

**Российская академия наук · Уральское отделение  
Институт горного дела (ИГД УрО РАН)**

**Лаборатория геодинамики и горного давления**



**Влияние изменения солнечной  
активности на напряженное состояние  
и геодинамику земной коры Урала**

**Зубков А.В. д.т.н.**

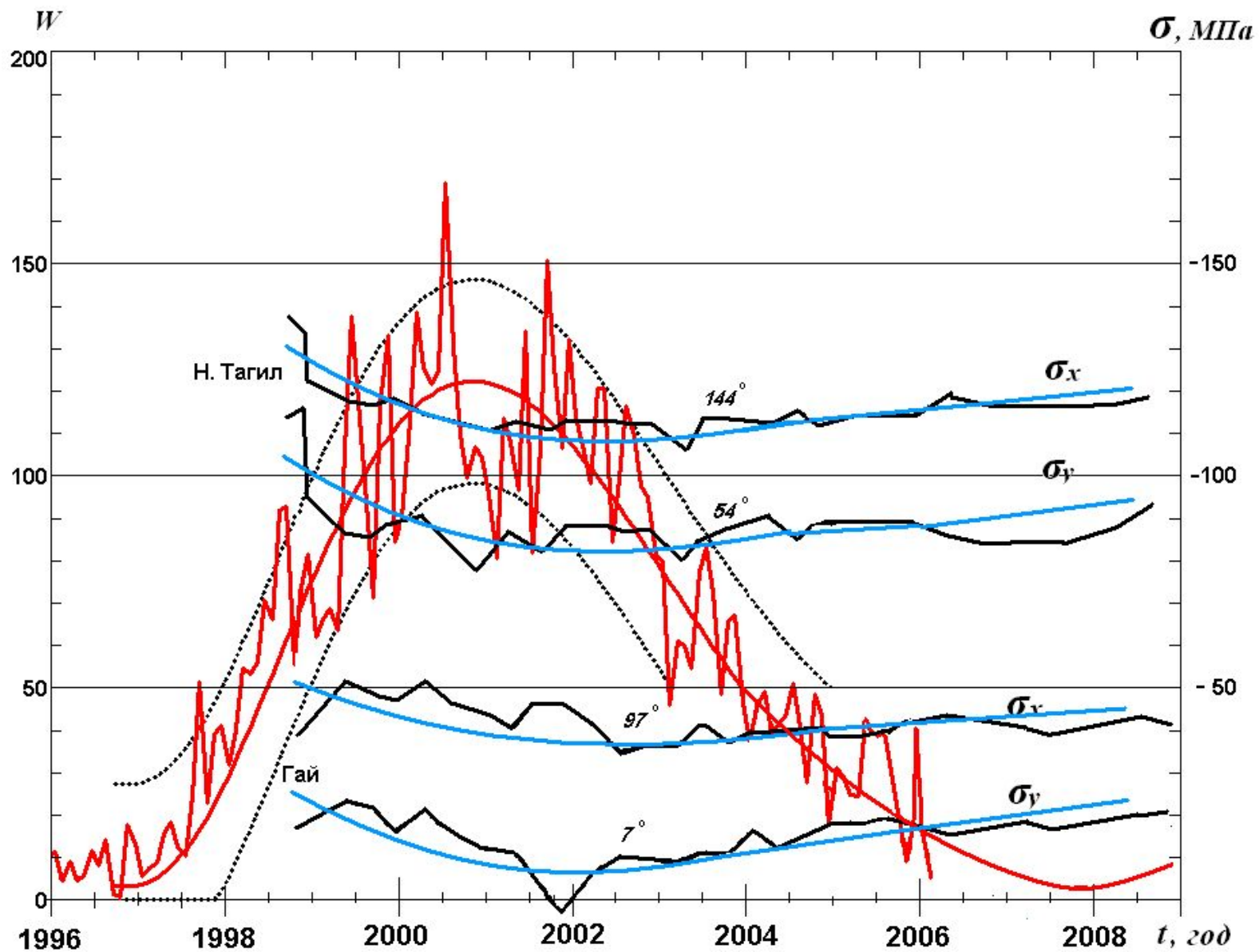
**Екатеринбург, 2008**

Напряженное состояние и геодинамическая активность верхней части Земной коры, как среды обитания и техногенной деятельности человека, были всегда в центре внимания. Периодически изменяющаяся интенсивность геодинамических явлений в виде землетрясений и горных ударов красноречиво свидетельствует об изменяющемся во времени уровне напряжений в недрах, где отмечается 11-и летний цикл, совпадающий с циклом солнечной активности (СА) (Яковлев, 1999).

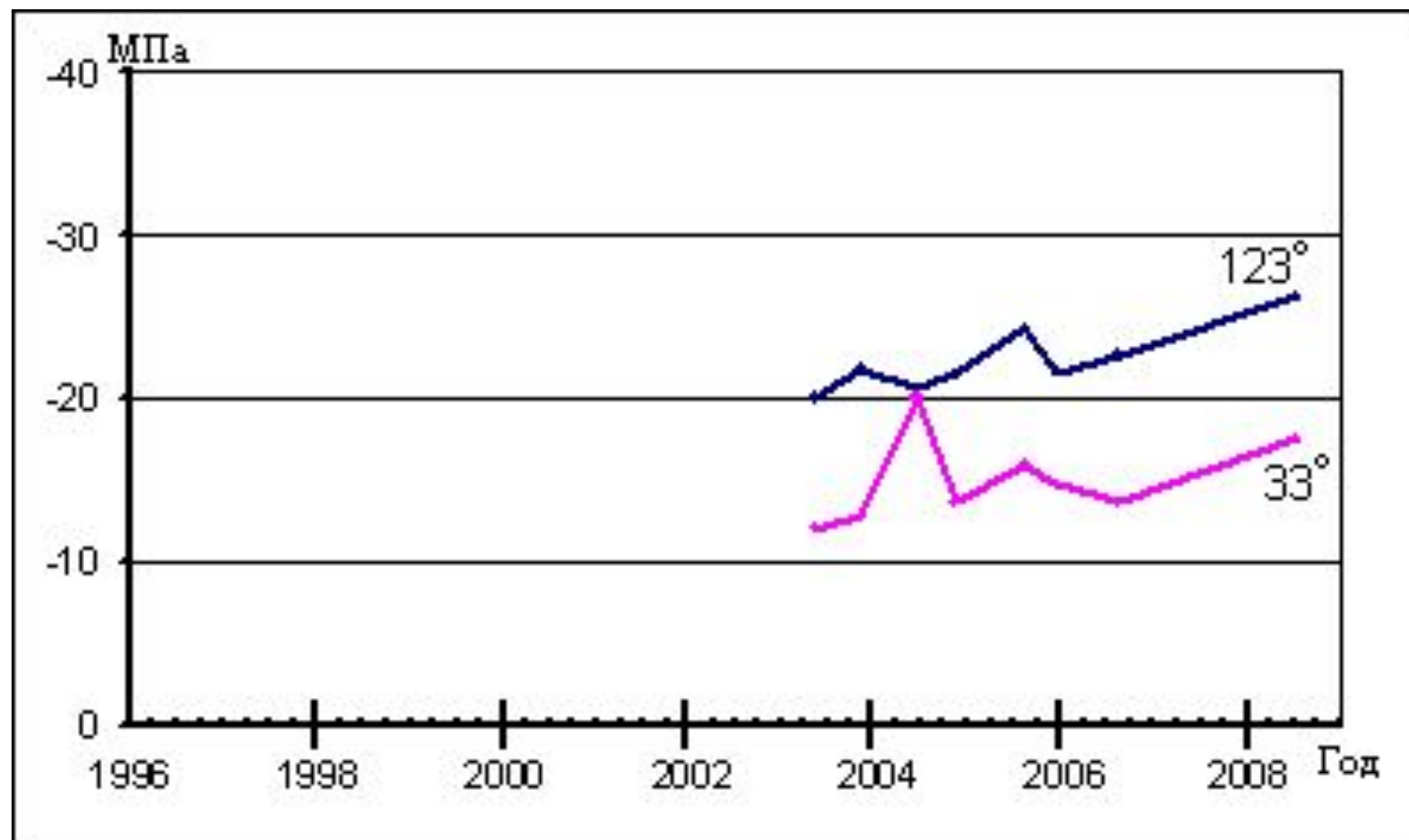
- В то же время в мировой практике нет данных об абсолютной величине пульсирующих тектонических напряжений  $\sigma_{тп}$ , в земной коре в течение цикла СА.
- Чтобы проследить изменение напряжений во времени можно использовать следующие приемы:
  - – проанализировать накопленные результаты измерения напряжений на рудниках, сделанные на различных глубинах и в различные периоды времени;
  - – установить наблюдательные станции под землей на базах до 50 м, на поверхности 1-5 км и фиксировать величину изменения длины базовых линий с периодичностью 3-4 раза в год, а затем пересчитать деформации в напряжения.
- Исследование пульсирующих напряжений в земной коре Урала были начаты Институтом горного дела УрО РАН в 1998 г.

Для этого в рудниках были оборудованы наблюдательные деформационные станции в городах Краснотурьинск, Нижний Тагил, Березовский и Гай, соответственно на глубинах 600, 460, 700, 500 и 830 м, а также на поверхности в районе городов Среднеуральска – Верхней Пышмы (табл. 1).

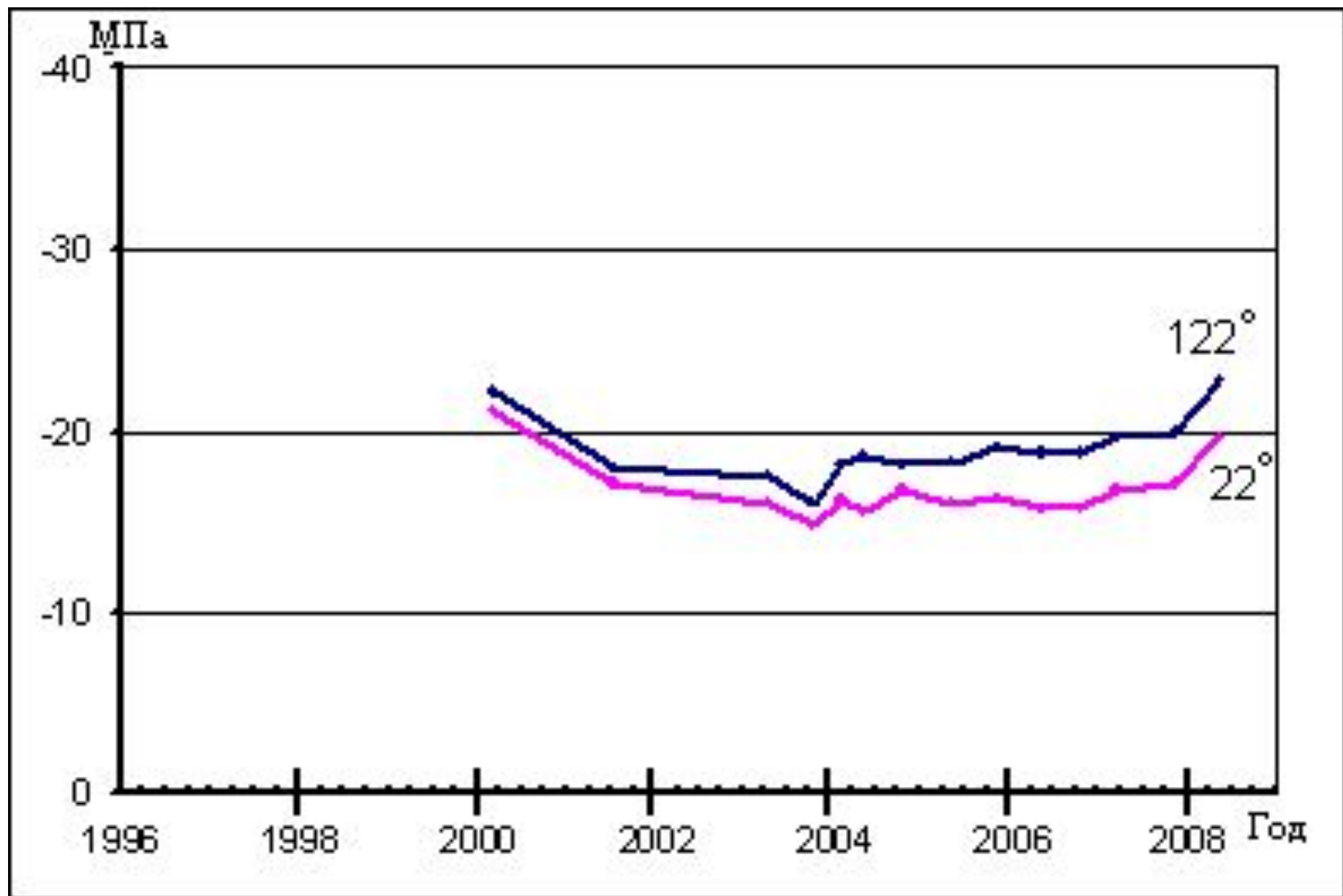
- Графики изменения горизонтальных напряжений в массиве горных пород на фоне 23 цикла солнечной активности на шахте Естюнинская и на Гайском руднике приведены на рисунке



- Аналогично построены графики изменения горизонтальных напряжений на шахте «Северопесчанская» (г. Краснотурьинск) и шахте «Центральная» (г. Березовский)







- Как видно из рисунков минимальный уровень напряжений наблюдается в 2000 – 2006 годы, а максимальный тяготеет к 1996 – 1998 г и к 2008–2009 г.
- Величину пульсирующих напряжений можно проследить по результатам измерения напряжений на рудниках

- На Урале измерение первоначальных напряжений проводилось в течении 40 лет, т.е. охвачено 4 цикла СА: 20-й (1965–76 гг.), 21-й (1976–86 гг.), 22-й (1986–1996 гг.) и 23-й (1996–2008 гг.).
- На ряде рудников за этот период было сделано по несколько измерений на разных глубинах:
  - – на шахте «Северопесчанская» (г. Краснотурьинск) измерения были сделаны в 1968, 1982, 1984 и 1988 годах на глубинах от 300 до 540 м;
  - – на шахте «Южная» (г. Кушва) в 1969, 1980, и 1988 годах на глубинах от 170 до 760 м;
  - – на Узельгинском руднике в 1990, 1994, 1996 и 1999 годах на глубинах от 550 до 640 м.
- На этих месторождениях горизонтальные напряжения изменялись с глубиной на величину в соответствии с изменением гравитационной составляющей. С учетом этого, накладывая циклы СА друг на друга, и результаты измерений напряжений, приведенными к одной глубине, можно получить результаты для построения графиков изменения горизонтальных напряжений  $\sigma$  в течение цикла СА. На этих графиках просматривается амплитуда изменения  $\sigma_{тп}$ , величины которых преведены в таблице 2.

# Деформации земной коры Урала в результате пульсации напряжений (таблица 2)

Участки	По измеренным напряжениям		По измеренным деформациям		[ $\sigma_{сж}$ ] МПа
	$\sigma_{сж}$ МПа	$\varepsilon \cdot 10^4$	$\sigma_{сж}$	$\varepsilon \cdot 10^4$	
1 Красноуральск 1968-82-84-88 гг.	6-8	1-3	6-7	1,0	80-100
2 Нижний Тагил 1998-2008 гг.			10-25	1,5-3,8	300-400
3 Кушва 1969-80-88 гг.	9-10	2,0			100
4 Березовский 1998-2008 гг.			6	1,0	105
5 Узельгинский р-к 1990-96 гг.	6-12	1,5-3			100-120
6 Гай 1998-2008			13	3,0	100-160
7 В-Пышма 1998-2008 гг. Система GPS			-0.3-0.6	-0.08-0.16	

В таблице 2 приведены так же  $\sigma_{тп}$ , полученные при измерении деформации массива по реперным линиям на наблюдательных станциях и величины относительных деформаций массива  $\epsilon$ .

Анализ полученных результатов показывает, что в массивах магматических и метаморфических пород Северного, Срединного и Южного Урала на протяжении 900 км в пределах глубин 300-900 м  $\sigma_{тп}$  составляет 6-25 МПа и им соответствует относительная деформация массива  $(1,0-3,8) \cdot 10^{-4}$ . На рисунках видно, что изменение горизонтальных напряжений в ортогональных направлениях одинаково. Следовательно, деформация массива на Урале за счет  $\sigma_{тп}$  по всем азимутам одинакова, т.е. Урал с началом цикла СА равномерно расширяется, а с его середины равномерно сжимается в среднем на величину  $\epsilon = 1,9 \cdot 10^{-4}$ .

На полигоне под г.Верхняя Пышма деформация массива близка к нулю, т.е. она подобна «неизменной» длине базовых линий, по которым корректируются орбиты спутников GPS.

- Следовательно, полигон на Урале и базовые линии GPS, считающиеся так же «неизменными» по длине, деформируются с относительной деформацией  $\varepsilon=1,9 \cdot 10^{-4}$ . В этом случае за период СА диаметр Земного шара может изменяться на 2,4 км.
- Если в геодинамически активном регионе, которым является Урал, среднее  $\sigma_{тп}=10$  МПа, а в тектонически активных регионах они могут быть больше, то по видимому они являются главным спусковым механизмом катастрофических землетрясений и горных ударов.