

**Лекції підготовлені старшим викладачем кафедри фізичної географії,
природокористування та ГІС, Роскос Н.О.**

Лекція 3. Космогонічні основи палеогеографії. Розвиток літосфери Землі. Земна кора, її будова. Планетарний рельєф - материки і океани, його зв'язок з будовою земної кори. Етапи розвитку земної кори і рельєфу планети.

Згідно панівним в даний час уявленням (*гіпотеза акреції*) Сонячна система, як і безліч інших систем у Всесвіті, утворилася з хмари газів і пилу, що виник в результаті еволюційного ущільнення космічної матерії. Імпульсом, який вивів цю хмару з рівноважного стану, був вибух наднової зірки, що знаходилася в безпосередній близькості.

При порушенні рівноваги гравітаційні сили привели до стиснення хмари, центр якої почав світитися за рахунок енергії стиснення, поклавши початок Сонцю. Матеріал, віддалений від Сонця, поступово концентрується в солярні хмарі, згущення якої стають все більш явними. Потім відбувається розпад цієї хмари на окремі згустки - планетозималі, які об'єднуються в протопланети. Скупчення і зіткнення згустків космічного матеріалу призводить до нарощування планет.

На той час, коли Сонце досягло стійкого жовтого випромінювання, планети придбали сферичну форму. Цей процес, названий акрецією, зайняв не більше сотні мільйонів років, тобто з геологічної точки зору був дуже швидким.

За розрахунками астрофізиків (Герлінг, Шуколюков, 1963), перші 100 мільйонів років щорічно приростало по 10^{14} т, - щогодини маса Землі збільшувалася на 10-15 млрд т.

Основні характеристики розмірів Землі і параметрів її орбіти наступні:

- відстань від Сонця 149,6 млн км (1 астрономічна одиниця);
- форма орбіти еліптична, близька до кругової (ексцентриситет 0,0167);

- сидеричний період обертання 365,5 діб;
- нахил екватора до площини орбіти $23^{\circ} 27'$;
- повний оборот навколо своєї осі 23 год. 56 хв .;
- фігура - геоїд, що наближається до тривісного еліпсоїда;
- екваторіальний радіус - 6378 км, полярний -6357 км;
- площа поверхні 510 млн км².

Ця подвійна планетна система має великого супутника - Місяць, маса якого становить 1/81 частину маси Землі; відстань Місяця від Землі - 384 400 км. Земля, рухаючись по еліптичній орбіті навколо Сонця, обертається навколо своєї осі. Це обертання має тенденцію до уповільнення через гальмуючого дії припливів, що викликаються тяжінням Місяця і в меншій мірі - Сонця.

500 млн л. н. доба становила 20,8 сучасних годин, подовження становить в середньому 0,0017 с. за століття, але воно не було рівномірним. Оскільки тривалість обертання Землі навколо Сонця (рік) залишається незмінною, отже кількість діб в році зменшується.

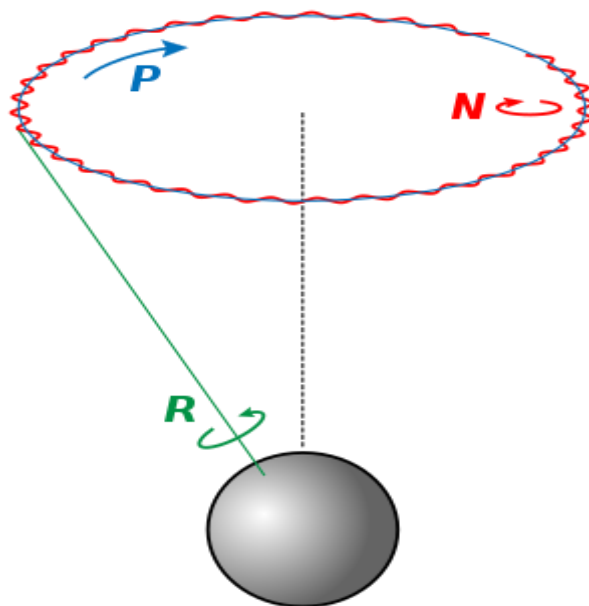
Зміни елементів земної орбіти називаються нерівностями або збуреннями, їх три.

1. **Нахил екліптики.** Екваторіальна площина Землі утворює з площиною орбіти кут приблизно в $23,5^{\circ}$; протягом останнього мільйона років нахил екліптики залишався у межах від $21^{\circ}39'$ до $24^{\circ}36'$ (сучасне його значення $23^{\circ}21'$ і він зменшується на 47 секунд на рік). *Період коливання нахилу земної осі до площини орбіти становить 40 тис. років.*

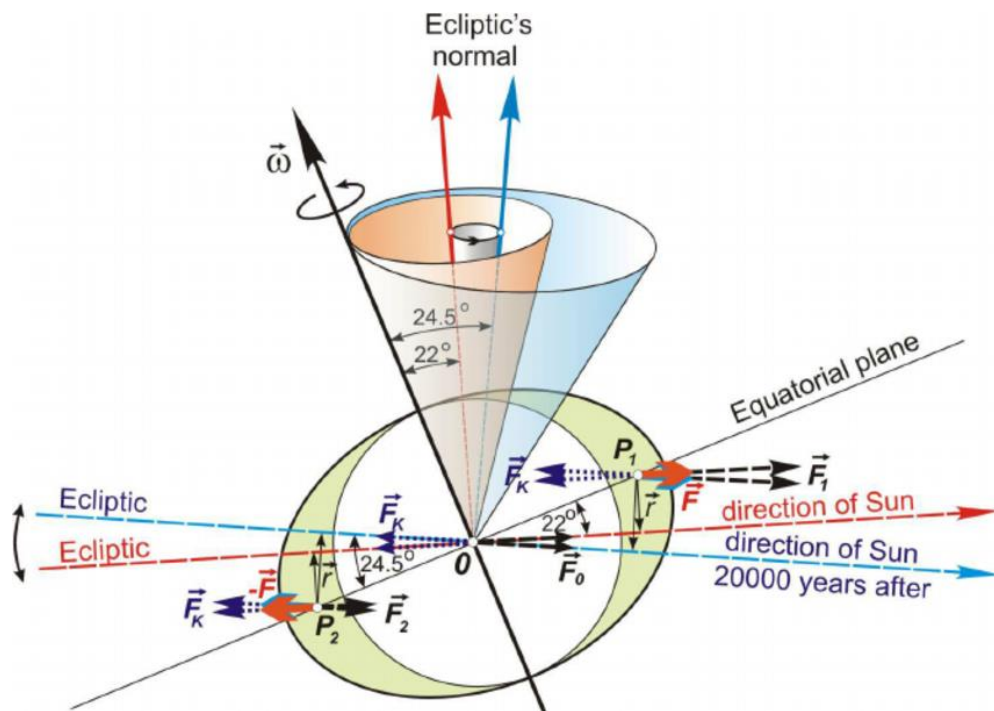
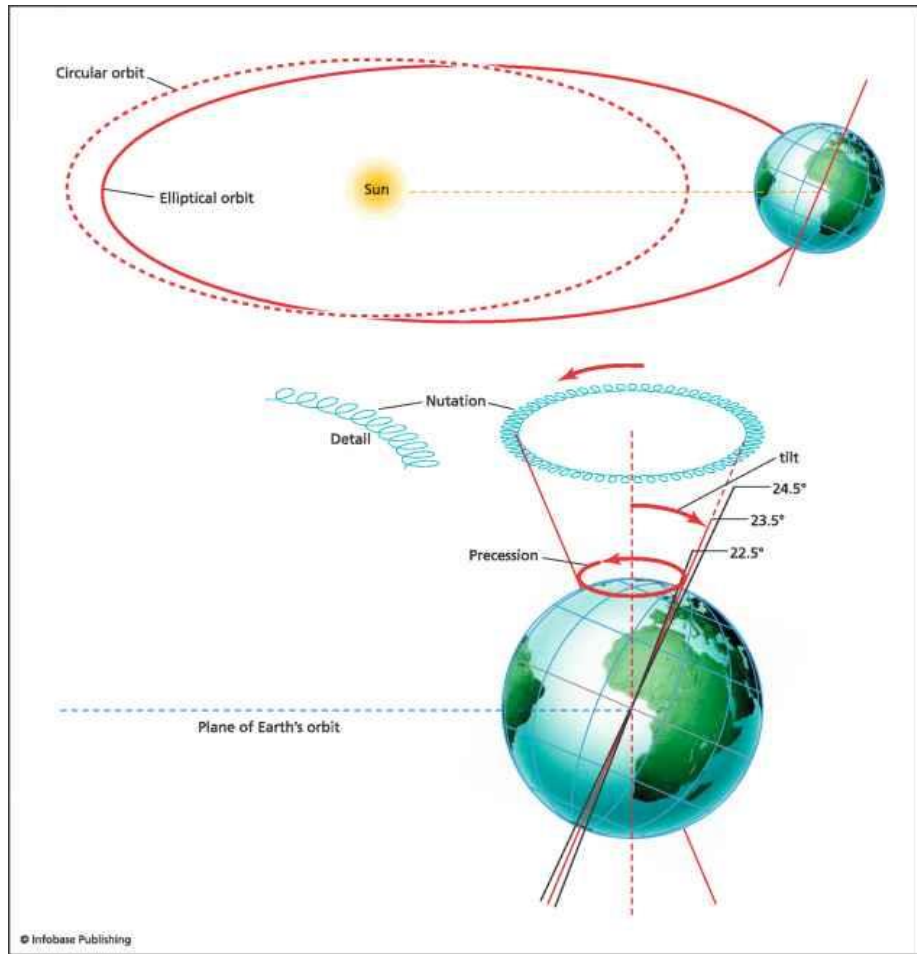
2. **Ексцентриситет орбіти.** Так як Сонце розташоване в одному з фокусів еліпса орбіти, його зміщення від центру кола впливає на відстань Землі від Сонця при проходженні року, тобто на тривалість чотирьох пір року. Період коливання ексцентриситету становить 92 тис. років.

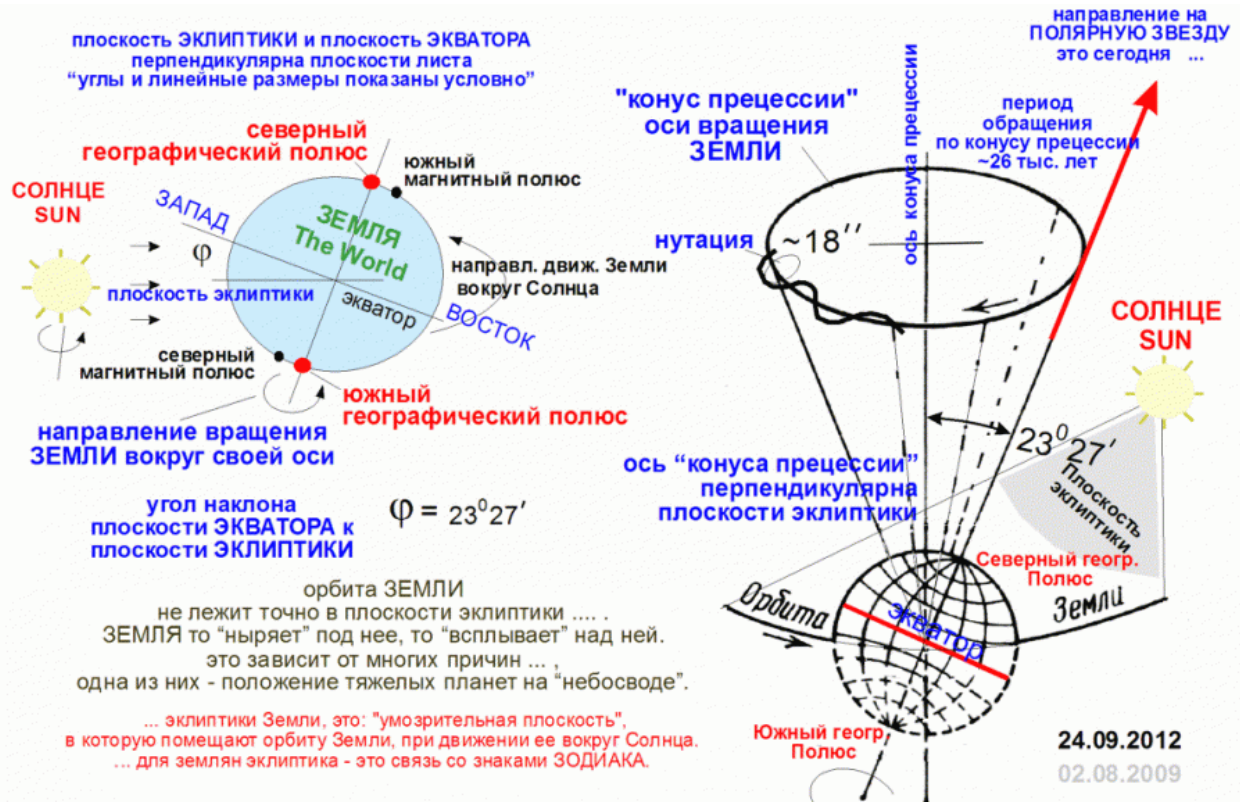
3. **Прецесія** (або попередження) рівнодення, тобто поступальний рух чотирьох кардинальних точок по орбіті. Воно пов'язане з конічним рухом осі Землі. *Період цього явища становить 21 тис. років* Орієнтація осі Землі з часом теж змінюється з періодом у *25,8 тис. років*; ця явище носить назву прецесії, є причиною розходження тривалості зоряного (сидеричного) року і тропічного року. Цей рух викликаний тяжінням, що діє з боку Сонця на екваторіальну опуклість Землі. Полюси Землі переміщаються щодо її поверхні на кілька метрів. Такий рух полюсів має різноманітні, циклічні складові, які разом називаються квазіперіодичним рухом.. У зв'язку з цим нестабільно положення географічних полюсів, вони "блукають", окреслюючи замкнуті контури неправильної форми.

Кут нахилу земної осі відносно постійний протягом тривалого часу. Однак, цей нахил зазнає незначних зсувів (відомих як **нутація**) з періодичністю **18,6 років** (пов'язаних із періодом повного циклу руху вузлів місячної орбіти - точок перетину площини екліптики з площиною місячної орбіти). Також існують довгоперіодичні нутації (близько 41 000 років), відомі як цикли Миланковича. На додаток існує 14-місячний цикл, іменованій чандлеровським рухом полюсів Землі.



Обертання (R, зелений), прецесія (P, синій) та нутація (N, червоний)

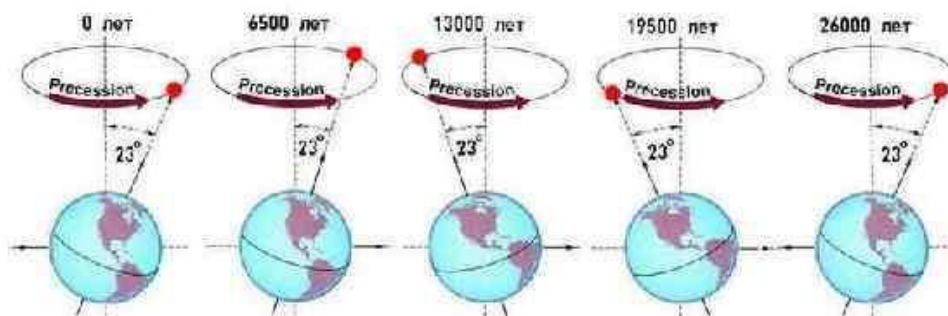




Прецессия и нутация

Прецессия – постепенное вращение земной оси с периодом 26000 лет. Приводит к движению точки весеннего равноденствия и сдвигу экваториальных координат. Радиус раствора конуса – $23,5^\circ$.

Нутация – слабые колебания земной оси, менее $20''$.



Земна речовина, що становить планету, неоднорідне за щільністю: щільність її збільшується від периферії до центру. У структурі твердої частини Землі виділяють земну кору, мантію і ядро; верхню частину земної кори пронизує вода, що утворює **гідросферу**, планета має повітряну оболонку, потужність якої значно більше радіусу твердої частини. Межі між геосферами хвилясті, геометрично неправильні.

У будові кожної геосфери також виділяють шари з нерівними хвилястими межами. Така будова називається **оболонкова**. Внаслідок особливого складу і будови Земля має сильне магнітне поле напруженістю в 20 тисяч разів вище, ніж напруженість в міжпланетному просторі. Напруженість магнітного поля швидко падає при видаленні від Землі, але ще на відстані 10 земних радіусів вона залишається в 20 разів сильніше міжпланетного. **Ось магнітного поля не збігається з віссю обертання Землі, відхилення становить 11° .**

Магнітне поле Землі асиметричне: на денній стороні магнітні лінії сплюснені, на нічний - розріджені. Це результат впливу "сонячного вітру",

потоків частинок високих енергій. Зміни напруженості магнітного поля відбуваються раптово у вигляді "магнітних бур", які пов'язані з періодичністю плямової активності Сонця.

Стан і склад оболонок Землі (Вронский, Войткевич, 1997)	Найважливіші риси хімічного складу	Фізичний стан
Атмосфера	N ₂ , O ₂ , CO ₂ , (H ₂ O) інертні гази	Газ
Гідросфера	Солоні і прісні води, сніг і лід. Розчинені Na, Mg, Ca, Cl, SO ₄ , HCO ₃	Рідкий, частково твердий
Біосфера	H ₂ O, органічні речовини: вуглеводи, жири, білки, нуклеїнові кислоти, скелетний матеріал N, H, C, O	Твердий і рідкий, частково коллоїдний
Кора	Нормальні магматичні, осадочні і метаморфічні породи. O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K	Твердий, локальний осередки магми
Мантия	Силікатні мінерали олівін-пироксенового складу та їх фазові еквіваленти високих тисків. O, Si, Mg, (Fe)	Твердий

Ядро	Залізонікелевий сплав Fe – FeS – Ni	Верхня частина рідка, нижня, вірогідно, тверда
------	--	---

Зазвичай історію Землі ділять на **догеологічну і геологічну**. Найдавніші гірські породи, датовані ізотопним методом, мають вік близько 3,5 млрд років (західноавстралійські кварцити), але вони містять уламкові зерна циркону з віком до 4,2-4,3 млрд років (Хайн, 1994). **Це датування і відзначає початок геологічної історії Землі.** Однак інтервал 4,3-3,5 млрд л. н. майже не охарактеризований геологічними даними. Уявлення про стан надр будуються на підставі залучення порівняльних матеріалів. *Передбачається, що в цей час планета в результаті швидкої диференціації речовини вже розділилася принаймні на ядро і мантію, тверду з поверхні.*

Вигляд Землі в юності представляється у вигляді темно-сірої рівнини; *метеорити різного розміру бомбардують її, покриваючи борознами, подряпинами* (Гаврилов, 1986). Внутрішній розігрів надр відбувається нерівномірно, *виникають локальні вогнища розплавлення при збереженні основної маси речовини в твердому стані: зонна плавка.* В межах зонного розплаву *починається конвекція* - пересування перегрітої речовини від низу до верху, розплавлена речовина знизу остигає, легкоплавкі елементи рухаються швидше, скупчуються разом, нижче концентруються тугоплавкі. ***Так на одному кінці розплаву утворюються основні породи: дуніт, перидотит, на іншому - базальт.*** Зонна плавка, яка охопила верхню частину мантії, привела до поступового виплавлення базальтових порід з мантійного речовини і руху їх до поверхні Землі. Можливо, що в сучасних умовах подібний процес протікає в умовах астеносфери - частини верхньої мантії. **Так під дією зонного плавлення формувалася базальтовий шар земної кори.** На поверхні планети виникали ***первинні вулкана-плутонічні кільцеві структури***, заповнені лавою, поруч з ними були сусідами великі і дрібні

метеоритні кратери. У той час ландшафти Землі нагадували сучасний вигляд поверхні Місяця.

Одночасно з виплавленням базальтового шару земної кори відбувається і дегазація мантійного матеріалу. Газоподібні компоненти скупчуються в навколоземному просторі, утримувані силою земного тяжіння. Місяць і Марс, що володіють меншою силою тяжіння, не могли утримати біля себе продукти дегазації своїх надр, які частково (Марс) або повністю (Місяць) диссіпірували. *Земля ж поступово нарощувала атмосферу, яка містила серед інших компонентів водяну пару.* При температурі + 15 ° С майже уся водяна пара повинна була конденсуватися, перетворюючись в воду. Таким чином, вже в самій ранній стадії геологічної історії Земля має особливу географічну оболонку з трьох фазовим станом речовини.

За місячної стадією слідує нова, якісно інша стадія розвитку Землі. *Починаючи з 4 млрд л. н. в еволюції земних надр оцінюється вплив атмосфери і гідросфери, які забезпечують процеси руйнування магматичних порід і перевідкладення продуктів цього руйнування (осадконакопичення). Відбувається ускладнення геологічного кругообігу речовини.* Виниклі в процесі зонного плавлення вулканічні породи піддавалися руйнуванню і перевідкладенню, продукти руйнування заповнювали зниження, скупчувалися в величезній кількості і перетворювалися в *глибоко метаморфічні породи - гнейси.* Ця одноманітна асоціація гірських порід, названа сірими гнейсами, і була первинної континентальної корою.

Потужність базальтової кори разом з гнейсовими накопиченнями ставала такою, що вже не пронизувалася базальтовими виливами. В процесі зонного плавлення почали формуватися інтрузії з гранітним складом, а в рельєфі вони утворювали купола - овальні здуття в поперечнику від декількох кілометрів до сотень кілометрів. Купола не мали лінійної орієнтування в плані, розташовуючись хаотично. *Найбільш характерні структури такого типу в древніх комплексах відомі в районі озера Верхнього в Північній Америці.*

Такого ж типу купола відомі на Кольському півострові, в Карелії, в Сибіру, в Африці. Їх називають овоїди, нуклеарними ядрами або просто нуклеоїди ("нуклеосому" - ядро). Цю стадію називають овоїдною. Геолог Е. В. Павловський у 1962 році запропонував назвати цю стадію розвитку земних надр **нуклеарною**. Надалі відбувається злиття граніто-гнейсових куполів. **Таким чином на базальтовому шарі Землі формується новий гранітний шар, відбувається його наростання** (названа пангранітація Землі).

Передбачається, що екзогенні процеси йшли повільніше, ніж тепер в зв'язку з іншим, ніж нині фізико-хімічним станом верхніх оболонок Землі - атмосфери і гідросфери. **Тому потужність протоконтинентальної кори була менше, ніж тепер і становила 30-40 км, а на думку деяких геологів всього 5-10 км.** Утворенням первинної земної кори, що складається з двох типів - океанічної і континентальної, завершується ранній етап геологічної еволюції планети.

Следующую стадию геологического развития, охватывающую интервал от 3,5 млрд л. н. до настоящего времени называют геосинклинальной стадией.

Она подразделяется на два этапа: **раннегеосинклинальный или протогоосинклинальный** (3,5-1,8 млрд л. н.) и **геосинклинально-платформенный** (1,8 млрд л. н. - настоящее время). Образование земной коры, хотя и не такой мощной как теперь, но сплошной, привело к тому, что тепловой поток стал накапливаться в недрах; результатом стало повышение температуры недр и разуплотнение вещества Земли. *Фазовые переходы подкоркового вещества должны были бы привести к увеличению объема планеты, но твердая земная кора препятствует этому, создаются напряжения, она лопается и расползается.* **Возникают линейные зоны - протогоосинклиналы, в которых протекают вулканические процессы,**

происходит излияние базальтов. Между вулканической цепью и разрывами накапливаются эффузивные и обломочные отложения.

Вода заполняла протогеосинклинальные прогибы (гидросфера 2,5 млрд л. н. составляла 55% массы современной), возникали океаны, в них происходило накопление осадков, компенсирующих прогибание коры. Размеры, очертания и глубина океанов, конечно, отличались от современных. *Протогеосинклинали не разделялись платформенными массивами, нечетко выделялись глубинные разломы.* Но постепенно в их пределах стали обособляться внутренние области с подводными вулканическими породами и внешние области, выполненные осадочным материалом: известняками, глинами, песчаниками.

Большая часть земной коры в течение протогеосинклинального этапа испытывала геосинклинальный режим развития. Возникшие геосинклинали почти полностью переработали первичную континентальную кору. Исключительное развитие магматических и метаморфических пород, огромная мощность осадочных толщ, измеряемая километрами, сильная дислоцированность пород говорят о грозном облике планеты в это время.

Периоды накопления осадочных и магматических отложений длились сотни миллионов лет. ***Одновременно с выносом глубинного вещества из недр планеты уходила и энергия.*** Геосинклинали выполняли роль окон, сквозь которые “проветривались” недра Земли.

И на этом этапе уже проявляется пульсирующий характер тектонических процессов: *процессы горообразования, которые преобладают, чередуются с более спокойными в тектоническом отношении промежутками времени.* **Эпохи преобладающего горообразования называются эпохами складчатости или эпохами диастрофизма, когда происходят глобальные катастрофы.**

Проявление эпох диастрофизма носит периодический характер. При том, что они проявлялись на всей планете не строго одновременно, в целом они были синхронны. Для рассматриваемого промежутка времени 3,5-1,8

млрд л. н. (в геохронологической схеме архей ранний протерозой) выделяют самую раннюю *белозерскую складчатость*, затем *Кольскую*, *кеноранскую*, *балтийскую* и *карельскую*, которая завершает ранний протерозой.

Карельская складчатость открывает следующий геосинклинально-платформенный этап в геосинклинальной стадии эволюции недр. Хотя еще в конце архейской эры в некоторых местах земного шара сформировались жесткие массивы, которые в дальнейшем развивались как платформы, но, как правило, этот процесс активно проявился лишь вслед за Карельской складчатостью. **Первые настоящие платформы эпикарельские, их называют кратонами.** Они спаяли разрозненные остатки протоплатформ, образовав ядра будущих континентов. **Геосинклинальный режим сменился на дифференцированный в пространстве режим геосинклиналей и платформ.**

С появлением устойчивых областей литосферы - платформ, сократились очаги вулканизма, уменьшилось количество материала, поступающего на поверхность планеты из ее недр, произошло замедление роста литосферы. Важным результатом этой стадии стал вынос из мантии значительного количества радиоактивных элементов, которые в силу геохимического сродства стали концентрироваться в гранитно-гнейсовом слое земной коры. *Поэтому снизился уровень астеносферы, что способствовало консолидации коры в целом.*

Геосинклинально-платформенный этап продолжается и в настоящее время. Древнейшие эпикарельские платформы сохранились и составляют ядра современных континентов. Их 11: Северо-Американская, Восточно-Европейская, Сибирская, Баренцевоморская, Гиперборейская, Южно-Американская, Африкано-Аравийская, Индийская, Восточно-Азиатская или Китайская, Австралийская, Антарктическая. (Гаврилов, 1988). Первоначальные их размеры и очертания в дальнейшем были изменены как процессами тектогенеза, так и экзогенными процессами, преобразующими лик Земли.

В течение геосинклинально-платформенного этапа отмечено более 12 тектоно-магматических эпох, и после каждой из них складывался новый рисунок поверхности земной коры. к старым ядрам прирастали новые платформы, так что эпохи диастрофизма через разрушение создавали новый облик нашей планеты. Для позднего протерозоя (1,8-0,57 млрд л. н.) следует отметить кроме карельской, **байкальскую складчатость** (650 млн л. н.), а для фанерозоя - известные **каледонскую** (ср. возраст 400 млн л. н.), **герцинскую** (260 млн л. н.), **мезозойскую** (93 млн л. н.) и **альпийскую** (30 млн л. н.) складчатости.

В связи с новыми техническими возможностями появились наблюдения над **зарождением океанической коры в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов**. Здесь на небольшой глубине происходит плавление верхней мантии с излияниями базальтов на поверхность дна, а ниже застывает магма основного и ультраосновного состава, т. е. океаническая кора имеет три слоя. Механизм, получивший название **спрединг**, заключается в последовательном расширении ложа океана, начиная от осей срединных хребтов, и заполнении ложа новообразованными базальтами. Возраст их различен, что отражается в геомагнитных характеристиках. При взаимодействии перемещающейся океанической коры с континентами образуется зона **субдукции** - зона погружения океанической коры под континенты в глубоководных желобах, а также в другом случае зона **обдукции** - зона надвигания океанической коры на континенты или острова. **Реликты океанической коры на склонах континентов или островных дуг обнаружены в виде офиолитов**, сходство разреза пород которых с разрезом океанической коры установлено. Офиолиты обнаружены не только по всей периферии Тихого океана, но простираются вдоль всех складчатых систем внутри континентов (Урал, Тянь-Шань, Кавказ и т. д.).

С позиции **палеогеографии возникает вопрос**, поставленный В. Е. Хаиным (1994):“ **Тектоника плит: когда и как она началась?**”.

Представленный ответ в общих чертах следующий. *Картина перемещения литосферных плит убедительно восстановлена лишь за последние 160 млн лет на базе картографирования систем магнитных аномалий и благодаря глубоководному бурению.* С этого времени тектоника плит “работает” в одном и том же ритме. Но уже с 1-0,85 млрд л. н. в геологической летописи есть полный набор характерных признаков тектоники плит. Есть признаки тектоники плит даже для раннего протерозоя, но это была тектоника “малых плит”.

По В. Е. Ханину в истории земных недр можно выделить два тектонических этапа: *1 Преобладание плюм-тектоники до середины архея (2,6 млрд л. н.); 2) преобладание плейт-тектоники от эмбриональной мультиплитной тектоники позднего архея через тектонику малых плит раннего протерозоя к полномасштабной тектонике плит позднего протерозоя-фанерозоя.*

Рельеф.

Планетарный рельеф Земли на **лунной стадии эволюции недр** -это чередование понижений (“лунные моря”) и ровной поверхности,испещренной метеоритными кратерами и бороздами. Возможно, на Земле могли возникать одиночные вершины - вулканы, и они могли быть очень высокими, так как в отсутствии атмосферы современного состава процессы выветривания были подавлены, т. е. экзогенное рельефообразование было иным, чем теперь. Рельеф Земли во время **нуклеарной стадии эволюции недр** – это наличие вздутый - овоидов, чередующихся с вулканами, возможно, очень высокими по тем же причинам, что и во время лунной стадии. Фрагменты такого рельефа, как уже говорилось, реконструируются в районе близ озера Верхнего в Северной Америке, на Кольском полуострове, в Карелии, в Сибири, в Африке (Гаврилов, 1986). Для **протогеосинклинального этапа геосинклинальной стадии** характерно развитие геосинклиналей в виде прогибов с вулканическими цепями в осевой части, положение которых в плане быстро

менялось. В заключительной части этого этапа в рельефе образовались континентальные выступы в виде кратонов, ставших ядрами современных континентов. В течение следующего **геосинклинально-платформенного** этапа платформы расширяются, приобретая все большее значение в планетарном рельефе (отсюда и название этапа). Формируется планетарный рельеф, известный нам в настоящее время: планетарные формы представлены континентами и океанами, геосинклинальными поясами, срединно-океаническими хребтами.

Рассматривая карту современного рельефа нельзя уйти от вопросов: что древнее как географический объект - материки или океаны, т. е. что первично, а что возникало при преобразовании первичного объекта; как менялись внешние очертания материков и океанов. Многочисленные суждения по этому поводу можно разделить на гипотезы **древности океанов, молодости океанов и разновозрастное океанических впадин.**

В настоящее время общепринятыми являются представления о “первичных” (древних) и “вторичных” (молодых) океанах, разработанные и сформулированные Гансом Штилле. Первичный океан (Тихий) сохранил на обширных пространствах древнейший тип земной коры. Остальные океаны возникли на материковых структурах вследствие погружения крупных блоков земной коры в разные отрезки времени в течение последних 600 млн лет. Древний тихоокеанский блок земной коры оказывал большое влияние на развитие окаймляющих его континентов. О древности этой впадины, по мнению М. В. Муратова, свидетельствует закономерная смена возраста тектонических структур по его периферии: центральная впадина окаймляется сначала молодыми геосинклиналями, затем на континенте альпийскими структурами, затем мезозойскими, затем герцинскими. У вторичных океанов геосинклинальное обрамление отсутствует, ярко выражено срезание материковых структур береговыми линиями. **В настоящее время, скорее всего, следует руководствоваться гипотезами разновозрастности океанов.**

В настоящее время история изменения очертаний и положения континентов, присущая геосинклинально-платформенному этапу эволюции недр, в схеме представляется следующим образом. После завершения раннекарельской складчатости эпикарельские платформы постепенно прирастали и объединялись. Площадь суши увеличивалась, достигнув размеров близких современным 200 млн л. н., и образовался суперконтинент Пангея. Клином между северным и южным полушарием вглубь Пангеи вдавался океан Тетис в виде залива, а возможно и в виде узкого пролива, намечающего разделение Пангеи на Лавразию и Гондвану. В дальнейшем оба суперконтинента дробились и “разбегались”. возникали и распадались суперконтиненты: **Моногея, Мегагея, Мезогея**. Последняя распалась на **Лавразию и Гондвану**, которые вместе образовали **Пангею** (Сорохтин, Ушаков, 2002).

Обратимся вновь к карте современного глобального рельефа. *Очевидны его особенности: неодинакова площадь материков и океанов;*

западное полушарие более океанично, чем восточное;

южное полушарие более океанично, чем северное;

континенты располагаются попарно;

существует материковый пояс (пояс Карпинского) - Антарктида, обе Америки, Азия, Австралия;

материки имеют треугольную форму (выклинивание к югу).

Многokратны попытки найти объяснения этим явлениям.

Неодинаковые площади океанов и континентов связывают с дисимметрией земной коры. Общепринятого объяснения этому явлению нет. С позиции неомобилизма дисимметрия земной коры связана с эволюцией режима мантийной конвекции: в начале архея господствовала хаотическая конвекция, в архее она сменилась многоячейковой верхнемантийной, а в конце архея возникла общемантийная одначейковая конвекция, при которой континентальное полушарие располагалось над её нисходящими ветвями, а

океанское – над восходящими (Хайн, 1994). Однако эти представления не объясняют дисимметрии в планетарном рельефе.

Существует вариант объяснения, связанный с образованием Луны. Одна из последних гипотез изложена Хартманом и Дэвисом. Косой удар о Землю крупного космического тела привел к выбросу материала земной мантии при vaporизации материала “пришельца”. ***Это так называемая гипотеза “гигантского импакта”.*** Выброс и создал наблюдающуюся дисимметрию. Дисимметрией земной коры объясняется и большая океаничность западного полушария, т. к. оно занято Тихим океаном и сложено древнейшей океанической корой.

Попытку увязать геометрию земной поверхности с параметрами вращения Земли вокруг своей оси предпринял в 1962 г. (ещё до утверждения неомобилизма) Г. Н. Каттерфельд, основываясь на следующих положениях (приводится по Дашкевич, 1967). Скорость вращения Земли - величина изменчивая. Основная тенденция ее изменения - замедление вращения под влиянием приливных сил, обусловленных гравитационным взаимодействием Земли, Луны и Солнца. *При длительном воздействии этого замедления уменьшается полярное сжатие, происходит отток вещества из экваториальных широт, в экваториальных широтах должны господствовать нисходящие вертикальные движения вещества, в умеренных - восходящие.* Земля имеет трехосную фигуру за счет влияния лунного притяжения на одно и то же полушарие, поэтому плоскость экватора приобрела форму эллипса: малая ось проходит через 105° в. д. и 75° з. д.; большая ось - через 15° в. д. и 165° з. д. При этом большая ось состоит из двух неравных полуосей: большая к 165° з. д., малая - к 15° в. д. Постепенное уменьшение напряжений (удаление Луны) приводит к тектоническим напряжениям, направленным на уничтожение этой “неправильности” фигуры. Одновременно есть асимметричные силы, направленные с юга на север параллельно оси вращения Земли, что обусловило ее грушевидную фигуру. Во всех случаях возникает компенсационное движение вещества.

К настоящему времени мы наблюдаем следующие особенности в гипсометрических характеристиках планетарного рельефа. В экваториальном поясе заметные понижения в рельефе: так в осевой части Индийско-Австралийской котловины глубины достигают 5-6 тыс. м, в Африке расположена самая широкая часть низменностей на побережье, депрессия оз. Виктория, бассейн реки Конго, Гвинейская низменность; в Атлантическом океане – наибольшие глубины к северу от экватора, глубокое Карибское море; в Тихом океане - впадины, Центральная Тихоокеанская котловина. В умеренном поясе северного полушария на широте 35-40° положены зоны деформаций и поднятий: Гималаи, Иранское нагорье, Тянь-Шань, Кавказ, Альпы, Бермудское плато, Аппалачи, наиболее широкая часть Кордильер и Скалистые горы. Наблюдаются отрицательные тектонические движения в зоне прохождения большой оси экватора (Тихоокеанская впадина) и положительные – в зоне прохождения малой оси (пояс Карпинского): Африка является антиподом Тихоокеанской впадины. *Континентальность северного и океаничность южного полушарий объясняются следствием действия сил, направленных с юга на север, отсюда же и клиновидная форма материков.*

Таковы основные представления о появлении и эволюции двух планетарных форм рельефа - океанов и континентов. В свою очередь и океанам и континентам присущи собственные формы рельефа, которые не оставались неизменными. Более разработаны вопросы эволюции рельефа суши. Тектонические движения, обусловленные эндогенными процессами, способствовали возникновению мега- и макроформ рельефа: обширных горных стран, глубоких рифтов. *Роль экзогенных процессов в формировании рельефа суши на заре истории планеты на первый взгляд выглядит незначительной, постепенно возрастая по мере развития гидросферы и биосферы.*

По Пенку, денудационные процессы понижают земную поверхность в среднем на величину, **равную 8 см за тысячу лет.** Отсюда, современный земной рельеф мог бы быть выравнен в течение 13 млн лет. Иначе говоря,

поднятие современного рельефа, созданного альпийским орогенезом (эндогенные процессы), эквивалентно рельефу, денудированному за это же время (экзогенные процессы). Если современный рельеф Земли есть создание экзогенных процессов, в такой же степени, как и эндогенных, то это может быть справедливо в применении и к древнейшим формам рельефа.