектогенеза». Исключение составляют лишь процессы рифтогенеза, начавшие детально изучаться в последние три десятилетия (Милановский, 1983, 1987 и др.); на эту тему проведено несколько крупных совещаний. Частично такой интерес вызван тем, что к рифтогенным областям приурочены или тяготеют крупнейшие нефтегазовые скопления.

### **Тектонические фазы**

Введение этого понятия и термина в активное использование связывается с именем Г. Штилле (1924). Суть сформулированного им «орогенного закона времени (канона)» заключалась в том, что развитие Земли состояло, по его представлениям, из чередования длительных периодов относительного покоя («эволюционных периодов») с кратковременными и резкими деформациями земной коры, своеобразными «орогеническими эпохами, или фазами», в течение которых имело место горообразование (орогенез), или складкообразование в современном понимании. Такие орогенические эпохи, или фазы фиксируются угловыми несогласиями; проявление их было одновременным в глобальном масштабе, а количество строго ограничено.

Идеи Г. Штилле первоначально нашли широкое распространение, так как облегчали систематизацию и анализ регионального структурно-геологического материала. Однако очень скоро стали появляться данные, не укладывающиеся в его схему и представления или даже противоречащие им. Так, в ряде областей были установлены угловые несогласия в периоды, рассматриваемые им как «анорогенные»; в то же время, во многих районах даже одного и того же региона зачастую отсутствовали разновозрастные деформации. С другой стороны, в некоторых разрезах фиксировалось очень большое количество угловых несогласий, проследить которые на большом расстоянии или осуществлять межрегиональную корреляцию было просто невозможно. Например, И. Гуллули устанавливал в неогене

Калифорнийского бассейна 42 «слабые несогласия», которые можно было трактовать как соответствующие фазы. Наконец, в представления о формировании угловых несогласий были внесены существенные изменения, осложнявшие использование «канона»; обосновывалась большая продолжительность роста некоторых складок, было показано, что перерывы в осадконакоплении могут быть следствием не складкообразования, а восходящих колебательных тектонических движений.

Критика отдельных положений «орогенного закона времени» содержалась уже в работах 20-30-х годов Л. Кобера, С. Бубнова, М.М. Тетяева, Н.Б. Вассоевича и других исследователей. Наиболее последовательным противником его представлений был Н.С. Шатский, который считал, что в геологической истории нет чередования орогенических (складкообразовательных) и эпейрогенических эпох, так как движения эти происходят одновременно. Однако складкообразовательные процессы проявляются неравномерно, и фаза складчатости понималась Шатским как «время тех неравномерных складкообразовательных движений, которые приводят к скачкообразному изменению общего плана, структуры данного участка земной коры». Близкие к этому определения давались тогда же В.В. Белоусовым, Н.М. Страховым, В.Е. Хаиным, в геологическом словаре (1955). Самое интересное, что такое понимание оказалось близким к тому, что позднее было названо структурно-геологической перестройкой. Следует подчеркнуть, что, несмотря на различие представлений о развитии во времени тектогенеза, геологическая сущность данной фазы понималась ими примерно одинаково, как проявление преимущественно складкообразования.

Наряду с такой трактовкой развивались и другие. Так, еще Л. Кобер, расходясь во мнениях с Г. Штилле, считал возможным выделять фазы не только по угловым несогласиям, но и «по резкому изменению фаций в виде появления свит грубообломочного состава». Наиболее определенно седиментационный фактор использован М.А. Усовым, выделение фаз которым осуществлялось на основе изучения формаций. Соответствующая фаза понималась им как сложный и длительный процесс, состоящий из этапа сжатия Земли, когда образуется складчатость, и этапа ее расширения, сопровождающегося поднятиями и вулканизмом. Усов считал такие фазы всеобщим явлениям, охватывающим всю земную поверхность, но по-разному проявленные в разной обстановке: складчатость в замыкающихся геосинклиналях и эпейрогенические движения на платформах. Вместо ранее использовавшейся орогенической фазы, он предложил и использовал термин «фаза тектогенеза», как более точно определяющий сущность выделяемой им пульсации.

Пример еще одного толкования рассматриваемого термина содержится в работе Л.У. де Ситтера (1960), орогеническая фаза которого представляет собой тектонический режим и различные деформации, происходившие в определенный интервал геологической истории. Так, его «невадийская орогеническая фаза» представляет собой совокупность тектонических

движений юрского периода, а «орегонская фаза» – раннемеловой эпохи и т.д. Средняя продолжительность таких орогенических фаз составляет 50 млн. лет, а их совокупность образует «определенный период эпейрогенического характера продолжительностью около 200 млн. лет». Эти представления не являются чем-то принципиально новым, так как подобные орогенические фазы примерно соответствуют периодам диастрофизма М.К. Коровина (1941) и тектоническим эпохам или эпохам складкообразования В.Е. Хаина, а его эпейрогенические периоды – эрам последнего или геотектоническим циклам В.В. Белоусова. Следует подчеркнуть, что для зарубежной литературы вообще характерно отсутствие терминологической четкости в этом отношении, где между понятиями фаза, эпоха, период и цикл зачастую не делается принципиальных различий, и которые на русский язык зачастую переводятся как «движения».

Приведенными примерами не исчерпываются главнейшие трактовки тектонических фаз. Так, в свое время Н.С. Шатским и А.Д. Архангельским выделялись «геосинклинальная и платформенная фазы» в развитии земной коры. Аналогичным образом В.Г. Бондарчук (1961) выделял тектонические, геологические и геоморфологические фазы, понимая их как стадии развития складчатых областей. Это отвечает одной из трактовок термина «фаза», которая понималась как стадия; примерно тогда же говорилось о социализме как первой фазе (предполагалось – стадии) коммунизма. Ряд исследователей прослеживал в складчатых системах каледонскую, герцинскую и альпийскую фазы тектонической активности. Соответственно в позднеорогенной позднесарматско-антропогеновой стадии развития Кавказа ряд геологов выделяли несколько самостоятельных фаз (Е.Е. Милановский, 1968). Естественно, что все эти фазы, которые лишь условно можно отнести к тектоническим, по своей сущности, продолжительности и формам проявления резко отличаются друг от друга.

Еще одним проявлением тектонических фаз можно считать кратковременные активизации вулканно-плутонической деятельности или своеобразные ее импульсы, а также смены типа магматизма, его инверсии, своеобразные омоложения, которые иногда выделяются как тектономагматические или метаморфические фазы. Обобщение результатов определения абсолютного возраста изверженных пород отдельных регионов позволяло обосновывать существование соответствующих статистических максимумов, для которых могла осуществляться межрегиональная корреляция. Так, можно говорить о совпадении ряда таких максимумов по Средней Азии, Казахстану, Уралу, герцинидам Европы, Аппалачам, Кордильерам, Дальнему Востоку. М.М. Рубинштейн (1967), одним из первых систематизировавший такой материал по фанерозою, пришел к выводу об одновременном проявлении в планетарном масштабе фиксируемых магматизмом орогенических фаз. Продолжительность их составляет до 3-5 млн. лет, а разделяющий интервал времени равен в среднем 15-25 млн. лет.

И.А. Загрузина и др. (1981), изучавшие процессы метаморфизма докембрийских пород на Востоке Азии, выявили несколько кульминаций

аргонового омоложения с возрастом 430, 330, 250 и 150 млн. лет, которые связывались с крупнейшими структурно-геологическими перестройками на обширных участках земной коры или отдельными тектоническими фазами. В ряде случаев коррелироваться могут не только магматические и метаморфические кульминации, но и смена характера вулканно-плутонической деятельности или время наиболее резкого перераспределения его площадей; мною даже было введено понятие о тектоно-магматическом рубеже (Соловьев, 1980, 1985). Интересно, что с подобными переломными моментами в развитии магматизма, сменами эпох разной тектонической подвижности совпадают эпохи или импульсы кимберлитового вулканизма (Е.Е. Милановский, Б.А. Мальков, 1980).

Наряду с тенденцией объединять частные проявления тектогенеза (фазы) в эпохи, периоды и стадии, существовали попытки выявлять конкретные процессы или движения в самом складкообразовании. Так, Г.П. Леонов (1969) под фазой складкообразования вслед за Н.С. Шатским понимает время, в течение которого проявляются складкообразовательные движения, а под фазой орогенеза – момент поднятия, скачка, приводящего к формированию углового несогласия и резкой качественной перестройки структуры, что близко к трактовке Г. Штилле. Эти фазы не являются аналогичными, так как с орогенезом связывается только постседиментационное складкообразование. Подобным образом другие исследователи в фазе складчатости обособляют конседиментационный и орогенический этапы, протекающие на фоне погружения и поднятия, или выделяются самостоятельные конседиментационные и орогенические фазы.

Необходимо показать еще одно понимание тектонической фазы, также достаточно распространенное. Речь идет о регионально проявленных сменах тектонических режимов, которые находят отражение в изменении на больших площадях и в разных подвижных системах седиментационно-палеогеографических условий. Иногда их выделяют в качестве палеотектонических, седиментационно-палеогеографических и других рубежей или фаз. Выявляются они в основном по данным формационного анализа и, естественно, отличаются по своей сути от всех других ранее рассмотренных. В отличие от Л. Кобера, М.А. Усова и др., фазой в этом случае следует называть только момент смены региональных тектонических режимов, который может считаться геологически мгновенным. Примером такого случая является изучение и уверенное прослеживание в пределах всей Евразии именно подобных заальской и сихотэалинской тектонических фаз перми (И.Ю. Лапкин, В.О. Соловьев, 1969; В.Н. Андрианов и др., 1974; Соловьев, 1987).

Следовательно, даже сравнительно краткий анализ понимания сущности и терминологии тектонических фаз позволяет устанавливать очень большое количество их типов или названий, которые трактуются как синонимы. Вместе с тем, появились фазы диастрофизма, планетогенеза, тектонической активности, инверсии геотектонического режима, интрузивные, эффузивные и магматические фазы, фазы неотектоники и

метаморфизма. Среди деформационных проявлений обособляются фазы шарьирования, надвигообразования, локальных структуроформирующих движений, локального расланцевания, фазы куполообразования, разломообразования, трещинообразования и многие другие. Выделяются гипотетичные фазы растяжения и сжатия, погружения и воздымания; горообразовательные фазы отличают от равнинообразовательных, орогенические от эпейрогенических, а седиментационные от складкообразующих. Процесс терминообразования в этой области геотектоники практически ничем не сдерживался и не регламентировался.

Таким образом, с точки зрения сущности термина можно говорить, что тектоническая фаза понимается как: 1) форма проявления какого-то тектонического процесса или явления, например, активизация складкообразования, горообразования, магматизма и т. д.; 2) интервал времени самой различной продолжительности, определенная эпоха, период, этап или стадия развития, в течение которого имели место однотипные тектонические движения или процессы; 3) сложный геологический процесс, например, пульсация Земли по М.А. Усову или формирование осадочной серии по В.П. Казаринову и В.И. Бгатову; 4) рубеж, переломный момент в седиментационно-палеогеографическом и структурно-геологическом развитии региона, синонимом которого может быть смена или инверсия тектонических режимов, перестройка, формационное несогласие. При таком положении термин потерял свою индивидуальность и в ряде случаев без особого ущерба мог заменяться другими. Все это привело к потере интереса к нему; многие исследователи вообще избегали его употребления.

Вместе с тем, отказываться от использования тектонической фазы нецелесообразно, так как она характеризует специфические проявления тектогенеза, изучение которых является весьма перспективным. Выходом из терминологической путаницы может быть уточнение его сущности. Сам термин фаза переводится с греческого как «появление». В связи с этим, нужно сразу же отказаться от попытки отождествлять его с понятиями о мере времени типа эпоха, этап, стадия, цикл и др. Ближе всего по смыслу термин фаза отвечает рубежу, началу проявления новых тектонических и седиментационно-палеогеографических режимов и обстановок (их инверсий), кратковременных структурно-геологических перестроек. Кроме смыслового соответствия, именно обусловленные тектогенезом рубежи, седиментационно-палеогеографические перестройки, региональные и глобальные формационные несогласия и другие подобные проявления могут наиболее точно датироваться, что очень важно для их межрегиональной корреляции.

Орогенические фазы Г. Штилле выделялись по проявлению только складкообразовательных процессов, и основным методом их выявления было зафиксированное угловое несогласие. Учитывая локальность таких несогласий (они могут наблюдаться по окраинам депрессии, но отсутствовать в осевой ее части), иногда очень большое количество их в отдельных разрезах некоторых систем, что хорошо было показано И.

Гиллули и кавказскими геологами, а также невозможность точно датировать, данный тектогенез следует считать практически непригодным для межрегиональной корреляции. Именно это было главной причиной неудач в целом очень интересной и продуктивной идеи использования тектонических движений для историко-геологического анализа и межрегиональной корреляции. Допускавшиеся первоначально ошибки или неточности при датировке орогенических фаз впоследствии не только не были исправлены, но, как справедливо отмечал М.Г. Руттен (1972), широкое признание идей Штилле «привело к печальной привычке небрежной датировки тектонических фаз».

Примеры усиления подобных ошибок хорошо известны в нашей литературе, включая различного рода словари. Штилле привязывал большинство своих фаз или угловых несогласий к границам стратиграфических подразделений западноевропейской шкалы, которая базировалась в основном на литолого-формационном принципе. Наши геологи, излагавшие канон, как правило, датировали их применительно к утвердившимся позднее подразделениям единой стратиграфической шкалы. Так, судетская фаза проявилась на рубеже динанта и силезия, а не между нижним и средним карбоном, как это принято считать у нас (Геол. словарь, 1973). Соответственно астурийская фаза имела место на границе вестфалского и стефанского отделов, а не между карбоном и пермью, заальская – между верхним и нижним красным лежнем (отеном и саксонием), что не соответствует рубежу нижней и верхней перми и т. д.

Основной целью изучения тектонических фаз следует считать обоснование возможности межрегиональной или глобальной корреляции какой-то формы проявления тектогенеза. Отсюда главной задачей при их изучении становится точная датировка соответствующих тектонических преобразований. В предлагаемой для использования трактовке тектоническая фаза становится границей этапов с разными эндогенными режимами, разделяющей эпохи различной подвижности, а в ряде случаев и стадий геотектонических циклов. Поэтому разработка хронологии тектонических движений должна начинаться с обоснования возможности точно их датировать, осуществлять межрегиональную корреляцию или даже предполагать глобальную одновозрастность.

Я опускаю здесь характеристику наиболее обоснованных или типовых, эталонных тектонических фаз и их возрастных аналогов, что делалось мною в специально посвященных этой проблеме публикациях (Соловьев, 1984, 1992, 2011 и др.). Считаю, что сейчас главной проблемой данного положения нужно считать дальнейшую апробацию таких представлений, какие-то к ним уточнения, что относится к ряду региональных и недостаточно изученных фаз и принятия к использованию. Допускаю, что может быть предложено что-то принципиально новое, но как оно будет выглядеть – не представляю. Единственно, с чем нельзя согласиться, это отказ от очень продуктивного учения, формировавшегося в течение значительной части XX века.

## Структурно-геологические перестройки

Представления о геологических революциях, «великих обновлениях» и планетарных рубежах характерны для изучения докембрия. Значительно реже делаются попытки устанавливать подобное явление для фанерозоя, хотя именно в этот интервал геологической истории есть возможность точно их датировать, достоверно проследить проявление в пространстве и во времени и понять геологическую сущность. Наиболее интересны для таких исследований кратковременные структурно-геологические перестройки, которые частично упоминались при рассмотрении тектонических фаз. Они проявлены на больших площадях, фиксируются в самых разнородных подвижных структурах, находят отражение в региональных сменах условий осадконакопления, типа магматизма, крупных палеогеографических перераспределениях. Подобные перестройки являются естественными границами региональных и глобальных историко-геологических этапов, орогенных и геосинклинальных стадий, составными частями геотектонических циклов, а также наиболее выразительными тектоническими фазами. Это явление не получило еще детального описания, общего признания и всестороннего объяснения.

Для различных регионов и разных по своей природе подвижных систем известны случаи длительной однотипной седиментации, магматизма и общего структурного плана развития, выдерживающихся в течение десятков миллионов лет. Примерами такого случая может быть формирование верхоянского и гондванского комплексов, карбонатного верхнего мезозоя в северо-западной части Средиземноморского пояса, угленосного верхнего палеозоя в Лавразии, позднепалеозойского орогенного магматизма в областях Урало-Монгольского и Средиземноморского поясов. Подобное унаследованное развитие периодически подвергается кратковременным инверсиям режимов, перестройкам, перераспределениям эндогенных и седиментационно-палеогеографических режимов. Причем, как правило, все эти преобразования не только совпадают по времени, но и обнаруживают отчетливую глобальную сопряженность.

К числу главных и наиболее детально изученных перестроек фанерозоя должны быть отнесены те, что произошли в позднем визе, поздней перми (вероятно, в первой половине татарского века), в келловее, туроне, миоцене. Их также можно предполагать в конце силура, середине ордовика (условно между лланвирнским и лландейльским веками), в конце раннего кембрия, в середине венда. Частично они характеризовались в различных моих публикациях при рассмотрении соответствующих тектонических фаз. Здесь не будет повторяться этот материал, а лишь сделаны новые акценты на них.

Наиболее детально изученной и самой выразительной может считаться визейская (поздневизейская) структурно-геологическая перестройка. Классическим примером ее проявления могут считаться преобразования, начавшие формирование верхоянского терригенного комплекса на Северо-Востоке. Достаточно резкие литологические изменения могут встречаться в

разных зонах Верхояно-Чукотской области на разных возрастных уровнях. Так, в Южном Верхоянье появление или даже преобладание обломочных пород фиксируется уже в низах визе, а в отдельных районах Приколымского поднятия оно отмечается в среднем карбоне и даже выше. Однако синхронная граница наиболее существенных литологических изменений может быть проведена лишь между неруинским и магарским горизонтами верхнего визе. Такого же типа изменения устанавливаются между зонами (свитами) А и В, или донецким и грабовским горизонтами в Донбассе, каменноугольным известняком и сланцами Боуленд в бассейнах Южной Англии, известняками Мерамек и сланцами Честер в Северной Америке. Необходимо подчеркнуть, что аналогичные формационные изменения в Донбассе и Верхоянье строго синхронны; они отвечают существующему пределу точности стратиграфической корреляции.

Синхронная, но противоположная по своему литологическому характеру граница фиксируется в структурах Юго-Восточной Азии, где терригенный средний палеозой сменяется карбонатным верхним палеозоем. В Японии это граница между сериями Одайра и известняками Онимару; однотипные изменения в Южном Китае и Индокитае не могут быть датированы с той же точностью и не имеют единого унифицированного наименования, но проявлены аналогично. В Средней Сибири карбонатный средний палеозой сменяется терригенным угленосным верхним палеозоем, а в депрессионных структурах Средиземноморского и Урало-Монгольского поясов выше геосинклинальных комплексов среднего палеозоя залегает континентальный терригенный или вулканогенно-терригенный верхний палеозой орогенного типа. Седиментационно-палеогеографические изменения в областях названных поясов сопровождаются началом активного орогенного магматизма. Аналогичное явление имеет место в прогибах Африки и Восточной Австралии (Карру, Тиндуф, Тимимун, Карнарвон и др.). Анализ характера изменений показывают, что начало орогенеза в одних тектонических системах совпадает с прогибаниями миогеосинклинального типа в других (Донбасс, Верхоянье) или поступлением в эти структуры продуктов разрушения воздымающихся площадей.

Рассмотренную перестройку вовсе не следует понимать как одноактные изменения после длительного однотипного развития. Местами достаточно резко проявлены складкообразование и смена условий осадконакопления в середине турне (чаткальская фаза). В среднем визе известна трансгрессия, охватившая большие площади, а в первой половине серпуховского века – глобальная регрессия, выраженная седиментационными перерывами, появлением более грубых отложений. Однако в этом комплексе раннекарбонных изменений особое место занимают именно поздневизейские, приуроченные к границе веневского и михайловского времени. Кроме седиментационно-палеогеографических преобразований следует подчеркнуть идеальное совпадение начала гранитоидного магматизма на Урале, Кавказе, отдельных системах Европы и Северной Америки, которые определяются значениями  $325 \pm 2$  млн. лет.

Сходное проявление характерно для позднепермской структурно-геологической перестройки, которая отвечает времени сихотэалинской фазы. В отличие от поздневизейских преобразований, позднепермские развивались в иных историко-геологических и структурных условиях. Поздний палеозой был временем существования единого материка Пангея, поэтому структуры геосинклинального типа в это время занимали незначительные площади. И соответственно режимы орогенного типа в раннем мезозое имели лишь локальное проявление. Вместе с тем, позднепермский тектогенез начал расколы Пангеи, что нашло отражение в формировании субмеридиональной и северо-западной систем рифтов. Первая из них размещается в осевой части Западно-Сибирской впадины и далее протягивается к восточной окраине Африки. Ее формирование сопровождалось грандиозными излияниями базальтовых лав на севере Евразии (сибирские траппы); на юге одно из продолжений рифтов можно предполагать в Мозамбикском проливе. Вероятно, данный рифтогенез начал формирование Индийского океана. В пределах Западной Сибири расколы не вышли из стадии рифтов, поэтому В.В. Белоусов образно назвал эту структуру «несостоявшимся океаном».

Северо-западная система рифтов размещалась в пределах Средиземноморского подвижного пояса; ее формирование обусловило начало устойчивого существования здесь морских бассейнов (океана Тетис). Вдоль восточной окраины Азии позднепермские преобразования обусловили начало формирования индосинид, зон ранней консолидации в Сихотэ-Алине и Верхояно-Чукотской области. Следует подчеркнуть принципиальное отличие сихотэалинской фазы, фиксирующей позднепермский тектогенез, от заальской и лабинской, которые проявлены резкой активизацией прогибаний в уже существующих депрессиях, но не фиксируют сколько-нибудь значительного изменения структурного плана развития. Таким образом, именно позднепермская перестройка подготовила нынешний план размещения литосферных плит и строения материков.

Келловейская структурно-геологическая перестройка продолжила формирование ранее наметившегося плана развития структур Земли. Она может рассматриваться как начало образования и устойчивого разрастания (раскрытия) так называемых молодых океанов – северной части Атлантического, Северного Ледовитого и Индийского. В отдельных зонах Средиземноморского пояса и более широко в Тихоокеанском келловейский тектогенез обусловил формирование мезозойских складчатых сооружений, получивших название киммерид в Средиземноморье (Горный Крым), невадид в Кордильерах Северной Америки, памирских на Памире, иеньшаньских (яньшаньских) в Китае и Японии и верхоянских на Северо-Востоке. Данная перестройка обусловила также резкие изменения условий осадконакопления – начало устойчивых прогибаний и терригенной седиментации в Западной Сибири, обширного накопления красцветов в Юго-Восточной Азии, формирования орогенных комплексов на платформах и в молодых складчатых сооружениях мезозойского возраста. Келловейский возраст, как

уже отмечалось ранее, имеет складчатость, проявленная в самых различных регионах (яйлинская тектоническая фаза и ее возрастные аналоги).

Туронская структурно-геологическая перестройка, отвечающая времени проявления средиземноморской тектонической фазы, знаменовала начало развития океанического бассейна в Южной Атлантике, а также формирования складчатых сооружений в Тихоокеанском поясе. Классическим его примером может быть Сихотэ-Алиньская складчатая область, где эта инверсия режимов точно датирована. Она же начинает ларамийскую складчатость Кордильер. Наиболее точная датировка и резкая литологическая смена (формационное несогласие) устанавливается в Днепровско-Донецкой впадине, где данный тектогенез начинает формирование толщ писчего мела, других карбонатных комплексов в сооружениях Средиземноморского пояса и на прилежащих платформенных областях.

Миоценовая структурно-геологическая перестройка, совпадающая со штирийской тектонической фазой, имела место сравнительно недавно (10-15 млн. лет назад). Поэтому характер данных преобразований в полную меру пока не может быть оценен и расшифрован. Она имеет существенные отличия от других мезозойских перестроек и чем-то напоминает позднепермские. К данному возрастному уровню может быть отнесена окончательная ликвидация океана Тетис и начало проявления альпийского орогенеза. Причем, в воздымания вовлекаются и области более древней консолидации (Тянь-Шань, Памир и др.), что позволило обосновать существование эпиплатформенного горообразования. Орогенный магматизм в азиатской части Тихоокеанского пояса сменяется обширными наземными излияниями базальтовых лав. Однако в отличие от локально концентрированного пермско-триасового и мел-палеогенового, данный вулканизм рассеян практически по всей Восточной Азии. С данной перестройкой можно связывать начало формирования островных дуг, которые являются своеобразными аналогами современных геосинклиналей. А также рифтогенез в Центральной Европе и вдоль восточной окраины Африки, о чем речь будет идти позднее.

Более древние раннепалеозойские перестройки пока не могут быть охарактеризованы и обоснованы мною столь же детально. Результатом пограничных силурийско-девонских преобразований на рубеже этих периодов (эрийская-арденская фаза) стало закрытие Северной Атлантики, ликвидация океана Япетус. Это нашло отражение в формировании здесь каледонских складчатых сооружений или поздних каледонид, а на больших прилежащих платформенных площадях – красноцветов, получивших название древнего красного песчаника (Old red stone). Данное историко-геологическое явление оказало важное воздействие на развитие органического мира, обусловив выход на земную поверхность растений и животных. Формирование подвижных областей перемещается с этого времени в пределы Урало-Монгольского и Средиземноморского поясов. А

обширная в раннем палеозое карбонатная седиментация сместилась на восток Азии (Сибирская платформа и др.).

Кембрийская структурно-геологическая перестройка, одним из проявлений которой может быть салаирская тектоническая фаза, начинающая салаирский орогенез, намечалась еще в построениях М.А. Усова (1936), М.К. Коровина (1941), В.В. Белоусова (1948) и др. Более полно в качестве тектонической фазы для Алтае-Саянской области она была выделена и описана впоследствии (М.Ф. Романенко, 1967; В.С. Сурков и др., 1971). В исследованиях В.М. Цейслера (1987) для ее обоснования и датировки был использован формационный метод, который показал важную его роль, не уступающую байкальскому и каледонскому орогенезу, четкое литологическое выражение и магматический контроль. Для данной перестройки также характерны противоположные по своему характеру седиментационные изменения: появление молассового комплекса в салаиридах и, наоборот, смена обломочных отложений карбонатным средним кембрием-силуром на юге Скалистых гор (Энциклопедия, 1980, с. 286).

Структурно-геологические перестройки, аналогичные таковым в фанерозое, могли проявляться и в докембрии. Одним из ее примеров может быть великое обновление по Г. Штилле, имевшее место между ранним и поздним протерозоем и датированное значениями 1,65 млрд. лет. Он считал его рубежом между протогеем и неогеем и называл поворотным этапом (моментом) в истории Земли. После длительного гранитоидного магматизма, фиксировавшего оформление материка Пангея-1, тогда начался активный базальтоидный вулканизм и формирование новых подвижных систем, закладывавшихся в ином структурном плане. Некоторые исследователи отмечали, что данная перестройка подобна той, что имела место в конце перми, на рубеже палеозоя и мезозоя.

Рассмотренные перестройки необходимо отличать от иных типов резких и кратковременных изменений, которые ранее назывались тектоническими фазами. Так, в конце среднего триаса, ранней перми и середине девона имела место активизация прогибаний и осадконакопления во многих седиментационных бассейнах, но литологический состав формирующихся толщ был близким. Кроме того, структурно-палеогеографический план в эти моменты не менялся. В процессе же перестройки происходила не просто резкая смена состава накаплиющихся отложений (формационное несогласие), но и резко проявленное площадное перераспределение однотипной седиментации. Можно утверждать, что обычно они отвечают границам однородных режимов, которые определяются как геосинклинальные, орогенные, платформенные. Данные преобразования следует также отличать от кратковременных тектономагматических кульминаций, седиментационных перерывов, активизации складкообразования, трансгрессий и регрессий. То есть, всех тех проявлений, что характерны для обычных тектонических фаз.

Есть еще одна особенность структурно-геологических перестроек. Многие из них характеризуются региональной или даже глобальной сменой

типа магматизма. Например, визейская перестройка, начинающая герцинский орогенез, проявлена обширными наземными излияниями преимущественно кислых лав и внедрением гранитоидов в самых различных областях Средиземноморского и Урало-Монгольского складчатых поясов. Сменившие данный сиалический орогенный магматизм наземные излияния базальтоидных лав, которые известны в герцинидах Европы, Северного Урала и многих других регионах, знаменуют еще одну подобную инверсию эндогенных режимов. Такой вулканизм Г. Штилле в свое время называл финальным, завершающим процесс формирования складчатого сооружения. Но такие вулканы часто распространены вдали от герцинид, например, на Таймыре или в пределах Сибирской платформы. То же можно сказать и о новейших базальтоидных излияниях, которые не только завершают орогенез в Сихотэ-Алине, но и фиксируются во многих платформенных регионах Восточной Азии. Подобные региональные инверсии тектонических режимов, фиксируемые сменой типа магматизма, в свое время описывались мною как тектоно-магматические рубежи (Соловьев, 1985, 1990 и др.).

Необходимо подчеркнуть еще одну особенность структурно-геологических перестроек. Формирующие их смены тектонических режимов образуют отчетливо проявленный ритм, повторяются через 75-80 млн. лет. Такое явление, учитывая обоснованность данной ритмичности, позволяет уточнять датировку многих из них. А также, исходя из этого, искать не глубинные, эндогенные, а космические объяснения причины их проявления. Каких-то новых проблем такие перестройки рождать не могут, но в числе вопросов их дальнейшего изучения нужно назвать причины их проявления, космическую природу данного явления. А также установление соотношения с ранее охарактеризованными тектоническими фазами. Это будет сделано при рассмотрении ритмичности в развитии земной коры.

### **Эпохи различной тектонической подвижности**

Изучение скоростей осадконакопления и вещественного состава пород литологических комплексов в длительно формирующихся депрессиях, характера развития вулканизма, соотношения морских и континентальных площадей, частоты размещения в стратиграфическом разрезе различного рода перерывов и несогласий, других структурных и историко-геологических характеристик позволяет выделять интервалы времени, которые могут быть названы эпохами различной тектонической подвижности. Это явление нельзя считать чем-то новым, ранее неизвестным. Уже само выделение Г. Штилле тектонических фаз, которые он называл также тектоническими эпохами, чередующимися с периодами относительного покоя, подразумевало подобную неравномерность проявления тектогенеза во времени. Позднее такие эпохи более детально изучали М.А. Усов, В.Е. Хаин, А.А. Пронин, В.П. Казаринов, В.И. Бгатов, Ю.Г. Леонов, Е.Е. Милановский и др.

Существование эпох различной тектонической подвижности наиболее уверенно можно выявлять при анализе литологического состава частных

стратиграфических разрезов. Так, уже М.А. Усовым выделение подобных эпох производилось главным образом на основе изучения формаций, о чем уже говорилось ранее. Он называл такие эпохи фазами. Интересные для решения данного вопроса данные были получены в свое время Б.И. Бгатовым и В.П. Казариновым (1965), проанализировавшими терригенные разрезы Западной Сибири и других регионов. Они устанавливали различную орогеническую активность времени их формирования, которая фиксировалась разной степенью выветренности терригенных компонентов разреза, различным коэффициентом их мономинеральности. Выделенные таким образом осадочные серии – от минимальной для данного района активности до следующего ее минимума, разграниченные максимумом, прослеживались на больших территориях, что позволяло предполагать им глобальное проявление формирующего их тектогенеза.

А.А. Пронин (1981), длительно изучавший различного рода перерывы и несогласия фанерозоя в глобальном масштабе, пришел к выводу, что располагаются они в стратиграфическом разрезе не беспорядочно, а образуют эпохи резкого их сгущения, чередующиеся с эпохами затухания данного тектогенеза. Продолжительность этих эпох по его данным была от 10-20 до 30-40 млн. лет, составляя в среднем 25 млн. лет. Уже позднее Б.А. Онищенко показал, что палеогеновые перерывы в осадконакоплении на Скифской плите приурочены приблизительно к тем же стратиграфическим уровням, что и в океанических впадинах. Все это давало основание предполагать глобальный характер таких тектонических движений или природных процессов, обуславливающих их проявление.

Еще одна попытка обоснования подобных эпох производилась мною путем изучения мощностей и скоростей осадконакопления в главнейших депрессионных структурах Евразии в течение позднего палеозоя-раннего мезозоя (Соловьев и др., 1987, 1988). Для такого анализа использовались наиболее полные и детально изученные разрезы Верхоянья, Приморья, Таймыра, Кузбасса, Памира, Донбасса, Кавказа и многих других регионов и структур. Мощности и скорости осадконакопления, рассчитанные для отдельных тектонических эпох, позволили сделать вывод, что предполагаемые на этом основании темпы прогибания и поступления обломочного и другого материала изменяются для каждой из них примерно в 1,5 раза. А это уже данные количественного анализа, которые трудно или даже невозможно оспаривать.

В.Е. Хаин (1971, 1973 и др.), наиболее полно изучавший и обобщавший материалы по региональной и исторической геотектонике, в своих представлениях формулирует некие компромиссные схемы глобального развития тектогенеза. Он выделяет тектонические эпохи, или эпохи складкообразования длительностью в 10-20 млн. лет, которые примерно отвечают орогеническим фазам-эпохам Г. Штилле, и разделяющие их интервалы относительно спокойного тектонического развития в 30-40 млн. лет. А в отдельных областях такие эпохи могут продолжаться 60-80 млн. лет, так как далеко не каждая тектоническая эпоха проявляется в каждом

складчатом сооружении. Эти построения, хотя и не совпадают с предлагаемой здесь трактовкой, но определенное сходство взглядов можно фиксировать. В частности, говорить о чередовании эпох различной тектонической подвижности и существовании каких-то более продолжительных интервалов тектонического развития, достигающих 80 млн. лет. Об этом речь будет идти при рассмотрении геотектонических циклов.

Трактовка геологической природы подобных эпох различной тектонической подвижности (активности, активизации и затухании тектогенеза) сводилась обычно к предположениям о возможности своеобразной пульсации Земли, существовании в ее истории интервалов времени преобладающего сжатия и растяжения. Такая точка зрения развивалась как в 30-40-е годы, так и позднее (В.П. Казаринов, 1979; Е.Е. Милановский, 1978 и др.). Мои исследования в данной области позволяют говорить, что имеет место чередование эпох преобладающих сводовых воздыманий и эпох активизации дифференцированных тектонических движений (Соловьев, 1988, 1992, 2011 и др.). Может быть, это и есть отражение той пульсации, которую подразумевают сторонники этой точки зрения. Говорить об активизации тектогенеза в одни эпохи и ослабление его в другие – неверно; он лишь по-разному проявлен в те или иные интервалы времени. Самое интересное, что продолжительность подобных эпох по представлениям разных исследователей, в том числе моей, была очень близкой, равной примерно 25 млн. лет.

Общая схема проявления подобных эпох различной тектонической подвижности для наиболее детально изученной части фанерозоя приведена ниже.

Таблица 1

### Эпохи различной тектонической подвижности в фанерозое

Наименование и возраст эпох (млн. лет)		Тектоническая, магматическая, седиментационно-палеогеографическая характеристика
Раннедевонская (ранний девон-эйфель, 400-375)		Обширные воздымания, сокращение морских площадей, накопление красноцветов (олдред и др.)
Позднедевонская (эйфель-фамен, 375-350)	IIIIII IIIIII	Активные геосинклинальные, орогенные и рифтовые процессы, разнообразный магматизм, местами разрастание морских площадей, интенсивный

	<p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p>	галогенез
Динантская (турне-визейская, 350-325)		Талассократические режимы („великая визейская трансгрессия”), затухание дифференцированных тектонических движений, магматизм на платформах
Среднекаменноугольная (серпухов-средний карбон, 325-300)	<p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p>	Начало орогенного развития Урало-Монгольского и Средиземноморского поясов, обширное угленакопление (Аппалачи, Средиземноморский пояс, Донбасс, Ц. Казахстан), начало оледенения Гондваны
Стефан-отентская (поздний карбон-артин, 300-270)		Сокращение морских площадей, затухание орогенного магматизма, появление красноцветов, оледенение Гондваны
Среднепермская (поздний артин-казань, 270-250)	<p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p>	Возрастание скоростей седиментации в депрессиях, активное угленакопление, местами галогенез, интенсивный орогенный магматизм в герцинидах и обширные геосинклинальные процессы на Востоке Азии
Татарско-среднетриасовая (250-225)		Сокращение морских площадей, разрастание красноцветов, активный вулканизм на Сибирской платформе
Позднетриасовая (поздний ладин-норий, 225-200)	<p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p> <p>IIIIII</p>	Возрастание скоростей седиментации, формирование наложенных депрессий, начало сероцветного осадконакопления
Раннеюрская (рэт-лейас, 200-185)		Сокращение седиментационных площадей, базитовый вулканизм на

		платформах Африки и Австралии
Среднеюрская (тоар-ранний келловей, 185-165)	IIIIII IIIIII IIIIII	Активизация геосинклинальных процессов в Средиземноморском поясе, обширное угленакопление
Позднеюрская (средний келловей-валанжин, 165-140)		Сокращение скоростей седиментации, частые трансгрессии и регрессии, красноцветная седиментация в ЮВ Азии
Раннемеловая (готерив-ранний альб, 140-115)	IIIIII IIIIII IIIIII	Возрастание скоростей седиментации, активизация оргенного магматизма, интенсивное угленакопление на ДВК
Среднемеловая (поздний альб-ранний турон, 115-90)		Частые трансгрессии и регрессии, тектоно-магматическая кульминация в середине альба (100 млн. лет)
Позднемеловая (поздний турон-ранний маастрихт, 90-65)	IIIIII IIIIII IIIIII IIIIII	Разрастание морских площадей, активные орогенные и геосинклинальные процессы, флишенакопление и обширная карбонатная седиментация
Раннекайнозойская (поздний маастрихт-средний эоцен, 65-40)		Сокращение морских площадей, снижение скоростей осадконакопления, частые седиментационные перерывы, флиш в Альпийско-Карпатских областях, трапповый магматизм Декана
Среднекайнозойская (поздний эоцен-средний миоцен, 40-13)	IIIIII IIIIII IIIIII	Возрастание скоростей седиментации, активный островодужный и орогенный вулканизм, обширное угленакопление
Позднекайнозойская (современная, 13-0)		Сводовые воздымания, рассеянный базитовый вулканизм на материковых площадях, рифтогенез в Африке

**Примечание:** заштрихованы эпохи активизации дифференцированных тектонических движений.

Приведенная в таблице самая краткая характеристика эпох различной тектонической подвижности позволяет устанавливать отчетливое чередование примерно равновеликих интервалов времени с разным типом эндогенных режимов в подвижных областях для всего фанерозоя. Естественными границами таких эпох являются тектонические фазы в предложенной ранее трактовке. Необходимо подчеркнуть обычно достаточно высокую степень точности их датировки, что позволяет, при необходимости, проверить обоснованность этой схемы на примере любой подвижной тектонической системы или седиментационного бассейна.

Эпохи повышенной тектонической подвижности, или активизации дифференцированных тектонических движений характеризуются возрастанием средних скоростей прогибания и осадконакопления в большинстве депрессионных структур, активизацией воздыманий и горообразовательных процессов в областях сноса, формированием наложенных прогибов и впадин в те или иные интервалы времени. В отдельные из таких эпох может развиваться наиболее интенсивный магматизм орогенного типа, обширный гранитоидный плутонизм и липарит-андезитовый вулканизм (формации порфировая, островодужная и др.). Одновременно с этим, в других тектонических системах могут формироваться мощные эвгеосинклинальные комплексы. Для таких эпох характерно накопление наиболее мощных соленосных комплексов (среднедевонский в ДДВ, среднепермский в Европе, Северной Америке и Прикаспии, возможно среднеюрский в Мексиканском заливе), а также самое интенсивное угленакопление. Примерами последнего случая является угленосность среднего карбона, середины перми, средней юры, раннего мела, среднего кайнозоя. Уточню характеристику отдельных таких эпох.

Среднекаменноугольная тектоническая эпоха, совпавшая с оформлением Гондваны, знаменовала начало герцинского орогенеза. Это было время наиболее активного угленакопления, когда сформировалось около 30 % мировых запасов углей, приуроченных к бассейнам Центрального Казахстана, Донбасса, Западной Европы, Аппалачей. Еще одной ее особенностей стало начало обширной терригенной седиментации во многих других регионах, не примыкающих непосредственно к герцинидам. Интересно, что начало накопления преимущественно обломочных пород в Верхоянье, Донбассе, бассейнах Европы и Северной Америки идеально совпадают по времени. В наиболее детально изученных и датированных разрезах оно отвечает границе веневского и михайловского горизонтов верхнего визе, что позволяет очень точно датировать начало тектонической эпохи (325 млн. лет). Оно же хорошо подтверждается одновременным

началом орогенного магматизма в структурах Урала, Кавказа, герцинид Европы. Именно изменения вещественного состава в конце визейского века были причиной того, что первоначальная двучленная схема каменноугольной системы в Европе включала динант и силезий, а в Северной Америке – миссисипий и пенсильваний.

В числе наиболее выразительных следует считать среднепермскую тектоническую эпоху, определяемую возрастными границами поздний артин-казань. Датировка ее, устанавливаемая значениями 275-250 млн. лет, хорошо подтверждается данными магматической активизации в самых различных регионах. Это время активного угленакопления, второго статистического его максимума, когда формируются основные запасы углей Печорского, Таймырского, Тунгусского, Кузнецкого, Индостанского, Австралийского бассейнов, возможно Северного и Южного Китая, составляющие около 27 % мировых. В аридных областях в тот же этап проявлен, вероятно, максимальный за всю историю галогенез (Приуралье, Прикаспийская синеклиза, Днепровско-Донецкая впадина). Такая одновозрастность и пространственная сближенность гумидных и аридных климатов могла быть следствием дифференциации рельефов, а также активизацией соляного диапиризма и, как следствие, проявления галогенеза в отдельных бассейнах.

В преимущественно карбонатных верхнепалеозойских разрезах Японии, Памира, Индокитая и других областей в середине перми появляются карбонатно-терригенные отложения. И соответственно для существенно терригенных разрезов многих регионов резко возрастает мощность середины перми (Северное и Западное Верхоянье, Юго-Западное Приморье, Кузбасс, Пай-Хой, Юго-Западный Дарваз, Северные Гималаи, Северо-Западный Кавказ). В осевом субширотном поясе Евразии развивается орогенный позднепалеозойский магматизм, а к середине перми приурочен главный статистический максимум субсеквентного вулканизма, прослеживаемый в герцинидах Европы, Кавказа, Казахстана, Средней Азии, Южной Монголии, Забайкалья, Северо-Восточного Китая, Юго-Западного Приморья и далее в Австралии и Аппалачах. Одновременно в подвижных системах Сихотэ-Алиня, Японии, Корякского нагорья, Новой Зеландии проявлен активный вулканизм геосинклинального типа, обширные подводные излияния которого сопровождаются накоплением кремнистых пород.

Аналогичным образом, хотя и не всегда столь же выразительно проявлены другие эпохи повышенной тектонической подвижности. Для многих из них характерно достаточно активное угленакопление, возрастание темпов прогибания и седиментации, активизация орогенного магматизма. В течение позднего девона имело место интенсивное соленакопление в ДДВ. В позднем триасе, а затем на значительно больших площадях в течение позднего мела в Средиземноморском поясе происходило активное формирование флишевых толщ (Горный Крым, Альпы, Карпаты и др.). Середина юры и первая половина миоцена были временем обширного островодужного вулканизма в Средиземноморском и Тихоокеанском подвижных поясах. В олигоцене-первой половине миоцена орогенный

вулканизм проявлен в Средиземноморском поясе (Альпы, Закарпатье, Закавказье, Загрос и др.). К раннему мелу на Северо-Востоке приурочено начало формирования Охотско-Чукотского вулканического пояса, а к позднему мелу – Восточносибирского пояса.

Четкую индивидуальность эпох повышенной тектонической подвижности составляет угленакпление времени их проявления. Подсчет запасов углей позволяет количественно выразить этот показатель. Запасы позднепалеозойских запасов углей составляют примерно 58 % от общего количества их в Евразии. Большая часть их сформировалась в течение среднекаменноугольной тектонической эпохи и около 27 % мировых запасов углей – среднепермские. Остальную часть составляют угли среднеюрские (около 9 %), раннемеловые (около 20 %), среднекайнозойские. Интересно, что разновозрастная угленосность имеет обычно свой структурный план размещения, сохраняя при этом отчетливую приуроченность к отдельным, в первую очередь, тектоническим, а не климатическим эпохам.

Эпохи затухания тектонической подвижности, снижения дифференциации тектогенеза, характеризуются уменьшением средних скоростей прогибания и осадконакопления в депрессионных структурах примерно в 1,5 раза, а также уменьшением величины и частоты их отклонения от среднестатистической величины. Для данных эпох свойственно преимущественно сводовое воздымание, активизация платформенного базальтоидного вулканизма, аридизация климатов и разрастание красноцветов. Последнее является следствием не только сокращения морских площадей, но и нивелирования рельефа, снижения степени его расчлененности. По данным А.А. Пронина, к таким интервалам времени приурочены наиболее частые седиментационные перерывы и угловые несогласия, что свидетельствует об оживлении колебательных (эпейрогенических) тектонических движений.

Именно такие условия характерны для раннего девона-среднего эйфеля, позднего карбона-начала перми, татарского века-среднего триаса, ранней и поздней юры, середины мелового периода, маастрихта-среднего эоцена. В эти же интервалы времени развивается активный вулканизм на платформенных площадях Сибири, Африки, Южной Америки, Индостана, что может быть причиной их поднятий и расколов. Так, в конце перми-начале триаса формируются траппы Тунгусской синеклизы (250-225 млн. лет), затем вулканы в депрессиях Карру, бассейне р. Параны, на плато Декан. Это время обширного разрастания красноцветных отложений и почти полного прекращения угленакпления, сокращения средних скоростей осадконакопления и нивелирования их мощностей. В течение данных эпох известны седиментационные перерывы и крупнейшие регрессии, трактуемые как глобальные (граница карбона и перми, перми и триаса, рэта и лейаса, титона, маастрихт-дата).

Средняя продолжительность рассматриваемых эпох различной тектонической подвижности порядка 25 млн. лет. Говорить, что происходит какое-то их изменение или отклонение ее во времени – нет основания.

Единственным исключением может считаться более кратковременная раннеюрская эпоха. Происходит ли здесь «сбой» подобной пульсации или имеет место неточность датировки каких-то границ эпох – нужно проверять. Границы многих эпох совпадают с наиболее выразительными палеомагнитными инверсиями или весьма близки к ним (рубежи гиперзон и суперзон аргинской и сибирской, байкальской и саянской, тихвинской и дебальцевской, киамы и илавара, джалал и хорезм и др.). Вместе с тем, разрастание или сокращение морских площадей, талассо- и геократические эпохи не обнаруживают сколько-нибудь четкого сходства или совпадения с данными тектоническими эпохами, развиваясь в определенной степени автономно. Более уверенно можно говорить, что границами эпох различной тектонической подвижности, как правило, являются многие или подавляющее большинство наиболее известных и обоснованных тектонических фаз, которые уже рассматривались ранее.

Анализ тектонических движений, условий осадконакопления и магматизма в течение рассматриваемых эпох позволяет делать вывод, что правильнее говорить не о затухании или оживлении тектогенеза, его активизации и ослаблении, как это традиционно трактуется, а о существовании интервалов времени с разным характером тектонической подвижности. В одном случае преобладают дифференцированные тектонические движения, имеет место активизация поднятий и погружений в разных подвижных системах, а для другой группы эпох – сводовые воздымания, нивелирование рельефов и темпов погружения. Чем это обусловлено – пока нет удовлетворительных объяснений. Формирование угловых несогласий происходит в каждую из рассматриваемых групп эпох, но наиболее выразительными они являются на их границах. Кроме того, угловые несогласия – это преимущественно локальные явления. Поэтому наиболее обоснованным для выделения различных тектонических эпох становится литолого-формационный анализ.

### **Геотектонические циклы**

Учение или представления о данной форме проявления тектонических движений имеют большую и сложную историю развития. Можно утверждать, что оно не сформировалось полностью и к настоящему времени. В геологии и в исторической геотектонике нет единых или даже более или менее общих точек зрения об их количестве в фанерозое, а также возрастных их границах, продолжительности проявления, соотношении друг с другом. Об этом свидетельствуют мнения по этому вопросу разных исследователей. От обычно принимаемых представлений о трех-четырех циклах тектогенеза (орогенеза) для фанерозоя до выделения семи и даже большего количества их проявлений в этот же интервал времени (М.А. Усов, 1936 и др.). Тем более сложной или практически не разработанной остается она для докембрия. Учитывая, что представления о геотектонических циклах лежат в основе

составления наших тектонических карт (а лучшего или более четкого пока ничего не предложено!), это положение нельзя признать нормальным.

Понимание сути тектонического, или правильнее геотектонического цикла остается более или менее однозначной: интервал времени или комплекс событий, совокупность явлений, начинающихся с заложения геосинклинали (начала прогибаний геосинклинального типа) и завершающихся прекращением орогенеза, или горно-складчатых движений. В этом цикле существуют две основные стадии, названные соответственно геосинклинальной и орогенной, которые разделяются инверсией (обращением) тектонического режима. Обычно она четко фиксируется и может точно датироваться в развитии большинства складчатых областей или систем. Об этом уже говорилось при рассмотрении перестроек (СГП).

Синонимом геотектонического цикла является термин и понятие тектоно-магматический цикл, подразумевающий, что на геосинклинальной и орогенной его стадиях тип магматизма является резко различным. Близкими понятиями являются цикл складчатости и орогенический цикл, где акцент делается на второй стадии цикла. И, конечно же, нельзя отождествлять с понятием цикл термины эпоха или этап (эпоха тектоническая, этап тектонический), как это делается даже в наших геологических словарях. Возрастной интервал геотектонического цикла обычно может быть точно установлен, и он является или может быть своеобразным этапом геологической истории соответствующего складчатого сооружения. Но понятия эти разные. Хотя бы потому, что этап не может иметь двух стадий, что характерно для цикла. Когда мы говорим об орогенической эпохе, то подразумевается обычно время или совокупность горно-складчатых движений, формирующих складчатое сооружение. Хотя такой же тектонической эпохой может быть время активных геосинклинальных прогибаний, предшествующих орогенезу. А если учесть, что в свое время Г. Штилле использовал термин орогеническая эпоха как синоним фазы, то здесь заведомо заложена путаница в использовании этого термина.

подавляющее большинство складчатых областей и систем, которые могут быть названы типичными или типовыми, характеризуется полициклическим развитием. Это значит, что в их геологической истории неоднократно проявлялись геотектонические циклы. Именно такой тип развития характерен для Уральской, Кавказской, Альпийской, Карпатской, Сихотэ-Алинской, Верхояно-Чукотской или других складчатых сооружений. Возраст каждого из складчатых сооружений устанавливается обычно по времени проявления последнего цикла или орогенеза. Но выявление отдельных более древних циклов или стадий, установление их характера и роли в развитии области или системы является неперенным элементом историко-геологического или геотектонического анализа.

Развитие представлений о геотектонических циклах, изучение данного историко-геологического и геотектонического понятия шло по разным направлениям. К XVII ст. относится выявление первых закономерностей в структурно-геологических и историко-геологических проявлениях, важных

для обоснования идей геотектонической цикличности. Так, А. Кирхер еще в 1665 г. указал на определенные геометрические закономерности в распределении разновозрастных гор. Впоследствии они развивались М. Бюашем (1756), И.Г. Леманом (1763), А. Гумбольдтом и др. В знаменитом трактате Н. Стенона (1669) рассмотрены положения о возрасте геологических тел, показана роль углового несогласия.

Определенную роль для обоснования геотектонической цикличности играли первые представления об историко-геологических этапах и периодичности осадконакопления. В работах Ж. Бюффона (1749, 1780) «История и теория Земли» и «Эпохи природы» формулировались идеи геологической периодичности. Он считал, что развитие во Вселенной подвержено непрерывным изменениям и связано постепенными переходами, а такие «случайные» явления как складчатость или другие нарушения должны иметь свои законы. В работах Д. Мичела (1760), И.Г. Лемана (1762), У. Фюкселя (1762, 1778), Д. Ардуино (1760) и др. уже содержались основы формационного анализа и седиментационной цикличности, которые затем были положены в основу стратиграфических построений Ж. Сулави, А. Вернера и др.

Однако первые идеи о геотектонических циклах оформились лишь в XIX ст. А. Гумбольдт (1845-1862), предпринявший в своем пятитомном труде «Космос» попытку обобщить все достижения современной ему науки о Земле, подчеркнул важность эндогенных сил в геологической истории (он выделял их под названием «вулканизма»), сформулировал положение об одновозрастности некоторых вулканогенных и осадочных образований. Эли де Бомон (1828, 1830, 1852), приняв идеи Л. фон Буха и А. Гумбольдта о поднятиях с выбросом расплавленных масс, предложил гипотезу контракции. Он разработал методику определения возраста складчатости и горообразования на основании стратиграфических перерывов и угловых несогласий. Его геологические «катастрофы» (ломка и обрушение затвердевшей верхней части земной коры) подготавливались эволюционным процессом.

Важную роль в оформлении представлений о геотектонических циклах имело развитие теории геосинклиналей. Первые взгляды по этому вопросу формулировали американские исследователи Дж. Холл (1859) и Дж. Дана (1873). Э. Зюсс (1875) в работе «Происхождение Альп» изложил свои взгляды на образование гор исходя из контракционной гипотезы; эти представления фигурируют и в основном его труде «Лик Земли» (1883-1909). Дальнейшее развитие теории геосинклиналей и геотектонических циклов содержится в работе Г. Ога «Геосинклинальные и континентальные площади» (1900), а затем его учебном курсе «Геология» (1907-1911). В своем геологическом цикле он выделяет три стадии, отвечающие времени прогибания и седиментации, стадии орогенеза и стадии денудации. Последняя, строго говоря, уже не может входить в состав геотектонического цикла. Это стадия начавшегося платформенного развития.

В 1872 г. американский литолог И. Ньюбери ввел понятие о циклах седиментации (осадконакопления). Однако основателем учения о геотектонических циклах принято считать профессора Горной школы в Париже М. Бертрана (1886-1887), который впервые установил периодичность в проявлении крупных тектонических циклов и выделил эпохи складчатости: гуронскую, каледонскую, герцинскую и альпийскую. Эти его представления, хотя и развивались активно в дальнейшем, в значительной степени сохранились и до нынешнего времени (Г. Муравски, 1980; А.А. Пронин, 1981 и др.). Г. Штилле (1924), а впоследствии С. Бубнов (1934), А.С. Моисеев (1939), В.В. Белоусов (1948) и др. пробовали группировать выделяемые ими тектонические фазы и эпохи фанерозоя в первоначально намеченные каледонский, герцинский и альпийский циклы, или эры.

Определенный интерес для рассматриваемой проблемы имеют работы Д.Н. Соболева (1914, 1915, 1926), развивавшего идею об универсальном характере цикличности в геологии. Его орогенетический цикл включает стадию (он называл ее фазой) тектонической эволюции и стадию тектонической революции, или орогенеза. Первая стадия предполагалась более продолжительной, а горообразование («фаза капитальных перестроек или диастрофизма») наступало приблизительно одновременно во многих, часто весьма удаленных местах, существенно видоизменяя устройство земной поверхности. В фанерозое, кроме трех уже утвердившихся циклов, Соболев выделяет также киммерийский; причем, каледонский и киммерийский циклы он отличает от более активных, по его мнению, альгонского, герцинского и альпийского. Взглядов о четырех основных геотектонических циклах в фанерозое придерживаются впоследствии В.Г. Бондарчук (1961), Н.П. Кропоткин (1965), В.Е. Хаин (1982) и ряд других исследователей.

Временем наиболее активного и продуктивного изучения региональных геотектонических циклов следует считать 1930-е годы. В это время данное явление изучается в Тихоокеанском поясе, а также центральных и юго-восточных частях Азии (Н.С. Шатский, 1932; Т. Кобаяси, 1934, 1939; Д.И. Мушкетов, 1935; М.А. Усов, 1936; Г. Беккер, 1939; О.С. Вялов, 1939; С. Чу, 1939; А.С. Моисеев, 1939; А.Н. Мазарович, 1940; А.Д. Архангельский и др.). В этот период обосновываются представления о существовании новых региональных складчатостей в разных регионах, которые отражали соответствующие циклы – Акиёси (Япония), алтайский, байкальский, капский, монгольский, невадийский, салаирский, тельбесский, тихоокеанский (мезозойский), яньшаньский (иеньшаньский) и др. Появляются схемы фанерозойского тектогенеза С. Бубнова (1934), М.А. Усова (1936), М.К. Коровина (1941), существенно отличающиеся от тех, что формулировали М. Бертран и Г. Штилле. Анализируются также понятия «цикл складчатости», «геологический цикл» и др. (Ю.М. Шейнманн, 1934; Д.Н. Соболев, 1935).

В течение 40-50-х годов производится дальнейшее более углубленное изучение сущности геотектонического цикла, выявляются закономерности

площадного их проявления. Для территории СССР и частично земного шара составляются тектонические карты, на которых были показаны регионы с определенным возрастом складчатости, обычно отвечающим четырем основным фанерозойским циклам – каледонскому, герцинскому, мезозойскому (тихоокеанскому) и альпийскому (Н.С. Шатский, В.В. Белоусов, Д.В. Наливкин и др.). Важное значение имели исследования Г. Штилле (1940, 1944, 1945), а также аналогичные работы Н.И. Николаева (1944, 1953), Ю.А. Билибина (1947) об эволюции магматизма геосинклинального складчатого сооружения, выделении основных его типов – инициального, синорогенного, субсеквентного, финального и др., которые позволили обосновать представления о тектоно-магматическом цикле – понятии, близком к геотектоническому. Достаточно активно изучается тектогенез в Северной Америке и Китае (Хуан Бо-цинъ, 1952; А.Дж. Ирдли, 1954; М. Кэй, 1955; Ф. Кинг, 1961).

На основании главным образом формационного анализа уточняются представления о стадиях геотектонического цикла, производится выделение от двух основных его стадий – геосинклинальной и орогенной – до 4-6. Такие исследования выполнялись Э. Краусом, В.В. Белоусовым (1948, 1954), Б.М. Келлером, А.В. Пейве и В.М. Синицыным (1950), В.Е. Хаиным, Ю.А. Билибиным. Утверждается сам термин «геотектонический цикл» (Геол. словарь, 1955), формулируются представления о полициклическом развитии многих складчатых областей. Достаточно важным положением этого времени была разработка представлений об инверсии, или обращении тектонического режима (В.В. Белоусов, 1954; В.Е. Хаин, 1948, 1954) – кратковременном переломном моменте в жизни складчатого сооружения, когда преобладающие геосинклинальные опускания сменяются орогенными поднятиями.

1960-е годы были временем появления обильного регионально-геологического материала, активного его обобщения, который частично осмысливался с позиции тектонической цикличности. В процессе картосоставительских работ в советской и зарубежной геологии утвердились представления об асинхронности тектогенеза в Тихоокеанском и Атлантическом сегментах Земли (Н.А. Штрейс, 1962; С. Бубнов, 1960; Н.П. Херасков, 1963; А.Л. Яншин, 1965, 1966 и др.), которые развивали более ранние взгляды О.С. Вялова, Н.С. Шатского, Ю.М. Шейнманна (1946), Хуан Бо-цинъ (1952). На этом основании обычно делался вывод о «скольжении во времени» крупных орогенических эпох, а также невозможности составления глобальной схемы проявления геотектонических циклов. В Новосибирске была сделана очень осторожная и скромная попытка систематизировать материал о циклах и фазах тектогенеза (Материалы по тектонической терминологии, ч. 2, 1963). Начинают более полно изучаться тектонические циклы или тектонические эпохи и складчатость докембрия, которые показывают их принципиальное сходство с таковыми в фанерозое (Н.П. Семенов, 1961, 1964, 1971; А.А. Богданов, 1960, 1969; Л.И. Салоп и др.).

Вместе с тем, появляются новые направления и тенденции в изучении геотектонических циклов. Использование данных определения абсолютного возраста позволило формулировать первые представления о конкретной продолжительности циклов и, в частности, об ускорении тектонических процессов в эволюционном развитии земной коры, существовании более кратковременных циклов в последующей геологической истории (С. Бубнов, 1960; Н.П. Семенов, 1961; Н.Ф. Балуховский, 1965, 1966 и др.). Начавшееся активное изучение океанов сопровождалось выделением стадий их раскрытия и закрытия (циклы Вильсона), которые могли определенным образом увязываться с геотектоническими циклами, расшифровывать их геологическую сущность.

Формационный анализ и изучение осадконакопления на платформах позволили увязывать процессы развития их чехла с формированием прилежащих складчатых сооружений, что обусловило употребление терминов каледонский, герцинский, альпийский и другие этапы применительно к платформенной истории, а заодно и делало такие циклы глобальным явлением (С.В. Тихомиров, 1965; БСЭ, 2-е изд. и др.). Тектономагматические циклы стали обосновываться и для платформ (М.М. Одинцов, 1961); выделяются также платформообразующие эпохи складчатости. Вводятся представления об эпиплатформенном орогенезе – воздыманиях, или горообразовательном процессе, который следует не после геосинклинального развития каких-то площадей, а после длительного тектонического покоя. Существование такого явления вносило определенные дополнительные сложности в понимание сущности и трактовки геотектонического цикла.

70-80-е годы характеризуются активным развитием идей новой глобальной тектоники, которые резко снизили интерес к теории геосинклиналей (вплоть до призывов отказаться от этого понятия и термина!) и соответственно к учению о геотектонических циклах. Сколько-нибудь значительных работ и новых продуктивных идей по рассматриваемому учению не появилось. Утверждаются представления о скользящих границах большинства циклов, разном их возрасте в разных регионах (Хаин, 1971, 1984), ставится под сомнение датировка многих циклов и складчатостей, например, байкальской. Вместе с тем, формулируются данные о широком распространении индосинид в Средиземноморском поясе, важной роли здесь киммерийского цикла (В.И. Славин, В.Е. Хаин, 1980; А.А. Белов и др., 1981; В.М. Цейслер, 1987). Обосновывается положение о более сложной структуре каледонского цикла, существовании в течение раннего палеозоя таконской, грампианской и других складчатостей, которые моложе салаирской, но древнее девонского орогенеза.

Изучение седиментационной цикличности, которая обособляется в крупное историко-геологическое и литологическое направление исследований, позволило устанавливать сложную соподчиненность (иерархию) разнообразных по продолжительности проявления циклов, в том числе, развивающихся в течение 150-300 млн. лет, что лишает

геотектонические циклы индивидуальности, определяющей значимости в развитии складчатых областей и прилежащих платформ. Отражением этого положения становилось отсутствие данного термина или тенденция избегать его использования в учебной и справочной литературе. Чтобы убедиться в этом, достаточно просмотреть геологические словари того времени.

Таким образом, к последнему десятилетию XX века в изучении геотектонических циклов сложилась следующая обстановка:

1) Существует обилие терминов, которые обычно трактуются как синонимы или близкие понятия: орогеническая или тектоническая эра (Штилле, 1924; Муравски, 1980), цикл орогенеза или орогенический цикл (Мазарович, 1940), цикл или эпоха складчатости, складкообразования (Шейнманн, 1934, 1946; Богданов, 1960, 1962; Старицкий, 1965; Левитес, 1965; КГСШ, 1989), этап тектонический или геотектонический (Хаин, 1954; Белоусов, 1954), цикл диастрофизма (Старицкий, 1965), геологический цикл (Соболев, 1926, 1934; Мазарович, 1940), эпоха тектоническая, тектогенеза ((Коровин, 1941; Богданов, 1969; КГСШ, 1989), цикл тектоно-магматический (Штилле, 1940, 1964; Николаев, 1944, 1953; Билибин, 1947 и др.), цикл тектогенеза, тектонический, геотектонический (Усов, 1936, 1945; Архангельский и др., 1937; СТТ, 1970; Геол. словарь, 1973). Часто разные из этого набора термины используются одним и тем же исследователем в той самой работе. Чаще же говорят просто о складчатости, диастрофизме, тектогенезе, орогенезе, горообразовательных движениях и т. п., выделяя эту стадию из состава цикла.

2) Нет общих представлений о количестве геотектонических циклов в течение фанерозоя и соответственно их возрасте. Следствием этого становится отсутствие единых, а иногда и близких пониманий границ и возрастных интервалов даже таких утвердившихся циклов как каледонский, герцинский, альпийский, киммерийский. Или границ их геосинклинальных и орогенных стадий, начала горообразовательного процесса. Выразительным примером такого положения может быть разное понимание альпийского орогенеза, а тем более цикла даже для таких детально изученных областей как Кавказ, Альпы, Карпаты. Наряду с широко распространенным мнением об ускорении тектогенеза и сокращении продолжительности геотектонических циклов в геологическом развитии земной коры, существуют столь же распространенные представления об одинаковой их продолжительности. Вместе с допущением «скольжения границ» циклов, существует мнение и о скачкообразном, геологически мгновенном переходе от геосинклинального развития к орогенному, а также строгой одновозрастности таких инверсий режима в разных тектонических системах.

3) Изучение тектонической цикличности показало, что геосинклинальной стадии в одних подвижных системах может отвечать строго одновозрастный орогенез в других. На таком положении уже делался акцент ранее, об этом речь пойдет позднее. Это явление обязательно должно учитываться при создании глобальной схемы геотектонических циклов.

4) Сложилось негативное отношение к учению о геотектонических циклах, тенденция замалчивать значимость этого явления в развитии складчатых областей и систем. В советской геологической литературе прочно утвердилось мнение о невозможности создания единой глобальной схемы геотектонических циклов. Само понятие «цикл», подразумевающее закономерное повторение геосинклинальной и орогенной стадий в развитии складчатой области, заменяется менее определенными терминами этап, эпоха, эра, тектогенез-складчатость.

Прежде чем предлагать принципиально новое решение схемы развития геотектонических циклов в течение фанерозоя, необходимо обосновать целесообразность его существования и возможность однозначного использования. А также возможность однозначно трактовать одноименные (одни и те же) циклы. Понятия эра, эпоха и этап не могут рассматриваться как равноценные, имеющие одинаковую продолжительность. Уже при рассмотрении эпох различной тектонической подвижности подчеркивалась возможность более активного проявления прогибаний или наоборот орогенеза в течение того времени, которое может трактоваться как геосинклинальная или орогенная стадия развития складчатой области. Так, в течение герцинского орогенеза можно говорить о достаточно выразительных среднекаменноугольной и среднепермской эпохах активизации. Очень неопределенным является мезозойский (тихоокеанский) цикл, в составе которого можно выделять ряд самостоятельных аналогичных подразделений. В истории развития типичных альпид (Альпы, Карпаты, Кавказ) существуют зоны ранней консолидации, которые оформились в результате проявления герцинского и какого-то из мезозойских циклов. Тянь-Шань и Памир испытывают активные поднятия в период альпийского орогенеза, хотя формирование их укладывается в схему развития каледонского, герцинского и киммерийского циклов.

В конце 80-х и начале 90-х годов мною сделана попытка разработать принципиально новую схему глобальных геотектонических циклов для фанерозоя (Соловьев, 1988, 1990, 1992). В этих построениях границами циклов и их стадий должны были быть структурно-геологические перестройки, фиксирующие наиболее значительные планетарные смены региональных тектонических режимов. Глобальный характер их проявления давал однозначное понимание одноименных циклов, а также равную продолжительность геосинклинальной и орогенной стадий. Это не исключает того, что в развитии отдельных складчатых областей каждая из этих стадий может развиваться более длительное время, чем в стандартном цикле (например, в Верхоянье или на Памире). Одновременное существование в разных складчатых системах противоположных по своему геологическому смыслу тектонических режимов потребовало введения в предлагаемую схему двойной шкалы циклов. Такое положение хорошо объясняет существующие сейчас представления новой глобальной тектоники, по которым расхождение литосферных плит в одних зонах Земли, сопровождающиеся формированием

океанов и условий геосинклинального типа, совпадают по времени со схождением таких плит и горообразованием в других тектонических системах.

Приведенный обзор представлений об общих закономерностях развития геотектонических циклов позволяет сделать следующие выводы. Анализ пространственно-временного развития геосинклинальных складчатых сооружений, в том числе исследования по созданию схемы цикличности, позволили установить более сложную схему их формирования, чем это первоначально предполагалось М. Бертраном и др. исследователями. Вместо трех ранее выделенных для фанерозоя каледонской, герцинской и альпийской орогений, а затем циклов, появилась возможность обосновывать в течение этого же времени до десяти аналогичных повторов. Рост их количества и, следовательно, уменьшение продолжительности каждого из циклов, необходимость уточнять возрастные границы, места типичного проявления и другие региональные особенности, позволили также выявить целый ряд важных закономерностей в проявлении данного историко-геологического явления и процесса.

Следует, прежде всего, подчеркнуть, что подобная тектоническая цикличность, закономерное повторение геосинклинальных и орогенных стадий, представляет собой универсальную черту историко-геологического развития, свойственную практически всем складчатым сооружениям или даже подвижным структурам земной коры. Формирование таких сооружений представляет собой постепенное, скачкообразное наращивание зон и систем более ранней консолидации, которое завершается обычно всеобщим для всей области активным орогенезом, после которого соответствующая тектоническая структура на весьма продолжительное время или навсегда теряет свою подвижность. А более молодая подвижная система закладывается в ином структурном плане. Пространственно-временное развитие подавляющего большинства составных элементов практически всех складчатых сооружений может достаточно уверенно укладываться в предлагаемую схему их формирования.

Возраст и продолжительность геосинклинальной и орогенной стадий развития в конкретных подвижных тектонических системах могут быть разными. Кроме отдельных складчатых сооружений, развивающихся по схеме какого-то одного стандартного цикла (каковых, в общем-то, не очень много), большинство из них формируется в течение более продолжительного времени, нескольких стадий. В таком случае говорят о полициклическом развитии складчатой области или пояса. Однако в отдельных зонах или системах, а также на прилежащих платформенных площадях практически все стадии всех рассмотренных циклов могут быть выявлены, находят определенное вещественное или структурное отражение.

Примером структур, развивающихся в течение одного стандартно цикла, могут быть Южно-Монгольская система или Европейская область (герциниды Европы), образованные в течение герцинского цикла, Донецкое, Южно-Памирское или Индосинийское сооружения, становление которых отвечает индосинийскому циклу, Чукотская и Горно-Крымская системы,

созданные киммерийским циклом и т.д. В этом случае говорят о моноциклическом развитии. Полициклическое развитие характерно для таких складчатых областей как Альпийская, Карпатская, Кавказская, Сихотэ-Алинская, Японская (Ниппонская) и др. Причем, на Кавказе могут выявляться зоны герцинской и киммерийской консолидации и собственно альпийского развития, в Сихотэ-Алине – зоны индосинийской консолидации и собственно сихотэалинского (ларамийского) развития и т.д. В пределах Урала, Аппалачей, Верхоянья, Кордильер и других складчатых сооружений геосинклинальная стадия является более продолжительной, чем в типовом или эталонном регионе того или иного проявления цикла. Обычно это сопровождается формированием зон ранней консолидации. Наконец, в каких-то случаях более продолжительной может быть орогенная стадия. Например, в течение второй половины мезозоя в Верхоянской системе или в течение киммерийского и альпийского орогенезов в Горном Крыму. Однако все эти примеры не могут быть основанием для отрицания предлагаемой схемы геотектонической цикличности в целом. Общая схема проявления циклов для наиболее полно изученных складчатых сооружений приводится ниже.

Таблица 2

**Схема геотектонических циклов фанерозоя**

<b>Наименование циклов и начало их проявления (млн. лет назад)</b>				
	Альпийский	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>IIIIII</span> <span>_____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>IIIIII</span> <span>_____</span> </div>	Новейший	13
	90	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>_____</span> <span>IIIIII</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>_____</span> <span>IIIIII</span> </div>	Сихотэалинский	
	Киммерийский	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>IIIIII</span> <span>_____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>IIIIII</span> <span>_____</span> </div>		167
	245	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>_____</span> <span>IIIIII</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>_____</span> <span>IIIIII</span> </div>	Индосинийский	
	Герцинский	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>IIIIII</span> <span>_____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>IIIIII</span> <span>_____</span> </div>		325

400	_____	IIII	Позднекаледонский (тельбесский)
	_____	IIII	
550	IIII	_____	480
	IIII	_____	
Раннекаледонский (таконский)	_____	IIII	Салаирский
Кадомский	_____	IIII	
710	_____	IIII	630

Примечание: \_\_\_\_\_ – геосинклинальная стадия    IIII – орогенная стадия

Не всегда четко проявленные границы циклов и стадий во многих складчатых сооружениях потребовали определенных решений и в этом вопросе. Обосновываемые мною ранее проявления в фанерозое глобальных структурно-геологических перестроек (Соловьев, 1988, 1990, 1992), которые в большинстве подвижных тектонических систем знаменуют резкую смену тектонических режимов, литологических комплексов и меняют структурный план их размещения, позволили предложить их в качестве универсальных границ соответствующих циклов и стадий. Учитывая строго определенную повторяемость подобных перестроек через 75-80 млн. лет, удастся обосновывать равную продолжительность предлагаемых типовых (стандартных) циклов и их стадий, равные 156 и 78 млн. лет соответственно. Следует подчеркнуть, что примерно такая же величина, равная 150 млн. лет, указывалась первоначально для продолжительности циклов на основании их изучения в типовых районах (Геол. словарь, 1955). То есть в построениях автора по возможности сохранена преемственность взглядов и терминов, а также произведена увязка их с другими имеющимися региональными данными.

Пространственно-временное проявление циклов четко коррелируется с этапами и схемами развития океанов. Это логично и вполне понятно, учитывая, что складчатые сооружения обычно формируются на месте бывших океанов или их заливов (прибрежных морей), и геосинклинальная стадия циклов может рассматриваться как время существования палеоокеана. В этом смысле можно говорить о взаимосвязанности или сопряженности циклов Вильсона и циклов Бертрана, что было в свое время предметом специального рассмотрения (Хаин, 1990 и др.). Соответственно времени раскрытия океанов отвечает геосинклинальная стадия наиболее выразительных в пределах складчатого сооружения пояса циклам. А привычные орогенезы составляют основу циклов Бертрана.

Хотя в пределах одного и того же складчатого пояса или области может иметь место проявление разновозрастных циклов, существует и определенная их «площадная специализация». Так, для северо-западной части Средиземноморского пояса типичными являются герцинский и альпийский, а для юго-восточной – индосинийский и киммерийский, осложненные новейшим альпийским орогенезом. В пределах Атлантического и Урало-Монгольского поясов характерно проявление салаирского, ранне- и позднекаледонского, а для последнего еще и герцинского. Соответственно, в западной части Тихоокеанского пояса самыми выразительными являются индосинийский, киммерийский, сихотэалинский (ларамийский), а также существование системы островных дуг, которые иногда рассматриваются как современные геосинклинали.

Разновозрастные циклы развиваются не строго на одних и тех же площадях, а мигрируют в пространстве. В пределах Тихоокеанского пояса обычно имеет место перемещение более молодых складчатых сооружений и соответственно циклов в сторону Тихого океана. Во внутриматериковых поясах такая миграция является более сложной. Например, в Крымско-Кавказском сегменте Средиземноморского пояса герцинский цикл наиболее отчетливо был проявлен на северо-западе Большого Кавказа, киммерийский – в Крыму и Предкавказье, а альпийский – на Малом Кавказе, где располагалась эвгеосинклинальная зона области. Вероятно, впервые подобную их особенность подчеркнул Д.Н. Соболев (1926), назвав данное явление «пространственным циклом». Частое проявление миграции тектонических режимов отмечают многие исследователи; В.Е. Хаин (1984) говорит даже о «перескакивании» геосинклинального процесса, подчеркивая тем самым скачкообразный характер его заложения и развития.

Принципиально новым положением предлагаемых построений и важнейшей особенностью циклов в принятой трактовке следует считать то, что геосинклинальным стадиям одних тектонических систем отвечают орогенные стадии других. Следовательно, имеет место одновременное развитие противоположных по своему геологическому смыслу тектонических режимов в разных подвижных системах. Такое положение отсутствовало у других исследователей или они не ставили его в основу разработки схемы цикличности, а лишь говорили о скольжении возраста

одного и того же цикла. Или отрицая глобальную синхронность тектогенеза, говорили о том, что одновременно существуют противоположные стадии развития цикла. Мы и сейчас можем наблюдать синхронное развитие океанов и воздымающихся горно-складчатых сооружений. В прошлом это также имело место в разных складчатых поясах. Например, герцинский орогенез в Средиземноморском и Урало-Монгольском поясах одновозрастен геосинклинальным прогибаниям индосинийских сооружений Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского пояса. Аналогичным образом поздне меловой-раннекайнозойский орогенез во внутренних зонах Альп и Карпат развивается одновременно с геосинклинальными прогибаниями и флишенакплением во внешних их зонах. И соответственно киммерийский орогенез Верхояно-Чукотской области синхронен геосинклинальным прогибаниям в Сихотэ-Алине и Анадыро-Корякской системе, а сихотэалинской орогенез совпадает по времени с прогибаниями геосинклинального типа в Камчатско-Сахалинской области.

Подобная сопряженность представляет собой не локальное явление, а общую планетарную закономерность. Механизм такого развития складчатых сооружений имеет хорошее объяснение с позиции новой глобальной тектоники: существование разнородных режимов по обе стороны перемещающихся литосферных плит. Если же стоять на позиции не конвективного перемещения глубинного вещества Земли, а объяснять мобилизм перемещением лишь гранитно-осадочного слоя, как это первоначально предполагалось, или расслоением литосферы, вызываемым изменением ротационного режима, то и в этом случае дрейф материков должен вызвать полярность тектонических условий по обе стороны перемещающейся мегапластины. Еще одной иллюстрацией подобной сопряженности может быть случай совпадения во времени поздне мезозойско-кайнозойского раскрытия Атлантического и Северного Ледовитого океанов с активным орогенезом в Тихоокеанском поясе, своеобразном надвигании материковых площадей на Тихий океан.

Неравномерность развития тектогенеза во времени, проявленная существованием эпох различной тектонической подвижности, не нарушает общей схемы геотектонических циклов. Данные эпохи являются более кратковременными, чем стадии цикла, поэтому они могут лишь обусловить разную выразительность тех или иных их интервалов. Это может быть причиной сложности датировки возраста отдельных циклов в каких-то системах. Выходом из такого положения может быть предложенная унификация датировки границ циклов и их стадий, которые привязаны к структурно-геологическим перестройкам. В связи с этим, начало киммерийского цикла в Крыму следует приурочивать не к концу среднего триаса, с которого фиксируются наиболее активные прогибания, а к концу перми (татарскому ярусу), когда имела место инверсия тектонических и седиментационно-палеогеографических режимов, и которая достаточно уверенно датируется в альпийско-кавказском секторе Средиземноморского пояса. Именно тогда герцинский орогенез сменяется началом устойчивых

опусканий, что проявлено накоплением беллерофоновых известняков в Альпах и другими аналогичными данными в разных зонах. В Крыму, однако, отложения этого возраста неизвестны, возможно, еще не вскрыты. Или еще пример: дифференциация тектогенеза в течение позднего эоцена-среднего миоцена сильно затрудняет датировку инверсии эндогенных режимов в течение альпийского цикла, начало его орогенеза.

Цикличность геотектонического развития определяет характер седиментационно-палеогеографических режимов, как в пределах развивающегося складчатого сооружения, так и на прилежащих платформах. Это важно в том отношении, что иногда формационный анализ платформенных площадей или пограничных структур (краевых прогибов) позволяет уточнять датировку геотектонического цикла или схемы развития складчатого сооружения. Геосинклинальная стадия может быть представлена как единым формационным комплексом (терригенный верхоянский комплекс в Верхояно-Чукотской области, терригенный флиш в Альпах, Карпатах, Горном Крыму, вулканогенно-кремнистый средний палеозой на Урале, Кавказе, Южно-Монгольской системе и т.д.), так и несколькими закономерно сменяющими друг друга по площади и по разрезу формаций. В Донбассе это параллельные угленосные, выше красноцветные терригенные, затем карбонатные и соленосные образования. В Японии имеет место фациальное замещение карбонатного и вулканогенно-кремнистого верхнего палеозоя, а в герцинидах Европы терригенного, карбонатного и вулканогенно-кремнистого среднего палеозоя, что положено в основу выделения миогеосинклинальных и эвгеосинклинальных зон складчатой области.

Это же относится и к литологическому составу орогенных комплексов, в котором могут присутствовать молассы, угленосные, красноцветные и соленосные образования, порфиоровые и другие вулканогенные формации. Обычно состав главного складчатого и орогенного комплексов достаточно резко отличается по вещественному составу от комплекса основания и более молодых платформенных образований, залегающих к тому же в ином структурном плане. Все это обуславливает важную или даже определяющую роль формационного анализа в выявлении и обосновании геотектонических циклов.

Такое же литологическое своеобразие характерно и для платформенных отложений, формирующихся на соседних со складчатыми сооружениями площадях в течение времени развития цикла. На востоке Русской плиты располагается карбонатный средний палеозой и терригенно-карбонатно-соленосный верхний палеозой, отвечающие времени проявления геосинклинальной и орогенной стадий герцинского цикла Урала. На юге этой же платформы (Скифская плита, ДДВ, Прикаспийская синеклиза) развит карбонатный верхний мел и терригенно-глауконитовый палеоген (нижний кайнозой), формировавшиеся в геосинклинальную стадию альпийского цикла. Угленосный терригенный верхний палеозой Сибирской платформы (Тунгусская синеклиза и др.) четко фиксирует герцинский орогенез прилежащих складчатых областей Урало-Монгольского пояса, а

карбонатный верхний палеозой Южно-Китайской платформы – геосинклинальную стадию прилежащих индосинид Индокитая. Все это делает вполне естественным и обоснованным использование для соответствующих седиментационно-палеогеографических и историко-геологических этапов платформ названий циклов или орогений (ранне- и позднекаледонского, герцинского, киммерийского, альпийского), что и делают некоторые исследователи.

Выявление закономерностей проявления фанерозойских циклов делает естественной постановку вопроса о характере подобного явления в докембрии. В древней истории, к сожалению, нет возможности столь же точно и детально датировать соответствующие комплексы и события. Однако целый ряд косвенных данных не противоречит существованию в прошлом такой же цикличности и общего хода развития. В позднем протерозое известно существование палеоокеанов, формирование складчатых сооружений и поясов, площадная миграция разновозрастного диастрофизма, кратковременные тектоно-магматические инверсии, иной структурный план развития разновозрастных структур и комплексов. Обычно выделяемые для этого времени циклы, этапы, тектонические эпохи и диастрофизмы с продолжительностью в 150, 250 и 300 млн. лет могут быть результатом проявления в определенных тектонических системах нескольких циклов типа киммерийского и альпийского в Средиземноморском поясе, салаирского, каледонских и герцинского в Урало-Монгольском, индосинийского и киммерийского в азиатской части Тихого океана. Все это позволяет утверждать, что установленные для фанерозоя закономерности пространственно-временного развития циклов являются общими для всего неогей, времени существования геосинклиналей и платформенных структур.

### **Проблема пульсации Земли**

Представления о такой форме движения в разное время развивались разными исследователями. Это была определенная альтернатива гипотезам контракции, предполагавшим непрерывное и однонаправленное сжатие планеты, которая ранее находилась в предположительно расплавленном состоянии, и повторяющимися до нынешнего времени представлениями о расширяющейся Земле. Впервые такая гипотеза была выдвинута немецким ученым А. Ротплетцем (1902). Более полное обоснование и название пульсационной гипотезы она приобрела у американского геолога В. Бухера (1933-1940). Примерно тогда же эти представления начали развиваться нашими учеными – В.А. Обручевым (1934, 1940), М.А. Усовым (1940), которые пытались модернизировать, расшифровать суть процесса и явления.

Усов исходил из того, что сжатие и расширение определяются постоянным сосуществованием двух противоположных тенденций – притяжения и отталкивания, при котором господствует то один, то другой фактор. В спокойные периоды существования Земли непрерывная смена сжатия и расширения выражается в медленных волнообразных

колебательных движениях. Затем под влиянием изменений физико-химических условий происходит резкий переход вещества в иное состояние с уменьшением его объема. Представления Обручева близки к этим, но в них больше внимания уделяется роли магмообразования и метаморфизма в общем ходе развития планеты. Нужно подчеркнуть, что развитие таких взглядов формировалось в значительной степени под влиянием ставшего тогда популярным учения о тектонических фазах Г. Штилле (1924), его «орогенного закона времени», предполагавшего чередование спокойных эпох развития с чередованием активного складкообразования.

Проблема пульсаций, начавшая изучаться и формироваться на первых этапах развития геотектоники, не была забыта и продолжала модернизироваться. В.Н. Ларин (1975) объяснял такое поведение планеты своеобразной дегидратацией сохранившегося в земном ядре «солнечного» вещества. В.П. Казаринов (1979) пришел к выводу о существовании пульсаций на основании анализа разрезов, изучения осадочных формаций. У Е.Е. Милановского (1978) ее возможным подтверждением мог быть периодически проявляемый материковый рифтогенез. В.О. Соловьев (1988, 1992) развивал положения о чередовании эпох преобладающих сводовых воздыманий и эпох активизации дифференцированных тектонических движений. Такого рода положения развивались и другими исследователями, приводившими свои аргументы и обоснования.

Я не планирую поддерживать или опровергать возможность какой-то своеобразной пульсации Земли, которая проявлена существованием эпох различной тектонической подвижности. Они уже были охарактеризованы здесь. Одинаковая их продолжительность и четко проявленное чередование на протяжении практически всего фанерозоя позволяет предполагать именно космическую ее природу, а не глубинные длительно сохраняющиеся процессы или режимы. В последнее время существование подобных эпох иногда объясняется существованием второй звезды в нашей Солнечной системе, названной Немезидой. В такой гипотезе нет ничего невероятного, учитывая существования двойных звезд в нашей Галактике.

Если это так, то такая гипотеза пульсации должна ответить на ряд вопросов. Почему смена режимов, фиксируемая тектоническими фазами и активизацией космической бомбардировки, происходит в течение очень короткого времени, геологически мгновенно? Ведь аналогичная смена дня и ночи представляет собой более длительный процесс. Может быть, такой перелом режима фиксирует своеобразный восход и заход Солнца или его аналог. А затем имеет место достаточно устойчивый режим преимущественно дифференцированных тектонических движений, сменяемый примерно через 25 млн. лет существенно сводовыми поднятиями и опусканиями. Может ли кинематика небесных тел, в компетенции которой находится решение таких вопросов, объяснить механизм чередования таких режимов? Интересным в такой гипотезе следует считать устойчивый интерес к этой идее, который выдерживается на протяжении всего XX века.

## Региональные разрывные структуры

Определенное представление о тектонических движениях может дать изучение различного рода региональных разрывных структур. Схема их деления достаточно сложна и требует совершенствования и уточнения. Несмотря на обилие публикаций на эту тему, попытки выявить соотношение между разными структурами такого рода не делались или не известны мне. Интересная деталь: в 1993 г. я имел возможность общаться с В.Е. Хаиным и спросил – скоро будет юбилейная годовщина появления термина глубинный разлом (А.В. Пейве, 1945) и не планируется ли какая-то сводка на эту тему. Он начал объяснять, что там много неясностей и вряд ли этот вопрос станет сейчас предметом обобщений и исследований. Одной из причин этого, как мне кажется, была трудность объединить представления о таких разрывах с утвердившимися идеями новой глобальной тектоники.

Коротко напомним историю формирования представлений о таких крупных разрывных структурах, которые можно называть региональными. Уже в конце XIX ст. А.П. Карпинский (1883-1894) отмечал протяженную систему разломов на юге Восточно-Европейской платформы, в полосе Днепровско-Донецкая впадина-Мангышлак, названных позднее линиями его имени. Основателем учения о таких региональных разрывных структурах принято считать У. Хоббса (1904, 1911), который предложил для них название линеаментов. Важная роль крупных разрывных нарушений в структуре Центрально-Азиатского эпиплатформенного пояса подчеркивалась В.А. Обручевым (1912-1915). В довоенные годы их изучением занимались Н.Г. Кассин (1934), В.И. Попов (1938), Р. Зондер, Е.А. Кузнецов, Д.Н. Соболев и др.

Решающим толчком для активного направления таких исследований имели работы А.В. Пейве (1945, 1956 и др.), в которых впервые предложено четкое определение понятия «глубинный разлом», отмечена длительность их развития, важная роль в разграничении площадей с разными условиями осадконакопления, а также концентрации в их пределах магматических образований. Первоначально охарактеризованные в геосинклинальных областях, они вскоре были выявлены в островных дугах и на окраинах материков (А.Н. Заварицкий, Н.С. Шатский). Одной из причин начавшегося бума по их изучению следует считать то, что данные публикации совпали с проведением обширных геологических съемок и картосоставительских работ в стране. В числе наиболее известных публикаций на эту тему нужно назвать работы Н.И. Николаева (1959), И.И. Чебаненко (1963), Ю.К. Дзевановского (1964), А.И. Суворова (1968), Д.И. Мусатова (1969) и др.

Началось интенсивное разделение глубинных разломов в зависимости от глубины проникновения их в недра (коровые, глубокие, сверхглубинные), структурного положения (внутригеосинклинальные, краевых прогибов, межглыбовые, платформенные, океанские, продольные и поперечные и др.). Как аналоги таких региональных структур стали появляться «гипербазитовые пояса» (В.А. Кузнецов, 1948), «структурные швы» (Н.А. Беляевский, 1951),

«разломы глубокого заложения» (Э.П. Изох, 1961), «шовные зоны» (Е.Е. Милановский, 1962) и др. В выделении разных типов региональных разрывных структур считаю нужным сделать акцент на тех их группах, что получила название парных глубинных разломов, возможность фиксировать иногда в зонах таких разрывов крупных горизонтальных перемещений (глубинные сдвиги и др.), а также тенденция обосновывать существование «регматической сети разломов» глобального характера.

Существование парных взаимосвязанных региональных разрывных нарушений является очень широко распространенным явлением. Одним из его примеров могут быть трансматериковые системы рифтов, ограниченных такими разрывами, о которых речь будет идти чуть позже. Вместе с тем, они фиксируются и в геосинклинальных складчатых областях. Больше того, В.Е. Хаин (1971) подчеркивает, что одиночные разломы встречаются редко; чаще они образуют пары типа гигантских грабенов. В свое время я пробовал изучать глубинные разломы в Юго-Западном Приморье (Соловьев, 1965) и пришел к выводу, что они образуют отчетливо выраженные динамопары с почти параллельно расположенными разрывами и разнонаправленным смещением. Оно характеризуется устойчивыми однонаправленными перемещениями в течение перми и почти всего мезозоя; ни для одного из описанных разломов не установлена инверсия знака движения. Что-то подобное можно выявлять практически во всех складчатых областях.

Очень интересным и важным следует считать возможность выявления в пределах многих региональных разломов сдвиговых перемещений достаточной амплитуды. Такие сдвиги в десятки километров известны в Сихотэ-Алине, Тянь-Шане (Таласо-Ферганский) и других местах. Наблюдать непосредственно такие смещения можно в пределах разлома Сан-Андреас в Калифорнии. Этой особенности их развития большое внимание уделял позднее А.В. Пейве (1963, 1967 и др.), что позволило ему прийти к выводу о возможности расслоения литосферы, которая могла рассматриваться как альтернатива или дополнение представлений о движении литосферных плит.

Наконец, существование регматической сети разломов, возможность которой обосновывали разные исследователи (Р. Зондер, 1947; И.И. Чебаненко, 1963; Г.Н. Каттерфельд, 1970 и др.). Данное явление трактовалось как глобальное, а позднее рассматривалось как дополнение идеи литосферных плит или даже ее альтернатива. В частности, геоблоки Л.И. Красного (1967) позволяли некоторым исследователям отрицать несколько больших плит, говорить о микроплитах, которых в центральной части Азии обосновывается несколько десятков.

В заключении нужно сказать, что приостановку дальнейших работ по комплексному изучению региональных разрывных структур следует считать нашей общей ошибкой. Крупнейшие литосферные плиты нельзя трактовать как структуры, движущиеся лишь по астеносфере; такие перемещения в литосфере более сложны. Так называемые поперечные разломы складчатых областей можно трактовать как аналоги материковых рифтов,

формирующиеся после их консолидации и отражающие новые существующие напряжения. Наконец, существует большое количество терминов (разломы океанские и трансформные и др.), геологическая природа которых неясна и сопоставление которых с детально изученными возможными аналогами на материках пока не производилось.

### **Материковый рифтогенез**

Образования рифтов (рифтогенез, рифтинг) также следует рассматривать как одно из проявлений тектонических движений, которое обычно развивается неравномерно во времени и в ряде случаев может вполне обоснованно и точно датироваться, прослеживаться в пространстве и увязываться с глобальными геосинклинально-орогенными процессами. По своей морфологии, структурному положению и условиям формирования различают рифты внутриматериковые, межконтинентальные (рифт Красного моря) и внутριοкеанические. С точки зрения выявления пространственно-временных закономерностей тектогенеза рассматриваться будет преимущественно первая их группа.

В венд-фанерозойской истории земной коры может выявляться несколько эпох активного рифтогенеза, в течение которых формируются трансматериковые системы рифтов, занимающие вполне определенное положение по отношению к развивающимся геосинклинальным складчатым сооружениям. В числе наиболее выразительных и относительно детально изученных нужно назвать среднепалеозойскую (вторая половина девона-первая половина раннего карбона), пермско-триасовую (конец перми и первая половина триаса) и позднекайнозойскую, частично продолжающейся сейчас эпохи.

Наиболее известной трансматериковой системой рифтов позднего кайнозоя является Великая Восточно-Африканская зона разломов, осложняющая Восточно-Африканский эпиплатформенный орогенный пояс (Хаин, 1971, с. 458). Она протягивается в субмеридиональном направлении более чем на 7000 км от Ливана на севере до Капской провинции ЮАР на юге. Ее ответвлением является рифт Красного моря и рифт Мертвого моря. Еще одна система тех же по возрасту рифтов может предполагаться по линии Триполи-Чад-Гвинейский залив. В Европе на ее возможном продолжении размещаются рифты Рейнские и Осло. Все они рассматриваются как образования новейшего этапа развития, определяемого возрастом олигоцен-антропоген. Хотя отчетливая активизация рифтогенного процесса начинается со второй половины миоцена.

Трансматериковый пояс пермско-триасовых рифтов сперва субширотной, а затем субмеридиональной ориентировки можно предполагать по линии Чукотская система, Южный Таймыр, Западно-Сибирская плита, Средиземноморский пояс (прилежащие зоны), восточная окраина Африки, в частности, Мозамбикский пролив. Этот пояс изучен слабее всего, так как основные составные его элементы либо перекрыты

мощным осадочным покровом, либо располагаются в мало освоенных и исследованных регионах. Кроме того, нет обобщающих работ, которые охарактеризовали бы его в пределах всего материка и в тектонически разнородных структурах; есть лишь достаточно детальная его характеристика в отдельных регионах (И.П. Архипов, 1984; П.К. Куликов и др., 1972). Его формирование сопровождается грандиозным базитовым вулканизмом (Южный Таймыр, плато Путторан и др.), время проявления которого обычно датируется как 250-225 млн. лет. Не исключено, что результатом раннемезозойского рифтогенеза могли стать прогибания, а затем формирование складчатого сооружения Горного Крыма.

В последнее время появилось много работ о среднепалеозойских рифтах Евразии, начало изучения которых положено еще А.П. Карпинским и Д.Н. Соболевым. В составе их трансматериковой системы можно выделять два основных элемента: северо-западный и восточный. Первый из них протягивается от Англии и структур Среднеевропейской области (рифтовый бассейн Грейвен, Бристольский бассейн, «Намюрский синклиорий», Свентокшиская зона, прогиб Большого Донбасса). Возможным западным его продолжением следует считать систему Вичита Северной Америки, которую в свое время Н.С. Шатский, наряду с Большим Донбассом, трактовал как один из примеров классического авлакогена.

Наиболее детально изучено глубинное строение Припятско-Днепровско-Донецкого прогиба, называемого иногда Сарматским рифтом. В его пределах наиболее точно датируется рифтовая стадия развития прогиба. Его восточным продолжением является погребенный кряж Карпинского, а затем Центрально-Устюртский прогиб. Дальнейшее прослеживание системы производится условно. Вероятно, через структуры Северного Памира он соединяется с Куньлунь-Циньлиньской складчатой областью, для которой также может предполагаться рифтовая природа.

Восточный элемент той же по возрасту системы располагается почти под прямым углом по отношению к предыдущему. Он включает Дахуншанскую и Янцзы-Цяньтанскую грабенообразные впадины, или авлакогены Китая, Пхённамский и Окчонский прогибы Кореи. Наиболее детально изученный участок системы выделен в Японии как рифт Мотай, где точно датировано время завершения рифтогенеза (оно предшествует этапу, называемому «море Онимару»). Возможно, что рифтовую природу имеет осевая среднепалеозойская зона Южного Сихотэ-Алиня (она называется его Главным антиклинорием), на основе которой затем развивалась позднепалеозойская геосинклиналь. На Северо-Востоке одновозрастная рифтовая структура фиксируется в Сетте-Дабане и вдоль юго-западной окраины Колымо-Омолонского массива (Арга-Тасская рифтовая система). В последнее время рифтовая природа предполагается для Монголо-Охотской области, трактуемой обычно как восточное окончание Урало-Монгольского пояса, но разобщенной от геосинклинальных складчатых систем последнего. На юго-востоке Сибирской платформы известна Вилюйская рифтовая

система северо-восточного простираения. Общая схема среднепалеозойских рифтов Евразии изображена на приводимом ниже рисунке.

Рисунок 1 /С. 1992, с. 49./

1

1

1

1

1

1

1

1

### ***Среднепалеозойская рифтовая система Евразии***

*СР – Средиземноморский пояс; УМ – Урало-Монгольский пояс; М – мезозойды Восточной Азии; ЭП – эпипалеозойские плиты; ДП – древние платформы; среднепалеозойские рифты: Северо-Европейский (1), Сарматский (2), Туранский (3), Куньлунь-Цинлинский (4), Янцзы-Корейский (5), Южно-Сихотэалинский (6), Мотай (7), Монголо-Охотский (8), Сетте-Дабанский (9), Арга-Тасский (10), Южно-Таймырский (11).*

В целом, для этой трансматериковой рифтовой системы Евразии характерна та же общая схема развития и размещения, что и для новейших рифтов Европы-Африки. Рифтогенез в пределах всех перечисленных структур развивался во второй половине девона-первой половине раннего карбона. Причем, в некоторых из них такая датировка обнаруживает удивительно точное совпадение (Большой Донбасс, Япония, Северо-Восток и др.). Это происходило одновременно с активным геосинклинальным процессом в областях прилежащих к ним Средиземноморского и Урало-Монгольского поясов. В ряде случаев данный рифтогенез предшествует

позднепалеозойским прогибаниям геосинклинального типа (Донбасс, Япония, Верхоянье, вероятно Центральный Устюрт, Северный Памир, Кунылунь, Циньлинь, Сихотэ-Алинь). Рассекающие Лавразию рифтогены обычно разобщены от синхронных геосинклиналей кристаллическими массивами, платформами, другими жесткими структурами. Среднепалеозойский рифтогенный комплекс располагается, как правило, с резким стратиграфическим и структурным несогласием на более древнем палеозойском и рифейском основании.

Меньше известно о рифтогенезе, проявленном в раннем венде. Его обоснование является весьма условным, а общая схема размещения структур данного возраста в полную меру не восстановлена. Косвенным подтверждением расколов рифтового типа могут быть весьма многочисленные наземные базальтоидные излияния и следы обширного оледенения, которые известны в самых различных регионах и развивались в интервале времени 700-640 млн. лет назад. К.Э. Якобсон (1984), изучавший венд в стратотипическом регионе, отмечает, что нижняя его часть представлена пестрым набором терригенных, карбонатных и вулканогенных образований, приуроченных к изолированным зонам, где он связан с нижележащим рифеем. Это позволяет предполагать рифтовую природу данных образований.

Высокая степень изученности и обоснованности среднепалеозойского рифтогенеза позволяет сформулировать ряд соображений о его природе и закономерностях развития в целом. Единой точки зрения на происхождение рифтов нет, что вероятно обусловлено многообразием условий их образования. Считается обязательным лишь режим растяжения при их формировании, хотя в ряде случаев существующая картина бывает значительно сложнее. Поскольку образованию материковых рифтов обычно предшествуют континентальные условия, седиментационный перерыв или обстановка сводовых воздыманий, обычно делается вывод, что одной из причин данного рифтообразования были гравитационные растяжения, направленные в обе стороны от зон поднятия и расколов. Объяснение глубинных процессов континентального и океанического рифтогенеза находятся, как правило, на стадии гипотез.

Следует обратить внимание на одну отчетливо проявленную особенность материкового рифтогенеза. Во всех трех случаях рассмотренного в фанерозое процесса ориентировка рифтовых систем размещалась почти под прямым углом по отношению к областям синхронного складкообразования. В среднем палеозое северо-западный участок системы ориентирован именно так по отношению к поздним каледонидам Атлантического пояса, фиксировавшим закрытие Япетуса. На юго-восточной окраине Азии, на продолжении этих рифтов также размещаются каледониды (Тектоника Евразии, 1966). Это позволяет предполагать, что воздымания осевой зоны Лавразии были обусловлены однонаправленными сжатиями. А уже затем приподнятый участок древнего материка раскалывался и составные его части расходились в разные стороны

по зонам разрывов под действием гравитационного растяжения. Аналогичное явление могло иметь место в начале мезозоя, а также в новейший этап, когда рифты этого возраста размещались под прямым углом к закрывавшимся бассейнам Тетиса.

И, наконец, с точки зрения проявления материкового рифтогенеза во времени. Во всех трех случаях данный процесс прурочен ко времени активных сводовых поднятий. Это имело место как в начале мезозоя, когда еще существовала Пангея, так и в новейший этап геологической истории. То же было и в среднем палеозое, когда в результате закрытия Япетуса (Северной Атлантики) начались обширные воздымания, сформировалась Лавразия. И хотя наиболее активные рифтовые процессы начались во второй половине девона, продолжаясь и в первой половине раннего карбона, предпосылки для рифтогенеза появились с начала девона. Вероятно, такое явление активно могло развиваться в те эпохи земной «пульсации», когда материковые площади собирались воедино на больших площадях. А расколы, перестройка структурного плана развития и воздымания были наиболее благоприятны для обширного материкового рифтогенеза.

### **Учение о геосинклиналях**

Данное учение может трактоваться как одно из наиболее активно развивавшихся в течение первых двух третей XX ст., и о котором мы сейчас предпочитаем стыдливо умалчивать. Можно без преувеличения утверждать, что его погубила революция в геотектонике, связанная с утверждением идеи литосферных плит. Сама того не подозревая. А ведь пространственно-временное развитие геосинклиналей было лучшим подтверждением теории литосферных плит, новой глобальной тектоники.

Пару слов об истории развития учения о геосинклиналях. Термин этот ввел Дж. Дэна (1873), хотя представления о формировании складчатых сооружений на месте более древних зон прогибания с мощными накопившимися отложениями развивались ранее (Дж. Холл, 1857-59). Их изучению уделяли большое внимание Э. Ог и М. Бертран. Дальнейшие исследования и уточнения в этом плане делали Г. Штилле, Э. Краус, Э. Арган, Р. Штауб, Ч. Шухерт, А. Грэбо. С 1930-х годов активное изучение их производилось советскими геологами.

Нужно подчеркнуть, что подобные работы не внесли принципиально новое в это учение. Большое внимание уделялось изучению стадий развития геосинклиналей, что, учитывая их разнообразие и многообразие, не позволило предложить однозначного решения. С точки зрения структурного их размещения выделялись геосинклинали внутрикратонные, континентальные, краевые, окраинные, элементарные; уже само перечисление показывает невыразительность такого деления. Более продуктивным было выделение в составе таких областей срединных массивов, эв- и миогеосинклинальных зон (систем), краевых вулканических поясов, краевых, передовых, межгорных или других прогибов в составе складчатых областей и на границе их с

платформенными структурами. Уточнялись положения об инверсии режимов, разделяющих геосинклинальную и орогенную стадии развития складчатых сооружений, а также детально характеризовался магматизм и формационный состав таких структур.

Одна из основных сложностей данного учения на нынешнем этапе – поиски современных аналогов геосинклиналей. Вопрос этот мог бы решаться сравнительно просто, если бы мы попробовали сравнить складчатые сооружения геосинклинального типа. Геосинклиналями называли Урал, Горный Крым, Донбасс, Альпийско-Карпатскую систему и много других, размеры, структурное положение и история развития которых существенно отличаются. Исходя из таких предпосылок, современными геосинклиналями можно считать Черное или Средиземное море, Атлантический океан, соединяющийся с Северным Ледовитым океаном, а также отдельные участки вдоль западной окраины Тихого океана. И если схема иерархии складчатых сооружений более или менее отработана (пояс, область, система, зона), то для акваторий, трактуемых как современные геосинклинали, пока ничего не предложено. Предпринятая В.Е. Хаиным (1964) попытка сгруппировать все геосинклинали в четыре типа должна рассматриваться как недостаточная.

Нужно отметить определенные трудности в расшифровке истории развития геосинклинальных складчатых сооружений. Нет четкого механизма, определяющего их заложение: это либо начавшееся раскрытие океана, что мы можем представлять на примере Атлантики, либо материковый рифтогенез, перерастающий на отдельных участках в формирование геосинклинали, примерами которых может быть Донбасс, возможно Горный Крым и др. Недостаточно детально и четко расшифрован механизм развития областей, которые мы называем полициклическими. Попытки понять его на примере только бассейнов Тетиса получаются неубедительными; мы даже не можем восстановить палеогеографические условия времени формирования альпийско-карпатского флиша, на что я уже раньше обращал внимание. Нет четкости и в понимании того, что следует считать временем завершения развития геосинклинальной складчатой области; понятие «геосинклиналь возрожденная», введенное В.Е. Хаиным (1954) с позиций нынешней трактовки термина не выдерживает критики.

И последнее. Долгое недоверие отечественной геологии к учению о литосферных плитах переросло со временем в другую крайность – отказ от использования термина геосинклиналь. Если это делалось, то это было поводом для обвинения в фиксизме. Лично я, воспринимая критически и лишь наиболее обоснованные положения мобилизма, не отказываясь от термина и учения о геосинклиналях, неоднократно получал замечания от наиболее оголтелых мобилистов, называвших меня фиксистом.

### **Региональная и глобальная взаимосвязанность тектогенеза**

Еще одной особенностью развития тектонических движений нужно считать существование четкой взаимосвязанности в формировании во

времени подвижных структур земной коры. Такое явление фиксируется как в глобальном, так и в региональном масштабе. К сожалению, в последнее время ему не уделяется должного внимания, что обусловлено потерей интереса к датировке тектонических движений, невозможности или нежеланию синтезировать существующую информацию. А в прежние времена такие построения порой встречались с откровенным недоверием. Я пытался изучать такие вопросы на примере сопоставления развития Тихоокеанского и Средиземноморского поясов Евразии, а также выяснении истории развития подвижных структур Украины (Соловьев, 1986, 2005 и др.).

Имея возможность обобщать материал по геологии Тихоокеанского пояса в ПГУ, а затем Средиземноморского пояса в УкрНИИГазе, я был поражен строгим совпадением возраста некоторых преобразований. Хотя до этого, в предвоенные годы, у нас подчеркивалось, что пояса эти развиваются по разным возрастным схемам. В значительной степени такие представления сохранились и позднее. И действительно, проявление типичного для запада герцинского и каледонского цикла в Тихоокеанском поясе практически нет; и наоборот, индосинийский, киммерийский и сихотэ-алинский отрицаются в Средиземноморском. Хотя тот же Донбасс (ДСС) и Горный Крым развиваются именно по такой возрастной схеме.

Хорошее объяснение такого положения дает схема развития литосферных плит. Начавшееся в позднем мезозое раскрытие Атлантики, которое происходило скачкообразно (южная часть океана начала формироваться с позднего мела), обусловило надвигание Евразии на Тихий океан и образование синхронных этому процессу киммерид и алинид. В позднем палеозое сбившиеся материки образовали Пангею, и геосинклинали этого возраста занимали лишь небольшие площади. Такая взаимосвязанность определялась тем, что по разные стороны единой литосферной плиты преобладали противоположные по своей сути процессы в одни и те же интервалы времени.

Иной тип сопряженности показывает анализ расшифровки истории развития подвижных структур Украины. Герцинский орогенез в Европе, на Урале и Кавказа, а локально и на западной окраине Украинских Карпат, отвечает по времени прогибаниям геосинклинального типа в Донбассе. Со временем складкообразования в Донецком складчатом сооружении, относимом к раннему мезозою, совпадают прогибания геосинклинального типа в Горном Крыму. Активные прогибания в поздней юре-раннем мелу в Закарпатье отвечают времени киммерийского орогенеза, а воздымания здесь совпадают с прогибаниями геосинклинального типа во Внешних зонах Карпат и активным флишеннакоплением. Интересно, что в Днепровско-Донецкой впадине, которая рассматривается как типичная платформенная структура, соответствующая взаимосвязанность проявлена накоплением морских или континентальных осадочных отложений разной мощности.

Такой тип сопряженности в свое время выделялся у нас как «клавишная тектоника»; сейчас этот термин практически не встречается. Предполагается, что поднятия и опускания отдельных подвижных структур

аналогичны поведению клавиш на фортепиано. И связывать его с движениями литосферных плит очень сложно или даже невозможно. Вероятно, двумя такими примерами взаимосвязанность развития не исчерпывается. То же относится к краевым прогибам, которые начинают формироваться синхронно с орогенезом соседней области. Или структурам тектоно-магматической активизации в пределах условно стабильных площадей платформенного типа, эпиплатформенному орогенезу, развивающемуся одновременно с орогенезом классических геосинклиналей. Естественно, что анализ и систематизация такой сопряженности требуют специального изучения.

### **Проблемы современной геодинамики**

В течение двух-трех последних десятилетий в науках о Земле оформилось новое научное направление, получившее название геодинамика. Такой термин и понятие существовало и ранее (Геол. словарь, 1973), но оно понималось как наука, изучающая динамику ядра, мантии, литосферы, гидросферы, атмосферы и околоземного космического пространства. Нынешняя геодинамика имеет иное понимание. В отличие от геологии, основной круг интересов которой связан с земной корой и литосферой, она изучает движение Земли в целом и ее составных частей. Она может рассматриваться как часть планетологии, основным направлением изучения которой являются движения внутренних частей нашей планеты, главным образом мантии и литосферы. Расшифровка таких вопросов находится в компетенции физики и астрономии, а также тех геологов, которые подготовлены в этой области знаний.

В составе такой геодинамики, по Л.П. Зоненшайну и Л.А. Савостину (1979), выделяется общая, частная и региональная геодинамика. Первая из них изучает конвективные движения в мантии Земли, происхождение ее горячих точек и другие вопросы. Частная геодинамика исследует литосферные плиты и их границы, зоны и процессы их наращивания и поглощения, а также скольжения и другие стороны плейттектоники. Основным предметом ее интереса являются движения литосферных плит (относительные и абсолютные их перемещения, выявление точки тройного сочленения), а также происхождение окраинных морей и активных континентальных окраин, палеогеодинамические реконструкции, позволяющие выделять историю движения плит, рассматривать историю материков и океанов. Региональная геодинамика уделяет внимание отдельным наиболее показательным или интересным зонам и структурам (Внутренняя и Северо-Восточная Азия, Байкальская и другие рифтовые зоны, образование возрожденных гор и др.).

Необходимо подчеркнуть, что такое направление нынешняя геодинамика приобрела в связи с активным развитием учения о литосферных плитах. Но поскольку еще до его оформления в геотектонике сформировались представления о геосинклинальном процессе, длительно

развивающихся глубинных разломах и глобальной регматической сети разломов, материковых системах рифтов, возникало много сложностей в их увязке. Затронем лишь некоторые противоречия классической геотектоники и плейттектоники, которые должна была решать геодинамика.

Учение о литосферных плитах предполагало перемещение этих структур по астеносфере – податливому к деформациям и относительно пластичному слою в верхней части мантии, что отличало эти построения от первоначального мобилизма Вегенера. Вместе с тем, на примере анализа некоторых складчатых сооружений хорошо доказаны крупные горизонтальные перемещения (надвиги, шарьяжи, тектонические покровы). Практически повсеместное наличие в основании материковой земной коры гранитного (гранитно-метаморфического) слоя, образованного, по всей видимости, за счет преобразования или плавления существенно глинистых пород в основании осадочного слоя, может свидетельствовать в пользу точки зрения Вегенера. Изучение глубинных разломов позволяло устанавливать не только вертикальные перемещения по ним, но и горизонтальные, в том числе сдвиги. Эти и другие данные позволили сформировать представления о расслоении земной коры, наиболее четко сформулированные А.В. Пейве.

На 1950-60-е годы припал пик развития учения о глубинных разломах. Поэтому начавшееся развитие первых представлений о литосферных плитах, выявлявшихся в значительной степени на основании анализа океанических площадей, стало одной из причин того, что данный неомобилизм долгое время не воспринимался нашими исследователями. Выделение литосферных плит и определение закономерностей их перемещения развивалось в определенном отношении одновременно с разделением материковой земной коры на блоки, разделенные глубинными разломами или их системами, регматической сетью. Одной из причин трудного восприятия этих двух учений следует считать то, что и такие разломы или разделяемые ими блоки, и выделяемые сейчас литосферные плиты не должны были пониматься как вечно существующие структуры, а лишь как тела, перемещающиеся или формирующиеся в определенные интервалы времени. Выделение в НГТ микроплит определенным образом сближает такие схемы выделения составных частей литосферы.

Новую глобальную тектонику (НГТ) называют иногда революцией в геологии, и в этом нет большого преувеличения. Именно она позволила обосновать одновременное существование геосинклинальных режимов и горообразования в разных подвижных системах, возможность разработать принципиально новую схему развития геотектонических циклов и многие другие положения. Вместе с тем, увлечение ею заставило некоторых исследователей предлагать категорически отказаться от использования термина «геосинклиналь», оставить дальнейшее изучение глубинных разломов и попытаться найти их место в НГТ, практически полностью отказаться от более углубленного изучения хронологии тектонических движений, что делала классическая геология.

Не было серьезных попыток найти аналоги геосинклиналей как в нынешнем размещении материковых и океанических площадей, так и их место в схеме развития литосферных плит. А ведь рядовому исследователю, изучающему строение и историю развития складчатого сооружения или составной его части, намного проще иметь представление о геосинклинали и инверсии режима в ней, а не глобальных литосферных плитах, которые должны лишь формировать мировоззрение, а не решать конкретные задачи. Вероятно, такие смены акцентов или иные потери характерны для многих других революций, в том числе научных.

Еще один момент, на котором не делает акцент современная геодинамика, заключается в том, что и рифтовые системы океанов, и трансматериковые системы рифтов формируются в результате совершенно разных причин и факторов. В первом случае это выход в приповерхностную часть глубинных зон литосферы в месте растяжения и раздвижения плит, а во втором – результат сжатий, воздыманий осадочно-метаморфического слоя земной коры и последующих расколов и гравитационных смещений. В приподнятой части воздымающейся и расколовшейся материковой массы образуются провалы, формируется рифт и происходит расхождение прилежащих к нему частей. Который иногда перерастает в геосинклинальные прогибания.

Наконец, современная геодинамика должна научиться разбираться в том, какие движения обусловлены эндогенными факторами Земли, а какие рождены космическими причинами. Это сложно, а зачастую и невозможно, учитывая, что обычно так называемые эндогенные факторы являются реакцией нашей планеты на воздействие космоса. Тем не менее, именно геодинамика должна расшифровать геологическую природу структурно-геологических перестроек, тектонических фаз, эпох различной тектонической подвижности, образующих своеобразную пульсацию планеты. Ранее уже подчеркивалось, что представления о пульсации Земли, рожденные еще в начале XX ст., развиваются многими исследователями и сейчас. Хотя механизм этого явления и движения неясен или не имеет однозначного понимания.

### **Космогеология: основные ее направление и проблемы**

Вопросы воздействия космоса на развитие Земли и жизни на ней давно интересовали человечество и первых его ученых. В числе примера такого интереса и первых предположений можно назвать взгляды Аристотеля, пытавшегося объяснять землетрясения космическими причинами, или Плиния, описывавшего падение на земную поверхность метеоритов. Еще раньше в религиях разных народов фигурировало размещающееся на небе божество, которое предопределяло развитие земных процессов, включая создание Земли в результате шести дней творения. Высокоорганизованные наблюдения за небом характерны для многих цивилизаций – египетской, в Двуречье, древних народов Америки (инки и др.). Утверждение

христианской религии остановило на время средних веков развитие природоведения в Европе. Но уже в период новой истории появляются космогонические представления Ж. Бюффона (1749), гипотеза И. Канта (1755) и П. Лапласа (1796), заложившие первые научные представления о происхождении Земли и Солнечной системы.

Первая половина XX ст. характеризовалась не только резким ростом общих объемов геологических исследований, но и попытками связывать с космосом различные события в развитии планеты. Попытка выявлять космическое воздействие на биосферу, фиксировать «земное эхо космических бурь» принадлежит А.Л. Чижевскому (1915). Вопросами влияния космоса на геофизические процессы Земли занимался Н.А. Морозов (1944). Пионером геокосмологии в СССР принято считать Б.Л. Личкова, который с 1927 г. развивал это направление в Географическом обществе; оно тогда получило название «астрогеология». В тот же период модернизируются или появляются новые гипотезы о происхождении Земли, Солнечной системы (Т. Чемберлин, 1901; Ф. Мутон, 1905; Дж.Х. Джинс, 1919; О.Ю. Шмидт, 1944; В.Г. Фесенков, 1953 и др.).

Однако наиболее активное развитие космогеологических исследований приходится на вторую половину XX ст., что связано с изучением земной поверхности дистанционными методами, проведением геокартирования на больших площадях. Начинается целенаправленное изучение космической бомбардировки Земли, выявление ее импактных структур. Историко-геологические исследования и периодичность климатов и других явлений связывается с представлениями о космическом и галактическом годе (Г.Ф. Лунгерсгаузен, 1957; А.В. Орлова, 1963; Г.П. Тамряян, 1967 и др.). В.И. Лебедев и В.М. Сеницын (1968) считают, что формирование на Земле гранитного слоя, которого нет на Луне и других планетах, – это результат воздействия существенно космической энергетики. В.М. Букановским (1960) предложен термин геокосмология, которому обычно отдают предпочтение. Его нужно отличать от астрогеологии, планетологии, геогении (космогении).

Вместе с тем, появляется большое количество материалов и публикаций по космогеологическим исследованиям (Б.П. Высоцкий, 1977; Космическая информация, 1983; Дистанционное зондирование, 1983 и др.), которые обычно понимаются как направление расшифровки структур земной коры по данным наблюдения из космоса. Начинают говорить о космическом землеведении (Э. Баррет, Л. Куртис, 1979), космическом методе изучения природной среды (Б.В. Виноградов, 1976). С 1980-х годов появляется ряд обобщающих работ по космогеологии (Космогеология СССР, 1987; Основы космической геологии, 1987). С 1960-х годов активно развивается тектоника литосферных плит, которая требует для объяснения такого явления новые подходы, в том числе привлечение данных о роли космоса в ее развитии.

К геокосмологии следует причислять изучение явлений глобального масштаба в плане их предполагаемой связи с ротационными и космическими факторами. Именно это научное направление должно расшифровывать аспекты планетарной морфометрии, включать учение о линеаментх и

регматической системе глубинных разломов. В числе вопросов и главных проблем данного научного направления нужно считать расшифровку геологической природы нуклеаров, которые обычно трактуются как следы падения гигантских метеоритов в наиболее ранней истории Земли. Иногда аналогами таких структур считают Примексиканскую и Прикаспийскую впадины, а некоторые наиболее смелые гипотезы считают, что такую же природу имеет и котловина Тихого океана. Иногда уточняется, что это может быть место отрыва Луны. Наконец, некоторые крупные ученые, в числе которых был и А. Эйнштейн, предполагают, что результатом прецессии может быть нарушение вращательного режима Земли, ее своеобразное «переворачивание». И, как следствие, резкую смену площадей материков и океанов. Историческая геология, устанавливающая существование в течение десятков и даже сотен миллионов лет устойчивых морских и океанических бассейнов, не подтверждает такое явление. Можно было бы считать такими «переворачиваниями» структурно-геологические перестройки. Но такое положение нужно изучать, а не утверждать, что оно будет «вот-вот».

Космогеология, развивающаяся на стыке знаний и интересов геологии и астрономии, представляет собой весьма продуктивное научное направление, которое поможет решить ряд крупных проблем. Ранее уже приводились данные о том, что если бы существовали нынешние темпы поступления космического материала на земную поверхность, то наша планета могла бы сформироваться за 7 млрд. лет. Это близкая величина к ее принимаемому возрасту. Учитывая, что в какие-то моменты или интервалы времени масштабы такого поступления резко возрастали, можно утверждать, что это интересный материал для развития космогонических гипотез и построений. Он же важен и для геологии, которая может строить на таких данных свою периодизацию развития земной коры и даже формулировать идеи о внутреннем составе Земли.

И еще один важный момент. Учитывая, что геология может обоснованно выявлять ритм в историко-геологическом развитии, равный 26 и 78 (75-80) млн. лет, есть данные для возможности существования Немезиды – второй звезды в Солнечной системе. Вопрос этот должна решать астрономия, а геология лишь представляет для этого имеющуюся у нее информацию. Вместе с тем, трехкратная соподчиненность ритмов в развитии земной коры требует от астрономии объяснения такого явления с позиции кинематики небесных тел. Почему трехкратные, а не привычные для нас и понятные для нас четырехкратные смены, что мы можем наблюдать на примере времен года и суток.

Следует подчеркнуть, что направления исследований, входящих в состав того, что принято и можно называть космогеологией, весьма разнообразны. Это, прежде всего, изучение из космоса структур земной поверхности. Вторым, не менее активным и крупным направлением работ, стало изучение космической бомбардировки Земли – выявление масштабов данного явления и конкретных формирующихся структур, самого процесса коптогенеза, его периодичности и др. Но воздействие космоса на развитие

планеты не ограничивается лишь притоком вещества, а проявлено эпизодическим кратковременным поступлением энергии, воздействующей на земные процессы, в том числе, движение ее литосферных плит; это лежит в основе развиваемой сейчас квантовой парадигмы геологии (А.Н. Павлов, 1991). Наконец, в астрономии данные о строении земной коры и ее поверхности иногда используются для интерпретации подобных структур на других планетах (Н.П. Барабашов и др.), что также иногда рассматривается как составная часть космогеологических исследований. Хотя все эти направления являются в значительной степени самостоятельными и разными по кругу интересов.

В целом, направление исследований, которые можно определять как космогеологическое, еще окончательно не оформилось. Понятия геокосмология и космогеология трактуются как синонимы. В первую очередь, необходимо уточнение структуры данного учения, которое должно включать как уже приведенные выше положения, так и многие другие. В числе основных проблем геокосмологии необходимо считать решение вопроса о роли космических факторов в перемещении литосферных плит, упорядочение иерархии ритмов в развитии земной коры, которые обусловлены воздействием космоса, а не эндогенными причинами. Представления о такой историко-геологической ритмичности должны быть объяснены с позиции механики небесных тел. До сих пор нет единой или даже близкой точки зрения на причину катастроф прошлого и роли в ней космической бомбардировки. Все это вопросы нового крупного геологического направления исследований, которое может и должно продуктивно развиваться в ближайшем будущем.

## **ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ**

Палеогеография (ПГ) является составной частью исторической геологии. Вместе с тем, это наука, одновременно изучаемая геологией и географией; она по-разному понимается этими специалистами, которые пытаются решать разные ее вопросы и проблемы. Среди главных из них: проблема глобальных оледенений – причины периодических потеплений и похолоданий (космические и земные), закономерности повторения их во времени (в частности, начало крупнейших оледенений через 300 млн. лет). И если географов интересует преимущественно позднекайнозойское оледенение, то геологов еще и общая схема их развития, их природа. Изучается также развитие во времени процессов схождения и расхождения материков, литосферных плит, и соответственно история развития материков и океанов.

В числе основных остается проблема глобальных трансгрессий; ее альтернатива – площадное перераспределение морских и континентальных площадей, а также их периодическое разрастание и сокращение. Горообразование, развитие этого процесса в пространстве и во времени (его длительность, площадное размещение и перераспределение).

Эпигеосинклинальный и эпиплатформенный орогенез – отличия и природа. Частные проблемы ПГ: формирование коры выветривания (длительность процесса во времени, причины проявления), как образуются поверхности выравнивания, речные террасы. Нами может наблюдаться одновременное формирование речных и морских террас и площадей, испытывающих опускания; как трактовать это явление. Все эти вопросы и ряд других коротко затронуты в данном разделе.

### **Проблема оледенений и климатов в геологической истории**

Климаты прошлого, их зональность и природа климатообразующих факторов всегда были в центре внимания палеогеографии и исторической геологии. Интересно, что само зарождение палеогеографии началось еще до официального оформления геологии как самостоятельной науки. Так, уже М.В. Ломоносов в своей знаменитой работе «О слоях земных» (1763) использует термин «древняя география». Большую роль в формировании этой науки сыграло именно изучение древних материковых оледенений (Агассис, Шарпантье, П.А. Кропоткин и др.), существование которых долго не признавалось. Сомнения отпали лишь после экспедиций в Гренландию, другие приполярные районы. Такой интересный штрих – именно изучение моренных отложений гондванского оледенения стало одним из основных толчков для первоначального обоснования дрейфа материков.

В проблеме оледенений прошлого ученых интересовали две основные группы вопросов: природа этого явления и достаточно четко проявленная их периодичность. И действительно, начало наиболее значительных и хорошо изученных оледенений имело место 950, 660, 325 и 15 млн. лет назад. Некоторые исследователи такую периодичность увязывали с продолжительностью галактического года и даже пробовали на этом основании выделять своеобразные «времена космического года», близкие к продолжительности эпох геотектонического цикла. Хотя по расчетам астрономов для такого года чаще назывались цифры от 187 до 250 млн. лет.

Природа оледенений на нашей планете имеет сугубо земную причину. Не какие-то загадочные похолодания в космосе, где всегда холодно, а те интервалы времени, когда в приполярных районах оказываются крупные материковые массивы. Именно скопление льдов на них обуславливает глобальное похолодание на Земле, которое периодически может сопровождаться перемещением льдов в районы умеренного климата. Как это было во время днепровского оледенения. Уже в новейшую историю в районе Южного полюса оказалась Антарктида. Начало позднего палеозоя характеризовалось образованием Пангеи, гондванская часть которой также оказалась в Антарктике. Что-то подобное имело место и в интервалы более древней истории. С той только разницей, что 950 млн. лет назад материковые площади были на Северном полюсе. И это было самое длительное оледенение из всех известных, продолжавшееся почти 300 млн. лет.

Интересный вопрос – действует ли космический фактор на оледенения. Примером отчетливо проявленного воздействия космоса может быть самое древнее из известных оледенений, названное гуронским и имевшее место 2,3 млрд. лет назад. Тогда Земля, по сформулированной недавно гипотезе, подверглась активной бомбардировке железными метеоритами, которая и обусловила похолодание. Что-то подобное имело место на рубеже голоцена и плейстоцена, или 10 тыс. лет назад, но тогда такое явление обусловило резкое потепление. Изучение четвертичного оледенения позволяет в его развитии фиксировать непрерывно чередующиеся потепления и похолодания с интервалом времени примерно в 26 тыс. лет, которые следует объяснять космическими причинами; они примерно отвечают продолжительности хорошо известной в астрономии прецессии.

Среди других палеоклиматических проблем можно назвать причины чередования в прошлом гумидных и аридных климатов, фиксируемого обычно накоплением преимущественно угленосных или красноцветных отложений. Причем, иногда такие климатические эпохи могут рассматриваться как глобальные, примером чего может быть угленосная или сероцветная середина карбона. А также существенно красноцветная нижняя часть триаса. О пространственно-временных закономерностях угленакопления речь будет идти в следующем разделе. А в разделе о тектонических движениях говорилось о существовании чередующихся эпох различной тектонической подвижности. В каждую из таких эпох характер преобладающего на земной поверхности рельефа и темпы прогибаний существенно менялись, что и могло обусловить преобладание тех или иных климатов. Вместе с тем, такая причина не может рассматриваться как универсальная. Так, середина перми характеризовалась наибольшими за всю историю планеты масштабами угленакопления, которые примерно синхронны одному из крупнейших галогенезов.

Приведенные примеры показывают, что в изучении климатов и оледенений прошлого существует много нерешенных вопросов. В процессе таких исследований нельзя становиться на какую-то одну точку зрения, потому что природа подавляющего большинства подобных явлений обусловлена комплексом причин. Как сугубо земных, так и космических. Именно с позиции комплексного подхода и должно производиться решение всех этих вопросов. Нужно также обратить внимание на то, что положения, формулируемые географами, часто строятся на базе недостаточного знания комплекса историко-геологических факторов и знаний, закономерностей проявления природных процессов во времени.

### **Материки и океаны прошлого**

История развития материков и океанов в течение фанерозоя изучена достаточно хорошо. Вместе с тем, в ней есть несколько положений, на которых еще не сделан нужный акцент, которые специально не изучались. Основное внимание при изучении материковых и океанических площадей

обращается на строение их земной коры. В последнее время, в связи с утверждением положений новой глобальной тектоники, вопросом детальных исследования является выяснение – где располагались те или иные площади в разные интервалы времени. Намного меньше внимания уделяется вопросам развития их во времени, пространственно-временным соотношениям.

Начну с уточнения – есть ли возможность достаточно уверенно датировать время заложения и ликвидации каких-то крупных материковых площадей и океанов? Некоторые моменты такой истории датируются с удивительной точностью. Например, время ликвидации длительно существовавшего океана Япетус, относимое к границе силура и девона и совпадающее со временем рождения «красного материка», древнего красного лежня. Или начало формирования Пангеи, приуроченной к рубежу среднего и позднего палеозоя, когда были ликвидированы Урало-Монгольский палеоокеан и часть Палеотетиса. Изучение полосовых магнитных аномалий в пределах так называемых молодых океанов позволяет более или менее однозначно датировать начало их раскрытия. Так, Северная Атлантика и Северный Ледовитый океан могут начинать свою историю примерно с рубежа средней и поздней юры. А Южной Атлантики – с начала позднего мела.

Наиболее интересной в истории развития океанов, с моей точки зрения, следует считать возможность представить – как формировалась та или иная геосинклиналь, геосинклинальный складчатый пояс. В том числе, какие-то миниатюрные геосинклинали типа Донецкой или Горного Крыма. Интересной является возможность установления повторяемости океаногенеза, возрождение нового океана на площадях складчатых сооружений, фиксирующие размещение его предшественника. Таким примером может быть заложение Северной Атлантики на площадях каледонид Атлантического пояса. Или не менее сложная история Тетиса, в развитии которого устанавливается существование Пратетиса, Палеотетиса и собственно Тетиса.

То же относится к истории развития материков прошлого. Сейчас есть возможность точно датировать существования Пангеи, ее составных частей Гондваны и Лавразии, время оформления уже современной Евразии. Суть и время существования всех основных материковых и океанических площадей в течение фанерозоя хорошо известна, и повторять эту информацию нет особой необходимости. Хочется только обратить внимание на четко проявленную сопряженность их развития, которая иллюстрируется схемой 3.

Таблица 3(см. ОГЗ, 2005, с. 43).

### **Развитие главных структурных элементов земной коры**

Такое явление взаимосвязанности хорошо объясняется с позиции литосферных плит, когда раскол или наоборот схождение каких-то

материков совпадает с раскрытием или закрытием соответствующих океанов. Изучение таких вопросов дает возможность понять нынешнее своеобразие животного и растительного мира отдельных материков, проследить на разных материках единые структуры (нуклеары и др.). А также позволяет прогнозировать, как будет развиваться в дальнейшем формирование каких-то новых материков и океанов и даже предполагать – когда это произойдет.

В проблеме материков и океанов прошлого одной из наиболее сложных, по которой нет единого мнения, следует считать установление природы и истории развития Тихого океана. Здесь существуют даже представления, близкие к фантастическим, о формировании его в результате отрыва какой-то земной массы, из которой впоследствии сформировалась Луна. Или положение, что это площадь, которая пока не занята разрастающимися материками. С трудом воспринимаются и представления о формировании его в результате каких-то сложных процессов базификации. Расшифровка таких вопросов позволит более обоснованно и четко понимать историю развития блуждающих материков и разделяющих их океанов, которые периодически появляются и исчезают.

### **Проблема глобальных трансгрессий, сокращение и возрастание морских площадей**

Интересным итогом палеогеографического анализа является возможность устанавливать практически непрерывное сокращение или возрастание морских площадей на территориях нынешних материков. Такое явление легко фиксируется по результатам фациально-формационного состава отложений определенного возраста. Это позволило сформулировать представления о трансгрессиях и регрессиях, геократических, когда преобладали континентальные условия, и талассократических эпохах или этапах геологической истории. При кажущейся простоте изучения этого явления и высоком уровне региональной геологической изученности земной поверхности, единых, а иногда и сколько-нибудь близких представлений по этому вопросу нет. Нет также единого мнения и о природе данного явления.

Н.М. Страхов (1950) по результатам своего историко-геологического анализа пришел к выводу, что с конца альгона и до настоящего времени в развитии Земли имело место проявление 12-13 крупных трансгрессий морского осадконакопления, сменявшихся более кратковременными регрессиями. Ю.М. Малиновский (1982) выделял в фанерозое уже вдвое большее количество глобальных трансгрессий с периодичностью их проявления в 22 млн. лет. Более детальные региональные исследования позволяют резко увеличить их количество. Так, в девоне Европы и Америки выделяется в настоящее время 14 трансгрессивно-регрессивных циклов, в Северо-Западной Европе – 30 циклов, в позднем палеозое Западной Европы, Урала, Восточно-Европейской платформы и Северной Америки – 50 трансгрессий и регрессий. Соответственно в кайнозое Новой Зеландии устанавливается 23 цикла, в антропогене Японии, Индонезии, Индии более

15 морских трансгрессий. Естественно, что глобальное прослеживание и межрегиональная корреляция всех подобных перемещений границ суши и моря затруднительна или просто невозможна.

Более обоснованным может быть установление интервалов времени, в течение которых происходило значительное разрастание морских площадей (талассо-, или океанократические этапы, эпохи, периоды), или их сокращение. Такая периодичность устанавливается по результатам изучения морских и континентальных площадей в пределах современных материков, и отрицать ее невозможно. В фанерозое могут быть выделены следующие основные талассократические этапы: 1) раннепалеозойский с тремя основными циклами, в течение которого площадь занятых морем континентов составляла 80-90 %, а уровень Мирового океана значительно превосходил современный; 2) среднепалеозойский (средний девон-башкирский век), в течение которого занятая морем площадь составляла 60-90 %; 3) позднемезозойский, или среднеюрско-меловой, когда площадь морей на континентах занимала 50-60 % и они значительно превосходили современные. Именно к меловому периоду некоторыми специалистами относится одна из крупнейших трансгрессий фанерозоя.

Главными геократическими этапами были раннедевонский, позднекаменноугольный, позднепермско-триасовый, позднеюрский, неогеновый. Продолжительность соответствующих эпох и периодов, как правило, меньше талассократических, хотя все они неоднородны и в те или иные моменты фиксируются более кратковременные трансгрессии и регрессии. Обычно перечисленные выше геократические этапы связывают с началом проявления определенных орогенезов – каледонского, герцинского, индосинийского, киммерийского, альпийского.

Природа трансгрессий и регрессий понимается более или менее одинаково. Среди главных обуславливающих их причин могут быть: 1) эвстатические движения, вызванные изменением уровня Мирового океана за счет возрастания или уменьшения объема его воды; например, таяние льдов Антарктиды в состоянии повысить уровень нынешних морей почти на 150 м; 2) перемещение литосферных плит, способных изменить емкость океанических бассейнов. Кроме таких глобальных существует большое количество местных или региональных причин, когда колебательные тектонические движения могут вызвать опускания или поднятия отдельных участков суши.

Площадное изучение трансгрессий и регрессий позволяет устанавливать одновозрастность отдельных разрастаний морских площадей с сокращением их в других. В свое время Г.Э. Ог обосновал положение, названное впоследствии законом его имени, по которому горообразование в геосинклинальной области совпадает по времени с трансгрессиями на прилежащих платформах. А.Л. Яншин пришел к выводу, что глобальный характер проявления не может быть доказан ни для одной из крупных трансгрессий и регрессий. Уже позднее было обосновано положение о палеогеографических перераспределениях, при которых разрастание морских

площадей в какой-то части земного шара может сопровождаться их сокращением в другой, совпадать с ними по времени. Примеров такого явления может быть названо очень много, и оно должно трактоваться как более общая палеогеографическая закономерность. Вместе с тем, такие перераспределения не исключают существования гео- и талассократических эпох, глобальных трансгрессий и регрессий.

Говоря о морских трансгрессиях и регрессиях, нужно обратить внимание на следующее положение. Формирование речных и морских террас трактуется обычно как скачкообразное изменение уровня Мирового океана, которое обуславливает последующий активный врез реки в приподнявшуюся часть дна речной долины. Таких скачков уже в течение четвертичного времени было несколько. Изменение емкости океанов или увеличение объема гидросферы в результате таяния ледников теоретически должно обусловить трансгрессии, которые можно называть глобальными. При изучении морских террас мы фиксируем участки, которые испытывают, вероятно, одновозрастные опускания. Все это показывает многообразие тех случаев, которые возникают при изучении вопросов сокращения и возрастания морских площадей.

### **Коры выветривания**

Таким термином называются измененные породы в верхней части земной коры, сформировавшиеся в результате воздействия на них факторов физического, химического и биологического преобразования или даже разрушения и переотложения. Данные образования и формирующие их процессы хорошо изучены. Сами коры, в зависимости от рождавших их факторов, разделяют на те же три группы. В числе классических примеров коры выветривания можно назвать каолины, бокситы и многие другие хорошо известные образования. Их также разделяют на остаточные, переотложенные, площадные, линейные. В проблеме их формирования, лишь весьма условно относимой к палеогеографической, затрону лишь несколько частных вопросов. В том числе, продолжительность процесса их образования.

Кроме приповерхностного преобразования коренных пород, примером которого может быть формирование элювия, существует и подземное выветривание. В пользу этого говорят большие мощности тех же каолинов, а также развитие таких преобразований по определенным линейным зонам (обычно разрывным нарушениям) на большие глубины, достигающие иногда сотен метров. Кроме обычного физического (механического, морозного) выветривания, существует и химическое или биохимическое преобразование. А также метасоматические процессы, изменяющие какие-то породы или образования на большой глубине. В том числе, процесс этот имеет место и при формировании каолинов.

Существует устоявшееся мнение, что такое выветривание имеет очень большую продолжительность; о том, что такой процесс может длиться

многие миллионы лет. Здесь у меня существует большое сомнение, и приведу лишь два частных примера. Я когда-то специально изучал этот вопрос в Южном Приморье (Соловьев, 1962) и показал, что в течение лишь какой-то части четвертичного периода на водоразделах и в долинах рек под аллювием формируются зоны преимущественно физического или физико-химического выветривания мощностью до 6-7 м.

Второй пример более сложный для восприятия. Принято считать, что знаменитые трапповые плато Сибирской платформы и других регионов образованы переслаиванием базальтовых пород и туфов. Это иллюстрируется красочными ступенчатыми покровами мощностью в первые десятки метров, где эффузивные породы чередуются с разрушенными их разностями, называемыми туфами. Такое положение сразу же вызывает сомнение, учитывая, что базальтоидные излияния обычно не сопровождаются туфовыми выбросами. При внимательном рассмотрении таких «туфов» бросается в глаза, что они состоят из тех же разрушенных базальтовых пород, или точнее, представляют собой их коры выветривания, мощность которых может достигать 10-20 м. А округлые «обломки» в такой зоне представляют собой не вулканические бомбы, а особую форму их физического разрушения. Условно их можно называть туфами, если понимать под таким термином всякую рыхлую или пористую породу (например, известковые туфы), но образовались они не в результате привноса обломочного материала при извержении, а являются продуктом разрушения.

Кстати, подобное явление можно наблюдать и в покровах вулканитов Карадага, отдельных базальтоидных излияниях Карпат (правый берег р. Вызница вдоль трассы Ужгород-Киев, у столба 80/753 км), карьерах у с. Кольчино и многих других местах. Если учесть, что по нынешним представлениям траппы плато Декана в Индостане формировались лишь в течение 1-2 млн. лет, и включают до двух десятков подобных потоков, разделенных такими же корами выветривания, можно утверждать, что это очень распространенное явление. И достаточно кратковременное, по геологическим меркам, по продолжительности своего проявления.

## **Горообразование**

Очень широко распространенное явление, которое пытается изучать геотектоника, палеогеография, историческая геология, геоморфология. Он включает процессы воздымания (тектонического поднятия) и денудацию, разрушающую такие массы. Близок к нему по смыслу к широко используется в зарубежной литературе термин орогенез; но последний обычно подразумевает кроме поднятий еще и сопровождающие его деформационные процессы, складчатость. Горообразование было и остается предметом разнообразных исследований, результатом которых стало выделение разных его типов (эпигеосинклинальный и эпиплатформенный), попытки разделять его по времени проявления (каледонский, герцинский, альпийский и др.), выявлять структурные особенности разных горных сооружений. В данной

проблеме попробую затронуть два основных вопроса – необходимость различать эпигеосинклинальный и эпиплатформенный орогенез и попытку наметить пространственно-временные закономерности его развития.

Классическая теория геосинклиналей подразумевает существование в подавляющей части горно-складчатых сооружений этапа длительных опусканий, сменяемого поднятиями. Хотя в таком развитии некоторые исследователи могут выделять до 4-6 разных стадий, несомненным остается обычно резко проявленная инверсия режимов, его обращение, или смена прогибания поднятиями. И отсутствие перерыва во времени между ними. Она, как я уже пытался показать в разделе «Геотектоника», представляет собой одно из проявлений структурно-геологической перестройки. Такая смена режимов обычно сопровождается активным складкообразованием (региональная фаза складчатости) и последующими воздыманиями, которые сопровождаются почти непрерывно формирующимися местными деформациями, характер которых может меняться в зависимости от слагающих данную область отложений.

Продолжительность горообразования может быть различной. Иногда этот этап по своей длительности равен геосинклинальному; примером такого стандартного случая и развития может быть формирование горно-складчатых сооружений Донбасса или Горного Крыма. Завершение горообразования отвечает консолидации такой структуры, сменяемой этапом преобладающей денудации, иногда даже образованием пенепленов. Обычно же в пределах подвижного пояса формирование зон ранней консолидации совпадает с заложением новых площадей прогибания, что позволяет говорить об областях полициклического развития. Это типовая схема образования горно-складчатых сооружений.

Вероятно, не менее распространенным является горообразование, не связанное с предыдущими геосинклинальными опусканиями. Структуры эти называют областями эпиплатформенного, внегеосинклинального или какого-то другого орогенеза. Классическим их примером является Тянь-Шань, другие сооружения на юге Сибири (Алтай, Саяны). Такую особенность развития нужно четко фиксировать, так как она является основанием для датировки соответствующего складчатого сооружения. Например, Горный Крым как горно-складчатое сооружение формировался в середине мезозоя (поздняя юра-ранний мел); это горообразование даже получило название киммерийское и оно должно быть применено к соответствующим горам. Кстати, маломощные верхнемеловые и раннекайнозойские отложения залегают на прилежащих площадях почти горизонтально. Вместе с тем, альпийский орогенез в прилежащих областях Карпат и Кавказа обусловил повторные воздымания нынешних гор. Это горообразование необходимо трактовать как эпиплатформенное, отделенное от киммерийского орогенеза этапом субплатформенного развития. Кстати, подобное замечание можно относить и к Гималаям, многим другим областям Средиземноморского пояса.

Все это хотя и понятное явление, требует учета определенных условий развития для грамотного наименования горно-складчатых сооружений с

точки зрения их возраста. А также типа горообразования – эпиплатформенный или какой-то другой. Выделения областей одноактного или полициклического развития, в том числе с более длительным геосинклинальным или орогенным развитием. Например, в Верхояно-Чукотской области, где геосинклинальные опускания имели место в течение позднего палеозоя и раннего мезозоя. А затем они сменились позднеюрским-раннемеловым орогенезом, который завершился формированием Охотско-Чукотского вулканического пояса. Орогенез продолжился и в позднем мелу-раннем кайнозое, что обусловлено образованием на прилежащих с юга площадях алинид. Это позднеорогенное развитие нужно было бы как-то отличать от собственно орогенного, ранней его стадии.

Выделяя общие закономерности пространственно-временного развития горообразования, обязательно нужно формулировать такую особенность этого явления как время от времени проявленное «перескакивание» площадей их формирования. Например, ранне- и позднекаледонский орогенез, характерный для Атлантического складчатого пояса, перемещается в позднем палеозое в пределы Урало-Монгольского и северо-западную часть Средиземноморского поясов (герциниды Урала, Европы, с.-з. Кавказа и др.). А разные типы мезозойского орогенеза (индосинийский, киммерийский, сихотэалинский) типичны уже для восточной окраины Азии, или западной части Тихоокеанского пояса. Расшифровка таких закономерностей развития подвижных областей и поясов уже выходит за рамки изучения его палеогеографией; этим должна заниматься геотектоника и это является самостоятельной ее проблемой.

### **Поверхности выравнивания**

Своеобразной и типичной формой современного рельефа являются поверхности выравнивания. Таким термином называется выровненная поверхность в горах и на равнинах различного генезиса (денудационного или аккумулятивного), сформировавшаяся в условиях полной или неполной компенсации эндогенных процессов экзогенными. Классическим примером денудационного пенеппена является мелкосопочник Центрального Казахстана, рельеф которого резко отличается от почти одновозрастного складчатого сооружения Тянь-Шаня. Условия формирования таких равнин особых сомнений не вызывают. Это результат прекращения поднятий, потери регионом своей тектонической подвижности.

Намного сложнее понимать природу и условия формирования следов поверхности выравнивания в горах, которые проявлены близкими отметками своих водоразделов. Их можно наблюдать практически во всех горных сооружениях, средне- и высокогорных областях. Для этого достаточно побывать в приводораздельных их частях. Лично я мог наблюдать их в горах Карпат, Кавказа, Сихотэ-Алиня, Тянь-Шаня и других и меня поражало то, что отметки в различной степени расчлененных гор были близкими. Объяснять природу этого явления тем, что это остатки более древних

денудационных равнин, мягко говоря, сложно. Если в Тянь-Шане можно говорить, что это остатки, фрагменты аналогичного Центральному Казахстану мелкосопочника, то в Карпатах, которые в течение позднего мезозоя и раннего кайнозоя испытывали практически непрерывные опускания, сменившиеся со второй половины миоцена активными воздыманиями, такая трактовка непригодна. То же можно говорить о Кавказе и ряде других гор.

Наблюдения непосредственно на водоразделах показывают, что даже в условиях активного эрозионного вреза и непрерывного горизонтального «блуждания» водоразделов (в Сихотэ-Алине такое перемещение имеет место от Японского моря вглубь континента, на Кавказе это могло происходить в сторону Паратетиса), непосредственно водораздельная часть является практически равнинной. Подобные линейные приводораздельные зоны и являются площадями длительной денудации, нивелирующей их рельеф. Что касается ступенчатого характера подобных снивелированных водоразделов, то это может быть результатом не повторяющихся эпох денудации и воздыманий, как это принято объяснять сейчас, а блоковых поднятий отдельных частей горно-складчатого сооружения. Вероятно, подобную схему развития поверхностей выравнивания развивал Вальтер Пенк, но его представления оказались недостаточно нам известными и воспринятыми.

### **Речные и морские террасы**

Террасами называют площадки или почти горизонтальные поверхности в нижней части речных долин, прилежащие или тяготеющие к руслу реки. А также аналогичные участки вдоль морских побережий, озер. Их разделяют на аккумулятивные, структурные и смешанные, или в зависимости от генезиса – речные и др. Характерной особенностью речных террас является однотипный набор их, который может в отдельных долинах больших рек достигать десятка. И набор их коррелироваться для разных бассейнов. В продольном направлении долины террасы меняются от структурных в верхней части русла, до преимущественно аккумулятивных в средней и нижней; иногда в низовьях рек они могут быть погребенными. Их ширина может достигать от нескольких километров в нижней части долины до десятков метров для фрагментов более высоких террас. Механизм образования речных террас понимается более или менее одинаково: это результат эпизодичных воздыманий и эрозионного вреза реки, чередующийся с этапами ее блуждания по дну долины, в результате которого происходит боковая эрозия и накопление аллювия в прирусловой части.

Какие вопросы могут возникать при расшифровке истории развития речных террас. Прежде всего, является ли процесс их образования глобальным или региональным, возможна ли межрегиональная корреляция таких поверхностей, времени их образования. Логичнее всего объяснять их формирование скачкообразным изменением уровня Мирового океана, что должно приводить к последующему врезу. В таком случае, соответствующие

сопоставления являются вполне обоснованными. Чем обусловлены такие скачки? Если объемом растаявших или возросших приполярных льдов или изменением объема океанических вод, то почему имеют место восходящие поднятия русла реки, а не чередования поднятий и опусканий. Может быть, именно на основании таких данных формируются довольно часто развиваемые сейчас положения о расширяющейся Земле? Или нужно искать другой механизм образования террас.

При изучении морских террас наблюдается явление, когда прибрежные площади с отчетливо выраженными приподнятыми поверхностями чередуются с участками, испытывающими непрерывные или одновозрастные опускания. В разных регионах Европы мы можем фиксировать существование фиордов в Скандинавии и четко проявленных морских террас в Средиземноморье. А как можно объяснять существование озерных террас, если бассейны этих водоемов не были связаны с водами Мирового океана? Уже эти примеры показывают, что в проблеме образования террас, установлении формирующих их факторов существует много трудно решаемых вопросов. Террасообразование является объектом изучения географии и геологии; первая пытается дать их морфометрическую характеристику и осуществить площадное прослеживание. Геология, которая обязана объяснить природу этого явления, пока отстает. Следует заметить, что изучение речных и морских террас является не только задачей теории, но и сугубо практическим направлением исследований, учитывая необходимость прослеживать россыпи в аллювиальных отложениях. Вероятно, можно говорить о необходимости комплексного научного изучения таких вопросов, к которым в последнее время интерес в значительной степени потерян.

## **ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ, ФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ**

В данном разделе мною выбран ряд вопросов и проблем, требующих решения. Причем, по ряду из них они мною уже предложены. В их числе, периодичность осадконакопления, суть формационного несогласия, существование глобальных литостратиграфических комплексов, общие закономерности угленакопления. И ряд частных вопросов – об уникальных литологических формациях, тектоно-палеогеографических условиях формирования флиша в Альпийско-Карпатском бассейне. И общие закономерности осадконакопления.

Изучение процессов седиментации и образование осадочных пород, выделившееся в самостоятельную науку, называемую литологией, а также седиментологией, имеет достаточно сложную историю, которая развивалась в течение длительного времени по нескольким большим направлениям. Такие исследования характеризовались зачастую резким различием мнений, иногда сопровождалась спорами. Среди основных развивавшихся проблем были периодичность осадконакопления, возможность использовать

расшифровку этого процесса в стратиграфии и даже геохронологии, развитие идей цикличности и ритмичности. Напомню о некоторых из них.

В числе первых направлений расшифровки результатов осадконакопления была попытка использования таких данных в стратиграфии. Определение слоев как выше и ниже лежащих, более молодых и древних, возможность прослеживания соответствующих толщ на довольно большие расстояния были положены в основу литостратиграфии и первых представлений об их возрасте – какие из них моложе, а какие древнее. Позднее на этой основе была разработана литостратиграфическая схема, подразумевавшая выделение первичных, вторичных, третичных и четвертичных отложений, или первой историко-геологической схемой. Она была дополнена площадным их изучением, родившим учение о фациях, а затем выделением формаций как некоторого обобщающего понятия, включающего естественные сочетания иногда резко различающегося набора пород, связанного общностью происхождения.

Весьма выразительным показателем разнobia мнений в проблеме осадконакопления была знаменитая литологическая дискуссия 1952 г. в СССР. На ней все говорили о своем, не слушая других выступающих, не пытаясь решить какие-то очевидные и требующие решения и расшифровки общие вопросы, навешивая на оппонентов очень невразумительные ярлыки. В числе наиболее важных были проблема периодичности осадконакопления, необходимость решения каких-то историко-геологических вопросов (направленность седиментогенеза во времени, расшифровка понятий актуализм и униформизм, сравнительно-литологический метод), попытка увязывать данные о циклах литогенеза с диастрофизмом и др. Единственным положительным моментом такого спора можно считать новое проявление интереса к литологии.

Более длительным был обмен мнений по вопросам седиментационной цикличности, одним из основных организаторов которого был Ю.Н. Карогадин. Он считал учение о ритмичности и цикличности большим самостоятельным разделом литологии, для которого даже был предложен термин литмология. Я не буду пытаться намечать решение всех поднятых или рассматривавшихся вопросов. Попытаюсь только использовать данные литологии (осадконакопления) для расшифровки историко-геологического развития земной коры. Напомню также, что широкое площадное размещение осадочных отложений, которые в большинстве случаев могут точно датироваться, является наиболее выразительным индикатором существовавших палеогеографических обстановок и формировавших их тектонических движений.

### **Формационное несогласие**

Понятие это и сам термин практически не утвердились в нашей геологической литературе. Его, в частности, даже нет в наших геологических словарях (ГС, 1973; Краткий геол. словарь, 1989 и др.). Хотя явление очень

широко распространенное и хорошо известное. Попробую уточнить его суть. Таким термином нужно называть резко проявленную на больших площадях смену формаций, которая не сопровождается выпадением из разреза каких-то отложений; его не следует путать со стратиграфическим несогласием. Причем, это не локальные фациальные замещения, а формирующиеся в совершенно разных палеогеографических условиях отложения, которые характеризуют регионально проявленную смену седиментационных режимов на длительное время.

Классическим примером такого явления и несогласия может быть смена в пределах Верхояно-Чукотской области преимущественно карбонатного среднего палеозоя терригенным верхним палеозоем-нижним мезозоем, известным как верхоянская серия. Или наоборот, терригенного среднего палеозоя – карбонатным верхним палеозоем в Юго-Восточной Азии (Южно-Китайская платформа, Вьетнам и др. регионы). Мы можем наблюдать его и в Украине, где преимущественно карбонатный средний палеозой (девон, турнейский и значительная часть визейского ярусов), перекрыт угленосным верхним палеозоем (преимущественно верхи нижнего и средний карбон). Такое явление прослеживается и далеко на запад – в пределах Западной Европы и на юге США. Оно, кстати, было причиной первоначального разделения карбона в Европе на два самостоятельных отдела, получивших название динант и силезий, а в США это были две самостоятельные системы – миссисипий и пенсильваний.

Еще одним таким же выразительным проявлением формационного несогласия может быть смена морских, местами карбонатных отложений силура терригенным, частично красноцветным девонем, получившим название древний красный песчаник. Причем, наблюдать его можно не только в Уэльсе, но и разрезах нашей Подолии, в частности, против с. Залещики и др. Наконец, всем нам хорошо известные толщи писчего мела, протягивающиеся от берегов Великобритании («туманного Альбиона») до хр. Каратау, также фиксируют в своей нижней части, середине туронского яруса, смену преимущественно терригенных или карбонатно-терригенных отложений более или менее однообразным и однотипным мело-мергельным разрезом, установленным в стратотипическом разрезе Турени, на юге Харьковской области и многих других районах. Тот факт, что к югу, в сторону подвижных областей Средиземноморского пояса, толщи мела сменяются известняками, и в нашем Крыму в составе туронского яруса резкой литологической смены нет, не может быть основанием для отрицания регионального формационного несогласия на этом возрастном уровне.

В данном случае имеет смысл не перечислять аналогичные формационные несогласия, а попытаться охарактеризовать такое явление, которое обуславливает региональные изменения условий осадконакопления практически в глобальном масштабе. В позднем визе на северо-востоке Азии имела место смена формирования морских карбонатных отложений морскими терригенными, а на юго-востоке материка наоборот – начинается относительно устойчивая карбонатная седиментация, сменившая

терригенную. В морских бассейнах на юге Европы и С. Америки более или менее устойчивые морские режимы с накоплением известняков сменяются терригенной седиментацией с прибрежными фациями, индикатором которых является накопление углей. А в герцинидах Средиземноморского пояса и Урала на этом же возрастном уровне начинаются воздымания, горообразование, орогенный магматизм, который очень точно датирован. Если мы вспомним, что этот возрастной уровень трактуется как начало образования суперматерика Пангея с иным размещением орогидрографических обстановок, то можно понять смысл произошедших преобразований.

Здесь нужно также подчеркнуть, что литологический фактор, скачкообразные региональные смены условий осадконакопления являются наиболее выразительным фактором, показывающим суть и площадной характер преобразований, названных мною структурно-геологическими перестройками. Я иногда даже называл такие преобразования тектоно-седиментационными или седиментационно-палеогеографическими рубежами (Соловьев, 1975, 1984). А, с другой стороны, мы можем фиксировать, что такая смена происходит в течение очень небольших интервалов времени. В том числе, туронского века, продолжительность которого определяется в 3,4 млн. лет. Сходное явление фиксировалось в течение келловейского века поздней юры (4,9 млн. лет), татарского века (5,6 млн. лет), позднего визе и ряда других точно датированных уровней подобных перестроек, продолжительность которых находится в пределах доступных возможностей датировки. Поэтому, когда говорится, что это геологически мгновенное явление, то имеется в виду невозможность точно называть его продолжительность при современном уровне развития нашей геохронологии.

### **Угленакопление**

Очень выразительным индикатором проявления общих пространственно-временных закономерностей осадконакопления может быть расшифровка условий угленакопления. Процесс этот проявлен в среднем-позднем фанерозое, детально изучен, так как уголь является давно используемым полезным ископаемым, формируется в определенных седиментационно-палеогеографических обстановках. Особых вопросов накопление угленосных отложений не вызывает; больше того, оно позволяет наметить решение каких-то других проблем, в связи с изучением тектонических движений, в частности.

В течение среднего палеозоя (девон-средний визе) угленосные отложения не образуют еще сколько-нибудь значительных скоплений, крупных бассейнов и единых отчетливо прослеживаемых поясов. В пределах Украины и на прилежащих площадях формируются угленосные отложения Западного Донбасса, Припятского грабена, Воронежской антеклизы, Камского бассейна. Вместе с тем, отложения со значительными объемами углеводородов известны в отдельных зонах (узлах) Сарматско-Туранского

рифтогена. Вероятно, на востоке они сочленяются с синхронным Предуральским угленосным и нефтегазоносным поясами, которые могут протягиваться в Прикаспий. Определенная площадная сближенность таких скоплений может объясняться тем, что эта часть Евразии в течение среднего палеозоя включала наиболее подвижные структуры, благоприятные для формирования угленосных отложений и скоплений углеводородов.

Более выразительным является структурное и возрастное положение верхнепалеозойских поясов угленакопления. Они образуют два отчетливо проявленных возрастных яруса, приуроченных к верхнему визе-среднему карбону и середине перми, для которых характерно разное площадное размещение. Угленосные отложения нижней части верхнего палеозоя образуют два самостоятельных пояса, приуроченных к Сарматско-Туранскому рифтогену (Донбасс, Львовско-Волинский и Люблинский бассейны, система угленосных бассейнов «Намюрского синклиория» Западной Европы, протягивающаяся до южной части Англии и далее в Аппалачи Северной Америки) и непосредственно Средиземноморскому складчатому поясу. В составе последнего принято выделять Придобруджинский прогиб Украины, Свогенский и другие бассейны Болгарии, месторождения и углепроявления Кавказа-Анатолии (Зонгулдак, Эрегли), Бриансонский и другие бассейны Альп; крупных скоплений угля они не образуют, но площадная обособленность проявлена четко. Восточным продолжением или точнее даже окончанием системы Сарматско-Туранского рифтогена могут считаться угленосные бассейны Центрального Казахстана – Карагандинский и Экибастузский.

Структурный план среднепермского угленосного пояса Евразии резко отличается от каменноугольного. Он образует трансматериковый пояс бассейнов, протягивающийся от Печоры и Таймыра через Тунгусский и другие бассейны Сибирской платформы, а также Кузбасса на северо-восток Индостана. Площадей, где бы совмещалось каменноугольное и пермское угленакопление, практически нет. Хотя в целом структурный план позднепалеозойской угленосной седиментации может рассматриваться как единый, резко отличающийся от среднепалеозойской и раннемезозойской. Разобщенность среднекарбонного и среднепермского угленакопления должна объясняться тектоническими и палеогеографическими причинами. Следует подчеркнуть, что именно к верхнему палеозою относится подавляющая часть угленосности: запасы углей бассейнов этого возраста составляют более половины мировых.

Необходимо отметить, что позднепалеозойское угленакопление совпадало по времени с герцинским орогенезом. Процесс этот наиболее резко был проявлен в Европе, где формировались горноскладчатые сооружения Урала, Большого Кавказа, Западноевропейских герцинид. Дифференциация рельефа обусловила активное поступление обломочного материала в депрессии, что в условиях гумидного климата создавало благоприятные условия для формирования мощных угленосных отложений. Интересно, что начало орогенеза и региональные смены осадконакопления в

пределах Европы и Северной Америки проявлены однотипно: после обширной среднепалеозойской карбонатной седиментации начинается накопление терригенных отложений. Такая резкая литологическая смена отложений на одном и том же стратиграфическом уровне нашла отражение в выделении первых самостоятельных стратонов: динант и силезий в Западной Европе, миссисипий и пенсильваний в Америке. Это уже позднее они были «загнаны» в единую каменноугольную систему на основании данных биостратиграфии и разделены на три отдела, примерно отвечающих эпохам различной тектонической подвижности.

Мезозойские пояса угленакопления приурочены преимущественно к азиатской части материка. Нижний мезозой не содержит сколько-нибудь значительных скоплений угля. Они известны в Зауралье (Челябинский бассейн и др.), отдельных депрессиях Восточной Азии. Наибольшие по масштабам угленосные скопления приурочены к середине юры (Южно-Якутский угольный бассейн) и нижнему мелу (Виллюйский и др. бассейны). Многочисленные разобщенные депрессии с мезозойской угленосностью характерны для Приамурья и Китая. Мелкие угленосные бассейны среднего кайнозоя (верхний эоцен-нижний миоцен) детально изучены в Юго-Западном Приморье; они же известны в пределах юго-восточной части Азии. В целом, мезо-кайнозойская угленосность Евразии, тяготеющая преимущественно к Тихоокеанскому подвижному поясу и частично Средиземноморью, не образует крупных и отчетливо проявленных поясов.

Анализ пространственно-временного размещения площадей угленосности позволяет устанавливать следующие основные закономерности в этом процессе. Это, прежде всего, резко проявленное скачкообразное перемещение площадей разновозрастного угленакопления, которое характерно практически для всего фанерозоя. Второй его особенностью следует считать четкую приуроченность к определенным тектоническим эпохам, тем, которые здесь названы эпохами повышенной тектонической подвижности. Среди наиболее выразительных из них можно назвать интервалы времени, отвечающие середине карбона (позднему визе-среднему карбону), середине перми, средней юре, раннему мелу, середине кайнозоя. Такие эпохи характеризуются более высокими темпами прогибания и седиментации; они чередуются с эпохами затухания тектонической подвижности, уменьшением его скорости, иногда могут чередоваться с красноцветными отложениями.

Сложнее определять структурный план угленосных бассейнов, других площадей угленакопления. Они могут быть приурочены к краевым прогибам или их аналогам (Виллюйский бассейн, тяготеющий к Предверхожанскому прогибу), размещаться в зонах материкового рифтогенеза (Донбасс и др.), в структурах тектоно-магматической активизации, примером которых могут быть прогибы и впадины восточно-азиатского типа (по М.С. Нагибиной). Наконец, иногда такие бассейны могут быть типичными платформенными структурами. В палеогеографическом отношении угленакопление может происходить как на окраинно-материковых площадях, так и внутри

материков (паралический и лимнический тип угленакопления). Единственным неизменным условием для накопления углей должен быть гумидный климат, позволяющий формироваться органике в достаточно большом количестве и в дальнейшем сохраняться.

Интересным можно считать такой палеогеографический парадокс: крупнейшее за всю историю среднепермское угленакопление в Азии близко по времени или даже строго одновозрастно накоплению эвапоритов в Европе и С. Америке. Строго говоря, такую резкую площадную дифференциацию климатов – гумидного и аридного – мы можем наблюдать и сейчас. Вместе с тем, аридные обстановки среднего карбона, отвечающие времени второго по масштабам максимума угленакопления, в сколько-нибудь значительных масштабах неизвестны. С чем это связано? Может быть, середина перми знаменует максимум дифференциации рельефа на Пангее, после которой вскоре начался ее распад; а средний карбон продолжал «великую визейскую трансгрессию».

### **Альпийско-Карпатский флишевый бассейн**

В свое время значительную часть нынешней Южной Европы занимал флишевый бассейн, протягивавшийся от Пиренеев и Восточной Атлантики до с.-з. окраин Большого Кавказа. Наиболее полно слагающая его формация представлена во внешних зонах Альпийской и Карпатской складчатых областей. Возрастной диапазон наиболее активного флишенакпления – поздний мел-ранний кайнозой; наиболее уверенно начало этого процесса можно относить ко второй половине турона, а завершение к середине миоцена. От более древних нижележащих отложений, представленных обычно мезозойским карбонатным комплексом или образованиями офиолитового типа, терригенно-флишевый комплекс отделен четким формационным несогласием. Его формирование завершается начавшимся с позднего миоцена накоплением моласс, знаменующих альпийский орогенез.

Наиболее интересной палеогеографической особенностью времени развития данного флишевого бассейна следует считать то, что в позднем мелу, частично палеогене он был оконтурен с севера мелководными морями с преимущественно карбонатной седиментацией. Среди наиболее известных окружавших его депрессий, в которых происходило формирование пясчег мела или известняков, можно назвать Англо-Парижский, Днепровско-Донецкий, Прикаспийский, Крымско-Кавказский (Скифский), Восточной Турции и Северо-Восточной Африки. В целом эта своеобразная карбонатная платформа почти сплошным кольцом окаймляла рассматриваемый флишевый бассейн. На северо-западной окраине Большого Кавказа, частично Апеннингах и в других окраинных зонах можно наблюдать фациальную смену терригенного флиша, представленного песчано-глинистыми породами, карбонатно-терригенным (песчаники, аргиллиты, известняки). Поскольку накопление карбонатов происходило в обстановке, когда в эти бассейны извне почти не поступал обломочный материал, интересной и сложной

является восстановление палеогеографических и историко-тектонических условий данного флишевого седиментогенеза, вопроса об источниках поступления терригенного его компонента.

Условия формирования флиша предполагают существование расчлененного глубоководного бассейна, на склонах которого накапливался исходный материал для мутьевых потоков, а также прилежащих горных сооружений (кордильер), являвшихся источником сноса. Карбонатные бассейны в большинстве случаев приближены к флишевым, местами связаны с ними постепенными переходами и, даже с учетом палинспастических реконструкций, невозможно предполагать снос обломочного материала с их пограничных зон. Источником денудации, в таком случае, могли быть срединные массивы или зоны ранней консолидации, располагавшиеся внутри флишевого бассейна. На юго-восточном продолжении последнего по линии Среднегорье Болгарии, Крит, Малый Кавказ известны офиолитовые комплексы верхнего мела-нижнего кайнозоя, которые можно трактовать как осевую зону океанического бассейна Тетис.

Однако микроконтинент, располагавший между Альпийско-Карпатской дугой, Апеннинскими и Эллинидами, в условиях обычного режима срединного массива не мог испытывать таких воздыманий и дать такое количество обломочного материала, чтобы заполнить флишевый бассейн. Тем более, что частично он был занят мелководными лагунами, где накопились маломощные красноцветные мергельные отложения (пуховская свита Украинских Карпат и др.). Единственным возможным вариантом обеспечения таких тектонических и седиментационно-палеогеографических условий могло быть существование в осевых зонах Тетиса зон активного орогенеза, синхронного флишенакплению.

Такая ситуация требует уточнения схемы историко-геологического развития региона и, в частности, определения сущности и возраста данного орогенеза, который обычно принято помещать в состав альпийского геотектонического цикла. Европа считается образцом или даже эталоном наиболее детальной региональной изученности тектогенеза, на примере развития которого были выделены каледонский, герцинский и альпийский геотектонические циклы. Уже позднее здесь был обособлен киммерийский цикл, предполагавший раннемезозойскую, или триасово-среднеюрскую геосинклинальную стадию и позднеюрский-раннемеловой орогенез (Моисеев, 1939; Пчелинцев, 1963; Соловьев, 1992 и др.). В эту схему, где в позднем мелу и раннем палеогене развивался процесс флишенакпления геосинклинального типа, одновозрастный орогенез не был предусмотрен. И он пока даже неизвестен в Средиземноморском складчатом поясе.

Вместе с тем, такой цикл уверенно обоснован в Тихоокеанском поясе, где по подобной схеме развивается Сихотэ-Алинь, вероятно Анадыро-Корякская и некоторые другие области. Именно здесь проявлен позднемеловой-раннекайнозойский орогенез, обусловивший формирование алинид (по М.В. Муратову и др.). Его существование может предполагаться и в осевой зоне Тетиса. В свое время он был назван корякским (Соловьев,

1992), но лучше предложить для него название сихотэалинский. Инверсия режимов, или начало орогенной стадии данного среднеальпийского (сихотэалинского) геотектонического цикла должна быть отнесена к турону; это может быть сделано на основании уточнения возраста слоев Гозау как верхний турон, а также широко проявленного эпизодичного метаморфизма с возрастом 90 млн. лет. В последнее время данный тектогенез трактовался как средиземноморская фаза (прежнее название ее, фигурировавшее уже у Г. Штилле, – предгозауская, субгерцинская и др.), важную роль которой в развитии соответствующего пояса подчеркивали в последнее время многие исследователи. Именно этот орогенез обусловил активные воздымания во внутренних зонах Альп, Карпат, Эллинид-Динарид.

Таким образом, общая схема мезо-кайнозойского развития северо-западной части Средиземноморского пояса может представляться в следующем виде. В начале мезозоя или даже с конца перми активный рифтогенез обусловил начавшиеся расколы Пангеи не только по линии Западная Сибирь, Памир, Индийский океан, но и вдоль Средиземноморского пояса. В альпийско-кавказском секторе последнего рифтовые структуры были недостаточно выразительными; они могут предполагаться в Крыму, хорошо доказаны и уверенно датированы в пределах Памира и Юго-Восточной Азии (Гатинский, 1983; Казьмин, 1966 и др.). Раннемезозойские прогибания завершились в северо-западной части Средиземноморского пояса локально проявленным киммерийским орогенезом, который, кроме Горного Крыма и Большого Кавказа, был достаточно выразительным в юго-восточном секторе пояса (Памир, Гималаи и др.). Одновременно с киммерийским орогенезом началось раскрытие Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана; продолжение этой системы морских бассейнов или даже точнее начавшегося формироваться океана можно предполагать в осевых зонах Альпийско-Карпатско-Эллинского сектора, где оно сменило раннемезозойский рифтогенез.

В позднем мелу-раннем кайнозое структурный план развития морских бассейнов существенно изменился. Началось раскрытие Южной Атлантики (по некоторым данным оно относится именно к турону!) и продолжалось формирование и разрастание Северо-Атлантического океана. Одновременно по линии Пиренеи, Внешние зоны Альп и Карпат, Среднегорье Болгарии и Крит, Большой и Малый Кавказ заложились и начал активно развиваться новый океанический бассейн с краевыми морями, для которого уже и должно использоваться название Тетис. Он соединялся с Атлантикой в районе Пиренеев и окаймлялся на северо-западе мелководными морскими бассейнами, которые в последнее время именуются Паратетисом (карбонатной платформой, по другой терминологии). Юго-восточное продолжение этого Тетиса может предполагаться в пределах Индийского океана и даже Индонезийского архипелага, где по схеме собственно альпийского цикла развиваются отдельные зоны островов Калимантан, Суматра и др.

Следовательно, рассматриваемый частный вопрос позволил наметить решение многих других положений, выходящих за рамки расшифровки данных палеогеографических обстановок. Этот флишевый бассейн и его комплекс является в определенной степени типоморфным, знаменующим последнюю стадию развития не только Тетиса, но и других аналогичных океанов (зилаирская серия Уральского палеокеана и др.). Активному поздне меловому флишенакпленению, которое по Д.П. Найдину было самым крупным в фанерозойском историко-геологическом развитии Земли, вероятно, содействовало резкое разрастание в течение этой эпохи морских площадей. Современным аналогом подобного палеогеографического и тектонического развития и обстановок могут быть Западно-Тихоокеанская, Индонезийская и Бирмано-Суматринская геосинклинальные системы Евразии. Наконец, по таким данным можно утверждать, что сихотэалинский геотектонический цикл нужно трактовать не как региональное, а глобальное проявление тектогенеза. Если доказать, что он существует и в северо-западной части Средиземноморского пояса. Что я и пытался сделать.

### **Уникальные литологические формации**

Своеобразной особенностью осадконакопления следует считать образование тех формаций, которых принято считать уникальными, неповторимыми. В их числе называют обычно накопление толщ пясчого мела, лёссов, граптолитовых и битуминозных сланцев; среди более древних образований называют особо крупные накопления железистых кварцитов докембрия. К их числу можно было бы относить мощные толщи известняков верхнего и среднего палеозоя, занимающие большие площади в Евразии и образующие, так называемые карбонатные платформы. Или нуммулитовые известняки палеогена, позволявшие первоначально даже делать предложение о целесообразности называть эту систему нуммулитовой.

Все эти накопления обычно хорошо известны, и останавливаться на их детальном описании нет необходимости. Нужно лишь уточнить причины такой уникальности. В числе главной из них можно считать определяющую роль какой-то группы порообразующих организмов, дающих очень большие скопления. Это кокколитофориды верхнего мела, нуммулиты палеогена, граптолиты силура и др. Нужно также подчеркнуть удивительное сходство подобных образований на огромных, иногда изолированных площадях. Так, толщи пясчого мела протягиваются почти непрерывной полосой от берегов Великобритании до предгорий Средней Азии и Сибири. Или граптолитовые сланцы силура, которые я мог наблюдать и в Подолии, и в Северо-Восточном Прибалхашье, и других местах, и которые практически неотличимы от тех детально описанных стратиграфических эталонов каледонид Западной Европы. Особенностью всех подобных накоплений принято считать своеобразный планктонный или какой-то другой взрыв и существование определенных палеогеографических условий на больших площадях и в течение длительного времени.

Определение как уникальные может быть отнесено и к мощным толщам известняков среднего палеозоя, протягивающимся вдоль почти всего юга Европы, а также на Северо-Востоке и других регионах Азии. Или толщам верхнепалеозойских известняков, образующим почти сплошной пояс от Предуралья до Южно-Китайской платформы. Аналогов подобных карбонатных платформ мы не можем наблюдать в современных условиях. Это позволяет считать еще одним фактором такой уникальности существование своеобразных палеогеографических обстановок на больших площадях. В данном случае – огромных по размерам мелководных морских бассейнов. В каком-то отношении уникальным может считаться формирование в течение позднего палеозоя, точнее середины карбона и середины перми, угленосных отложений, содержащих более половины известных запасов углей. Здесь также определяющим может считаться не только своеобразный растительный взрыв, но и существование в определенные эпохи больших площадей для устойчивого угленакопления.

В докембрии накопление железистых кварцитов (джеспилитов) имело место на разных возрастных уровнях. Кстати, их аналогов в фанерозое нет, что позволяет условно также считать их уникальными. Обычно данный процесс связывается с деятельностью своеобразных железобактерий, для активного развития которых сейчас нет условий. Среди докембрийского накопления железистых пород особо хотелось бы выделить возрастной уровень в 2,3 млрд. лет, когда в самых различных регионах сформировались огромные запасы железных руд. Этот пример уже рассматривался несколько раз, и подчеркивалось, что по времени данный процесс совпадает с наиболее древним из известных оледенений (гуронским). И приводилась как наиболее обоснованная гипотеза объяснения такого явления – бомбардировка Земли железными космическими метеоритами. Соответствующие образования также могут быть отнесены к уникальным.

Естественный вопрос – решение какого геологического положения может дать рассмотрение уникальных формаций. Если более подробно рассматривать их, то можно прийти к выводу, что почти на любом возрастном уровне можно устанавливать своеобразные и неповторимые условия, фиксируемые в результате регионального формационного анализа. В исторической геологии существует принцип, названный актуализмом, в соответствии с которым прошлые условия и обстановки сравниваются с ныне наблюдаемыми и восстанавливаются на основании такой аналогии. Он пришел на смену ранее формулировавшемуся принципу униформизма. Учитывая широкое распространение уникальных формаций и обстановок в прошлом, принцип актуализма нужно формулировать несколько иначе, делая поправку на практически непрерывную смену не только представителей биоты, но и седиментационно-палеогеографических обстановок.

## Глобальные литостратиграфические комплексы

Проблема историко-геологического развития, которая не привязывалась бы к принятой стандартной схеме развития органического мира, лежащей в основе современной биостратиграфии и геохронологии, поднималась многими исследователями. В их числе были Д.Н. Соболев, М.А. Усов, М.К. Коровин и др. Одним из путей ее решения должна стать возможность выделения литостратиграфических комплексов, которые можно было бы назвать глобальными. Такие мегарегиональные формационные комплексы, уверенно выделяемые в каких-то изолированных подвижных системах и коррелируемые друг с другом, могли бы составить основу соответствующей историко-геологической периодизации. Попытка решения такой проблемы уже делалась мною (Соловьев, 1985, 1986 и др.). Попробую изложить ее суть.

В стратиграфии термин «комплекс» используется редко. Одной из причин такого положения можно считать исторически сложившуюся практику геологических работ, при которой они выделяются лишь на ранних стадиях региональных исследований, когда при мелкомасштабном картировании легче устанавливаются более крупные элементы стратиграфического разреза. В дальнейшем производится разделение комплексов на серии, свиты и более дробные подразделения, используемые при крупномасштабной съемке. И в существовании таких укрупненных стратонов в сравнительно детально изученном районе как будто бы нет необходимости. Может быть, именно поэтому часть ведущих наших стратиграфов (Д.Л. Степанов, М.С. Месежников, Б.М. Келлер и др.) вообще отрицали необходимость их выделения.

Вместе с тем целесообразность выделения комплексов может быть обоснована следующими причинами. Это, прежде всего, необходимость установления иерархической соподчиненности в строении слоистых толщ земной коры. И основа определенной периодичности осадконакопления, на базе которой может строиться схема историко-геологического развития. Для решения второй задачи мною делалась попытка выделения так называемых мегарегиональных литостратиграфических или формационных комплексов, характерных не для одной подвижной области, а для их системы в пределах единого складчатого пояса или депрессионных участков платформ. Общая схема соотношения главнейших литостратиграфических комплексов верхнего палеозоя и мезо-кайнозоя Евразии приводится ниже.

Таблица 4

### Главнейшие литостратиграфические комплексы Евразии

**Главнейшие литостратиграфические комплексы Евразии**

Возраст	Северо-западная часть Средиземноморского пояса		Западно-Сибирская плита	Урал-Монгольский пояс	Сибирская платформа
K <sub>2</sub> -KZ <sub>1</sub>		Альпийско-карпатский флиш	Западно-Сибирский морской терригенный		
J <sub>3</sub> -K <sub>1</sub>	Скифский терригенно-карбонатный			Прикалурский угленосный	
MZ <sub>1</sub>	Крымский морской терригенный		Зауральский континентальный терригенный		Верхне-терригенный
PZ <sub>3</sub>	Северо-Кавказский угленосно-красноцветный комплекс			Центрально-азиатский орогенный вулканический	Нижне-угленосный

Возраст	Северо-Восток	Тихоокеанский пояс (Сихотэ-Алиньский, Япония)	Юго-Восточная Азия (Южно-Китайская платформа, Индокитай, Япония)	Индонезия
K <sub>2</sub> -KZ <sub>1</sub>		Восточно-приморский орогенный вулканический	Восточно-Азиатский континентальный терригенный	Деканский
J <sub>3</sub> -K <sub>1</sub>	Охотский орогенный вулканический	Сихотэ-алиньский терригенный многоосиональный		
MZ <sub>1</sub>	Верхоянский морской терригенный		Катазиатский	Гондванский
PZ <sub>3</sub>		Дальневосточный эвгеосинальный	Южно-Азиатский, карбонатный	

Попробую уточнить суть основных литологических стратонов этой схемы. Достаточно хорошо известный верхоянский комплекс развит в пределах всей Верхояно-Чукотской области. Это комплекс терригенных морских отложений верхнего палеозоя-нижнего мезозоя, который залегает на преимущественно карбонатных образованиях девона и низов карбона и перекрывается существенно континентальной верхней юрой-нижним мелом, залегающей в ином структурном плане. Последний может именоваться как приамурский и предверхоянский угленосные комплексы. Детальное обоснование структуры и возрастных границ верхоянского комплекса уже делалось мною, и повторять данную информацию нет смысла. Кстати, возрастными его аналогами могут считаться выделенные ранее ангарский комплекс Сибирской платформы и гондванский комплекс Индостана, представленные преимущественно континентальными образованиями.

Более молодым является морской терригенный комплекс верхнего мезозоя и нижнего кайнозоя Западно-Сибирской плиты, выделенный мною как западносибирский. Он детально изучен в связи с освоением нефтегазовых скоплений этой структуры. Залегает он на преимущественно континентальных терригенных образованиях нижнего мезозоя, для которых предложено название зауральского комплекса. Может разделяться на два самостоятельных подкомплекса; они, также как и зауральский, состоят из трех самостоятельных серий, отвечающие основным седиментационным циклам мезозойской-раннекайнозойской истории.

Интересной можно считать попытку наметить мегарегиональные литостратиграфические комплексы для Тихоокеанского пояса Евразии, его Сихотэ-Алинской, Анадыро-Корякской и Японской складчатых областей. В основании разреза здесь залегает верхнепалеозойский эвгеосинклинальный комплекс, названный дальневосточным. Он очень выразителен в Сихотэ-Алине и Японии, где можно точно датировать его. А в последнем регионе еще и фиксировать фаціальную смену карбонатным миогеосинклинальным верхним палеозоем. Мезозой (триас-нижний мел) здесь представлен преимущественно морскими терригенными образованиями сихотэалинского комплекса, а верхний мел-ранний кайнозой – орогенным вулканическим комплексом, названным восточноприморским; он выражен соответствующим вулканическим поясом, сходным с Охотско-Чукотским, но являющимся более молодым.

Приведенный материал показывает возможность выделения четко обособленных формационных комплексов, которые могут трактоваться как региональные и даже мегарегиональные. Они разделены формационными несогласиями и фиксируют длительное существование однотипных седиментационно-палеогеографических режимов практически во всех подвижных системах Евразии, а также других материков. Естественно, что именно они должны быть положены в основу историко-геологического деления, обоснования этапов формирования соответствующих подвижных областей. Да и всей истории Земли в целом для данного интервала фанерозоя и, вероятно, всего времени развития планеты, формирования ее осадочного

слоя. И, естественно, решения затронутой проблемы глобальной периодичности осадконакопления.

### **Общие закономерности осадконакопления**

Рассмотрение главным образом историко-геологических условий осадконакопления и формационный анализ позволяют сформулировать общие закономерности этого процесса. Частично эти положения затрагивались при изучении и характеристике каких-то частных вопросов седиментогенеза (угленакопления, формирование флишевого комплекса Альп-Карпат, возможности выделения глобальных литостратиграфических комплексов и др.). Здесь попробую сформулировать общие закономерности развития данного процесса применительно к расшифровке общих условий формирования осадочного слоя земной коры.

Периодичность осадконакопления, являющаяся наиболее характерной чертой данного процесса и проявленная сменой во времени площадей и типов формирования определенных формаций. Этот вопрос был предметом детального изучения или даже активных споров. Поэтому уточню, что я понимаю под периодичностью. В пределах практически всех подвижных областей, в самых разнородных седиментационных бассейнах имеет место четко выраженная смена условий осадконакопления, которая затем характеризуется относительной устойчивостью режимов, выдерживающейся в течение обычно от 25 до 75-80 млн. лет. Результатом такого явления становится формирование региональных формационных комплексов.

Среди наиболее известных и типичных можно назвать верхоянский комплекс в пределах Верхояно-Чукотской области, толщ писчего мела на юге Восточно-Европейской платформы, угленосных отложений середины карбона в бассейнах Европы и Северной Америки. Особенностью большинства таких комплексов следует считать четко выраженные формационные несогласия, которые их разделяют, что позволяет говорить о периодически проявленных и резко выраженных формах своеобразного тектогенеза, которые ранее уже рассматривались как тектонические фазы и структурно-геологические перестройки.

Необходимо подчеркнуть, что решение этой проблемы обычно сводилось лишь к изучению последовательности во времени и площадной смены условий осадконакопления в отдельном седиментационном бассейне. Классическим примером таких построений была схема Л.В. Пустовалова (1940). Попытки сделать такое в глобальном масштабе не было.

Второй не менее выразительной закономерностью осадконакопления следует считать скачкообразное площадное перемещение или даже перераспределение однотипной седиментации, которая также уже рассматривалась. Наиболее выразительно это явление может фиксироваться при изучении разновозрастной угленосности, перемещениях каких-то геосинклинальных или платформенных обстановок и формаций. В качестве таких примеров можно назвать формирование офиолитовых и флишевых

комплексов, площадей обширного накопления на платформах карбонатных, эвапоритовых, красноцветных и других терригенных отложений.

Еще одной глобальной закономерностью осадконакопления, проявляемой на протяжении всей истории формирования осадочного слоя земной коры, можно назвать эволюционную направленность седиментации, одним из проявлений которой можно считать меняющееся во времени соотношение разных по составу отложений, а также появление принципиально новых или уникальных формаций. В качестве классических примеров такой направленности можно назвать накопление железистых кварцитов в докембрии, начавшееся в среднем и позднем фанерозе угленакопление, появление карбонатных формаций с определенными органическими остатками и др.

Наряду с такой непрерывно совершающейся эволюционной изменчивостью осадконакопления, как одну из закономерностей можно считать периодическое повторение определенных формаций и комплексов. Таким примером может быть сокращение или разрастание угленакопления в фанерозе, меняющиеся объемы карбонатной седиментации, неравномерное во времени накопление эвапоритов и красноцветов и др. Аналогичным образом можно говорить о периодически проявляемых обширных оледенениях, которые оставляют свои следы – тиллиты, другие моренные образования.

Итогом формулирования данных закономерностей должно быть следующее – решение каких вопросов может быть намечено в результате такого изучения осадконакопления? Обширные площади, занятые осадочными отложениями, позволяют намечать решение каких-то вопросов и проблем в глобальном масштабе, предлагать пространственно-временное, если можно так выразиться, «объемное изучение» определенных форм тектогенеза. В первую очередь, расшифровывать движущие силы таких преобразований, конкретный механизм процессов. Это относится к такому явлению, как формирование геологически мгновенных формационных несогласий, знаменующих структурно-геологические перестройки. Если основная причина таких изменений ясна и связывается со сменой режима перемещения литосферных плит, то конкретный механизм таких преобразований пока не ясен. И непонятно – какие космические и эндогенные земные процессы и явления их рождают.

И еще один момент, не относящийся непосредственно к проблемам самой геологии. Нужно обратить внимание на непрерывно возникающие сейчас гипотезы о возможном нарушении установившегося ротационного режима движения Земли вследствие прецессии и, как результат, ожидание очередного ее «переворачивания», которое развивается многими математиками и физиками. Следствием такого нарушения режима должно стать рождение новых материков и океанов или значительные их перемещения. Причем, называются сроки такого явления, не обычные для геологии миллионы лет, а десятки, сотни или «вот-вот» ожидаемые. Они, мягко говоря, безосновательны; я уж не говорю, что обычно это

элементарная неграмотность с геологической точки зрения. Развитие планеты и ее земной коры идет по своим законам, которые детально изучены, и их не может да и не должна решать современная математика и физика. Изучение, в частности, седиментационно-палеогеографического развития не позволяет фиксировать в прошлом таких явлений, ожидаемых путем эмпирических построений.

## **ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Историческая геология рассматривается как раздел наук о Земле, изучающий историю, условия и закономерности развития земной коры во времени. Это крупное и активно формирующееся сейчас направление исследований, которое включает расшифровку образования и распределения рельефов прошлого, материковых и океанических площадей в разные интервалы времени (палеогеография), осадконакопления и проявления тектонических движений, которые обусловили подавляющее большинство историко-геологических режимов и событий. Наконец, в сферу интересов данной науки входит изучение органического мира прошлого, зависимость его изменений и эволюции от соответствующих физико-географических обстановок, событий. Синтезирующий характер исторической геологии проявлен, в частности, в том, что в качестве ее составных частей рассматриваются такие самостоятельные науки или направления как палеогеография, палеонтология, палеоэкология, геохронология, частично стратиграфия, палеовулканология, историческая геотектоника.

Начало истории развития данной науки может начинаться со времени оформления геологии как самостоятельного раздела естествознания (Ч. Лайель, 1830-33 и др.). Именно тогда был сформулирован один из основных принципов этой науки, получивший название униформизма, и показано, что развитие земной коры и Земли представляет собой более продолжительный процесс, чем это предусмотрено Библией. Однако наиболее плодотворное ее развитие начинается со второй половины XX ст., когда в практику геологических работ было введено широкое использование определения абсолютного возраста пород и проводились обширные работы по составлению геологических, тектонических, палеогеографических и других карт. Именно тогда начала формироваться современная геохронология, а в рассматриваемой науке могли быть введены количественные методы историко-геологического анализа.

Обилие вопросов и направлений, изучаемых исторической геологией, обусловило появление большого количества самых разнообразных проблем, требующих решения. Частично они уже были рассмотрены или будут рассматриваться в палеогеографии, литологии, геотектонике, палеонтологии, при рассмотрении вопросов периодизации истории. В данном разделе затрону лишь несколько частных вопросов и среди них периодичность историко-геологического развития, проблемы геохронологии и суть ее, а также понятие о «жизни» применительно к неживой природе.

## Историко-геологическая периодизация

Проблема периодичности является одной из основных в исторической геологии, так как именно на ней должно быть основано рассмотрение характера и условий развития земной коры во времени. Ранее уже подчеркивалось, что такое явление характерно для осадконакопления, проявления тектонических режимов и движений, палеогеографического развития. История развития органического мира также характеризуется отчетливо проявленной периодичностью, о чем свидетельствуют этапы формирования древнего, среднего и нового ее этапов (палеозой, мезозой, кайнозой), криптозоя и фанерозоя. Все это практически очевидные положения, и вопрос ставится лишь о возможности существования какой-то универсальной периодичности, объединяющей или включающей в себе все уже упомянутые ее проявления.

Понятия о периодах, периодичности и периодизации являются широко используемыми терминами, поэтому необходимо остановиться на их сути применительно к исторической геологии. Период – это интервал времени, в течение которого происходит что-то свое, которое характеризуется набором определенных особенностей и условий. В рассматриваемой науке – своя длительно сохраняющаяся схема размещения материков и океанов, формирующихся складчатых сооружений, условий осадконакопления в подвижных системах. Это своеобразные этапы развития, как отдельных регионов, так и земной коры в целом, которые имеют сложную схему деления и соподчинения. На их выделении основана периодизация геологической истории, выявление определенной схемы периодичности. Понятия эти следует отличать от таких распространенных в геологии терминов как цикличность и ритмичность.

Нужно подчеркнуть, что если периодизация седиментационного и палеогеографического развития достаточно отчетливо совпадают и могут быть привязаны к соответственным проявлениям тектогенеза, то периодичность процессов гидросферы и формирования органического мира намного сложнее и далеко не всегда четко укладываются в такую же схему развития земной коры. Историческая геология фиксирует разрастания и сокращения морских площадей, периодически проявленные их перераспределения, а также более часто повторяющиеся трансгрессии и регрессии. Еще сложнее такая периодизация проявлена в развитии органического мира, где нет четкого и строгого совпадения в формировании растительного и животного миров, существуют резко различные по продолжительности этапы явной и «скрытой» жизни, названные фанерозоем и криптозоем.

Вместе с тем, именно палеонтологические данные положены в основу универсального разделения истории земной коры на эпохи, периоды, эры, более дробные или крупные ее подразделения. Палеонтологи, знающие, как правило, лишь свою группу изучаемых организмов, не замечают такого

несоответствия, уверяя, что разногласий и несоответствий в развитии живой и неживой природы во времени нет. Они подчеркивают, что только палеонтологические методы позволяют достоверно осуществлять межрегиональную корреляцию стратиграфических подразделений. Однако разные геологи, занимающиеся региональными и историко-геологическими построениями, ставили и ставят вопрос о необходимости разработки универсальной схемы историко-геологической периодизации, в которой нынешние биостратиграфические и основанные на них геохронологические подразделения были бы лишь мерой времени. Подобно тому, как суточная жизнь человека, разделяемая на время работы, отдыха и сна, имеет свою схему деления, для которой часы, а также деление суток на день, вечер, ночь и утро, является лишь ориентиром.

Существующая схема периодизации геологической истории имеет еще один существенный недостаток, на который обычно не делают акцент: резко различная продолжительность ее периодов, эпох и веков. Естественно, что это вносит сложность в некоторые вопросы периодизации, количественные подсчеты. Седиментационно-палеогеографическая обстановка в течение разных частей существующих периодов часто существенно отличается. Чтобы понять и прочувствовать это, достаточно познакомиться с изложением такой информации в учебниках по исторической геологии, где дотошно поясняется, что в такую-то часть периода происходило одно, а в другую совершенно иное. Все это позволяет еще раз утверждать об острой необходимости решения вопроса о создании новой универсальной схемы периодизации геологической истории.

Решение проблемы существует и оно предложено мною; изложение такой схемы приведено в разделе «Ритмы в развитии ЗК». Соответствующие построения выполнены для фанерозоя и всей истории развития земной коры. В их основу положено существование различного рода структурно-геологических перестроек, резко меняющихся седиментационные, палеогеографические и другие обстановки, магматизм и все то, что составляет суть разных периодов. Они проявлены через строго определенные интервалы времени, имеют достаточно сложную соподчиненность. А уже к такой схеме должны быть привязаны особенности развития органического мира, перемещения гидросферы, формирование каких-то элементов рельефа.

Рассмотрение вопросов историко-геологической периодизации ставит еще один вопрос – как излагается курс исторической геологии в вузах. Там обычно дается очень детальное рассмотрение региональных событий тех или иных интервалов времени; такая информация занимает зачастую до 95% объема курса. Это ненормально, хотя бы потому, что она практически не может быть усвоена студентами. Да и не нужно им знать так детально – где и что было в какое-то время. Историческая геология должна излагать общие закономерности развития земной коры во времени и в пространстве – тектонических движений, магматизма, осадконакопления, палеогеографии. Мною уже сделана попытка подготовки такого учебного пособия (Соловйов, 2012; Соловьев, Тхоржевский, 2013).

## Геохронология

Геохронология определяется как учение о геологическом времени. Это внешне простое понятие и термин, не имеет, однако, сколько-нибудь четкого и однозначного понимания. В составе геохронологии может и должно обособляться направление исследований о периодизации геологической истории, частично решаемой стратиграфией, изучение геохронологических подразделениях (выделение в истории земной коры единиц или интервалов времени разного ранга), геохронометрия, или разработка методов определения возраста – относительного и абсолютного. Иногда говорят о геохронологии жизни на Земле – последовательности исторического развития различных ее форм в результате эволюции (Вронский, 1997); в таком понимании это составная часть палеонтологии. Вероятно, можно говорить о региональной геохронологии; во всяком случае, есть понятие геохронология океанов (ГС, 1973).

Поэтому рассматривая проблемы геологии и геохронологии, в частности, нужно начать с констатации факта, что такой распространенный термин не имеет однозначного понимания. Уверенно можно говорить лишь о включении данного учения в состав исторической геологии. Можно также утверждать, что существует огромное количество методов геохронологии, где кроме геологических (например, стратиграфия, или непосредственно наблюдаемая последовательность залегания слоев), существуют и те, что развиваются на границе с биологией (биостратиграфические методы), географией (палеогеографические методы). А также с физикой – выявление палеомагнетизма, использование геофизических методов корреляции при бурении, астрономических, когда мы говорим о ритмах и ритмологии, или физико-химические – при изотопном определении возраста.

Я не планирую разрабатывать учение о геологическом времени, а лишь затрону ряд вопросов, находящихся в сфере абсолютной геохронологии. Методы определения абсолютного возраста принципиально отличаются от относительного: их целью является установление конкретного возраста того или иного геологического тела или события, выраженного в единицах астрономического времени, обычно в миллионах лет. А также скорости какого-то процесса. Попытка разрабатывать их предпринималась уже с XVIII ст. В их числе были пробы определить возраст Мирового океана по количеству накопившихся в нем солей, а возраст Земли – по времени ее предполагаемого остывания (он был основан на ранее существовавших представлениях о первоначально расплавленном состоянии этого небесного тела). Делались и делаются попытки определения скорости или продолжительности осадконакопления по мощностям накопившихся отложений или изучению их ритмичности (литмология Ю.Н. Карогодина, «седиментационный метод песочных часов» Г.Д. Афанасьева, изучение флиша и др.). Среди литолого-палеогеографических методов наибольшую

известность и признание получил метод ленточных глин, или варв, предложенный в 1940 г. Де-Геером.

Наиболее важными в абсолютной геохронологии оказались изотопные методы, основанные на определении времени полураспада ядер атомов радиоактивных элементов, протекающих в земной коре с одинаковой скоростью. Эти методы, начатые разрабатываться преимущественно в XX ст., постоянно совершенствуются. Среди наиболее распространенных необходимо упомянуть свинцовый, аргоновый, стронциевый, радиоуглеродный. Уже в послевоенное время они использовались в повседневной практике, что позволило разработать на базе единой стратиграфической шкалы – еще и современную геохронологическую шкалу и периодизацию.

Мы дружно говорим о том, что новая глобальная тектоника стала революцией в современной геологии. Это действительно так. Но почти не вспоминаем или даже не замечаем, что не менее важной революцией стал изотопный, или ядерный метод определения абсолютного возраста пород. Именно он позволил геологии, используя принципы Стено, превратить ее в современную науку, позволяющую определять конкретный возраст геологических тел, скорость и продолжительность процессов, использовать их для межрегиональной и глобальной корреляции событий. Эти методы имеют много ограничений и сложностей в использовании. В частности, они пригодны для датировки магматических пород, но имеют ограниченную возможность для определения возраста метаморфических пород (обычно ими датируется время метаморфизма) и осадочных, где для определения пригодны лишь глауконитовые породы и некоторые соли.

Но проблемы геохронологии не сводятся только к установлению или уточнению сложностей определения абсолютного возраста. Если мы говорим о ней как о самостоятельном научном направлении, важном разделе исторической геологии, то отсутствует не только понимание ее структуры и сущности, но и программа развития. Ведь зачастую мы используем данные о датировке лишь для того, чтобы «украсить» наши геологические карты. И намного меньше для решения каких-то важных или даже кардинальных вопросов и проблем теоретического характера.

Что можно и даже нужно было бы предложить в этом плане. В первую очередь, уточнить возраст многих стратиграфических подразделений, что позволит унифицировать геохронологическую шкалу. Попытаться определить возраст Земли, земной коры, разработать схему их историко-геологического развития. Более детально изучить различного рода переломные события или моменты, что особенно важно для докембрия. В том числе, попробовать установить конкретную продолжительность тех событий, которые часто трактуются как «геологически мгновенные». А точнее, – определение длительности таких переломных событий обычно находится вне возможности конкретной детальной датировки. Наконец, подтверждение различных типов ритмичности, о которых речь будет идти позднее, и изучение которых имеет важное значение не только для

понимания прошлой истории, выявления каких-то закономерностей ее развития, но и прогноза некоторых из них на будущее.

### **Живая Земля и жизнь планеты**

Представления о живой Земле, жизни планеты или каких-то ее составных частей являются скорее вопросами философии, чем геологии. Тем не менее, его интересно здесь рассмотреть, допустив не строгий научный подход, а скорее вольный обзор появившихся точек зрения по этому вопросу.

Известный английский писатель Артур Конан-Дойль в одном из рассказов «Когда Земля вскрикнула» устами своего персонажа профессора Челленджера рассказывает о нашей планете как об огромном живом организме. Рассказ этот, написанный в первой четверти XX века, относится к жанру шуточной фантастики. Но автор остросюжетных произведений о Шерлоке Холмсе, а также серии научно-фантастических и исторических произведений не только шутит. Он обращает наше внимание на новый аспект отношения к Земле, предлагает воспринимать ее как живой организм. И это было сделано задолго до того, как экологи всего мира начали говорить об «оскальпированной» Земле, необходимости ее охраны, стали отыскивать в ней проявления тех черт, которые свойственны жизни.

А может быть писатель прав и фантастика – лишь способ подчеркнуть какие-то аналогии? Говоря о характере проявления некоторых тектонических движений, или колебаниях земной поверхности, мы называем их «пульсациями Земли». Или связывали пульсации с эпохами различной тектонической подвижности. Это утвердившийся в геологии термин. А пульс воспринимается врачами как один из признаков жизни. Академик и министр геологии А.В. Сидоренко (1978) уже в наше время формулировал представления о «газовом дыхании» Земли – углеводородном, углекислом, азотном. Такое сходство подчеркивается также периодическими поднятиями и опусканиями отдельных участков земной поверхности, что фиксируется наступаниями и отступаниями моря, внешне очень напоминающих дыхание. Земля не такая уж безмолвная, как это может показаться. Достаточно прислушаться к взрывам вулканических извержений или услышать рев вырывающегося из скважины природного газа. Эти звуки мало уступают тому «вскрикиванию», которое описывал А. Конан-Дойль.

Поиски таких внешних сходств можно продолжить. Наша планета может дрожать. Чтобы узнать, как это происходит, достаточно познакомиться с книгой знаменитого вулканолога Гаруна Тазиева «Когда Земля дрожит». Движения материков можно сравнивать с играющими мышцами человека. А периодически происходящие структурно-геологические перестройки очень напоминают «ломку» у наркоманов. Преобладание в какие-то интервалы времени прошлого засушливых (аридных) или влажных климатов позволило бы говорить, что Земля может температурить или потеть. Больше того, у нашей планеты есть память! Правда, это магнитная память, фиксирующая магнитные режимы прошлого,

что находит отражение в определенной намагниченности отдельных рудных минералов, по которой мы можем восстанавливать существование прямой и обратной магнитности, характер перемещения ее литосферных плит в прошлом. И родословная есть: ведь говорим же мы о «каменной летописи Земли», зафиксированной накопившимися слоями, которые содержат следы живших когда-то организмов.

Все подобные и многие другие черты сходства и аналогии можно было бы отнести к категории шуток и курьезов. Но иногда хочется задуматься, – а может быть, мы имеем дело со своеобразной формой жизни? И вообще – что такое жизнь? Наши многочисленные словари и энциклопедии определяют это понятие как самоподдержание, самовоспроизведение и саморазвитие больших и сложных систем. Более ранние определения ее как особая форма движения материи, возникающая на определенном историческом этапе ее развития или как «способ существования белковых тел» (Ф. Энгельс) трактуются сейчас либо как слишком общие, либо как частности. Попробуем со всех этих позиций проанализировать возможность называть жизнью форму существования нашей планеты.

Если опустить в трактовке жизни необходимость относить ее только к форме существования белковых тел, то понятие о самоподдержании и саморазвитии вполне относится к Земле. Она имеет определенные режимы (динамические, гравитационные, тепловые или температурные, магнитные и другие), непрерывно развивается. В частности, со временем меняется состав ее атмосферы, гидросферы и земной коры, формирующие ее процессы, появляется мощная водная оболочка (гидросфера). Земля растет за счет непрерывного поступления на ее поверхность космического вещества (метеориты, космическая пыль и др.). Как насчет самовоспроизведения, может ли она что-то рожать? В определенном смысле – да. Ее потомством можно считать родившиеся на планете своеобразные минералы, горные породы, слои земной коры. Наконец, если представить, что когда-то Земля будет разрушена какими-то природными процессами, то можно предположить, что из этого материала может образоваться новая планета или космические тела. Разве это не форма жизни?

В житейском обиходе понятие о жизни значительно более широкое, чем в науке. Например, мы можем говорить о жизни книги. Причем, путем подклеивания выпавших страниц или призывов библиотекарей – даже продлять ее жизнь. Не менее распространенным является понятие о жизни леса. Не определенного растения, являющегося составным его элементом, а единой экосистемы. Для нее можно устанавливать, когда она зародилась, наблюдать – как развивается и дает материал для рождения нового леса, а иногда (увы, довольно часто) видеть, как погибает. Такую же трактовку может иметь понятие «жизнь гор» (название известной работы В.А. Варсанюфьевой). Мы знаем, когда и как они начали формироваться, какие силы обуславливают их рост и как, в процессе природного разрушения (денудации), превращаются в равнину – когда на этом участке планеты иссякают внутренние силы, обуславливающие воздымания.

И снова к вопросу о «вскрикнувшей Земле» А. Конан-Дойля. Неужели ему первому пришла мысль оживлять планету? Возможно, что он использует сравнительно свежие для того времени научные источники. Еще в 1840 году М. Кефферштейн в работе «История геологии» развивает мысль о Земле как о живом организме. Таких трактовок было достаточно много. В частности, в 1717 году иезуитский пастор Кирхер в своем труде «Подземный мир», опубликованном уже после его смерти, предполагал в организме Земли два типа внутренних органов: гидрофиляции, играющие роль почек, в которых морская вода очищается от солей и в виде источников поступает на поверхность, и пирофиляции – органы, напоминающие желудок, в котором при высокой температуре перерабатываются и переплавляются горные породы, а отбросы, или шлаки извергаются в виде вулканических лав. Думаете, это мысли святотатца и невежественного священнослужителя? Отнюдь нет. Знаменитый немецкий астроном Иоганн Кеплер в своей книге «Гармония мира» также развивает представления о земном шаре как живом организме. Вулканы являются его дыхательными органами, а минеральные жилы представляют собой вытекавший и затвердевший гной. Именно эти положения развивали впоследствии шведский ученый Э. Сведенборг (1722) и уже упоминавшийся Кефферштейн.

Этими случаями не ограничивается смелая мысль ученых, пытавшихся оживить Землю. П. Миртином (1577) были сформулированы представления о «золотом дереве», якобы растущем из центра планеты. Его ветвями были жилы с золотом. Такие взгляды средневековых рудознатцев и алхимиков хорошо подтверждались наблюдавшейся ими формой рудных жил. Тогда же возникла идея о «семенах» металлов; Б. Палисси, в частности, считал ими кристаллы и конкреции пирита в глинах. Более поздние представления о «дереве металлов» встречаются у И.Р. Глаубера (1652), Э. Кенига (1703) и др. Поэтому легко понять древнегреческого естествоиспытателя и философа Аристотеля, жившего в IV ст. до н.э., который не только сравнивал Землю с живым организмом, но и говорил о ее развитии: о том, что она проходит стадии юности, зрелости и старости.

Даже краткий обзор подобных представлений прошлого позволяет утверждать, что многие новейшие или нынешние высказывания о живой Земле, ее жизни – не гиперболические восприятия каких-то частных сравнений, а вполне обоснованная система взглядов. И, если геологические термины о «живой тектонике» (название книги, которая рассматривает новейших движениях земной поверхности), рассказы К.Г. Стафеева о жизни вулкана или соблезнования А. Ленкова об оскальпированной земле могут трактоваться как своеобразное олицетворение, то название сборника «Жизнь Земли», который с 1961 года начал выпускать Музей землеведения МГУ, – это уже претензия на иное понимание условий жизнедеятельности, близкое к развиваемому здесь. И тогда уж вполне понятной является статья-утверждение С.П. Полякова в журнале «Трибуна»: «Земля – живой организм (про явления природы с точки зрения ученого)». Его нужно успокоить – у

него были и постоянно появляются единомышленники, самостоятельно пришедшие к таким взглядам.

Рассуждая о жизни Земли, полезно вспомнить работы известного философа Б.М. Кедрова, который в 50-х годах XX ст. обосновал положения о геологической форме движения материи. Они дополняли классические представления Ф. Энгельса о простых, физико-химических движениях, и более высокоорганизованных ее формах – биологических и социальных. Геологические процессы и явления, составлявшие основу или суть соответствующей формы движения, должны были занимать в данной иерархии промежуточное положение. Ведь те же биологические процессы и биологическая форма жизни не может развиваться в открытом космосе, на базе лишь простейших механических и химических процессов и частиц. Соответственно, продолжительность существования каждой из перечисленных форм движения будет разной; если для простейших физико-химических процессов она может определяться как вечная, то биологическая и социальная – это лишь эпизод вечной истории.

В этом смысле элементы жизнедеятельности можно фиксировать как в развитии планеты в целом, так и отдельных составных ее компонентов – жизни гор, вулканов, ландшафтов, геологических тел, и даже отдельных минералов и горных пород. Кстати, и эта мысль тоже не нова. Еще в XVI столетии итальянский математик, философ и врач Джироламо Кардано в своем трактате «О самоцветах и цветах» писал: драгоценные камни не только живут, но и страдают от болезней, впадают в старость и умирают.

Все это дает нам возможность наблюдать многогранную жизнь нашей планеты, в том числе ее составных элементов. И не будет преувеличением говорить о жизни Земли в целом. А если это так, то ее, как всякое живое существо, нужно беречь. Тем более, что она у нас одна. И неповторима, уникальна, на что мы уже обращали внимание. Экологи уже давно говорят о необходимости охраны биосферы, атмосферы, гидросферы. С недавнего времени к ним присоединились геологи, заговорившие о рациональном использовании недр, выделении геологических памятников природы, об охране геологической среды, которой мы, кстати, очень активно и не всегда грамотно пользуемся. Пора прислушаться ко всем этим призывам.

## **РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ**

Вопросы развития органического мира прошлого, проблемы эволюции и многие другие теоретически должны лежать в сфере интересов биологии. Тем не менее, именно геология, изучающая историю развития земной коры, которая владеет методами биостратиграфии и геохронологии и активно разрабатывает их, взяла на себя решение таковых. А заодно и использование такой информации для датировки и корреляции отложений, включающих палеонтологические остатки. Больше того, можно утверждать, что биология к таким вопросам проявляет странное равнодушие. И наоборот, именно палеонтологи составляют значительную часть тех, кто считает себя

геологами. Я не буду вникать в какие-то тонкости развития органического мира, тем более, что сколько-нибудь глубоко в нем не разбираюсь. Затрону только вопрос об этапах развития растительного и животного мира, а также проблему эволюции и соотношение ее с катастрофами. А вот последняя проблема имеет интерес не только для органического, но и неорганического мира, развития земной коры.

### **Этапы развития растительного и животного мира**

Считается, что жизнь на Земле существует уже не менее 3,5 млрд. лет. Возраст наиболее древних палеонтологических остатков в Африке, Северной Америке, Австралии и Украине определяется в 3,7-3 млрд. лет. Это были одноклеточные организмы (прокариоты), которые составляли две самостоятельные группы – бактерии и сине-зеленые водоросли (цианобиты). Их первые представители жили практически в бескислородной среде (его содержание составляло около 0,02 %), в мелководных бассейнах, которые иногда подогревались вулканическим теплом. Современная наука стоит на позициях зарождения жизни на нашей планете; времени и условий для этого было достаточно. Значительно меньше исследователей допускает, что она была принесена извне.

В начале позднего протерозоя (1,65 млрд. лет назад) появились эукариоты – организмы с обособленным ядром. Возрастной уровень в 1,2 млрд. лет – это время появления многоклеточных организмов, которые уже были давними «предками» наших растений и животных. Особого разнообразия органический мир докембрия достиг в венде, второй его половине, или приблизительно 630 млн. лет назад. Растения и животные этого времени были представлены уже достаточно разнообразными водорослями, а также сообществами кишечнополостных (медузы, полипы), червеобразными и другими группами. Все организмы позднего докембрия не имели твердого минерального скелета, поэтому их находки очень редки. Эта фауна получила название эдиакарской (по названию соответствующего рудника в Австралии, где она была первоначально выявлена и описана), или вендской в Европе. В целом, данный наиболее продолжительный интервал времени докембрийской геологической истории принято называть криптозоом – временем скрытой жизни.

Начало кембрийского периода, который отвечает возрастному уровню 570 млн. лет, характеризуется появлением минерального скелета у нескольких групп организмов, что позволяет более полно изучать историю их развития и точнее датировать включающие их породы и события. Интервал времени с начала кембрия называется фанерозоом, или временем явной жизни. Он разделяется на палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры. Для этого времени уже могут устанавливаться определенные закономерности в развитии органического мира, одной из которых следует считать, что этапы жизни животного и растительного мира не совпадают.

Еще одной особенностью развития биоты в целом следует считать отчетливую зависимость от определенных историко-геологических событий.

Попробуем показать это. Прежде всего, существование трех эр, или главных этапов формирования органического мира, следует считать весьма условным, не отвечающим в полной мере развитию его основных групп. Так, амфибии и рептилии появились еще в палеозое, а первые птицы и млекопитающие – в середине мезозоя. Задолго до конца палеозоя вымирают такие своеобразные группы организмов как граптолиты и трилобиты. Только табуляты (четырёхлучевые кораллы), гониатиты и плауны более или менее четко тяготеют к среднему и позднему палеозою, а белемниты и аммониты – ко второй половине мезозоя.

Еще более выразительной является несоответствие трех эр фанерозоя этапам развития растительного мира. Некоторые исследователи разделяют время его формирования на таллофит, псилофит (силур-средний девон), палеофит, мезофит и кайнофит (с конца раннего мела). Другие предлагают разделять палеозойскую эру на две самостоятельные и первую из них называть талласозоем, или метазоем: жизнь этого времени была сосредоточена преимущественно в морях (мировом океане). Только с девонского периода она в значительных масштабах выходит на земную поверхность.

Вместе с тем, очень четкой является зависимость изменений в развитии органического мира от определенных историко-геологических событий. Так, схождение Северной Америки с Евразией, следствием чего стала ликвидация древнего океана Япетус, заставили морские организмы, которые оказались в системе лагун, приспособляться к континентальным условиям жизни. Именно это было главной причиной выхода растений, а затем амфибий и рептилий на поверхность. И наоборот, начатый в начале мезозоя, а затем резко усилившийся в его середине раскол Пангеи и образование молодых океанов обусловили появление цератитов, аммонитов, белемнитов, летающих ящеров и птиц, новых групп рыб.

Очень интересной может считаться причина появления и расцвета покрытосеменных, или цветковых растений, которая не имеет пока однозначной трактовки. Это явление относится к концу раннего мела (иногда уточняют – альбскому веку) и оно точно датировано. Именно в это время, или 100 млн. лет назад, Земля подверглась активной космической бомбардировке крупными метеоритами, следствием чего стало проявление интенсивного орогенного вулканизма, который сопровождался огромными выбросами в атмосферу вулканического пепла. Вероятно, такие условия оказались неблагоприятными для папоротников и голосеменных растений, которые тогда преобладали. А покрытосеменные и хвойные относительно легко приспособились к ним. Расцвет цветковых растений обусловил появление многочисленных насекомых, а следом за ними – и птиц.

Подобная зависимость развития органического мира от природных событий существовала и в докембрии. Появление эукариот, которое относится к рубежу раннего и позднего протерозоя (1,65 млрд. лет назад),

отвечает времени крупнейшей структурно-геологической перестройки, которую Г. Штилле образно назвал «великим обновлением». Появление многоклеточных организмов 1,2 млрд. лет назад приходится на начало очень выразительного горообразования, которое названо готским в Европе и эльсонским в Северной Америке.

Более сложным и очень интересным следует считать появление эдиакарской (вендской) фауны, датированное значениями 630 млн. лет. Это было время, когда закончилась наиболее продолжительная за всю историю Земли ледниковая эра, длившаяся в интервале времени 950-640 млн. лет назад. Ее завершение сопровождалось обширным базальтовым вулканизмом, что может свидетельствовать о расколе существовавшего тогда суперматерика, называемого иногда Пангея-2. Кстати, именно тогда начал формироваться океан Япетус. Эдиакарская фауна, хотя и была достаточно высоко развитой, в отличие от фанерозойской не имела еще минерального скелета. С появлением кембрийских археоциат и моллюсков она исчезла.

Очень интересную и убедительную гипотезу относительно появления и исчезновения эдиакарской фауны сформулировал в свое время Г.П. Леонов (1985). Он считал, что эта группа организмов зародилась не в морских, а в изолированных континентальных бассейнах, куда поступала пресная вода, образовавшаяся при таянии ледников. Она не была приспособлена для проживания в соленой морской воде. Поэтому начавшиеся в середине венда расколы материковых площадей и сопровождавшие их наступания моря обусловили ее гибель. Однако приспособившиеся к таким условиям организмы, которые уже приобрели минеральный скелет (по его мнению, это было обусловлено проживанием высокоразвитых организмов уже в соленой воде!), продолжили свое развитие в условиях морских бассейнов. Поэтому, когда мы говорим о том, что современная жизнь зародилась в океанах, мы должны делать определенную поправку. В океанах и наиболее активно в прибрежных морях она развивалась впоследствии. А зародиться могла во внутриматериковых бассейнах.

Таким образом, схема развития органического мира и разработка его этапов является более сложной, чем это предполагают существующие схемы и не в полную меру еще изученной и решенной проблемой. Существующее выделение палеозойской, мезозойской и кайнозойской эры – это определенная условность, которая не столько отражает процесс ее эволюции, сколько является принятой мерой времени. Данные этапы имеют разную, резко отличающуюся продолжительность. Вместе с тем, все основные преобразования в органическом мире – это результат развития земной коры, проявления определенных историко-геологических событий.

### **Эволюция, катастрофы и революционные изменения**

Одной из кардинальных проблем палеонтологии, исторической геологии и даже естествознания в целом, которая волновала ученых разных стран уже почти на протяжении трех столетий, было отношение к эволюции

и катастрофам в развитии органического мира. В течение второй половины XIX и первой половины XX ст. эти представления были предметом острых дискуссий, в процессе которых возрастало или убывало количество сторонников того или иного направления. Поскольку целенаправленным изучением истории и закономерностей развития органического мира занималась историческая геология, именно она пыталась решить данную палеоэкологическую проблему.

Рассмотрение этих вопросов нужно начать с уточнения понятий об эволюции и катастрофах. Единого понимания терминов «эволюция» и «эволюционизм» не существует. Наиболее правильным будет трактовать эти представления или даже учение как постепенное, целенаправленное развитие органического мира путем непрерывных количественных и качественных изменений, которые не сопровождаются какими-либо скачками или резкими преобразованиями. Более или менее одинаково понимается катастрофизм, предполагающий существование резких скачков в результате каких-то катастроф или даже коренных изменений в процессе развития биоты. Он считает их непременным условием и основной движущей силой эволюции. Нужно подчеркнуть, что эти учения традиционно противопоставлялись друг другу. Такая их взаимная непримиримость определялась теми обстоятельствами, при которых они формировались.

Библейские представления эволюцию не предусматривали. «Видов столько, сколько их создал Бог», – уверенно утверждали еще в XVII ст. Находки ископаемых палеонтологических остатков, аналогов которых не было в современном органическом мире (белемниты, аммониты, трилобиты и др.), рассматривались либо как минеральные образования, своеобразная «игра природы», либо как продукт Божьего наказания. Вместе с тем, Библия предусматривала катастрофы; достаточно вспомнить Всемирный потоп или ожидание апокалипсиса. Что-то подобное было и в других религиях. Это было вполне естественным: древний человек неоднократно наблюдал природные катастрофы, а над существованием эволюции не задумывался.

Уже в середине XVI ст. в науке появляются первые осторожные идеи о возможности изменений в природе (Ф. Русус, 1566), сомнения в существовании Всемирного потопы. Вместе с тем, официальная наука того времени пытается придерживаться религиозных канонов, лишь уточняя их. Так, Г.В. Лейбниц (1646-1716) формулирует «принцип непрерывности», который предусматривает унаследованность в эволюционном изменении. Он же утверждает, что «природа не делает скачков». Эти положения впоследствии повторяют К. Линней (1751), П.С. Паласс (1766) и др. Только в 1762 г. швейцарский исследователь Ш. Бонне вводит в употребление термин «эволюция». Вместе с тем, делаются попытки уточнять какие-то каноны. Так, Ж. Бюффон (1749, 1778) составляет одну из первых схем развития природы, которая предполагает отказ от всемирных катастроф и базируется на постепенном и длительном действии природных факторов. Он объясняет рождение Земли в результате отрыва какой-то массы от Солнца. Однако жизнь существовала на ней вечно. Она появилась, по его представлениям,

38949 лет назад и должна была исчезнуть через 93291 год. Естественно, что такие его взгляды были замечены Церковью и осуждены Сорбонной, в результате чего в 1751 г. он был вынужден от них «отказаться».

Научное обоснование положений катастрофизма принадлежит Ж. Кювье (1812), который в своей работе «Рассуждения о переворотах на земной поверхности» показал возможность неоднократной гибели организмов и последующего заселения из каких-то областей, которые не были охвачены такой катастрофой. Эти представления обосновывались резкими изменениями палеонтологических остатков в стратиграфических разрезах Франции и других регионов. Его идеи подхватили многие исследователи – Ж.А. Агассиц, Л. Бух, Эли де Бомон, Д'Орбиньи и др. Среди причин возможных катастроф назывались кратковременные обширные оледенения, вулканические процессы, эпизодические тектонические движения, сопровождавшиеся резкими сокращениями морских площадей, складкообразованием и др. В отличие от Ж. Кювье, некоторые исследователи говорили о неоднократных мировых катастрофах, вследствие чего погибало все живое, а затем жизнь возрождалась или даже нарождалась вновь. Так, Эли де Бомон (1829) насчитывал в истории Земли 32 подобные катастрофы.

Вместе с тем, идеи катастрофизма не утвердились сколько-нибудь прочно. 1830-е годы считаются временем образования геологии как самостоятельной науки, что обычно связывается с именем Ч. Лайеля. Развитие Земли, по его представлениям, происходило путем местных изменений, среди причин которых назывались землетрясения и проявления вулканизма; общих мировых катастроф не было. Основным удар, который нанесла геология по библейским представлениям, заключался в том, что была обоснована длительность многих природных процессов в развитии Земли. Именно на таких позициях развивались последующие представления Ч. Дарвина – основателя теории биологической эволюции. Триумфом его исследований стала работа «Происхождение видов» (1859), которая закрепила эволюционное учение не только в палеонтологии, но и естествознании. И, несмотря на развитие положений об ускорении каких-то природных процессов (явление анастроф И. Вальтера), попытки обоснования орогенических фаз Г. Штилле (1924), которые трактовались как революции, или своеобразные катастрофы в неживой природе, идеи катастрофизма еще в первой половине XX ст. в нашей стране поддавались резкой критике.

Положение изменилось со второй половины XX ст. Детальные геологические и палеонтологические исследования позволили на определенных возрастных уровнях фиксировать кратковременную гибель или исчезновение определенных групп живых организмов, что могло рассматриваться как результат какой-то природной катастрофы. На основании этого были обоснованы представления о великих и малых вымираниях, примером первых из которых были события на рубеже палеозоя и мезозоя, а также мезозоя и кайнозоя. С другой стороны, изучение бомбардировки Земли крупными метеоритами и возможность датировать такие события, в том числе привязывать их ко времени вымираний,

позволили обосновать механизм такой возможной катастрофы. Больше того, было показано, что возможно существование своеобразного ритма такой бомбардировки, повторяющейся через 26 млн. лет (Д. Рауп и Дж. Сепкоски и др.). Это коренным образом изменило длительное научное противостояние.

Л.В. Альварес (1980), базируясь на данных обогащения иридия и осмия на границе меловых и палеогеновых пород (мезозоя и кайнозоя), сформулировал гипотезу о космической причине имевшего тогда места великого вымирания. В дальнейшем более детальное изучение этого процесса позволило обосновать универсальную причину такого фактора, возможность выявлять различного рода большие и малые вымирания; был также разработан механизм подобного воздействия.

Детальные историко-геологические и палеонтологические исследования позволили также установить, что гибель одних групп органического мира совпадает, как правило, с появлением или расцветом других. Так, гибель динозавров на рубеже мезозоя и кайнозоя совпала с резкой активизацией развития млекопитающих. С космической бомбардировкой в конце раннего мела (100 млн. лет назад) совпадает появление покрытосеменных растений, что содействовало активному развитию насекомых и птиц. Предпоследняя активная космическая бомбардировка, имевшая место 40 млн. лет назад, могла содействовать появлению полуобезьян (лемуров), а последняя, происходившая 10-15 млн. лет назад – человекообразных обезьян и затем человека.

Исходя из существующих сейчас представлений, эволюция должна трактоваться как своеобразная реакция живой природы на катастрофы. Так как в результате гибели определенных групп органического мира появляются или даже расцветают новые, можно утверждать, что катастрофы ускоряют ход эволюционного развития. Это позволило не только успешно завершить долгий научный спор, но и показать правоту обеих точек зрения. С той только поправкой, что они должны не просто исключать противоположное мнение, а увязываться друг с другом. Кстати, близкую точку зрения еще в первой половине XX ст. развивал харьковский исследователь, профессор Д.Н. Соболев, который считал катастрофы непременной составной частью эволюционного процесса. Сейчас нужно только внедрять эти представления в построения развивающих их специалистов.

## **ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

Понятие о полезных ископаемых является достаточно простым и понятным, но, в то же время, очень сложным. Это природное вещественно-минеральное образование в земной коре, которое после извлечения может быть использовано в каком-либо производстве или для непосредственного употребления. Полезным ископаемым такие минеральные соединения могут становиться лишь в том случае, если они образуют достаточные по масштабам скопления, которые принято называть месторождениями. Непременными условиями месторождения, кроме достаточных запасов,

должно быть определенное качество и содержание полезного компонента в руде, а также условия разработки, которые могут быть признаны технически возможными и экономически оправданными.

Само формирование геологии как науки и, в определенном отношении, теоретической части одного из направлений горного дела развивалось как система знаний о форме залегания в недрах полезных ископаемых, что обеспечивало выяснение условий их образования, поиски, оценку и разработку. В настоящее время учение о полезных ископаемых стало самостоятельным крупным направлением геологии, которое включает такие разделы или самостоятельные науки как геология нефти и газа, геология горючих полезных ископаемых, геология рудных и нерудных полезных ископаемых. Можно смело утверждать, что активное или даже бурное развитие геологии в нашей стране в середине XX ст. было обусловлено тем, что она пыталась прямо или косвенно расшифровывать размещение, рождение и масштабы полезных ископаемых.

### **Структура учения о полезных ископаемых**

Схема изучения полезных ископаемых, составляющая суть этого учения, ясна и хорошо разработана. Напомню основные ее положения. Их деление или классифицирование производится обычно либо по генетическим признакам (магматические, метаморфические и осадочные), либо по условиям промыслового использования, которые включают металлические, неметаллические, горючие полезные ископаемые, а также подземные воды, газы и грязи. Такое группирование никаких принципиальных разногласий не имеет. Их подготовка к освоению включает такие операции как поиски, разведка, подсчет запасов; иногда этому предшествует прогнозирование соответствующих продуктивных скоплений. Подсчеты запасов и градация таких операций также унифицирована и определяется специальными инструкциями. В процессе разработки месторождений возможна также промысловая разведка и доразведка, наращивание запасов.

Сложности возникают в процессе разделения такого учения. Структура учения о полезных ископаемых очень сложна и пока не имеет общепринятого единого понимания. Это не общая наука, а скорее набор иногда совершенно разнородных учений о рудных, нерудных и горючих полезных ископаемых, геологии нефти и газа, лечебных минеральных водах, других направлений изучения чего-то. Причем, зачастую они носят не характер науки, а представляют собой констатацию сведений об условиях размещения, формах, масштабах и возможного происхождения.

Вероятно, нужно было бы обосновать существование еще одной большой науки, которая изучала бы все полезные ископаемые. И если у нас существует динамическая, историческая, инженерная и экологическая геология, то вполне обоснованным было бы существование геологии полезных ископаемых (не учения, а научного направления). Она могла бы включать геологию горючих полезных ископаемых, которая разделялась бы

на уже существующую геология нефти и газа и геологию твердых горючих (каустобиолитов), для которой можно было бы найти свое название. А также наука о жидких полезных ископаемых, которая частично входит в сферу интересов гидрогеологии.

А вот деление нерудных и рудных полезных, с точки зрения отнесения к изучающей их науке, нужно производить по другому принципу. Существенные отличия с точки зрения структурных особенностей и поисков имеют те из них, что формируются в осадочных отложениях, одновременно с процессом седиментогенеза, и те, что обусловлены магматизмом и гидротермальным процессом. Соответственно метаморфогенная группа месторождений должна составить предмет изучения третьей части такой геологии полезных ископаемых. Естественно, что такая непривычная, сложная и очень громоздкая схема деления вызовет противодействие; и я даже не настаиваю на ее принятии. Однако изучить такую возможность специалисты в этой области могли бы.

## Металлогения

Единственным направлением научного типа или профиля, изучающего полезные ископаемые, можно считать металлогению – науку, расшифровывающую закономерности размещения месторождений полезных ископаемых в пространстве, образование их во времени. Среди основных ее проблем и направлений исследования – существование рудоносных эпох и рудоносных формаций, парагенезис определенных полезных ископаемых и площадное их размещение, эволюция рудообразования во времени.

В качестве обобщающей науки металлогения оформилась с начала XX ст.; предполагалось, что она изучает условия образования, размещения и приемлемую для разработки концентрацию тех или иных используемых природных соединений. Дословно металлогения переводится как наука о рождении металлов, но часто она понимается более широко, – включает изучение и нерудных полезных ископаемых (например, когда говорят об агрохимических и других рудах, заменяя ее иногда названием минералогения).

Термин «металлогения» введен Делоне (1892), который первоначально определял ее как изучение законов, управляющих распределением ассоциаций и разделением элементов в доступной нам части земной коры; в такой трактовке она близка к тем вопросам, которые изучает геохимия. Позднее он подчеркивал важность, и даже необходимость изучения связей минеральных месторождений с региональной геологией и особенно геотектоникой (Делоне, 1906) и даже пытался обосновать необходимость оформления «тектонической металлогении». Вместе с тем, и в самых последних трактовках металлогении Делоне (1913), включая в ее понимание все аспекты и проблемы учения о рудных месторождениях, пытался нагрузить ее и решением сугубо геохимических вопросов. Позднее другие исследователи, использовавшие термин металлогения, часто включали в нее различные другие толкования.

Бурное развитие металлогении в нашей стране начато в послевоенные годы. Специалисты в области рудных месторождений начали активно трансформировать и развивать свои представления в рамках этой науки. Обособилось несколько металлогенических школ – ленинградская во ВСЕГЕИ (Ю.А. Билибин и др.), московская (В.И. Смирнов и др.); свои направления этой науки развивались в Казахстане, Киеве, Новосибирске. За период 1958-76 годов проведено восемь Всесоюзных металлогенических совещаний. Такая тематика стала обсуждаться на Международных геологических конгрессах. Появилось обилие публикаций, в том числе различного рода инструкций по составлению металлогенических карт.

Металлогенический бум неожиданно прекратился с 1980-х годов. Вероятно, это было связано с необходимостью переориентировать геологию не на прогнозирование и поиски полезных ископаемых, а освоение уже открытых. Одна из причин сокращения исследований по металлогении связана с утверждением положений новой глобальной тектоники. На ее изучение были брошены большие силы. Была даже сделана попытка обосновать положения «мобилистской металлогении» (А. Ковалев), но такие исследования не внесли новую струю в эту относительно молодую науку.

Структура металлогении очень сложна и значительная часть основных ее разделов так или иначе привязана к тектоническим структурам. Наряду с общей, специальной, региональной (металлогения рудных районов) и генетической (металлогения экзогенная и эндогенная), активную разработку получили металлогения платформ и складчатых областей, зон разнородной активизации, сводово-глыбовых областей и др. В качестве самостоятельного ее направления можно назвать наметившуюся металлогению морского дна, которая пыталась изучать в акваториях продолжение материковых зон и поясов, а также наличие там своеобразных россыпных месторождений. Наконец, еще одним ее направлением можно считать металлогению океанов, в круг интересов которой входило изучение океанических конкреций, поступление в зонах океанских рифтов рудоносных растворов. Возможно, что этим должна была заниматься так и не состоявшаяся мобилистская металлогения.

Вместе с тем, нынешнюю потерю интереса к металлогении нельзя признать обоснованной и целесообразной. Ее потенциальные возможности не исчерпаны; осталось большое количество вопросов и проблем, которые не обобщены и не систематизированы. Хотелось бы обратить внимание на такой момент: при обилии публикаций по частным вопросам и направлениям металлогении, единых обобщений, которые включали бы все ее стороны и возможности – нет. Иногда вскользь упоминается, что металлогения должна решать и вопросы рождения и размещения в пространстве и во времени не только рудных, но и нерудных скоплений. И даже предложено для нее название – минерагения. Но такие разработки минерагенического характера практически отсутствуют. В частности, по осадочным месторождениям. А ведь они были бы очень продуктивны по изучению фосфоритов, каустобиолитов, битуминозных сланцев.

Иными словами, у нас отсутствуют обобщающие сводки о рождении и размещении таких понятных и востребованных полезных ископаемых как различного рода соли, фосфориты, каолины, бокситы и многие другие. Естественно, что такая разновидность металлогении будет намного ближе к литологии, палеогеографии, исторической геологии и другим геологическим наукам, чем к геохимии, структурной геологии и минералогии. В последнее время появляется интерес к техногенным, вторичным полезным ископаемым, которые рождаются уже на наших глазах. Такие исследования не обязательно включать в состав какой-то гипотетичной будущей металлогении, но их изучение и не следует отрывать от классического ее направления.

## Геология нефти и газа

Данное направление исследований может рассматриваться как одно из наиболее важных в учении о полезных ископаемых. Только в Украине действует несколько научно-исследовательских и проектных институтов такого профиля, решающих вопросы не только поисков, разведки и разработки такого сырья, но и его переработку, транспортировку, хранение. Круг вопросов деятельности этого научно-производственного направления ясен; подчеркну только, что он не может решаться без участия геологии.

В числе важнейших научных проблем данного направления следует считать решение вопросов происхождения углеводородов. Ее актуальность обусловлена тем, что те или иные решения в этой области могут позволить изменить характер поисково-разведочных работ. Или даже направить их по совершенно новому курсу. В качестве не очень убедительного примера можно привести когда-то активно изучавшуюся попытку использовать бедные или глубоко залегающие угольные пласты для получения пригодного для использования СО. Или продолжающиеся исследования по освоению шахтных газов.

Нефть и углеводородные газы являются генетически родственными образованиями, сформировавшимися из общего исходного материала или из единых глубинных зон Земли. Знания об их происхождении имеют не только теоретическое, но и прикладное значение, поскольку в ряде случаев определяют направления поисково-разведочных работ. Различные гипотезы были предложены более сотни лет назад; сейчас общее количество их достигает нескольких десятков. Основным предметом таких споров являются представления об органическом или неорганическом происхождении УВ.

Одну из первых гипотез органического происхождения углеводородов (нефти) высказал еще М.В. Ломоносов, предполагавший их образование за счет подземной перегонки угля и торфа. Позднее более предпочтительными стали взгляды о формировании их за счет преобразования асфальтово-смолистых (битумных) природных компонентов. Трансформация данного вещества осуществляется в условиях высоких температур и давлений глубинных зон Земли, а также в результате деятельности бактерий, катагенетических процессов. Среди ученых, активно развивавших такие

представления, нужно назвать К. Энглера, И.М. Губкина, В.И. Вернадского, А.Д. Архангельского, А.А. Бакирова, Н.Б. Вассоевича, А. Леворсена, В. Линка, Б. Тиссо, А.А. Трофимука, И.В. Высоцкого и др.

В группе этих гипотез важное место занимали представления о миграции органического вещества – образовалось ли оно в данных породах или претерпело значительные перемещения; так появились понятия о нефтематеринских отложениях. Обсуждался также вопрос о том, мигрировали ли углеводороды самостоятельно или вместе с водой. В каждой из развиваемых гипотез приводились свои аргументы, но существовали и уязвимые места.

Первая научная гипотеза неорганического происхождения нефти и газа была сформулирована Д.И. Менделеевым (1877); она получила название карбидной, так как предполагала образование углеводородов за счет реакции подземных вод с углеродом, имеющимся в карбидах металлов. Появились также представления о поступлении углеводородов из вулканических эманаций, первичном космическом образовании углеводородов и ряд других. Всю эту группу взглядов развивали А. Гумбольдт, М. Бертелло и др. Интересно, что глубинные неорганические гипотезы развиваются преимущественно отечественными геологами (П.А. Кудрявцев, 1951; П.Н. Кропоткин, 1955; В.Б. Порфирьев, 1961; В.А. Краюшкин, Г.Н. Доленко, А.И. Кравцов и др.).

Основными аргументами в пользу неорганического происхождения нефти и газа считаются: 1) существование некоторого количества залежей углеводородов и значительного количества нефтегазопроявлений в кристаллических породах фундамента; 2) часто наблюдаемая связь или пространственная приуроченность месторождений к зонам глубинных разломов; 3) экспериментальные лабораторные исследования, в ходе которых в условиях высоких температур и давлений синтезированы нефтеподобные углеводороды и углеводородные газы из неорганических соединений. Вместе с тем, углеводороды, полученные таким путем, не обладают рядом свойств, присущих природным нефтям; они не содержат биомаркеров, не обладают оптической активностью и др. Критике концепции неорганического происхождения нефти и газа посвящена обширная литература; при этом сторонники органической теории не отрицают возможности синтеза некоторых углеводородов или какой-то ее части в природе неорганическим путем.

Генезис углеводородов предполагает развитие осадочно-миграционной теории происхождения нефти и газа, которая трактуется как современный вариант органической концепции. Основными аргументами в ее пользу являются: 1) приуроченность подавляющей части объема промышленных скоплений углеводородов к осадочным образованиям (99,9%); 2) приуроченность наибольших ресурсов УВ к отложениям периодов и эпох, характеризующихся максимальным расцветом жизни – мел, карбон и др.; 3) содержание в нефти биомаркеров, или микрофоссилий, то есть сложных органических соединений, характерных для живого вещества, но не

образующихся при неорганическом синтезе УВ (фитан, пристан, стераны, порфирины); 4) оптическая активность нефти, связанная с наличием асимметричных молекул биогенного происхождения; 5) близкое сходство изотопного состава основных элементов нефти изотопному составу битумной части рассеянного в породах органического вещества и их отличие от изотопного состава неорганических компонентов.

Важнейшим положением теории осадочно-миграционного происхождения нефти и газа является понятие о нефтегазоматеринских (нефтегазогенерирующих) отложениях – свитах, комплексах, толщах. Таким термином называются осадочные образования различного литологического состава (глинистые, карбонатно-глинистые, кремнисто-глинистые) пелитовой структуры, накапливающиеся в субаквальной среде с анаэробной геохимической обстановкой и условиями относительно устойчивого погружения участка земной коры, содержащие в повышенных концентрациях захороненное органическое вещество (0,5-5% и более), способное генерировать и отдавать в коллекторы жидкие и газообразные углеводороды.

Факторами преобразования захороненного органического вещества (ОВ) являются деятельность бактерий (в зоне диагенеза), возрастающая с погружением пластовая температура, каталитическая активность глинистых минералов, гидрогенизация ОВ. Гумусовое органическое вещество на всех стадиях постседиментационного преобразования (диагенез, протокатагенез, мезокатагенез, апокатагенез) генерирует в основном газообразные углеводороды. Сапропелевое ОВ на стадии диагенеза генерирует в основном газообразные углеводороды, а на стадии мезокатагенеза – жидкие (нефть).

Рассматривая условия происхождения нефти и газа, необходимо учитывать следующее. Это достаточно сложная смесь углеводородов, позволяющая утверждать, что одинаковой нефти нет. Вместе с тем, состав их сходен – они состоят из 82-87% углерода и 11-15% водорода. Образования эти распространены в широком стратиграфическом диапазоне, практически в отложениях любого возраста. Подавляющая часть органического вещества и углеводородов встречается в осадочной оболочке Земли; некоторое количество соединений углерода и водорода продуцируется организмами уже в настоящее время. В нефти обнаружено множество остатков животных и растительных организмов, спор, водорослей, грибов и др.

Нужно подчеркнуть, что даже в условиях преобладающих представлений об органическом генезисе данных углеводородов, исключать какое-то количество их с неорганическим происхождением не следует. В пользу этого свидетельствуют их находки в кристаллических породах фундамента. Нефтегазообразование представляет собой сложный непрекращающийся природный процесс в геологической истории стратисферы, расшифровка которого продолжается. В число вопросов таких исследований нужно включить и попытку решать вопросы о генерации УВ во времени. Речь идет не об изучении стратиграфического распределения таких залежей, а необходимости попытаться связать эту проблему с развитием

тектогенеза во времени, меняющейся его активностью, эпизодичным проявлением.

### **Вода как полезное ископаемое**

Недавно на одном из официальных международных сборов В.В. Путин сформулировал такое положение: вскоре вода станет самым ценным полезным ископаемым, и Россия в достаточно большом количестве обладает им. Нельзя сказать, что это новая мысль; но то, что она формулируется на таком высоком уровне – это серьезный показатель и предупреждение. Вот несколько официальных сообщений, дополняющих важность проблемы. Более трети мирового населения серьезно страдает от недостатка воды и антисанитарных условий. 40% мирового населения не имеют водопровода и берут воду из колодцев, рек, прудов, луж. Каждый год миллионы людей умирают из-за антисанитарных условий и загрязненной воды. Особенно остро эта проблема стоит в Африке, ряде стран Азии. На дальнейшее какого-то конструктивного и продуктивного решения ее не видно.

Несколько цифр. Наша гидросфера на 97,5% состоит из соленой воды. 99% пресной воды заключено в ледниках, айсбергах и под землей; лишь 1% пресной воды доступен приблизительно 7 млрд. людей и другим представителям биосферы. В компетенции геологии находятся лишь подземные воды, которые изучает гидрогеология. Вместе с тем, с работой поверхностных вод соприкасается физическая география, палеогеография, инженерная, мелиоративная, динамическая и экологическая геология.

Подземные воды не только являются одной из альтернатив решения проблемы водообеспечения, а недра не только местом их хранения, но также очистки. Термальные подземные воды представляют собой одно из наиболее перспективных направлений теплоэнергетики будущего. В этом отношении возможности нынешней гидрогеологии резко отстают от тех задач, решение которых требует подземная гидросфера. Попытки выявлять факторы и условия загрязнения подземных вод, изучать условия и количества рационального по современным меркам их отбора явно недостаточно. Нужно не только разделять используемые подземные воды на питьевые, технические, минеральные и какие-то другие, но и ставить вопрос об особо бережном использовании определенных разновидностей питьевых. Например, еще совсем недавно глубокие артезианские воды использовались в отдельных районах Харькова для стандартного водоснабжения, которое включало и промывку ими унитазов.

В связи с рассмотрением подземных вод как полезного ископаемого, определенное значение имеет проблема происхождения подземной гидросферы, причины засоленности глубоко залегающих ее горизонтов. Она сложна, о чем свидетельствует большое количество их генетических видов. Среди них различают инфильтрационные (инфильтрационные), формирующиеся путем просачивания атмосферных осадков, и конденсационные. Особую группу составляют седиментогенные

(седиментационные) ПВ, сохранившиеся в порах осадка, превратившегося затем в горную породу. Литогенные (катагенные) воды образуются в результате выделения связанной (цеолитной, кристаллизационной) воды, которая высвобождается при дегидратации. Наконец, метаморфогенные (высвобождение свободной гидроксильной воды в зоне метаморфизма) и магматогенные (ювенильные) воды. Понимание генезиса ПВ имеет значение для использования их как полезного ископаемого, проблемы охраны недр.

В заключение очень краткого изложения о важности поверхностных и подземных вод для человека, которые являются важнейшим и не всегда бережно используемым полезным ископаемым, затрону такие основные моменты. Недра являются уникальным природным фильтром, очищающим и сохраняющим поступившие туда поверхностные воды. Возможности такого фильтра ограничены и должны быть хорошо известны. Уничтоженный или загрязненный водоносный горизонт (загрязнение с поверхности или солеными водами глубоких горизонтов), как правило, не поддается восстановлению. Подземные воды – это одно из немногих, может быть, единственное восстанавливаемое или восполнимое полезное ископаемое. В числе основных современных задач гидрогеологии нужно назвать создание новых искусственных водоносных горизонтов путем закачки в недра поверхностных пресных вод. А не только использовать недра для сброса в них жидких промышленных отходов.

### **Мировые минеральные ресурсы**

Изучение полезных ископаемых включает не только поиски, разведку и рациональную разработку месторождений, но и общую оценку минеральных ресурсов: как для определенных площадей, так и в мировом масштабе. Такие исследования необходимы для выбора альтернативного сырья, в случае исчерпания какого-то его вида, возможной его замены, а также разработки общей стратегии данного направления природопользования. Тенденцией нынешней геологии и горного дела является переход от использования наиболее богатых по содержанию руд и разработки залегающих близко от поверхности полезных ископаемых к более бедным, а также сложным условиям их эксплуатации. Принципиально новым явлением последних десятилетий становится активное использование месторождений на шельфе и планирование разработки месторождений в глубинах океанов. Затронем лишь главную часть таких вопросов.

Минеральными ресурсами называют какое-то количество полезных ископаемых в недрах района, страны, континента или мира в целом, устанавливаемое на базе общих геологических представлений о строении тех или иных площадей и определенных расчетов. В отличие от запасов какого-то месторождения их подсчеты базируются на общих соображениях и аналогиях, предположениях, что здесь будут те же условия и количества, что выявлены на уже разведанных площадях. Понятия о ресурсах используются как для характеристики возобновляемых запасов подземных и

поверхностных вод, так и для минерального сырья. Важная роль такого направления исследований позволяет в последнее время называть его ресурсологией, выделять ее в самостоятельное научное направление (А.Н. Истомин и др.). Попробую кратко охарактеризовать лишь несколько наиболее важных видов мирового минерального сырья.

Топливные ресурсы сосредоточены в угольных (их количество около 3600) и нефтегазоносных (более 600) бассейнах. Эти полезные ископаемые связаны с осадочным чехлом земной коры и размещаются обычно в краевых прогибах, молодых платформах, отдельных зонах материковых рифтов. Угольные ресурсы определяются сейчас цифрой в 14810 млрд. т, из которых 60% приходится на каменный уголь, а остальная часть – на бурый. Разведанные запасы этого сырья составляют лишь 8%. Значительная их часть сосредоточена в 10 крупнейших бассейнах, из которых 6 находится в России. К этой же десятке относится и Донецкий бассейн. Добывают уголь в 60 странах мира, но наибольшее количество – в Китае, США, России, Польше, Германии, Австралии. Используют его не только как топливо, но и в металлургии, химической промышленности. Этим топливом и сырьем, если сохранятся нынешние темпы добычи, человечество может быть обеспечено на несколько столетий.

Главные нефтегазовые ресурсы сосредоточены в Азии, Северной Америке, Африке. Важнейшую роль среди них играют месторождения-гиганты, которых в мире насчитывается около 20; однако они содержат более 70% всех мировых запасов. Среди главных нефтегазоносных бассейнов нужно назвать Западно-Сибирский, Волго-Уральский (Россия), Калифорнийский, Техасский, Иллинойский, Аляскинский, Примексиканский (США), бассейны Персидского залива (они включают 2/3 разведанных мировых запасов нефти), Североморский (Норвегия, Великобритания), Сахарский, Гвинейского залива, Оринокский и Маракайбский (Венесуэла). Наибольшие запасы нефти имеют Саудовская Аравия (35,2 млрд. т), Ирак, Кувейт, Иран, ОАЭ (по 12-13 млрд. т), Венесуэла, страны СНГ, Мексика, США (3,1 млрд. т), Ливия. Главные запасы природного газа сосредоточены в России (24,1 трлн. куб. м), Иране (21), Катаре (6,7), Саудовской Аравии (5,2), США (5), Венесуэле, ОАЭ, Ираке, Либерии, Мексике (2 трлн. куб. м).

Железные руды являются основой металлургии, поэтому их добыча имеет давнюю историю. Железо относится к числу наиболее распространенных элементов земной коры, который образует многочисленные месторождения разных генетических типов. Их наибольшие скопления связаны с кристаллическими породами в фундаменте платформ. Среди стран, богатых на железную руду, нужно назвать Россию (КМА, Урал, Западный Саян), Украину, Китай, Индию, Бразилию, ЮАР, Алжир, Ливию, Мавританию, Либерию, США, Канаду, Австралию, Францию, Швецию. Общегеологические мировые запасы железной руды составляют 400 млрд. т, разведанные запасы – 150 млрд. т.

Цветная металлургия использует для получения соответствующего металла медные, оловянные, алюминиевые и другие руды, запасы и

геологические закономерности распространения которых разнообразны, иногда достаточно сложны. Главными странами, где добывают руду и экспортируют медь, являются Чили, Заир, Замбия, Перу, Филиппины, Россия, а главными импортерами – США, Германия, Франция, Италия, Великобритания. «Оловянный пояс», или место размещения месторождений руд олова, тяготеет к Тихоокеанскому побережью и охватывает такие страны, как Россия, Корея, Китай, Лаос, Вьетнам, Таиланд, Малайзия, Индонезия. Крупные месторождения оловянных руд имеются также в Австралии, Боливии, Нигерии. Главной особенностью медных и оловянных руд является низкое содержание в них металла (чаще всего 0,5-1%). Более 70% всей добычи бокситов, являющихся главной рудой алюминия, приходится на Австралию, Гвинею и Ямайку. Значительные по запасам месторождения имеются в таких странах, как Франция, Италия, Греция, Венгрия, Гана, Камерун, Гаити, Суринам, Россия, Китай. Следует заметить, что алюминий можно извлекать и из многих других пород, в том числе, бокситов, некоторых силикатных пород, поэтому обеспеченность этими ресурсами может считаться вполне удовлетворительной.

Среди других видов минерального сырья, потребность в котором будет возрастать в будущем, нужно назвать калийные соли, а также фосфориты и апатиты. Их главный потребитель – агрохимический сектор хозяйства, поэтому такое же название имеет и данное минеральное сырье. Значительные запасы калийных солей имеет Россия (Березняки, Соликамск в Предуралье), апатитов и фосфоритов – США, Россия, Вьетнам, ЮАР, Алжир, Тунис, Марокко, Того, Египет, Иордания. Главной проблемой этого сырья следует считать не только сравнительно ограниченные по запасам скопления, но и сложные условия разработки, что можно наблюдать на примере хибинских апатитов и предуральских калийных солей.

Следует подчеркнуть не только неравномерное площадное размещение минерального сырья, но и специализацию определенных регионов и структур на те или иные полезные ископаемые. Так, можно говорить о металлогеническом своеобразии Тихоокеанского подвижного пояса, отдельных материков. К числу минеральных ресурсов и полезных ископаемых относят также алмазы и золото, 96 и 76% которых добывают в Африке. Роль этого материка велика и в добыче других полезных ископаемых; отсюда поступает 68% кобальтовых руд, 67% хромитов, 57% марганцевых руд, 35% урановых, 31% фосфоритов, 24% медных руд. Еще одним примером такой неравномерности могут быть некоторые полезные ископаемые Украины, в пределах которой сосредоточены большие запасы железных и марганцевых руд, каменной соли, серы, графита, каолинов.

Приведенная информация показывает большое поле деятельности для наук и учений о полезных ископаемых. Когда-то подобные сводки составлялись по отдельным их видам и были доступны широкому кругу специалистов. Сейчас такие исследования резко сократились. А упрощенной информации на эту тему, которая попадает в учебные курсы по

экономической географии, явно недостаточно для продуктивного развития данного направления учения о полезных ископаемых.

Говоря о будущих потребностях человечества, особое внимание необходимо уделить минеральным ресурсам океанов. Сегодня шельфовые зоны включают почти треть мировых запасов нефти и газа. Общие запасы нефти оцениваются здесь в 120-150 млрд. т, количество нефтегазоносных бассейнов составляет 30. Это сырье составляет 90% современной добычи акваторий. Вместе с тем, здесь добывают 90% брома, 60% магния, 60% циркониевых и 25% ториевых минералов, треть мировой добычи каменной соли. Запасы фосфоритов в океане достигают примерно 90 млрд. т, а железомарганцевых конкреций – около 2-3 трлн. т. Особо перспективными считаются последние, поскольку они образуют почти сплошной слой на поверхности дна океана, на глубине более 4 км. Эти конкреции включают до 36% марганца, а также железо, медь, никель, кобальт, титан, молибден и другие компоненты (всего более 20). В США, Японии, Германии уже разработаны технические способы их добычи. Главной проблемой являются сейчас лишь экономические показатели, а также негативные экологические последствия, к которым может привести такой способ разработки месторождений океанических площадей.

Таким образом, человечество может считать себя обеспеченным главными видами минерального сырья для дальнейшего развития. Исключением являются только нефть и газ, прогнозные ресурсы и запасы которых ограничены, а темпы добычи непрерывно возрастают. Это требует переориентации соответствующих отраслей промышленности и энергетики на другие источники, в числе которых непопулярная сейчас отрасль атомных станций и пока еще слабо изученное тепло глубинных зон недр. Дальнейшего изучения требует возможность наращивания запасов агрохимического сырья и новых методов разработки их месторождений. Наконец, среди главных дальнейших проблем этого направления следует считать изучение минеральных ресурсов океанов и пути их освоения. Естественно, что такая ситуация представляет широкие возможности для соответствующих геологических исследований.

### **Рациональное использование минерального сырья**

Сравнительно благополучное положение с большинством видов ресурсов минерального сырья, определенные перспективы океанов и большое количество уже открытых месторождений, что можно устанавливать на примере Украины, не снимает вопроса о бережном, рациональном его использовании. Это составная часть более общей проблемы охраны недр и окружающей среды, рассматриваемой, в частности, экологической геологией. Она включает такие вопросы, как максимальное, с точки зрения технических возможностей и экономических показателей, извлечение сырья из недр, полноту получения интересующих компонентов из руды, комплексное использование имеющихся нужных составных частей

разрабатываемого месторождения и ряд других. В том числе, минимальный ущерб загрязнения при разработке месторождения. Попробую затронуть ту часть из них, которая находится в сфере интересов и возможностей геологии. Удобнее рассмотреть эти вопросы преимущественно на материалах Украины.

В мировой практике в общем балансе используемого промышленностью природного сырья доля минеральных ресурсов составляет 75%. Это позволяет утверждать, что благосостояние всех стран в существенной мере зависит от разнообразия и богатства недр полезными ископаемыми, степени развитости минерально-сырьевого комплекса (МСК). Украина относится к числу государств с очень мощным и развитым МСК. Добыча и потребление такой продукции, учитывая площадь и численность населения, у нас на порядок выше мировых показателей. На площади страны добывалось 30% марганцевой руды, 13% железной руды, 6% каменного угля. С добычей, переработкой и использованием минеральных ресурсов прямо или косвенно связано 48% промышленного потенциала Украины; для развитых индустриальных стран этот показатель составляет около 30%.

Однако в использовании ее МСК имеется ряд негативных последствий. Горнопромышленное производство характеризуется огромными масштабами переработки горной массы, что приводит ко многим негативным последствиям. К настоящему времени в Украине накопилось более 13 млрд. куб. м отходов добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых. Ими занято более 180 тыс. га продуктивных земель. Кроме явных негативных экологических последствий, такое положение затрагивает существенные экономические и природоохранные аспекты. Это делает очень острой проблему вторичного минерального сырья, создания и использования техногенных месторождений. К числу последних могут быть отнесены всевозможные горные отвалы, хвостохранилища, шахтные терриконы, те или иные формы складирования и захоронения отходов промышленных предприятий, материал которых может быть использован в будущем.

В Украине потребление вторичных минеральных ресурсов составляет 11-12%, что намного ниже показателей других стран. Объем отходов МСК у нас в 3 раза больше, чем в странах Европы и в 6 раз больше, чем в США. Около 40% массы таких накоплений у нас могут быть рентабельно переработаны с целью получения ценных продуктов для различных отраслей хозяйственной деятельности. Смешанная неупорядоченная выемка и складирование различных видов попутных продуктов и отходов приводит к полной или частичной их потере как сырья. Таким примером могут быть сильно разубоженные окисленные железистые кварциты. Или керамзитовое сырье, попутно извлекаемое при разработке марганцевых руд. Оставшаяся часть отходов горнорудного производства при необходимости может быть использована непосредственно как инертный материал при строительстве дорог, дамб, при планировании территорий, для закладки пространств горных выработок.

Направления освоения подобного вторичного минерального сырья могут быть самыми разнообразными. Призывы к безотходным технологиям

не всегда являются оправданными. В отвалах и шламохранилищах зачастую содержатся забалансовые руды профилирующего полезного ископаемого, использование которых возможно в будущем. Например, отходы добычи олова в Юго-Восточной Азии тщательно складировуются и сохраняются; их нынешняя стоимость возросла, оцениваются они очень высоко. И, наоборот, при освоении Орловского месторождения в Забайкалье отходы обогатительной фабрики с очень высоким содержанием тантала первое время шли на производство низкосортного бутылочного стекла.

Острой и актуальной является проблема комплексного извлечения минерального сырья при разработке месторождений. Уже многократно ставится вопрос о попутной добыче гелия из месторождений углеводородов, возможности комплексного использования открытых в нашем регионе огромных запасов бишофита для создания в Украине собственного производства магниевых продуктов. Совершенно справедливо поднимается вопрос о создании на отработанных полях Никопольского марганцеворудного бассейна мест для сохранения извлекаемого попутно керамзитового сырья, повышенный интерес к которому может возникнуть в будущем. Примером положительного решения пока может быть комплексное использование сивашской рапы не только для производства соды, но и извлечения из нее других компонентов.

В связи с рациональным использованием минерального сырья появляется в определенном отношении новое понятие об искусственном месторождении. Этот термин и понятие нужно трактовать как целенаправленную деятельность по складированию отходов горного производства, а также управление природными процессами по созданию нужных для человека скоплений. Примером первого случая может быть сохранение пока не используемых щелочных пород при разработке апатитов на Кольском полуострове или бедных железных и марганцевых руд на месторождениях Украины. В ряде случаев производится искусственное воздействие на гидродинамическую обстановку в береговой зоне моря или реки с целью формирования россыпи, а также скопления возможного строительного материала. В гидрогеологии иногда производится закачка поверхностных вод в недра для создания нового или пополнения исчерпавшего свои возможности водоносного горизонта, своеобразного созданного человеком нового месторождения подземных вод или восстановление отработанного.

Рациональное использование минерального сырья включает решение многих других вопросов. В число задач дальнейшего освоения вторичного минерального сырья необходимо включить положения о побуждении горных предприятий к отдельному складированию породных отвалов и забалансовых руд. Важным является стимулирование комплексного извлечения минерального сырья с учетом попутных полезных ископаемых. Должна осуществляться геологическая оценка техногенных месторождений. Причем, для их дальнейшего использования необходима разработка новых способов отработки и обогащения. Целесообразен запрет или резкое

ужесточение требований на выдачу лицензий для разработки новых месторождений при наличии аналогичного минерального сырья в отвалах.

### **Другие проблемы изучения и освоения полезных ископаемых**

В числе частных вопросов данной проблемы необходимо назвать возможность существования восполнимых (восстанавливаемых) полезных ископаемых, природных ресурсов недр и создание условий для соблюдения такого процесса и равновесия. Ранее с этих позиций рассматривались подземные воды, а также возможность создания техногенных месторождений в местах разработки других полезных ископаемых, попутных полезных ископаемых в случае комплексного их освоения. Это большое и самостоятельное направление исследований, которым, насколько я знаю, серьезно еще не занимались. Для этого хорошо должны быть поняты условия их образования, парагенезис руд и другие вопросы площадного размещения и возможного освоения.

Проблема освоения океанских площадей с точки зрения использования их полезных ископаемых включает целый ряд больших и самостоятельных геологических, технических и экологических ее вопросов и сторон. Здесь, прежде всего, нужно назвать недостаточную, с точки зрения нынешних требований, их площадную изученность. Геология большинства выявленных и даже разрабатываемых месторождений в прибрежной части шельфа обычно трактуется по аналогии с таковыми материковых площадей, так как производить здесь непосредственные наблюдения практически невозможно, а объемы буровых работ для изучения ограничены, сложны или являются дорогостоящими. Круг осваиваемых полезных ископаемых очень ограничен – обычно это россыпи, строительные материалы, месторождения нефти и газа. И если техническая сторона разработки в ряде случаев разработана, то возникает большое количество экологических вопросов – воздействие на окружающую биосферу, сохранность устойчивости берегов (например, при извлечении песчано-галечного материала из прибрежных зон), загрязнение морских вод.

Очень продуктивной, в связи с этим, кажется идея использования океанических конкреций, характеристика которых приводилась выше. И если техническая сторона такой разработки представляется вполне доступной и экономически оправданной, то экологические и некоторые правовые аспекты трудно предсказуемые. Изучение условий образования таких конкреций позволяет предполагать, что это очень кратковременный процесс, который совершается уже на протяжении жизни человека, а это нужно трактовать как уникальный случай, который потребует пересмотра ряда положений о рудообразовании. Поступление каких-то термальных растворов в некоторых зонах океанов и рифтовых их структур может представлять интерес как новый вид термоэнергетических ресурсов.

Вообще проблема альтернативных полезных ископаемых, в первую очередь, топливно-энергетических может и должна трактоваться как одна из

важнейших в рассматриваемых вопросах. Известны большие скопления горючих сланцев, битуминозных пород, высокозольных углей, для которых можно было бы предложить продуктивное использование. И хотя это вопросы комплексного технического, экономического и других сторон изучения, геология может и должна показать большие их запасы или ресурсы, приемлемые условия разработки, отсутствие экологических противопоказаний.

Вероятно, своеобразным полезным ископаемым могли бы быть сами недра, которые можно использовать не только для извлечения, но и для хранения каких-то компонентов земной коры, других целей. Частично это уже делается, примером чего может быть существование подземных хранилищ природного газа. Или захоронения рассолов при их добыче и использовании при получении соды. В местах извлечения каменной и калийной соли шахтным способом какие-то непродуктивные их массы, которые на поверхности активно загрязняют окружающую среду, повторно возвращаются в недра; такое имеет место при разработке калийных солей в Березниках и других районах. Еще одним примером может быть существование подземных вод, которые могут извлекаться, а затем частично искусственно восполняться. Этими случаями не ограничиваются возможности недр и нужно только целенаправленно изучать их, и даже это направление в целом.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Экологическая геология (ЭГ) представляет собой новое, вместе с тем активно формирующееся направление в системе наук о Земле. Сам термин этот впервые использован в публикации Н.И. Плотникова и Н.А. Карцева в 1989 г. А уже в 1990-е годы в Украине появляются солидные справочники и учебники по этой науке. Такой учебный курс появляется практически во всех вузах геологического профиля. Учитывая не вполне оформившуюся его структуру, взаимоотношение с другими науками, важную познавательную роль, необходимо остановиться на этом вопросе подробнее.

Экологией называется наука, изучающая взаимоотношения развития органического мира с окружающей средой. Это понятие и термин введены Э. Геккелем (1866), которым он обозначил отношение животных к среде обитания. Бурный рост этого первоначально узкого биологического направления приурочен к последним десятилетиям XX ст. Одним из его разделов стала геоэкология – географическое направление исследований, изучавшее площадной аспект подобных разнородных отношений. Она изучала почвы, ландшафты, поверхностные воды, размещение растительного покрова, нижние слои атмосферы, что лежало в основе развития биосферы. Естественно, что эту геоэкологию следует отличать от геологического ее направления, экогеологии, привязывающего свои исследования преимущественно к недрам.

Учитывая лишь недавно начавшееся развитие экологической геологии, говорить о каких-то нерешенных ее вопросах и проблемах трудно. Попробую рассмотреть лишь два основных положения – структуру этого научного направления и выявление главнейших форм негативного воздействия человека на недра. А также сформулирую дальнейшие задачи экогеологического образования и поведения. Подчеркну, что здесь нет чего-то принципиально нового; речь идет только о необходимости целенаправленного изучения этих и подобных положений.

### **Структура экологической геологии**

В составе ЭГ целесообразно выделять следующие основные разделы, которые аналогичны другим геологическим наукам: 1) Динамическую экогеологию, или геодинамическую экологию, которая должна изучать воздействие природных процессов на недра, геологическую среду. В числе таковых – эндогенные процессы (землетрясения, вулканические извержения), негативно влияющие на жизнь человека, и экзогенные, среди которых нужно различать катастрофические паводки, цунами, оползни и многие другие. Вопросы эти детально изучает динамическая или физическая геология, а соответствующее направление экологии делает лишь акцент на формах и масштабах воздействия на жизнь человека, общества.

2) Раздел ЭГ, который изучает природные процессы и явления прошлого, воздействовавшего на развитие органического мира; он получил наименование палеоэкологии. Это пограничное учение, развивающееся на рубеже палеонтологии и исторической геологии, которое лишь сейчас начинает оформляться и формироваться. В числе основных проблем палеоэкологии – учение о катастрофах прошлого, различного рода вымираниях, соотношении с понятием об эволюции. И попытка прогнозировать возможные катастрофы в будущем. Такие вопросы частично рассматривались мною в других разделах.

3) Учитывая важную роль подземных вод как источника водоснабжения, другого их использования, а также многообразие и сложность их воздействия на устойчивость недр, необходимо обособление экологической гидрогеологии. Нужно подчеркнуть, что техногенное воздействие человека на недра сопровождается, в первую очередь, загрязнением подземных вод, нарушением их режима. 4) Поскольку геологическое строение, степень освоенности и преобразованности недр в различных странах и регионах могут существенно отличаться, можно говорить о необходимости обособления региональной экогеологии. Одним из ее примеров является ЭГ Украины, характеризующейся высокой степенью изученности и освоенности недр. Дальнейшее развитие этого направления может быть получено при изучении шельфа, речных долин и морских побережий. 5) Антропогенное, главным образом техногенное воздействие человека на недра является предметом изучения строительных, горных, гидротехнических, агрономических и других наук и специальностей.

Необходимость выявления и изучения геологического фактора такого антропогенеза (техногенеза) позволяет обосновывать необходимость обособления инженерной экогеологии.

Это лишь самая общая схема деления экологической геологии. В таком случае, естественным является существование общей ЭГ, комплексно или в общих чертах рассматривающей воздействие на недра или земную поверхность природных процессов, которые осложняют жизнь человека. Для понимания и в ряде случаев количественной оценки техногенной нарушенности недр и земной поверхности, необходимы исследования по определению их состояния. Они сводятся к формулированию сущности понятий окружающей и геологической среды (ГС), разработки нормирования техногенного воздействия на ГС, проведение экологического мониторинга (литомониторинга), экогеологического моделирования, картирования и районирования. Все такого рода исследования можно было бы обособлять в качестве теоретической экогеологии.

Наконец, уже на нынешнем уровне развития рассматриваемого научного направления могут возникать вопросы, не укладывающиеся в рамки перечисленных разделов. Это потребует выделение специальной ЭГ, которая пыталась бы решать их. Круг такого направления исследований пока еще не оформился. В составе последней, в частности, можно обособлять медицинскую экогеологию, которая решала бы вопросы, возникающие на рубеже знаний этих научных и практических направлений деятельности. Попробую уточнить некоторые из таких положений.

Существует большое количество вопросов и проблем, находящихся в сфере самостоятельного изучения медицины и геологии. Среди них лечебные грязи и лечебные минеральные воды, где геологические исследования сводятся к выявлению площадей их распространения, методов извлечения, учета ресурсов, рационального использования и каких-то других положений. А медицина обосновывает лечебное воздействие, показания или противопоказания для каких-то случаев, предлагает выбор вод и грязей.

Издавна существуют представления о геопатогенных зонах, к которым многие специалисты относятся скептически. Вместе с тем, в последнее время активно разрабатываются положения геомансии, выявляющие такие зоны. И часть таких вопросов позволила бы решить геология, геофизика и геохимия (если это связано с негативным воздействием на человека проживание в зонах глубинных разломов, местах поступления на поверхность вредных веществ, других аналогичных факторов). Возможно, что это результат своеобразного «дыхания Земли», признаваемого, кстати, и специалистами, которое может негативно действовать на отдельных людей. Или неблагоприятное сочетание химических элементов в подземных и поверхностных водах. А установление геопатогенных зон в квартире предоставить изучать экстрасенсам и другим умельцам от оккультных наук.

К числу нетрадиционных направлений медицинской экогеологии следует относить утверждающуюся сейчас литотерапию – разнообразные формы лечения веществом земной коры. Чем, кстати, активно занимался

человек на ранней стадии своего развития. Она очень многообразна и включает глинолечение, лечение солями (галотерапия), смолами и битумами, а также металлотерапию. Большинство таких положений геология решать не может, но вот лечение камнем, или собственно литотерапия, – это уже в сфере ее возможностей или даже интересов. Учитывая, что в состав геологии входит минералогия, изучающая состав и физические свойства «камня». В том числе, его радиационное и в каком-то отношении биологическое поле (исходя из представлений или знаний об их происхождении). Или знания геологов о способности глин адсорбировать какие-то компоненты.

Специального комплексного изучения заслуживает изучение лечения в соляных шахтах и различных пещерах, чем занимается медицина, выделившая даже термин галотерапия и спелеотерапия. А геология показывает возможность существования таких мест. Специального изучения заслуживает выявление лечебных свойств некоторых глин (глауконитовых и др.). Геология объясняет признаваемое медициной лечебное или благотворное воздействие глауконита тем, что он включает относительно легко растворимый кремнезем (спикулы губок, радиолярии) и возможность содержания каких-то микрокомпонентов в соотношении, близком к таковому Мирового океана и человеческого организма. Но пока такие исследования осуществляются лишь любителями или отдельными специалистами, что не позволяет формулировать более общие закономерности. Комплексной программы таких исследований нет.

### **Негативное воздействие человека на недра**

По образному выражению В.И. Вернадского, человек становится силой, масштабы воздействия которой на окружающую среду не уступают природным. Такое направление исследований, решение отдельных его вопросов непрерывно осуществляется в рамках инженерной и даже общей геологии, экологической гидрогеологии, общей экологии и природоохранной деятельности. Здесь будет сделана попытка лишь систематизировать такие представления, попытаться определить масштаб и характер воздействия, необходимость разработки мер по уменьшению их негативных последствий.

1) Распашка земель под сельскохозяйственные угодья. Это одно из древнейших занятий человека, масштабы производства которого непрерывно возрастают. Первоначально оно сопровождалось вырубкой лесов, что резко нарушало экологическую обстановку. Позднее во многих регионах обработка земли сопровождалась ирригационными работами, что зачастую приводило к засолению почв и грунтов. Естественно, что такая деятельность должна проводиться в комплексе с мелиорацией. В том числе, восстановлением уже засоленных или другим образом загрязненных почв.

2) Жилищное и дорожное строительство, обычно сопровождаемое нарушениями почвенного покрова, изменением рельефа (его нивелированием или наоборот – созданием искусственных насыпей), что нарушает режим питания и динамику подземных вод. Своеобразные последствия такой вид

деятельности имеет в районах вечной мерзлоты, где она особо сильно влияет на устойчивость грунтов.

3) Разработка полезных ископаемых, форма которых непрерывно изменяется, а масштабы возрастают. Это, вероятно, один из наиболее мощных факторов загрязнения подземных вод, а зачастую и поверхностных (при поступлении на поверхность шахтных соленых вод). Шахтное строительство обычно сопровождается нарушением устойчивости недр и, в частности, земной поверхности (просадка). Этот вид деятельности требует грамотной рекультивации извлеченных из недр отходов. Разработка нефтегазовых месторождений может сопровождаться выбросами нефти, конденсата и минерализованных вод, загрязняющих окружающую среду, и иногда иметь катастрофические последствия, примером чего могут быть события на Качановском месторождении ДДВ.

4) Гидротехническое строительство, которое включает создание водохранилищ (для работы гидроэлектростанций, питьевого и промышленного водоснабжения), строительство плотин, транспортных каналов и водоводов, системы региональных и локальных прудов, производственных отстойников, других сооружений. Кроме резкого нарушения режима подземных вод, такая деятельность может сопровождаться разрушением береговых зон водохранилищ, а недостаточная техническая устойчивость плотин может стать причиной экологических катастроф.

5) Разнообразным воздействием на геологическую среду сопровождается непосредственная жизнедеятельность человека. Среди главных проблем данного техногенеза нужно назвать ликвидацию бытовых отходов, сточных вод, дополнительной нагрузки на недра, которая сопровождается потерей ими своих начальных инженерно-геологических свойств. Ее разновидностью может считаться промышленная деятельность, требующая в ряде случаев строительства отстойников, шламонакопителей, хвостохранилищ и других сооружений. А также сопровождаемая загрязнением окружающей среды химическими отходами производств.

Таким образом, почти все виды подобной геологической деятельности сопровождаются нарушением режима подземных вод, зачастую их загрязнением или даже уничтожением каких-то водоносных горизонтов. А это предмет экологической гидрогеологии. Все это позволяет ставить проблему охраны подземных вод в число основных. Исходя из того, что со временем они могут стать важнейшим полезным ископаемым. Достаточно опасным является нарушение устойчивости грунтов. Учитывая, что масштабы всех этих видов деятельности непрерывно растут, не имеют альтернативы, направление экологической геологии, решающее такие вопросы, должно рассматриваться как важнейшее. Проблема в данном случае должна сводиться к обеспечению оптимального равновесия во взаимоотношении человека и литосферы, ее геологической среды.

## Эколого-геологическое образование, культура, поведение

Экологическое образование, культура и поведение стали непременным элементом жизни человека, системы его обучения, действий, разработки соответствующих мероприятий. Вместе с тем, необходимо обратить внимание на геологический аспект такой деятельности, трансформировать эколого-геологические знания применительно к условиям развития биосферы, человека, потребностям современного общества. Такой акцент нужен, в первую очередь, потому, что систематических геологических знаний наша школа не дает. Это требует расширение круга вопросов, разрабатываемых социальной экологией, экологией человека. В ней должны быть более полно представлены данные о геологической деятельности человека, ее характере, масштабах и последствиях воздействия на состояние недр как составного элемента окружающей среды или на геологическую среду. В связи с этим, для геологических и горных специальностей вузов курсы экологической геологии должны быть не только в достаточно большом объеме, но и включать всю необходимую информацию, а для географических и общеэкологических специальностей – расширены вопросы изучения экологии недр, данные о которой были бы введены в те или иные учебные предметы.

В процессе общего и специального образования, а также культурного воспитания должны быть четко сформулированы основные вопросы в проблеме использования и охраны недр. Среди них в числе главного необходимы четкие представления о том, что минеральное сырье является невозобновляемой частью природных ресурсов. Отсюда одним из основных положений нашей деятельности, охраны недр и геологической среды должно быть полнота извлечения полезного ископаемого, комплексное использование его компонентов, что обычно входит в понятие рациональное природопользование и использование минерального сырья. Экологическая геология должна взять на себя систематизацию данных о существующих альтернативных видах энергетического сырья, руд, строительных материалов, разработку учения о вторичных и технических месторождениях, разработку схем комплексного использования извлекаемого сырья.

Вторым не менее важным вопросом и разделом проблемы экологической геологии и охраны недр должно быть предотвращение их загрязнения и, в первую очередь, подземных вод, являющихся наиболее уязвимым компонентом геологической среды. Эти положения особенно остры в районах проживания и активного строительства, местах разработки полезных ископаемых, существования некоторых промышленных производств. Культурно-образовательный аспект такой деятельности должен заключаться в разъяснении сути вредного нарушения геологической среды: режима подземных вод, привнесение в них каких-то вредных компонентов, загрязнение почв и атмосферы, нарушение устойчивости недр в результате разработки полезных ископаемых, засоление почв и грунтов в процессе сельскохозяйственной деятельности, работы некоторых производств.

Эколого-геологическое образование может и должно обогатить человека не только знаниями о природных катастрофических процессах, что частично делает физическая география, но и особенностями проявления их в прошлой истории Земли. Такие палеоэкологические знания, в том числе данные о причинах вымираний в прошлом, нужны не для его запугивания, а, в первую очередь, выявления причин и закономерной проявления их во времени, что позволит делать на этой основе соответствующие прогнозы. Должны быть получены знания о причинах оледенений прошлого, резких сокращений и расширений морских площадей, что обуславливает отступление или наступание моря. Воспитательный аспект таких знаний заключается в том, что широко распространенным даже в наш просвещенный век ожиданиям апокалипсисов, загадочного конца света и мировых катастроф, должны прийти на смену конкретные знания о таких уже происходивших природных явлениях в прошлом и закономерностях их проявления, возможных последствиях для современного общества, научных прогнозах на будущее, поисков путей предотвращения.

Экологическое образование и культура поведения современного человека, уровень развития человеческого общества предусматривают создание охраняемых природных территорий и акваторий – различного рода заповедников, заказников, национальных памятников природы, Памятников Всемирного природного наследия и других объектов. В этой группе особое место занимают геологические памятники – элементы литосферы или продукты ее переработки, которые имеют важное познавательное, историческое, эстетическое, рекреационное или иное воспитательное значение. В отличие от объектов биосферы и гидросферы, такие памятники формируются на протяжении значительно большего интервала времени. Поэтому зачастую создается впечатление о них как о незыблемых, вечно существующих творениях природы. В действительности это не так. Если какой-то исчезающий биологический вид или комплекс поддается переселению, искусственно можно создать ландшафт, подобный природному или даже превосходящему его по красоте, то разрушение геологического памятника, как правило, не поддается восстановлению, является невосполнимой утратой.

В связи с разработкой морального и культурного правила поведения современного человека необходимо обратить внимание на появление нового направления исследований и поведения, которое получило название геоэтики. Развиваясь на стыке наук о Земле и норм общественно-социального поведения, оно изучает моральные аспекты поведения и действия человека при взаимоотношении с природой, ставит вопрос о нравственных его обязанностях по отношению к использованию геологической среды и ее минеральных ресурсов, в частности, разрабатывает нормы поведения. Среди основных задач геоэтики – установление той границы, после которой способность природы к самовосстановлению становится невозможной. В определенном отношении она становится более широким понятием, чем ранее выделенная биоэтика или биосферная этика, изучающая

взаимоотношения человека с животным и растительным миром. Термин этот ввел чешский ученый Вацлав Немец в 1992 г.; он быстро получил признание и уже в 1994 г. состоялась первая международная научная конференция по этой проблеме.

Учение о ноосфере или сфере разума, начавшееся развиваться лишь со второй половины XX ст., предполагает ее формирование с того времени, когда деятельность человека становится главным, определяющим фактором развития природы. В.И. Вернадский (1944), наиболее полно обосновывавший это учение, утверждал, что «Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупной геологической силой». Этот пример интересен в том отношении, что одно из ключевых положений экологии здесь вероятно впервые рассматривается с позиций геологии. Ноосфера трактуется этим исследователем как сфера или продукт разума, чего нельзя сказать о большинстве тех действий, что составляют суть техногенеза, нынешней геологической деятельности человека. Это учение можно рассматривать как одно из направлений зарождения экологической геологии. И, вместе с тем, программа для дальнейшей разработки положений его поведения (геоэтики), разумного управления природными процессами, состоянием окружающей среды и недр как ее составного элемента.

## **РИТМЫ В РАЗВИТИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ПЕРИОДИЗАЦИЯ ЕЕ ИСТОРИИ**

Ритмичность природных процессов можно относить к числу хорошо известных и достаточно полно изученных геологией явлений. Вероятно, наиболее полно она расшифровывалась литологией, где повторяемость аналогичных процессов очень выразительно и наглядно проявлена в появлении тех или иных пород в разрезе. Классическими примерами ее может считаться флиш, появление углей, известняков или других образований в угленосной и карбонатно-терригенной толще. Цикличность осадконакопления позволяет говорить о существовании ритмов разных порядков. Аналогичное повторение можно фиксировать в проявлении трансгрессивно-регрессивных процессов, некоторых климатических изменений. Намного реже выявление ритмичности производится в исторической геологии, хотя некоторые исследователи говорили о ритмичности формирования горного рельефа, биосферы и даже «ритме в истории Земли» (А.Н. Мазарович, 1940; Е.В. Максимов, 1968, 1971, 1972; Ю.М. Малиновский, 1983 и др.).

Изучением ритмичности в развитии природы и общества я активно занимался в течение трех последних десятилетий. Там рассмотрены ритмы самого различного порядка, формы и вероятно имеющие разную природу; данные исследования недавно обобщены мною в специальной работе. Эта информация помещена также в интернете МСУ. В данном разделе затронуты две основные проблемы: существование универсальной ритмичности, четкой соподчиненности (иерархия) ритмов разного порядка и существование в этой

схеме двух различных их типов. А также возможность использования природной ритмичности для построения историко-геологической периодичности, деления фанерозоя и всей истории развития земной коры.

### **Ритмичность природных процессов**

История формирования земной коры характеризуется большим разнообразием проявления тектонических движений, магматизма, физико-географических обстановок. К числу наиболее ярких закономерностей большинства этих процессов следует отнести такое явление как **ритмичность**. Учитывая большую длительность геологической истории, мы можем говорить о ритмах самого различного порядка с точки зрения развития этого явления во времени. Это существенно отличает историко-геологическую ритмичность от биологической (биоритмов), исторической (ритмы в развитии общества) и даже космической, базирующейся обычно на математических расчетах.

Термины «ритм» и «ритмичность» очень часто используются в самом различном значении, поэтому необходимо уточнить понимание их сущности. Мы можем говорить о каких-то интервалах времени (периодах, эпохах, эрах, этапах), в течение которых сохраняются однотипные режимы, условия, структурный план каких-то структур, морских или материковых площадей или в глобальном масштабе, называя это явление периодичностью или этапностью историко-геологического развития. Более сложным понятием является «цикл», или закономерное повторение аналогичных обстановок, определенный их набор. Рассматривая тектонические движения, мы говорили о геотектоническом цикле, или чередовании геосинклинальных режимов и горообразования в геологической истории определенных регионов и структур. В отличие от периодов и циклов, ритмами следует называть повторение определенных событий или явлений через строго определенный интервал времени.

Вероятно, классическим примером ритмичности может быть повторение через 75-80 млн. лет структурно-геологических перестроек в фанерозойской истории земной коры. Это явление следует понимать как сравнительно кратковременное, возможно даже геологически мгновенное изменение структурного плана и тектонического режима в большинстве подвижных областей. Они рассматривались ранее. Здесь нужно только добавить, что подобные смены режимов датированы с предельной для геологии точностью, и отрицать их невозможно. Они прослеживаются в течение всего фанерозоя и в пределах практически все подвижных областей. Геологическая природа подобных перестроек должна трактоваться как периодически повторяющееся энергетическое воздействие на Землю, своеобразный квант, который обуславливает изменение направления и скорости перемещения ее литосферных плит.

Еще одним примером аналогичной ритмичности может быть существование тектонических фаз, или эпизодичное проявление во многих

или даже подавляющем большинстве подвижных областей интенсивных складкообразовательных процессов, сопровождаемых активизацией магматизма, сменой тектонических режимов и условий осадконакопления (главным образом темпов прогибания и седиментации). Мы также говорили о них, рассматривая роль тектонических движений в формировании земной коры. По времени, как уже отмечалось ранее, они все или их большинство совпадают с бомбардировкой Земли крупными метеоритами. Такое совпадение хорошо иллюстрирует приводившееся многими исследователями сопоставление тектонических фаз и времени формирования метеоритных кратеров. Подчеркивалась ритмичность этого явления, обычное повторение его через 26 млн. лет. И обращалось внимание на взаимосвязанность с ранее рассмотренным ритмом: каждая третья из таких тектонических фаз совпадает с уже упомянутыми структурно-геологическими перестройками.

Выявленная строгая соподчиненность ритма двух данных форм тектогенеза, возрастающего в три раза, позволили сделать новое допущение – проверить обоснованность ритма в 234 млн. лет, полученного на основании утроенной его величины. И действительно, каждая третья из числа изученных в фанерозое перестроек обнаруживает отчетливое сходство. В частности, 15, 245, 480 и 710 млн. лет назад существовавшие материки или большие их массивы сбивались воедино и, начинавшиеся затем их расколы, сопровождались обширными поднятиями, сокращением морских площадей, интенсивным излиянием базальтовых лав.

Следует попытаться выявить суть, или природу ритма в 234 млн. лет. Эта величина близка к принимаемому значению Галактического года – интервалу времени, в течение которого Солнечная система совершает свой полный оборот в пределах Галактики. Расчеты этой величины, сделанные в середине XX ст., составляли 190-200 млн. лет (П.П. Паренаго, 1954; В.Г. Фесенков, 1953). В последнее время чаще называется цифра в 250 млн. лет (Энциклопедия школьника, 1995, 1997). В такой ситуации предлагаемая величина в 235 млн. лет становится вполне приемлемой. Тем более что она выведена не на основании абстрактных расчетов, а в результате расшифровки истории развития земной коры в фанерозое. Мы можем допускать, что перемещающаяся во Вселенной Солнечная система на каких-то участках своего маршрута пересекает зоны или пояса с эпизодическим энергетическим воздействием-импульсом (квантом), что находит отражение в соответствующих структурно-геологических перестройках. Тот факт, что подобное устойчивое явление прослеживается на протяжении всей фанерозойской истории, позволяет предполагать именно внеземную космическую природу данного ритма.

Интересная гипотеза сформулирована сравнительно недавно для обоснования причины ритма в 26 млн. лет. Она базируется на предположении о существовании в Солнечной системе еще одной звезды, которая получила наименование Немезида. Данная звезда не видна, но ее периодическое сближение с Солнцем может обусловить эпизодическое энергетическое воздействие, которое будет проявлено активным

поступлением на Землю крупных метеоритов и нарушит тектонический режим в подвижных областях планеты. А каждое третье сближение может стать причиной структурно-геологических перестроек, при которых резко нарушается режим перемещения литосферных плит. Такие вопросы должны решать астрономы, специалисты в области небесной кинематики и механики. А историческая геология лишь представляет исходный материал для подобных расчетов и построений.

Ну и, если удастся обосновать ритмы в 26, 78 (75-80) и 234 млн. лет, то следует попытаться выявить существование еще одного расчетного повторения, которое должно происходить через 700 млн. лет. Самое интересное, что такая утроенная величина предполагаемой продолжительности Галактического года достаточно четко проявлена в каменной летописи Земли. Вероятно, наиболее обоснованным репером в докембрийской геологической истории может считаться возрастной уровень в 1,65 млрд. лет, который получил в свое время наименование «великого обновления» и принимается как граница раннего и позднего протерозоя. В это время сбившиеся воедино материи, называемые Пангея-1, начали раскалываться, что проявилось не только интенсивным излиянием базальтовых лав, но и резким изменением структурного плана вновь формирующихся структур.

Аналогичное явление имело место в конце палеозоя или 245 млн. лет назад, когда начала разрушаться Гондвана. А возрастной уровень в 3 млрд. лет – это принимаемая граница раннего и позднего архея. Возрастной уровень в 950 млн. лет является временем завершения гренвильской орогении, являющейся важнейшей на Канадском щите. Аналогичным образом проявлены события с возрастом 2,35 млрд. лет (селецкая складчатость на Балтийском щите, кеноранская и пенокийская орогения в Северной Америке и др.). Следует напомнить, что Земля в это время испытала грандиозную бомбардировку железными метеоритами, смысл и роль которой пока не расшифрована. Наконец, возрастной уровень в 3,7 млрд. лет может рассматриваться как начало катархейского этапа, или древнего архея, определяемого обычно значениями в 3,9-3,5 млрд. лет.

Намечаемая ритмичность в 700 млн. лет может быть положена в основу схемы историко-геологической периодичности, предложенной для всей истории земной коры или даже Земли. Рассматривая главные стадии развития континентальной земной коры, мы говорили об отсутствии единых представлений по этому вопросу и о целесообразности выделения двух основных этапов этой истории: архейско-раннепротерозойском и позднепротерозойско-фанерозойском. Возможность более детального разделения этих этапов, существование своеобразных историко-геологических эонов продолжительностью в 700 млн. лет, позволяет предложить еще одну принципиально новую схему, которая будет рассмотрена в последующем разделе. Естественно, она заслуживает изучения и даже апробации на примере историко-геологического анализа отдельных материков или других больших площадей.

Большая группа ритмов может быть выявлена на основании анализа разнообразных физико-географических процессов прошлого. Вероятно, наиболее выразительными являются повторения через 100 тыс. лет, форма проявления которых может быть разной. Это находит отражение в формировании четвертичных речных террас, когда приблизительно через 100 тыс. лет происходит скачкообразное изменение уровня Мирового океана и начинается глубинный эрозионный врез рек. Ритмичность такого же порядка фиксируется в повторении оледенений четвертичного периода, сменяемых потеплениями. Наконец, примером того же ритма в более древней истории может быть формирование угленосной толщи Донбасса, когда в течение 25-30 млн. лет происходило накопление примерно 300 пластов угля и известняков, что объясняется эпизодичным поступлением обломочного материала, так называемых мутьевых потоков.

Более сложный ритм проявлен наступаниями и отступаниями морей, происходящими через 400 тыс. лет. Причем, количество и характер таких колебательных тектонических движений хорошо сопоставляется для разных районов Земли. Тщательное изучение их позволило В.А. Зубакову (1984) предложить 400-тысячный ритм как основу глобальной схемы климатохронологического расчленения позднего кайнозоя. Ритмы, близкие к названным 100 и 400-тысячным, характерны и для палеозойского осадконакопления других регионов. В частности, Московской впадины, Южного Урала и Южного Тянь-Шаня, Западной Европы.

Еще один тип подобной палеогеографической ритмичности обуславливает формирование флиша. Напомню, что таким термином в геологии называется закономерное чередование песчаных, глинистых, а иногда и карбонатных пород, которое мы можем наблюдать в разных бассейнах, регионах и в разные интервалы геологической истории. Так, меловые-палеогеновые флишевые толщи слагают Альпы, Карпаты, Кавказ, триасовые распространены в Горном Крыму, верхнепалеозойские – на Урале. Условия формирования флиша объясняются кратковременными региональными «вздрагиваниями», обусловленными сейсмо-вулканической активностью, в результате чего в прилежащие бассейны сносится и оседает сперва песчаный, а затем глинистый материал. Интересным следует считать четкую ритмичность таких повторений, происходящих в среднем через 6,5 тыс. лет (Хаин, 1973; Афанасьев, 1987 и др.).

Интересно, что подобные повторения происходили уже в период существования человека, а достоверность и характер их проявления могут быть проверены не только геологическими, но историческими и археологическими данными. В частности, 10 тыс. лет назад произошло таяние обширных ледников в Евразии, а 3,5 тыс. лет назад результатом сейсмо-вулканической активизации стала гибель двух из трех древнейших цивилизаций – критской и хараппской. 23, 50 и 74 тыс. лет назад имела место отчетливо проявленная активизация вулканизма, известная в разных регионах. Это позволяет утверждать, что ритмичность с повторением в 6,5

тыс. лет проявляется не только в палеозое-мезозое, но и в новейшей и современной геологической истории.

Причина такой ритмичности пока не изучена, но и она может иметь космическую природу. Данный ритм близок к той продолжительности времени, который характеризует явление, называемое парадом планет (они выстраиваются в одну линию по отношению к Солнцу). Кроме того, он составляет четвертую часть прецессии, или полного оборота оси наклона Земли. Если это так, то не менее интересным следует считать тот факт, что величина прецессии кратна ритму в 100 тыс. лет. При анализе последних стадий четвертичного оледенения также фиксируется чередование потеплений и похолоданий через примерно 25 тыс. лет (схема М.Ф. Веклича, 1987). И, следовательно, мы можем в данных группах ритмичности также выявлять строгую соподчиненность, но уже четырехкратную. Они составляют 400-100-26-6,5 тыс. лет. Соотношение палеогеографических и историко-геологических ритмов пока не установлено, но определенная взаимосвязь может допускаться. Для этого нужно специально изучать условия осадконакопления в длительно формирующихся депрессиях. На примере Западной Сибири, Прикаспия, Днепровско-Донецкой и других впадин многими исследователями фиксируется периодичность осадконакопления в 8 или 6 млн. лет, а также более дробная, что позволяет намечать какие-то переходы между рассмотренными повторениями.

Имеющийся материал позволяет намечать общую универсальную схему ритмичности в формировании земной коры, на протяжении всей ее истории. Она будет включать повторение определенных явлений и событий не менее десяти разных порядков – от 700 млн. до 6,5 тыс. лет, а возможно и более дробные деления. Данное оформляющееся направление исторической геологии можно было бы называть георитмологией (изучение геологической ритмичности). Можно утверждать, что это достаточно обширное и важное теоретическое и практическое направление исследований. Интересно, что для седиментационной цикличности и ритмичности подобное название уже существует: в свое время Ю.Н. Карогодин предложил термин литмология – учение о повторах в осадконакоплении.

Что дает изучение историко-геологической ритмичности? Прежде всего, использование этих данных может быть положено в основу составления схем периодичности историко-геологического деления. Как для всей истории земной коры, так и для фанерозойского времени. Об этом речь будет идти в следующем разделе. Структурно-геологические перестройки и тектонические фазы, в случае более обоснованной датировки и принятия таких построений в практику геологических исследований, могут быть использованы для межрегиональных сопоставлений и датировки. Подобно стратиграфической и геохронологической шкале и, в ряде случаев, не уступая им по обоснованности. Потребуется какое-то время для их апробации, детализации и уточнения. А также для разработки определенных прогнозов. Учитывая, что проявление ритма зачастую фиксирует природные процессы, которые могут быть названы катастрофическими, мы можем

предсказывать какие-то из них. Это касается повторений через 6,5 тыс. лет и более кратковременной ритмичности.

### **Тектогенез и периодизация геологической истории**

Выявление и уточнение возрастного уровня планетарных проявлений тектонических движений, меняющих седиментационно-палеогеографические режимы, структурный план и типы развития подвижных областей, позволяет ставить вопрос о возможности разработки принципиально новой схемы историко-геологического развития земной коры, отличающейся от глобальной стратиграфической, базирующейся преимущественно на палеонтологическом принципе. Утверждение, что единая стратиграфическая шкала может рассматриваться как историко-геологическая (Геол. словарь, 1973; Тесленко, 1982 и др.), ошибочно; оно декларируется, но не подтверждается. Такая шкала является лишь мерой времени, позволяющей датировать события, эпохи, периоды, другие этапы развития. Об этом свидетельствуют уже названия самих подразделений – палеозой, мезозой и кайнозой – эра древней, средней и новой жизни, а также протерозой, фанерозой, криптозой и другие интервалы времени простейшей, явной или скрытой жизни. Но вовсе не временем разного осадконакопления, магматизма, структурно-геологического развития.

Поэтому вопрос о разработке историко-геологической схемы развития давно ставился самыми различными исследователями, в числе которых были А.Н. Карпинский, М.А. Усов, М.К. Коровин и др. Уже само выделение каледонской, герцинской и альпийской складчатостей (орогений) было направлено на решение этой проблемы. Одну из первых попыток комплексного решения этой проблемы для фанерозоя предпринимал Д.Н. Соболев (1915, 1926 и др.), выделявший различного рода геологические периоды и циклы, базирующиеся на комплексном изучении тектонических движений, седиментационно-палеогеографическом и палеонтологическом развитии. Однако у него это сводилось лишь к попытке по-новому группировать существующие периоды и эпохи. То же можно сказать и о построениях Г. Штилле, который привязывал свои тектонические фазы к литостратиграфическим подразделениям западноевропейской шкалы.

В числе наиболее выразительных историко-геологических подразделений фанерозоя могут рассматриваться интервалы времени, разделенные ранее рассмотренными структурно-геологическими перестройками. Уточненный их возраст позволяет выделять историко-геологические периоды, за которыми уже закрепились свои названия типа средний и поздний палеозой, ранний мезозой и др. Очень важной их особенностью следует считать одинаковую продолжительность, а также возможность выделять в составе таких периодах более мелкие подразделения – тектонические эпохи. Или объединять их в более продолжительные историко-геологические эры. Все это позволяет

предложить принципиально новую схему историко-геологического развития фанерозоя, приводимую ниже.

Таблица 5

**Схема историко-геологического деления фанерозойского развития земной коры**

Единицы геохронологической шкалы		Историко-геологические периоды и их возрастные интервалы (млн. лет)	Историко-геологические эры
Кайнозой  65	Q	Новейший (позднекайнозойский)	Позднефанерозойская  (167 - ныне)
	N	незавершенный: 13 - ныне	
	Pg	Позднемеловой-раннекайнозойский: 90-13	
Мезозой  245	K	Позднеюрско-раннемеловой: 167-90	Среднефанерозойская  (400-167)
		J	
	T		
Палеозой	P	Позднепалеозойский: 325-245	Раннефанеро-
	C	Среднепалеозойский: 400-325	
		D	
	S	Раннепалеозойский: 480-400	

570	О	Начальнопалеозойский: 550-480	зойская (630-400)
	Є	Поздневендский-раннекембрийский: 630-550	
Венд	V	Ранневендский: 710-630	Позднедо-кембрийская (850-630)

Основу предлагаемой схемы деления составляют разграниченные структурно-геологическими перестройками равновеликие интервалы времени. Для них по возможности сохранены существующие названия частей палеозоя и мезозоя, но с уточненным возрастным делением. Они могут быть также названы по отвечающим им орогенезам; такие наименования типа салаирский, ранне- и позднекаледонский, герцинский, киммерийский и др. уже закрепились в геологической терминологии. В составе каждого такого периода выделяется по три примерно равновеликие эпохи со своими названиями. В геотектонике они были рассмотрены как эпохи различной тектонической подвижности. Наконец, группы их трех периодов, также составляющих своеобразный тектоно-палеогеографический этап, выделены в качестве историко-геологических эр, названных по частям фанерозоя – ранняя, средняя и поздняя.

Какой практический смысл имеет предлагаемая схема историко-геологического деления? Она нужна, прежде всего, для правильного понимания общей схемы развития земной коры, а также может быть использована при историко-геологическом анализе определенных территорий или сложных тектонических систем. Кроме того, она будет полезна при изложении курса исторической геологии. Когда мы говорим об истории каменноугольного, юрского, мелового и других периодов, то обязательно вынуждены делать оговорку, что в течение одной его части было что-то одно, а в другой – совсем иное. Для историко-геологических периодов с однотипной схемой тектоно-палеогеографического развития можно лишь уточнять, что в какую-то из его эпох имела место активизация или затухание орогенеза, а также магматизма в развивающихся складчатых областях, появление своеобразных формаций, другие региональные особенности. Иными словами, данная информация излагается в рамках строгой возрастной и смысловой схемы. Такие эпохи, периоды и эры имеют вполне

определенную продолжительность, что резко отличает их от периодов стратиграфической и геохронологической шкалы, длительность которых иногда в несколько раз отличается друг от друга.

Каждая из таких историко-геологических эр имеет свои особенности в глобальном и региональном масштабе. Так, средний фанерозой представляет собой время объединения материковых площадей, когда после ликвидации океана Япетус (Северной Атлантики) образовалась Лавразия в среднем палеозое, затем имело место формирование Пангеи в позднем палеозое, а в раннем мезозое начался ее раскол. Это время проявления позднекаледонского и герцинского геотектонических циклов, наиболее выразительных в Атлантическом секторе Земли. Соответственно, поздний фанерозой может рассматриваться как время формирования молодых, или нынешних океанов, а также активного развития складчатых систем вдоль Тихоокеанского пояса (киммерид, алинид). Такая же индивидуальность может быть установлена и для раннего фанерозоя.

Еще одной практической стороной предлагаемой периодичности и сути геотектонических циклов следует считать необходимость не ограничиваться при составлении тектонических карт лишь тремя-четырьмя используемыми для фанерозоя названиями, а выделять весь возможный их набор. В том числе обособлять системы с ранне- и позднекаледонским орогенезом (складчатостью), байкалиды и салаириды, полный спектр мезозойских орогенезов, включающих индосиниды, киммериды и алиниды, и собственно позднекайнозойскую складчатость, за которой и сохранить название альпийской. А также разделять подвижные системы, развивающиеся по разным схемам цикличности. Это внесет вполне определенный историко-геодинамический смысл в построения, отражаемые на тектонических картах.

Пригодность предлагаемой историко-геологической периодизации может быть показана на примере анализа развития подвижных структур Украины. Так, начало среднего палеозоя знаменует наиболее существенную смену их структурного плана: начинаются устойчивые воздымания в пределах Вольно-Подольской плиты и прилежащих систем, а в результате общематерикового рифтогенеза закладывается прогиб Большого Донбасса. Эти события совпадают по времени с активными геосинклинальными прогибаниями в областях Урало-Монгольского и Средиземноморского поясов (Урал, Большой Кавказ, Центральная Европа, внутренняя зона Карпат). Тот факт, что формирование Сарматского рифта не совпадает с инверсией режимов на Вольно-Подольи, не может быть основанием для отрицания периодичности: с начала девона начались воздымания, а расколы и проседания в рифтовых зонах последовали лишь после достижения определенных гравитационных условий.

Поздний палеозой был временем герцинского орогенеза, проявленного преимущественно на соседних площадях, а также геосинклинальной стадии развития Донбасса, которые очень точно датированы и укладываются в интервал времени данного периода. В ДДВ активные прогибания данного этапа обусловили формирование мощных нефтегазоносных толщ,

перекрытых среднепермскими соленосными отложениями, а в первую его эпоху накопились угленосные отложения бассейна. Соответственно ранний мезозой был временем орогенеза в Донецком складчатом сооружении и геосинклинальных прогибаний в пределах Горного Крыма. Поздняя юраранний мел не только совпадает с киммерийским орогенезом, но и формированием Причерноморской впадины, которая в связи с этим может рассматриваться как краевой прогиб Горнокрымского складчатого сооружения. Четкой индивидуальностью характеризуется и позднемеловой-раннекайнозойский этап, первая эпоха которого проявлена обширным карбонатонакоплением на платформенных площадях, а две другие – морских терригенных отложений в ДДВ. Наконец, данный историко-геологический период отвечает геосинклинальному развитию внешних зон Украинских Карпат, когда здесь проявлено активное флишенакопление.

Исходя из ранее сформулированных представлений о наиболее крупных ритмах в развитии Земли, может и должна быть пересмотрена схема докембрийского развития и деления структур земной коры. В приводимой ниже таблице показаны подразделения всей истории Земли, разделенные на равновеликие интервалы времени длительностью в 700 млн. лет. Названия их предложены исходя из уже привычных утвердившихся для докембрия терминов. Но в дальнейшем они могут быть заменены более простыми, которые, к тому же, будут отражать их историко-геологическую суть.

Таблица 6

**Схема общего историко-геологического  
развития земной коры**

<b>Возраст: начало зона</b>	<b>Наименование эонов (мегаэтапов)</b>	<b>Шкала принятого деления истории</b>	
0,25	Мезозойско-кайнозойский (незавершенный)	Фанерозой	
0,95	Позднедокембрийско-палеозойский	Поздний	Про- теро
1,65	Позднепротерозойский		
2,35	Среднепротерозойский	Ранний	зой
3,05	Позднеархейско-раннепротерозойский	Поздний	
3,75	Раннеархейский	Ранний	Ар- хей
		Катархей	
4,45	Догеологический	Догеологическое развитие	

В такой непривычной схеме историко-геологического деления и развития земной коры может проследиваться своя определенная четкая закономерность. Три наиболее молодых подразделения (эона, мегаэтапа) составляют время ее формирования уже в условиях после великого обновления, или в течение неохрона. До завершения этого мезозойско-кайнозойского неохрона остается еще 450 млн. лет. Более ранний крупнейший интервал истории, включающий архейское-среднепротерозойское ее развитие, также состоит из трех равновеликих подразделений. Они знаменуют начальную стадию развития земной коры, совершающуюся в условиях начавшегося формирования гидросферы, а затем и биосферы. Сущность и даже продолжительность догеологической стадии (мегаэтапа) пока неясна. Расшифровать более полную и глубокую структуру и суть всех таких подразделений – задача дальнейших исследований.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В завершение изложенных здесь положений, хочу добавить – затрагивались очень многие или почти все вопросы и разделы современной геологии. Основной акцент в таких исследованиях делался на развитие тектонических движений, осадконакопления, магматизма, рельефа или каких-то других объектов во времени. Это предмет исторической геологии, а я считаю себя достаточно серьезным специалистом в этой области. Знания об истории развития земной коры сочетались у меня с разнообразным и разносторонним изучением геологического строения отдельных районов, исследованиями в области региональной геологии.

В числе новых положений, частично рассмотренных здесь, необходимо назвать представления о сущности тектонических фаз, разделяющих эпохи различной тектонической подвижности. Каждая третья такая ТФ, названная структурно-геологической перестройкой, знаменует коренную смену режимов в отдельных подвижных системах. В том числе, начало или завершение геосинклинального режима. Глобальный характер их проявления позволяет предложить принципиально новую схему геотектонических циклов, при которой процессы прогибания в одних системах совпадают с горообразованием в других. Выдержанный характер таких условий и их смен дает возможность предложить новую схему историко-геологического развития как фанерозоя, так и всей истории Земли.

Современная геология, несмотря на высокий уровень развития, имеет еще много нерешенных вопросов и проблем, над которыми нужно работать. Здесь практически не затронуты вопросы изучения вещества земной коры (минералогия, петрография, геохимия). Это не только потому, что такие знания не входят в мою компетенцию, но и в связи со своеобразием их, что находило в частности отражение в еще недавнем выделении у нас кандидатов и докторов геолого-минералогических наук. Можно также говорить, что здесь почти не рассматривались вопросы стратиграфии, палеонтологии,

гидрогеологии. Наконец, к числу важнейших проблем геологии нужно отнести то, что систематизированные геологические знания не даются в наших школах. Я по возможности пытался работать в этой области, внося такую информацию в работы, опубликованные в издательстве «Основа».

Многие из рассмотренных здесь вопросов были предметом специальных моих публикаций, в том числе, коллективных. Считаю, что одной из причин достигнутого мною, была возможность общения со многими крупными специалистами, выдающимися исследователями в области геологии, среди которых нужно упомянуть Н.А. Беляевского, Л.П. Зоненшайна, Ю.Н. Карогодина, Н.В. Логвиненко, А.В. Пейве, Ю.М. Пушаровского, А.Л. Яншина и др. В процессе подготовки работы к изданию мною была получена помощь со стороны И.А. Москаленко, И.М. Фыка, С.В. Кривули и др., за что выражаю всем этим лицам свою благодарность.

## ЛИТЕРАТУРА

Ажгирей А.Д. Гималаи как типичная фанерозойская геосинклиналь. – Межд. геол. конгр., Париж, 1980. 26 сессия. Докл. сов. геологов. Тектоника. Геология альпид «тетисного» происхождения. –М.: Наука, 1980.

Айзенберг Д.Е., Бражникова Н.Е. и др. Разрез кабона Донбасса как эталонный разрез каменноугольной системы. –Общие пробл. стратигр. каменноугольн. отл. Тр. 8-го Межд. конгр. по стратигр. и геологии карбона, Москва, 1975. Т. 1. –М.: Наука, 1978.

Анатольева А.И. Главные рубежи и этапы континентальной красноцветной седиментации в истории Земли. –Эволюция литогенеза в истории Земли. –НсБ.: Наука, 1981.

Андрианов В.Н., Бобылев В.В., Соловьев В.О. К стратиграфии верхней перми Восточной Азии. – Изв. АН СССР. Сер. геол., 1974, № 6. -С. 129-133.

Аркелл В. Юрские отложения мира. – М.: ИЛ, 1961.

Архипов И.В. Раннемезозойский рифтогенез в развитии Альпийской складчатой области. – Изв. вузов. Геол. и разведка, 1984, № 1. -С. 3-9.

Афанасьев С.Л. Геохронологическая шкала фанерозоя и проблема геологического времени. –М.: Недра, 1987. -144 с.

Багдасаров Ю.А. Галактическая цикличность геологических процессов. - Природа, 1981, № 8. -С. 57-59.

Бажанов В.А., Соловьев В.О. Пермский интрузивный магматизм Южного Приморья. – Магматич. и метаморфич. комплексы Дальнего Востока СССР. –Хабаровск, 1967. -С. 65-69.

Балуховский Н.Ф. Геологические циклы. – К.: Наук. думка, 1966.-167 с.

Бгатов В.И., Казаринов В.П. Осадочные серии как основные этапы циклического развития седиментации. – Сов. геология, 1965, № 10. -С. 80-93.

Белецкий Ю.С. Введение в металлогению и принципы составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов. Учебное пособие. Часть I. –Х.: ХГУ, 1977. -132 с.

Белов А.А. Тектоническое развитие Альпийской складчатой области в палеозое. – Тр. ГИН АН СССР, вып. 347. – М.: Наука, 1981. – 212 с.

Белов А.А., Гатинский Ю.Г., Моссаковский А.А. Индосиниды Евразии. – Геотектоника, 1985, № 6. –С. 21-42.

Беляевский Н.А. Структурный шов Западного Сихотэ-Алиня. –Докл. АН СССР, 1952. Т. 77, № 6.

Бенько В.М., Фык И.М., Соловьев В.О. Геология и нефтегазоносность Украины: проблемы, задачи, новые решения. –Вісник Харк. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна. –Х., 2008. № 804. –С. 11-15.

Бобылев В.В., Соловьев В.О. Даубихинский, Алчанский и Куканский прогибы и их место в тектонической структуре Дальнего Востока. – Геотектоника, 1971, № 6. –С. 108-118.

Богданов А.А. Тектонические эпохи (к вопросу о периодизации тектонической истории Земли). –Бюлл. МОИП, отд. геол., 1969. Т. 44, № 5.

Бондарчук В.Г. Основные вопросы тектоорогении. – К.: АН УССР, 1961. –382 с.

Борукаев Ч.Б. Тектонические аспекты периодизации докембрия. –Проб. тектоники раннего докембрия. –Л., 1980. –С. 15-21.

Браун Д., Кэмпбелл К., Крук К. Геологическое развитие Австралии и Новой Зеландии. – М.: Мир, 1970. – 348 с.

Бубнов С. Основные проблемы геологии. – М.: Госгоргеолнефтеиздат, 1934. –183 с.

Бубнов С.Н. Основные проблемы геологии. –М.: МГУ, 1960.

Бураго А.И., Соловьев В.О. Новые данные по стратиграфии верхней перми Приморья. –Геол. и геофизика, 1965, № 6. –С. 122-124.

Бурдэ А.И., Неволин Л.А., Соловьев В.О. Даубихинский разлом. –Сов. геология, 1963, № 5. –С. 129-133.

Власов Г.М. Асинхронно ли развивались западно-тихоокеанские и средиземноморские геосинклинали? –Сов. геология, 1976, № 8.

Воеводин В.Н. Основные проблемы освоения вторичного минерального сырья на горнопромышленных предприятиях Украины. – Вісник Харк. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна, 2008, № 804. –С. 114-122.

Вотах О.А. Введение в геотектонику. –НсБ.: Наука, 1985. –181 с.

Высоцкий Б.П. Проблемы истории и методологии геологических наук. –М.: Недра, 1977. –280 с.

Вялов О.С. Мезозойская (тихоокеанская) складчатость в Азии. –Межд. геол. конгр. Тр. 17 сессии. Т. 2. Докембрий. Тектоника Азии. –М.: ГОНТИ, 1939.

Гаврилов В.П. Океаногенез и континентогенез: основные этапы полного цикла развития литосферы. –Изв. вузов. Геол. и разведка, 1986, № 1. –С. 3-10.

Галабуда М.І. Циклічність формування нафтогазоносних регіонів України. -Нафта і газ України. Зб. наук. праць. Т.1. -Полтава, 1998. -С. 28-29.

Гатинский Ю.Г., Дао Динь Тхук. Особенности геологического строения и развития палеорифтовой зоны Шонгда (р. Черной) во Вьетнаме. –Бюлл. МОИП, отд. геол., 1982. Т. 57. Вып. 3.

Гансер А. Геология Гималаев. – М.: Мир, 1967. – 351 с.

Геологический словарь. Т. 1 и Т. 2. –М.: Госгеолтехиздат, 1955.

Геологический словарь. Т. 1 и Т. 2. –М.: Недра, 1973.

Геологическое развитие Японских островов. – М.: Мир, 1968. – 719 с.

Геология и нефтегазоносность Украины: Учебное и справочное пособие / В.О. Соловьев, А.Н. Васильев и др. –Х.: Курсор, 2007. -294 с.

Геология Кореи. – М.: Недра, 1964. – 264 с.

Геология Монгольской Народной Республики. Т. 1. –М.: Недра, 1973. - 584 с.

Геология нефти и газа Западной Сибири. –М.: Недра, 1975.

Геохронология СССР. Т. 2. Фанерозой. – Л.: Недра, 1974. – 344 с.

Друшиц В.В., Шиманский В.Н. Метазойский этап развития органического мира. –Пробл. стратигр. и истор. геол. –М., 1978.

Есипович С.М. История развития планеты Земля – пульсирующее расширение под действием космического прессинга. –Одесса: Астропринт, 1998. -152 с.

Жинью М. Стратиграфическая геология. – М.: ИЛ, 1952. -638 с.

Загрузина И.А., Федорова И.В., Яковлева Л.В. О фанерозойском омоложении докембрийских пород на востоке Азии. –Эндогенные процессы и металлогения в зоне БАМ. –ИсБ.: Наука, СО, 1982. –С.135-141.

Зайцев Ю.А. Эволюция геосинклиналей. М., 1984. -208 с.

Запасы углей стран мира /Н.Г. Железнова и др. -М.: Недра, 1983. -167с.

Иванов Б.А. Палеотектонические схемы главных фаз мезозойского тектогенеза Южного Сихоте-Алиня. –Складч. области Евразии. –М.: Наука, 1964. –С. 277-289.

Казаринов В.П. Пульсация Земли. – Бюлл. МОИП, отд. геол., 1979, т. 54, № 3. -С. 92-109.

Казимиров Д.А. Импульсные тектонические движения. –Геотектоника, 1974, № 4.

Карачинский В.Е., Лапчинский Ю.Г., Соловьев В.О. Интенсивность геотектонического процесса, структурные перестройки и прогнозирование зон нефтегазонакопления. –Флюидодинамический фактор в тектонике и нефтегазоносности осадочных бассейнов. –М.: Наука, 1989. -С. 77-84.

Карогодина Ю.Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносность. – М.: Недра, 1974. -176 с.

Карогодина Ю.Н. Введение в нефтяную литмологию. –Новосибирск: Наука, СО, 1990. -240 с.

Кац Я.Г., Тевелев А.В., Полетаев А.И. Основы космической геологии. – М.: Недра, 1988. -235 с.

Кобаяси Т. Триасовый орогенез Акиёси. –Вопросы соврем. зарубежной тектоники. –М.: ИЛ, 1960.

Коровин М.К. Историческая геология. –М.: Госгеолиздат, 1941. -487 с.

Коровин М.К. Геотектонический принцип и его значение для стратиграфии и геологической терминологии. Изв. АН СССР, серия геол., 1950, № 3.

Короновский В.Н., Якушова А.Ф. Основы геологии: Учеб. для геогр. спец. вузов. –М.: Высш. шк., 1991. -416 с.

Космическая информация в геологии. –М.: Наука, 1985. -536 с.

Косыгин Ю.А. Тектоника. –М.: Недра, 1969. 616 с.

Кравчинский А.Я. Периодичность в дрейфе континентов. – Геотектоника, 1978, № 2. -С. 19-27.

Красный Л.И. Проблемы тектонической систематики. –М.: Недра, 1972. -152 с.

Краткий геологический словарь для школьников /Под ред. Г.И. Немкова. –М.: Недра, 1989. -176 с.

Кропоткин П.Н., Шахварстова К.А. Геологическое строение Тихоокеанского подвижного пояса. -Тр. ГИН, вып. 134. –М.: Наука, 1965. -365 с.

Куликов П.К., Белоусов А.П., Латыпов А.А. Западно-Сибирская триасовая рифтовая система. -Геотектоника, 1972, № 6. –С. 79-87.

Куликович А.Е. Периодический закон исторической геологии. – История и методол. геол. наук. –К., 1985.

Лапкин И.Ю., Соловьев В.О. Пермские тектонические движения Евразии. – Докл. АН СССР. 1969, т.184, № 2. -С. 410-413.

Лапкин И.Ю., Соловьев В.О., Стерлин Б.П., Томашунас Э.В. Тектонические фазы Припятско-Днепровско-Донецкого прогиба. –Развитие газовой промышленности УССР. Геология. Тр. УкрНИИГаза. Вып.IV. М.: Недра, 1972. -С. 22-32.

Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (Геотопология, структурная география и общие черты геосистематики). – СПб, 2002. -762 с.

Левашов К.К. Среднепалеозойская рифтовая зона Сетте-Дабана. –Докл. АН СССР, 1974. Т. 219. № 3.

Леонов Г.П. Историческая геология. Палеозой. –М.: Изд-во МГУ, 1985. -381 с.

Леонов Ю.Г. Эпохи орогенеза и вопрос о тектонических циклах. – Пробл. стратиграфии и истор. геологии. –М., 1978. –С. 89-103.

Логвиненко Н.В., Соболев Д.Н. О седиментационной ритмике в Донецком карбоне. –Уч. зап. ХГУ. Т. 31. Зап. геол. ф-та. Т. 10, 1950.

Малиновский Ю.М. Синфазная стратиграфия фанерозоя. – М.: Недра, 1982. – 176 с.

Материалы по тектонической терминологии. Ч. 2. – НсБ.: АН СССР, СО, 1963. - 116 с.

Мезозойская тектоника и магматизм Восточной Азии (корреляция времени проявления тект. движений и магматизма). –М.: Наука, 1983. -232 с.

Мезозойско-кайнозойские складчатые пояса. Материалы по сравнительной тектонике. –М.: Мир, 1977. Т.1. Альпийско-гималайские

складчатые области. -453 с. Т.2. Циркумтихоокеанские и карибские складчатые области. -478 с.

Милановский Е.Е. Некоторые закономерности тектонического развития и вулканизма Земли в фанерозое (проблемы пульсации и расширения Земли). –Геотектоника, 1978, № 6. -С. 3-16.

Милановский Е.Е. Рифтогенез в истории Земли. Рифтогенез в подвижных поясах. -М., 1987. -298 с.

Милановский Е.Е. Геология СССР. Ч.1 –М.: Изд-во МГУ, 1987. -416 с. Ч.2., 1989. -271 с. Ч.3., 1991. -272 с.

Молостовский Э.А., Храмов А.Н. Палеомагнитная шкала фанерозоя и проблемы магнитостратиграфии. 27-й Межд. геол. конгр. Стратиграфия. Секция С.01. Доклады Т. 1. –М.: Наука, 1984.

Моссаковский А.А. О верхнепалеозойском вулканическом поясе Европы и Азии. – Геотектоника, 1970, № 4. -С. 65-77.

Моссаковский А.А. Орогенные структуры и вулканизм палеозойской Евразии. –М.: Наука, 1976. – 320 с.

Муравски Г. Толковый словарь немецких геологических терминов. Пер. с нем. –М.: Мир, 1980. -373 с.

Муратов М.В. Складчатые геосинклинальные пояса Евразии. – Геотектоника, 1965, № 6.

Найдин Д.П. Позднемеловая эпоха в истории океанов и континентов. Ст. 1. –Изв. вузов. Геология и разведка, 1984, № 2.

Океанология. Геология океана. Геологическая история океана. –М. Наука, 1980.

Основные черты стратиграфии карбона СССР. –Л.: Недра, 1975. –335 с.

Пашков Б.Р., Швольман В.А. Рифтогенные окраины Тетиса на Памире. –Геотектоника, 1979, № 6.

Пейве А.В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях. –Изв. АН СССР, серия геол., 1945, № 5.

Пейве А.В. Тектоника развития Урала и Аппалачей – сравнение. – Геотектоника, 1973, № 3. -С. 3-13.

Пейве А.В. и др. Разломы и горизонтальные движения земной коры. – Тр. ГИН АН СССР, вып. 80, 1963.

Периодические процессы в геологии / Под ред. Н.В. Логвиненко. –Л.: Недра, 1976. -264 с.

Плюснин К.П. Тектоника и геохронология горизонтальных дислокаций литосферы. –М.: Недра, 1985. -201 с.

Постельников Е.С. и др. Тектоническое строение и развитие Индокитая. – Тр. ГИН АН СССР, вып. 108. – М.: Наука, 1964. -С. 28-89.

Проблемы геологии нефти и газа / В.О. Соловьев, И.В. Высочанский, С.В. Кривуля и др. –Х., 2010. -124 с.

Проблемы глобальной корреляции геологических движений. – Тр. ГИН АН СССР, 1980, вып. 340. - 220 с.

Пронин А.А. Новая геохронологическая шкала тектонических движений фанерозоя. –Геол. история Урала. –Свердловск, 1981. –С. 3-17.

- Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. –М., 1940.
- Пуцаровский Ю.М. Резонансно-тектонические структуры. – Геотектоника, 1969, № 1.
- Региональная стратиграфия Китая. Ч. 1, 1960 и Ч.2, 1963. –М.: ИЛ.
- Рид Г., Уотсон Дж. История Земли. Поздние стадии истории Земли. – Л.: Недра, 1981. – 408 с.
- Ронов А.Б. Эволюция осадкообразования в истории Земли. –Эволюция осадочн. процесса в океанах и на континентах. –М., 1983.
- Рубинштейн М.М. Орогенические фазы и периодичность складкообразования в свете данных абсолютной геохронологии. – Геотектоника, 1967, № 2. -С. 21-32.
- Руттен М.Г. Геология Западной Европы. – М.: Мир, 1972. – 446 с.
- Салун С.А. Тектоника и история развития Сихотэ-Алинской геосинклинальной складчатой системы. – Л.: Недра, 1978. –183 с.
- Славин В.И., Хаин В.Е. Раннекиммерийские геосинклинальные прогибы севера центральной части Средиземноморского пояса. –Вестн. Моск. ун-та. Геология, 1980. № 2.
- Смирнов А.М. Сочленение Китайской платформы с Тихоокеанским складчатым поясом. –М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963.
- Соболев Д.Н. О геологических периодах. – Ежегодник по геологии и минералогии России, т. 16, вып. 9, 1914. -С. 233-246.
- Соболев Д.Н. Земля и жизнь. 1. Геологические циклы. – Научно-попул. библи. Укр. отделения Геол. комитета. 1-я серия. – К., 1926. – 60 с.
- Соловйов В.О. Основи геологічних знань: Геологія в курсах географії, біології, екології: Навч. посібник. – Харків: Гриф, 2005. – 96 с.
- Соловйов В.О. Геологічна будова України. Краєзнавчі маршрути. Матер. для уроків та позакласної роботи. –Х.: Основа, 2009. -80 с. / Б-ка журн. «Географія». Вип. 7 (67).
- Соловйов В.О. Геотектоніка. Відомості до шкільного курсу географії. – Х.: Основа, 2011. -111 с. / Б-ка журн. «Географія». Вип. 12 (96).
- Соловйов В.О. Історична геологія. –Х.: Основа, 2012. -126 с. / Б-ка журн. «Географія». Вип. 3 (99).
- Соловьев В.О. К вопросу о скорости и условиях формирования коры выветривания. –Докл АН СССР, 1962. Т. 145, № 5. –С. 1116-1117.
- Соловьев В.О. Некоторые особенности магматизма Ханкайской и Сихотэ-Алинской зон Приморья. –Докл. АН СССР, 1965. Т. 161, № 2. –С. 428-431.
- Соловьев В.О. О поперечных разрывных структурах Южного Сихотэ-Алия. –Докл. АН СССР, 1967. Т. 175, № 4. –С. 903-906.
- Соловьев В.О. Особенности развития вулканизма Сихотэ-Алинской складчатой области и прилегающей с запада территории. –Докл. АН СССР, 1969. Т. 186, № 2. –С.411-414.
- Соловьев В.О. Периодичность в формировании верхнепалеозойских-мезозойских формационных комплексов Евразии. –Цикличность

осадконакопления и закономерности размещения горючих пол. иск. Тез. докл. Всес. конф. – НсБ., 1975. – С. 97-99.

Соловьев В.О. Визейский тектоно-седиментационный и палеогеографический рубеж. – Тр. VIII Межд. конгресса по стратиграфии и геологии карбона. Т. 6. – М.: Наука, 1980. – С. 156-160.

Соловьев В.О. Сопряженность развития главнейших тектонических поясов Евразии. – Изв. вузов. Геол. и разведка, 1983, № 12. – С. 11-19.

Соловьев В.О. Визейский седиментационно-палеогеографический рубеж в Восточной Азии. – Геология и геофизика, 1984, № 11. – С. 27-34.

Соловьев В.О. Тектонические фазы и проблема планетарной одновозрастности тектогенеза. – Геотектоника, 1984, № 6. – С. 21-32.

Соловьев В.О. Верхний палеозой и возможность выделения планетарных литологических комплексов. – Сов. геология, 1984, № 10. – С. 51-61.

Соловьев В.О. Мегарегиональные стратиграфические комплексы. – Изв. АН СССР, серия геол., 1985, № 4. – С. 128-131.

Соловьев В.О. Тектоно-магматические рубежи. – Докл. АН СССР, 1985, 285, № 5. – С. 1178-1181.

Соловьев В.О. К выделению литостратиграфических комплексов. – Изв. АН СССР, серия геол., 1986, № 4. – С. 52-60.

Соловьев В.О. Сопоставление развития Тихоокеанского и Средиземноморского поясов Евразии. – Геотектоника, 1986, № 5. – С. 13-24.

Соловьев В.О. Глобальная периодичность осадконакопления: пути решения проблемы. – Изв. вузов. Геол. и разведка, 1986, № 12. – С. 141-145.

Соловьев В.О. Схема формирования тектоно-магматических систем и рубежей Евразии в позднем палеозое-мезозое. – Изв. вузов. Геол. и разведка, 1986, № 1. – С. 11-16.

Соловьев В.О. Трансгрессии, эпохи тектонической активности, структурно-палеогеографические перестройки и их отражение в седиментационной цикличности. – Теор. и методол. вопросы седимент. цикличности и нефтегазоносности. – НсБ: Наука, СО, 1988. – С. 56-63.

Соловьев В.О. Великие обновления в фанерозойской истории Земли. – Докл. АН СССР, 1988, т. 302, № 3. – С. 663-666.

Соловьев В.О. Структурно-палеогеографические перестройки в истории Земли. – Докл. АН СССР, 1988, т. 302, № 6. – С. 1451-1453.

Соловьев В.О. Историко-геологические перестройки (рубежи) в фанерозойском развитии земной коры. – Идея развития в геологии: вещественный и структурный аспекты. – НсБ: Наука, СО, 1990. – С. 174-182.

Соловьев В.О. Финальный магматизм: особенности его проявления и геологическая сущность. – Геол. и геофизика, 1990, № 3. – С. 56-62.

Соловьев В.О. Отражение глобальных фаз тектогенеза в разрезе карбона Донбасса. – Геотектоника, 1990, № 6. – С. 79-84.

Соловьев В.О. Основные закономерности развития земной коры: Учебное пособие. – Х.: ХГУ, 1992. – 109 с.

Соловьев В.О. Геодинамические режимы в Евразии и их отражение в развитии тектонических структур Украины. –Нафта і газ України-96. Матер. науково-практ. конференції. –Х., 1996. –С. 244-247.

Соловьев В.О. Ритмы в развитии природы и общества. –Х.: Курсор, 2008. –139 с.

Соловьев В.О., Жулид В.П. Соотношение траппового и гранитоидного магматизма на Таймыре. –Трапповый магматизм Сибирской платформы в связи с тектоникой и поисками пол. ископ. Тез. докл. –Красноярск, 1983. –С. 51-54.

Соловьев В.О., Жук Н.М., Мансуров А.Н. Опыт количественной характеристики тектонических преобразований позднего палеозоя-триаса. – Изв. вузов. Геол. и разведка, 1987, № 2. –С. 3-8.

Соловьев В.О., Лапчинский Ю.Г. Среднепалеозойская рифтовая система Евразии. –Рифтогенез и нефтегазоносность. –М.: Наука, 1994.

Соловьев В.О., Бенько В.М. Геологическая природа и этапы развития нефтегазоносных структур Украины. –Вісник Харк. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна. Х., 2008. № 804. –С. 101-109.

Соловьев В.О., Кривуля С.В., Фык И.М. Материковые рифты и нефтегазоносность. Х.: Курсор, 2011. –44 с.

Соловьев В.О., Тхоржевский Э.С. Историческая геология: учебное пособие. –Х.: ХНАДУ, 2013. –240 с.

Соловьев В.О., Москаленко И.А., Щербина В.Г. Харьковская геологическая школа, ее роль в изучении и освоении нефтегазовых месторождений. –Х., 2014. –128 с.

Соловьев В.О., Кривуля С.В., Фык И.М. и др. История развития научных направлений геологии: учебно-справочное пособие. –Х., 2014. –152 с.

Сравнительная тектоника Чешского и Казахстанско-Тяньшаньского срединных массивов. – М.: Изд-во МГУ, 1984. –240 с.

Страхов Н.М. О периодичности и необратимой эволюции осадконакопления в истории Земли. – Изв. АН СССР, серия геол., 1949, № 6. –С. 70-111.

Тектоника Евразии (Объяснительная записка к Тектонической карте Евразии, м-б 1:5000000). –М.: Наука, 1966. – 487 с.

Тектоника Европы. Объяснительная записка к Межд. тект. карте Европы. – М.: Наука, Недра, 1964.

Тектоника Европы и смежных областей. Варисциды, эипалеозойские платформы, альпиды. –М., 1976. –588 с.

Тектоника Северной Евразии / Под ред. А.В.Пейве. М., 1980. – 222 с.

Тектоника Средиземноморского пояса. – М.: Наука, 1980. – 243 с.

Тесленко Ю.В. Краткий справочник по стратиграфической терминологии. – К.: Наук. думка, 1982. – 157 с.

Тетяев М.М. Основы геотектоники. – М.: ОНТИ, 1934.

Тихомиров С.В. Факторы осадочного процесса и его основной закон. – Изв. вузов. Геол. и разведка, 1972, № 3.

Усов М.А. Фазы и циклы тектогенеза Западно-Сибирского края. – Томск: Изд-во Зап.-Сиб. геол. треста, 1936.

Хаин В.Е. Возрожденные (эпиплатформенные) орогенические пояса и их тектоническая природа. –Сов. геология, 1965, № 7.

Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Северная и Южная Америка, Антарктида, Африка. М.: Недра, 1971. – 548.

Хаин В.Е. Общая геотектоника. Изд. 2-е. – М.: Недра, 1973, -512 с.

Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Внеальпийская Европа и Западная Азия. –М., 1977. -360 с.

Хаин В.Е. Учение о геосинклиналях и тектоника плит. –Геотектоника, 1986, № 5. –С. 3-12.

Хэллем А. Связь между биостратиграфией, магнитостратиграфией и «событийной» стратиграфией в юрском и меловом периодах. -27-й Межд. геол. конгр. Стратиграфия. Секция С.01. Доклады. Т. 1. –М.: Наука, 1984.

Хэллем Э. Великие геологические споры. –М.: Мир, 1985. -216 с.

Цейслер В.М. Введение в тектонический анализ осадочных геологических формаций. –М.: Наука, 1977.

Чесноков С.В., Красивская И.С. Варисский геосинклинальный магматизм и образование континентальной земной коры Большого Кавказа. – М.: Наука, 1985. - 94 с.

Чу С. Орогенические фазы в Китае. – Межд. Геол. Конгр. Тр. XVII сессии. СССР, 1937. Том второй. – М.: ГОНТИ, 1939.

Шейнманн Ю.М. Великие обновления в тектонической истории Земли. –Межд. геол. конгр. 21-я сессия. Докл. сов. геологов. Пробл. 18. –М.: Изд-во АН СССР, 1960.

Шкала геологического времени /Харленд У.Б. и др. –М.: Мир, 1985.-140с.

Энциклопедия региональной геологии мира. Западное полушарие. – Л.: Наука, 1980. -511 с.

Якобсон К.Э. Венд стратотипического региона. – Сов. геология, 1984, № 10. -С. 45-51.

Яншин А.Л. О так называемых мировых трансгрессиях и регрессиях. – Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1973. Т. 48. Вып. 2. –С. 9-44.

Ясаманов Н.А. Галактический год и периодичность геологических событий. –Докл. АН (РАН), 1993. Т. 328, № 3. –С. 373-375.

Ясаманов Н.А. Опыт построения шкалы геологического времени (на основе цикличности геологических событий и астрономических данных). – Докл. АН (РАН), 1993. Т. 328, № 4. –С. 487-489.

Stille H. Grundfrage der vergleichenden Tektonik. –Berlin, 1924. -443

Сделать: 1. +Нумерация таблиц, рисунков

+2. Уточнить и дополнить список литературы

+3. В раздел РГ включить «Геология Украины» (из Вестн. ХНУ, 2008)

4. -На с. 98 включить таблицу 3. из ОГЗ, с. 43 (материки и океаны)

5. -Рис. -С. 85. Перенести средн. рифты Евраз. (из 1992, с. 49)
6. +На с. 117 сделать табл. 4: Литострат. компл. Евразии (ИМ)
7. +С. 59. Табл. 1. Эпохи разл. тект. подвижн.
8. +С. 74. Табл. 2. ГТЦ
9. +С. 165. Табл. 5. ИГ деление фанерозоя
10. +С. 168. Табл. 6 ИГ деление всей истории ЗК

ГТЦ; 2) Возможность прогноза исторических и историко-геологических событий, в частности, «смуты» в 2040-е годы, очередных резких потеплений и похолоданий – через 3,5 тыс. лет и др. В том числе, «конца света».