

ПРОЦЕССЫ ДИНАМИКИ ПЛИТ И СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ НА ГРАВИТАЦИОННОЙ КАРТЕ ЗЕМЛИ

Н. П. Булатова

Институт физики Земли им. Шмидта Российской академии наук, Москва.

n.p.bulatova@mail.ru

Аннотация

Сравнительный анализ данных картирования: гравитационного поля Земли (проект GRACE); динамики и тектоники (плит); статистики сейсмичности и распределения землетрясений. Развитие такого совместного анализа может дать возможность предсказания земных катастроф.

Ключевые слова: гравитационная карта; аномалии гравитации; проект GRACE; сейсмичность; динамика плит.

Введение

При сравнении на гравитационной карте Земли можно выделить области контрастного распределения масс земного вещества, которые соответствуют зонам, отличающиеся большой тектонической и сейсмической активностью на соответствующих картах. Это наблюдение позволяет предположить, что пространственно-временной мониторинг возникновения контрастных зон (изменения распределения земных массивов) может служить дополнительным источником информации для предсказания возможных катастроф.

Совпадение местоположений линий, полученных из цепочек эпицентров землетрясений на карте глобальной сейсмичности и линий «границ» литосферных плит из тектонической карты на гравитационной карте Земли слабо выражены. Возможно, явление тектонического движения плит или изменение координат этих линий может быть проинтерпретировано как изменение координат отдельных гипоцентров (очагов) землетрясений на глубине.

Ключевые слова: гравитационная карта; аномалии гравитации; проект GRACE; сейсмичность; динамика плит; распределение землетрясений с глубиной..

Анализ и обсуждение

Развитие спутниковых технологий в области быстрых и точных определений координат положения спутников на небесной сфере и установление соответствия измерений полученных с их помощью (местоположение на земной сфере) открыло новые возможности для получения динамической карты мониторинга гравитационного поля Земли.

Краткое описание проекта GRACE. Были использованы 2 вида спутников: 1) 2 спутника, связанных между собой и измеряющие вариации параметров гравитационных полей; 2) спутниковая система навигации GPS, которая регистрирует их собственное движение и ориентацию, отвечая за точность определения пространственных координат измерений.

Анализ глобальных гравитационных карт (рис. 1; Gravity...) открыл новые возможности: исследования поверхности Земли, проведения мониторинга ее изменения, наблюдения за процессами, происходящими в литосфере (Булатова, 2010). В данной работе установлена связь областей контрастного распределения параметров гравитационного поля Земли (карта, рис. 1) с расположением зон тектонической, геодинамической и сейсмической активности (карты: рис.2 и рис.3).

Отметим, что динамику литосферных плит характеризуют три типа их перемещения друг относительно друга — раздвиг (дивергентный), поддвиг (конвергентный) и сдвиг вдоль вертикальных поверхностей раздела (трансформный). Эти понятия важны для сравнительного анализа динамики границ (данные карты - рис.2) на которой представлены два типа границ: дивергентная и конвергентная. (дивергентного - «раздвигания» и конвергентного - «наползания»). (Хайт, Короновский,2008). Последние называются зонами «субдукции» и хорошо видны на гравитационной карте (рис.1) как области с контрастным распределением массы вещества земной коры. С ними связаны и места наиболее сильных землетрясений (рис.3, 4). Миграция очагов землетрясений, связанная с изменением

положения магматических зон на глубине отражается в изменении во времени положения цепочек эпицентров землетрясений на ее поверхности, соединенных линиями, которые получили название динамики литосферных плит (их «границ») на карте Рис.2.

В океанической части на гравитационной карте явно они не проявляются (Gravity anomaly, 2009), что говорит об условности этого понятия. Попытка выделить эти границы на дне Мирового океана не привела к успеху и экспедицию ВСЕГЕИ (Блюман, 2011).

Этот результат не мешает по-прежнему символически отражать движение границ литосферных плит на тектонической карте Земли (см. рис.1-4).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bulatova Natalia*. Multiple-factor spatio-temporal analysis of migration of seismic activity on the planetary scale/ EGU General Assembly 2010. Vol. 12, EGU2010-14703, 2010.
2. Блюман Б. А. Земная кора океанов. (по материалам Международных программ глубоководного бурения в Мировом океане (ВСЕГЕИ). Санкт-Петербург : Изд-во ВСЕГЕИ, 2011. 343 с.
3. Gravity anomaly, 2009 / [http://www.gifex.com/ images/0X0/2009-11-19-11208/Las-anomalas-gravitatorias-de-la-Tierra.jpg](http://www.gifex.com/images/0X0/2009-11-19-11208/Las-anomalas-gravitatorias-de-la-Tierra.jpg).
4. *Хайт В., Короновский Н.В.* Планета Земля. От ядра до ионосферы. М. КДУ, 2008 . 244 с.

ГРАВИТАЦИОННАЯ КАРТА ЗЕМЛИ (GRACE)

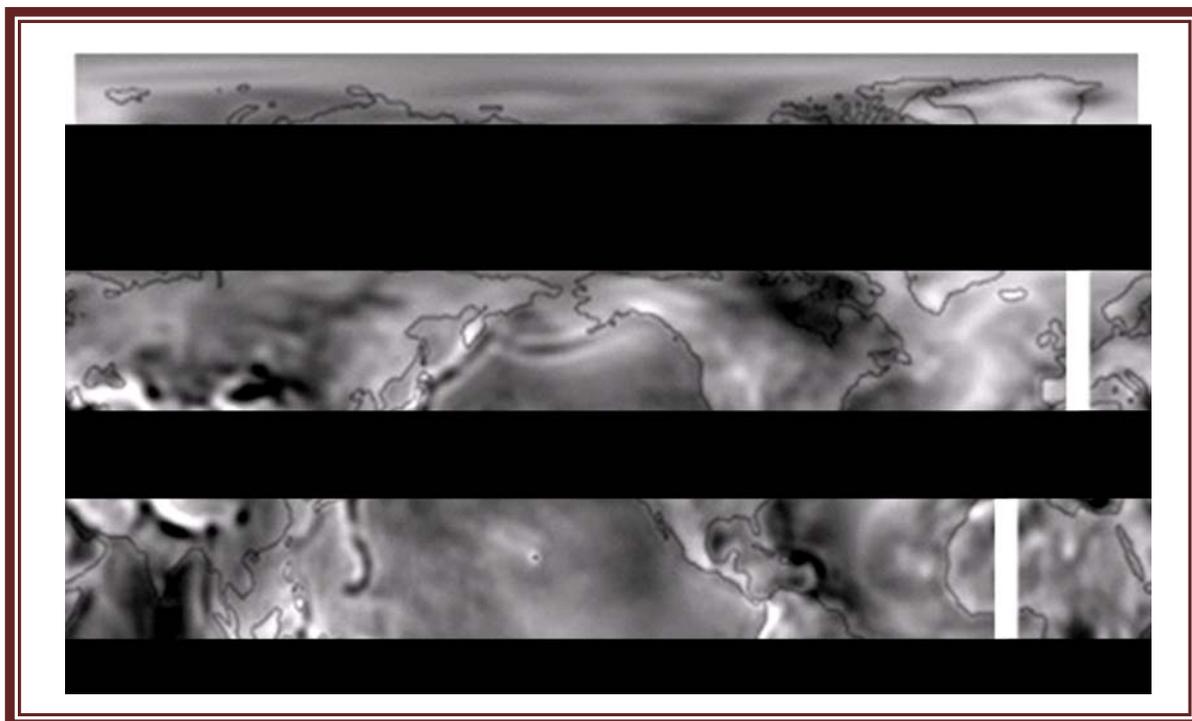


Рис 1. (Figure prepared by The University of Texas Center for Space Research, as part of a collaborative data analysis effort with the NASA Jet Propulsion Laboratory and the GeoForschungs Zentrum Potsdam.)

Факт, что эти границы совпадают как на тектонических, так и на гравитационных картах Земли (World Gravity Model, 2005), говорит о том, что тектонические процессы Земли находятся под гораздо большим влиянием небесных тел, чем считалось ранее.

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ КАРТА ЗЕМЛИ

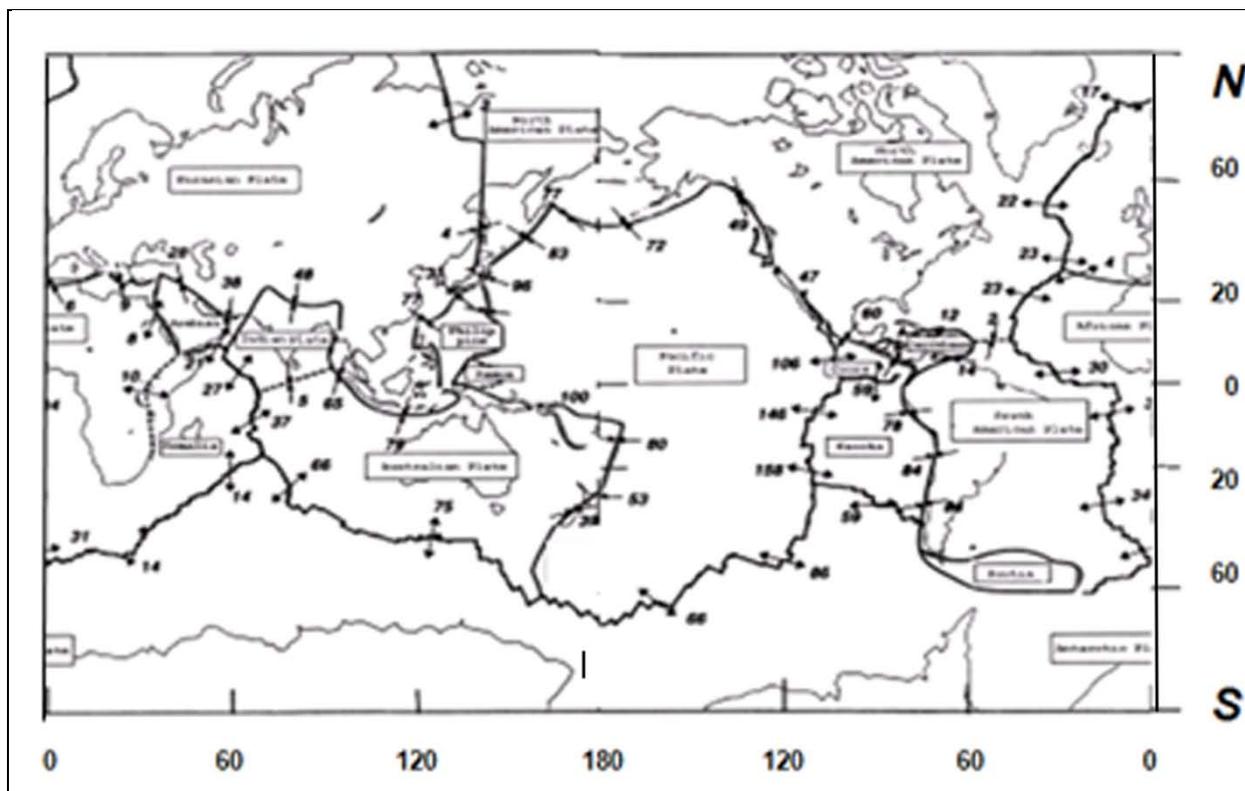


Рис. 2. Данные о границах тектонических плит делятся на четыре различных типа границ. Здесь на карте представлены два типа границ: дивергентная (\leftrightarrow) и конвергентная ($\rightarrow \times \leftarrow$), последняя называется "зоны субдукции". (Хайт. Планета Земля. М. 2008)

SUBDUCTION ZONES ^{1*}

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| 1. Alaska-Aleutians; | 8. Santa Cruz |
| 2. Kamchatka/Kurils/Japan; | (Islands/ Vanuatu/ Loyalty); |
| 3. Ryukyu; | 9. Kermadec-Tonga; |
| 4. Izu-Bonin; | 10. Central America; |
| 5. Philippines; | 11. South America; |
| 6. Sumatra-Java; | 12. Scotia; |

¹ *<http://earthquake.usgs.gov/research/> 'Slab Models for Subduction Zones'

7. Solomon Islands;

СЕЙСМИЧЕСКАЯ КАРТА ЗЕМЛИ

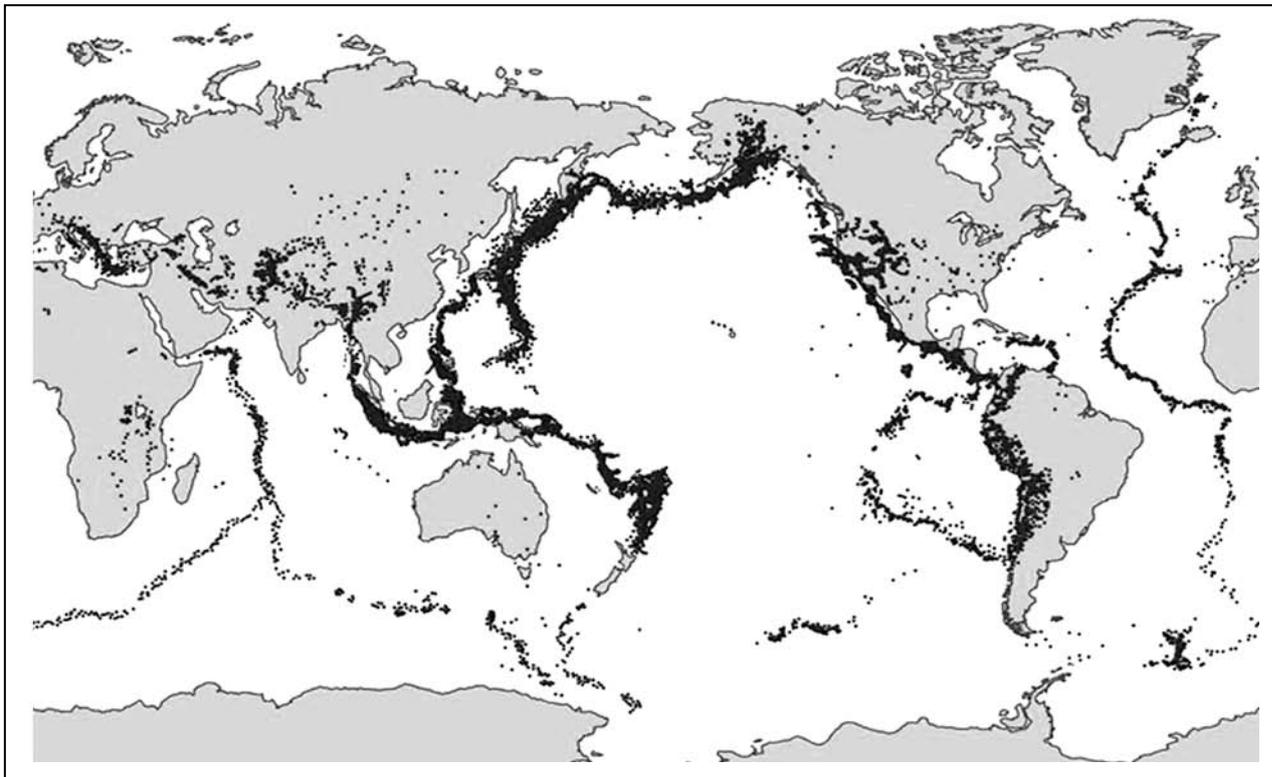


Рис. 3. Географическая карта распределения эпицентров Землетрясений.

Линии образованные из нанесенных на карту координат эпицентров землетрясений называют границами литосферных плит.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ИЗВЕРЖЕНИЙ ВУЛКАНОВ С ГЛУБИНОЙ (0-100 км)

(1960 -1999 ГГ.)

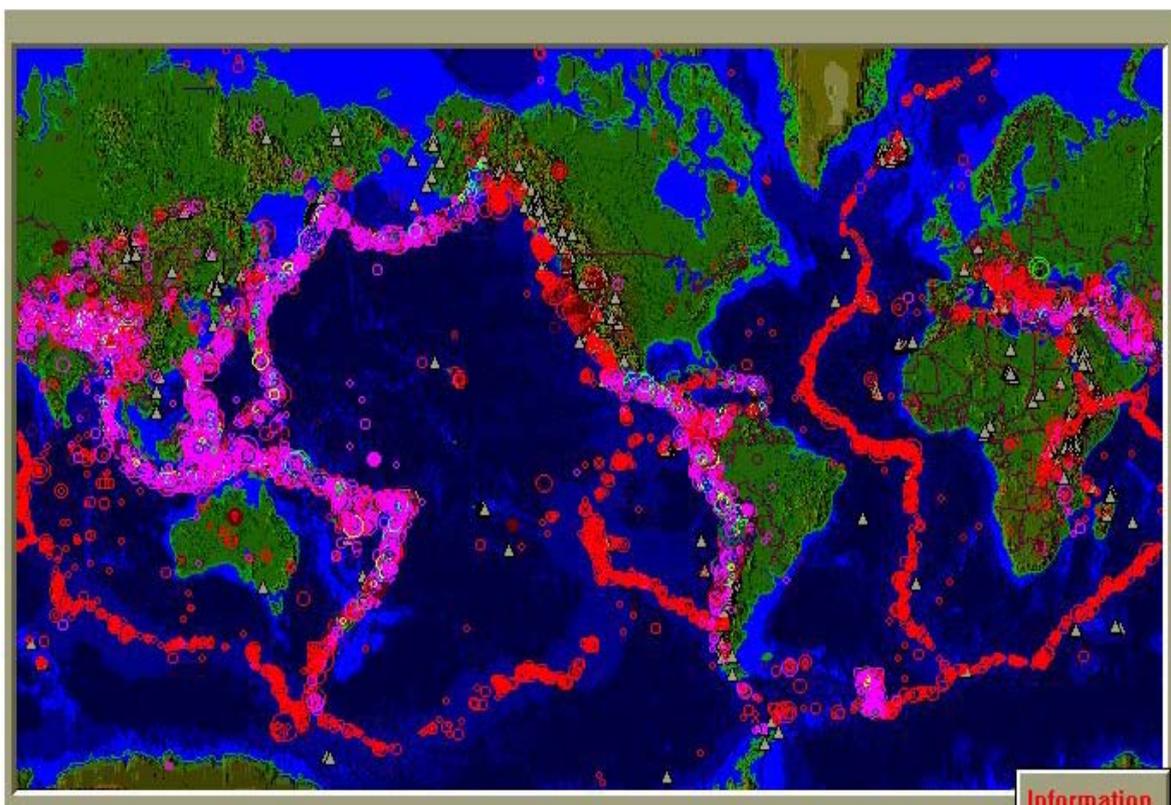
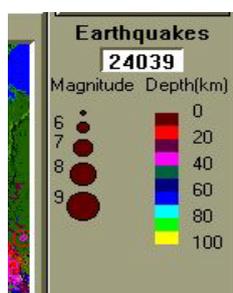


Рис. 4. Распределение землетрясений с глубиной.



Шкала магнитуд (M) и глубин эпицентров землетрясений, использованная для представления распределения землетрясений с глубиной (км).

Plate dynamics and seismicity on the Earth's gravity map (Grace project)