

Экологическая геодинамика

Лекция 2

Причины, виды и характер процессов внутренней геодинамики

1. Причины и кинематика тектонических движений

Наша планета и в настоящее время живет активной геологической жизнью не только снаружи, но и изнутри. Подвергаясь воздействию разнонаправленных сил, ее недра постоянно напряжены, но при достижении пределов прочности местами происходит разрядка напряжений с негативными последствиями для земной поверхности и ее обитателей.

Причин или источников энергии для возникновения напряженности несколько. Их можно разделить на внешние и внутренние. Из внешних наиболее значимые – это переменное гравитационное воздействие космических объектов и, прежде всего, Луны наиболее близкого к Земле объекта со значительной массой. Приливное воздействие Солнца из-за его удаленности от нас в 2,2 раза меньше, но во время новолуния и полнолуния, когда Луна, Солнце и Земля оказываются на одной линии, векторы сил притяжения Луны и Солнца складываются, а это означает максимум воздействия. Именно в эти периоды люди с неустойчивой психикой и вообще слабым здоровьем испытывают особое беспокойство, вспомните Мастера и Маргариту Булгакова. В это время даже волки по ночам выть начинают, а филин устрашающее ухает в лесной чаще. Это вовсе не литературные образы, а голые факты.

Параметры гравитационного воздействия меняются и при вращении Луны вокруг Земли, и Земли вместе с Луной вокруг Солнца и всей Солнечной системы вокруг галактического центра. А так как это периодически повторяется, то повторяются также и геодинамические процессы: например эпохи складчатости и оледенений. Другая заметная сила, воздействующая на нашу планету – это центробежная сила вращения ее вокруг собственной оси. Попробуйте кружиться, вытянув руки, они у вас будут стремиться отрываться. Возможно, что спрединг максимален у экватора, потому что и центробежная сила здесь максимальная. Центробежная сила вращения настолько велика, что, похоже, именно она является главной тектонической силой, хотя это и не признается большинством современных ведущих тектонистов. Но достаточно сравнить полярные и экваториальные области Земли, Луны и Марса, чтобы убедиться в том, вихревые структуры полярных областей с центром симметрии на полюсе это реальность, а не плод воображения. Структуры же между экваториальными и полярными областями вытянуты по меридианам.

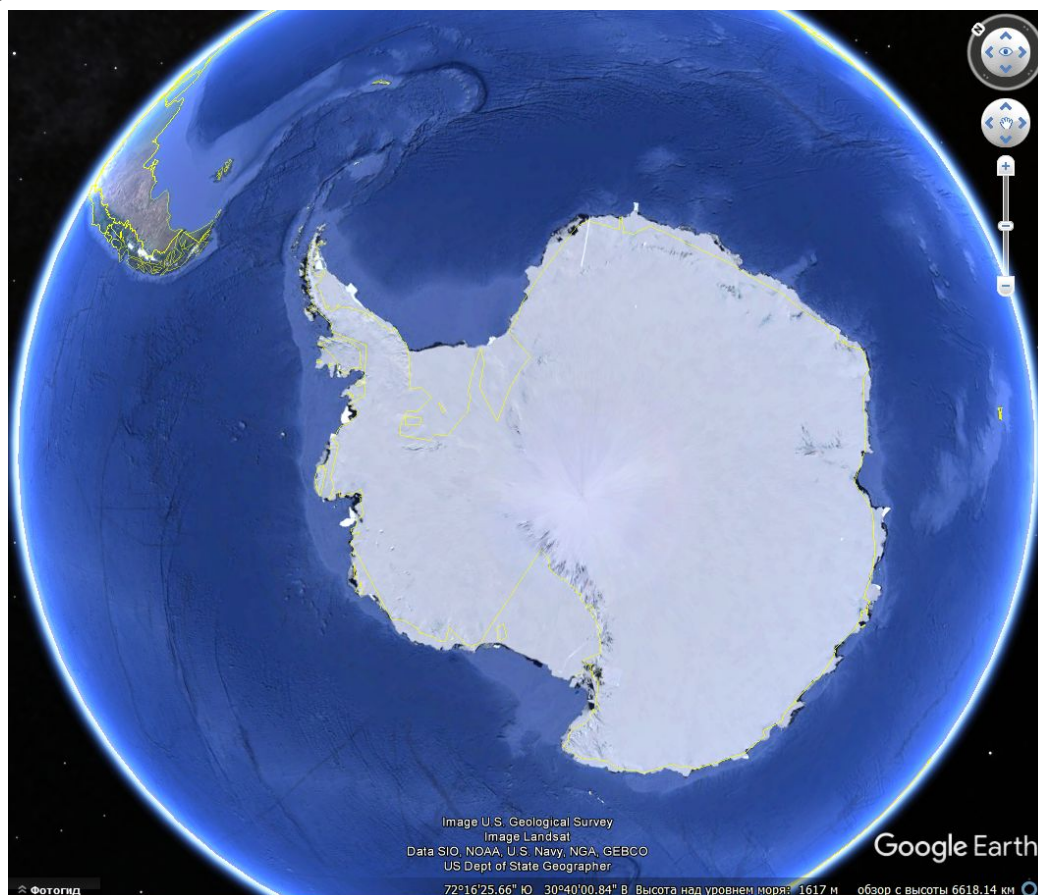


Рис. 1..Вихревая структура области южного полюса Земли

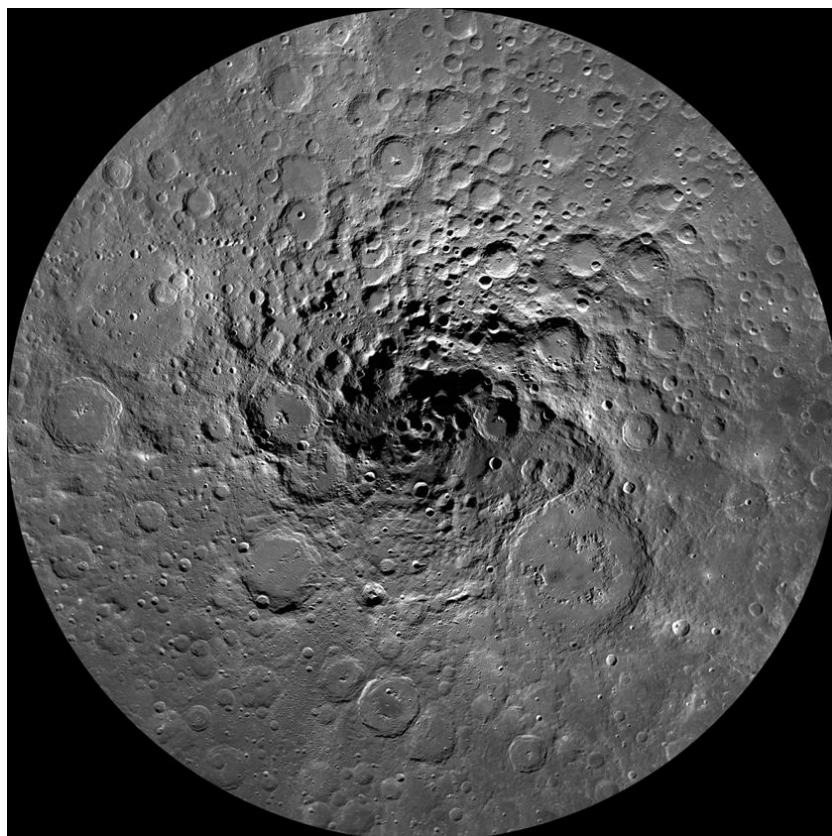


Рис.2. Вихревая структура области Южного полюса Луны

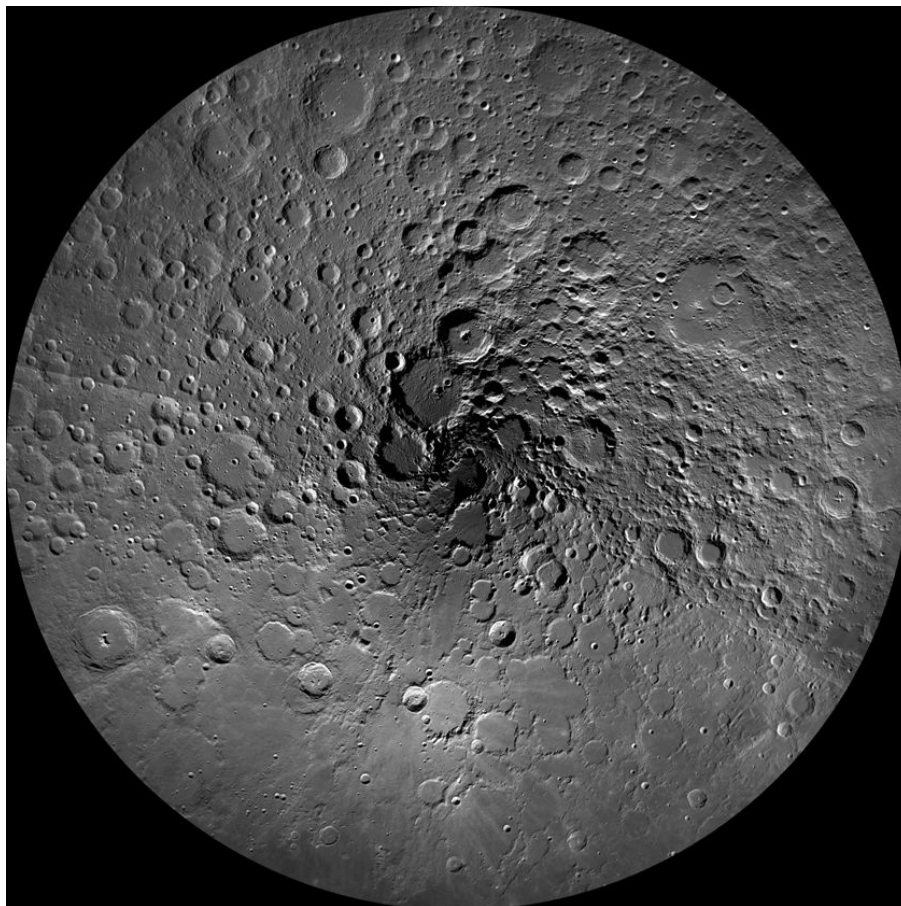


Рис.3. Вихревая структура области северного полюса Луны

5. ГИПСОМЕТРИЧЕСКАЯ КАРТА МАРСА
МАСШТАБ 1:50 000 000

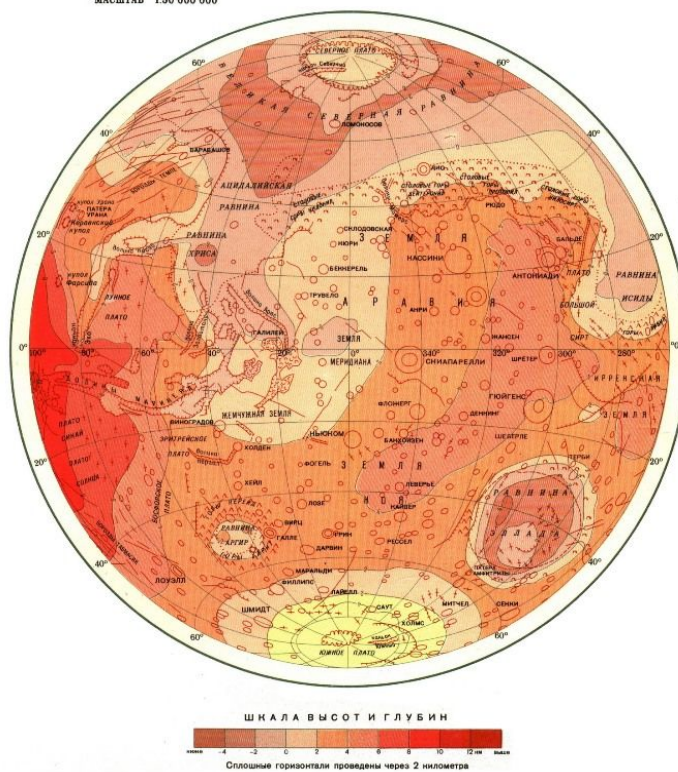


Рис.4. Изометрическая форма полярных областей на Марсе

Из внутренних источников напряжений также значимыми являются: вес вышележащих масс горных пород, это радиоактивное тепло, процессы плотностного разделения, физико-химические реакции, дегазация. Все эти процессы вместе взятые формируют глобальный структурно- тектонический ансамбль литосферы. Наиболее общие механизмы его возникновения в планетарном масштабе описываются геотектоникой, при этом сейчас признается, что таких глобальных механизмов три: тектоника плит, тектоника плюмов, тектоника роста. Суть их в общих чертах в том, что разламывание и движения твердых литосферных блоков вызывается конвективным перемещением разогретого флюидного вещества на границах фазовых переходов вещества как минимум на трех глубинных уровнях.

Наложение всех перечисленных сил вызывает разные последствия: напряженное состояние твердой оболочки, деформации пластичные и разрывные, а также смещения по разломам отдельных блоков как по вертикали так и по горизонтали. Движения эти могут быть или медленными вековыми со скоростью в первые мм в год, а могут быть и мгновенными. Последние и вызывают землетрясения, цунами и связанные с ними другие катастрофические явления.

Вертикальные и горизонтальные вековые (медленные) движения земной коры наблюдаются повсеместно, как в пределах континентов, так и океанов. Интенсивность их разная и все они контролируются зонами разгрузки напряжений, имеющих глобальный рисунок, обусловленный существованием отдельных линий максимальной напряженности по которым и формируются границы разрывов земной коры, в результате имеем мозаику плит земной коры, перемещающихся по размягченному основанию литосферы – астеносфере.



Рис.5. Мозаика наиболее крупных литосферных плит Земли.

Режим, интенсивность и контрастность этих движений в разных уголках планеты разные. Наиболее интенсивные они естественно по границам этих плит. В зависимости от направления относительных движений и их результатов выделяют разные геоструктурные зоны: спрединга (растяжения), субдукции и коллизии (сжатия) и сдвига по трансформным разломам.



Рис.6. Лунные «моря» и континенты

Физико-химические процессы в недрах земли порождают огромные очаги магматических расплавов как кислых так и основных (гранитные и базальтовые). Первые более легкие и по закону Архимеда всплывают и порождают континенты, а вторые как более тяжелые погружаются и образуют океанические впадины. На Луне подобные впадины сухие, но мы их видим, как темные пятна потому что они также сложены базальтами в отличие от континентов, сложенных более светлыми анортозитами – аналогами наших плагиогранитов.

В горах, которые являются как бы залеченными шрамами разрывов между плитами, тектонические движения имеют сложный дифференцированный характер и отличаются большой амплитудой. Например, водораздельные части Главного Кавказского хребта воздымаются со скоростью 10-12 мм/год, а побережье Черного моря в районе г. Поти опускается со скоростью 5 мм/год. В платформенных областях интенсивность вертикальных движений заметно меньше, но на отдельных участках она может достигать нескольких миллиметров в год (Экогеология России, 2000).

Современные горизонтальные тектонические движения изучаются инструментально. При помощи повторных лазерных измерений установлено, что расстояние между хребтами Петра Великого и Гиссарским (Таджикистан) уменьшается на 20 мм/год. Исследование тектонических структур, [шарьяжей](#), складок волочения и особенностей движения платформенных плит свидетельствует о том, что горизонтальные тектонические движения имели в прошлом и имеют в настоящее время широкое распространение (Экогеология России, 2000). Когда напряжения достигают критических

значений, превышающих предел длительной прочности горных пород, происходит разрядка накопившейся упругой энергии, сопровождаемая землетрясением и сопутствующими им разрушительными явлениями.

Тектонические движения оказывают определяющее влияние на формирование рельефа, на развитие экзогенных процессов, нарушают монолитность горных пород и, уменьшая их прочность, создают напряжения в различных частях земной коры. Они же во многом определяют генезис, состав и деформации горных пород.

Новейшие движения земной коры сохраняют свои основные черты, по интенсивности не уступают движениям многих предшествующих геологических периодов, а иногда и превосходят их. Так, в пределах Казахского щита скорости вертикальных движений в донеотектонический этап составляли 1-3 мм в 1000 лет, а в кайнозойское время они возросли в 2—4 раза (Инженерная геология СССР, 1990). Более высокие значения вертикальных скоростей характерны для горно-складчатых регионов. По данным Е. М. Сергеева (1978), в районе Тянь-Шаня поднятия происходят очень интенсивно (до 10 см в год), а в Восточном Предкавказье (рис. 7) опускание днища Терской впадины идет со скоростью 5—7 мм/год.

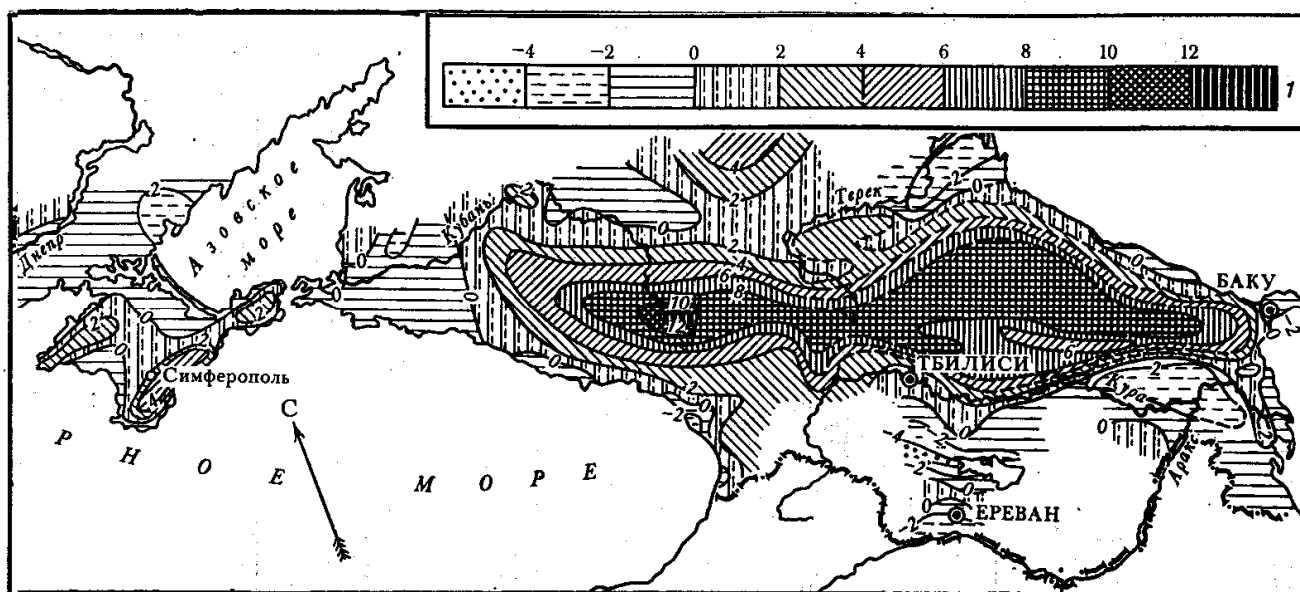


Рис.7 Карта современных тектонических движений Крыма и Кавказа (по В.И.Бунэ и др., 1974)

1 – шкала амплитуд неотектонических поднятий и прогибаний (мм в год)

Закономерности развития неотектонических движений на континентах определяются типами *континентальных структур* высшего ранга, среди которых выделено 8 главных типов:

- эпигеосинклинальные орогены;
- эпиплатформенные орогены;
- рифтогены;
- сводовые структуры щитов и срединных массивов;

- активизированные платформы;
- плиты, платформы;
- компенсированные прогибы;
- компенсированные впадины.

2. Геодинамические режимы и активность тектонических движений

Большое значение для общего развития геологической среды имеют *геодинамические режимы* ее состояния, под которыми понимается сочетание эндогенных процессов на определенном уровне напряженности земной коры, характеризующее геодинамическое состояние пород — неотектонической нарушенности, сжатия-растяжения, частоты сотрясаемости, подверженности воздействию теплового потока. Т.Ю. Пиотровская (Теоретические основы..., 1985) по уровням тектонической напряженности выделяет *четыре типологических ряда геодинамических режимов*. В ее интерпретации каждый из них имеет следующие характеристики.

Интенсивно напряженные. Высокая сейсмическая активность, изостатическая некомпенсированность верхних частей горных сооружений. Для высокогорных частей орогенов возможно разуплотнение массивов и преобладание напряжений растяжения. В рифтогенных областях проявляется вулканизм, отмечается резкая смена изостатически компенсированных и некомпенсированных частей массивов. Для последних с увеличением высоты плотность пород уменьшается. Характерен высокогорный крутосклонный рельеф с высокой энергией. Геодинамическое состояние пород определяется растягивающими горизонтальными напряжениями. К таким регионам относятся горные районы Прибайкалья, Забайкалья, Камчатки, Кавказа, Памира и др.

Напряженные. Сейсмичность 8—10 баллов, в том числе под воздействием транзитных сотрясений, изостатическая компенсированность, активное развитие напряжений растяжения—сжатия в соответствии с особенностями неоструктурного плана. Более пологосклонный, чем в первом случае, рельеф с меньшей глубиной расчленения. Геодинамическое состояние пород также определяется высокими горизонтальными напряжениями. Это районы Саян, Восточного Забайкалья, Верхоянья и др.

Умеренные. Главным образом асейсмичные территории с изостатической компенсированностью, которая определяется напряжениями дифференцированных поднятий и некомпенсированных опусканий. Сюда входят низко- и среднегорные сооружения с широкими междуречными поверхностями и невысоким коэффициентом расчленения, а также части платформ и плит, испытывающие послеледниковые изостатические поднятия. Геодинамическое состояние пород определяется разной степенью их трещиноватости, которая в свою очередь уменьшается со снижением напряженности (низко- и среднегорные районы Саяно-Байкальской и Удокано-

Становой горных областей, горы Урала и Алтая, север Русской платформы и др.).

Слабые. Эти режимы характеризуются асейсмичностью или слабой сейсмичностью, развитием локальных деформаций, концентрацией напряжений на границах горстов и грабенов. Это территории с плоскогорным холмисто-равнинным или низменным рельефом. Геодинамическое состояние пород определяется трещиноватостью и процессами разуплотнения, в целом породы недостаточно и мало прочные, хрупкие. К таким территориям относятся Западно-Сибирская плита, Сибирская платформа, юг Русской платформы, Прикаспийская впадина и др.

Выделенные геодинамические режимы неоструктур являются основой оценки активности геологических процессов, возникающих и развивающихся в настоящее время. Особенности геодинамических режимов неоструктур во многом определяют развитие современных геологических и инженерно-геологических процессов, а также сохранность различных инженерных сооружений.

Основными признаками, характеризующими активность эндогенных геологических процессов, являются *интенсивность* и *экстенсивность*.

К показателям интенсивности Т.Ю.Пiotровская (1985) относит скорости протекания процессов, их объемы и частоты повторяемости. К экстенсивным признакам относятся площади поражений процессами.

Для обеспечения безопасности ответственных инженерных сооружений с точки зрения активных геодинамических тектонических процессов В.М. Макеевым с соавт. (2003, 2004) были предложены методические подходы к **оценке новейшей и современной активности** платформенных территорий. При этом авторами учитывалось: 1) динамическое воздействие разнородных новейших структур друг на друга (по принципу сопряженности процессов); 2) характер соотношения древних и новейших структур (по степени структурно-формационной расслоенности); 3) характер эволюции новейших структур и современных геодинамических процессов.