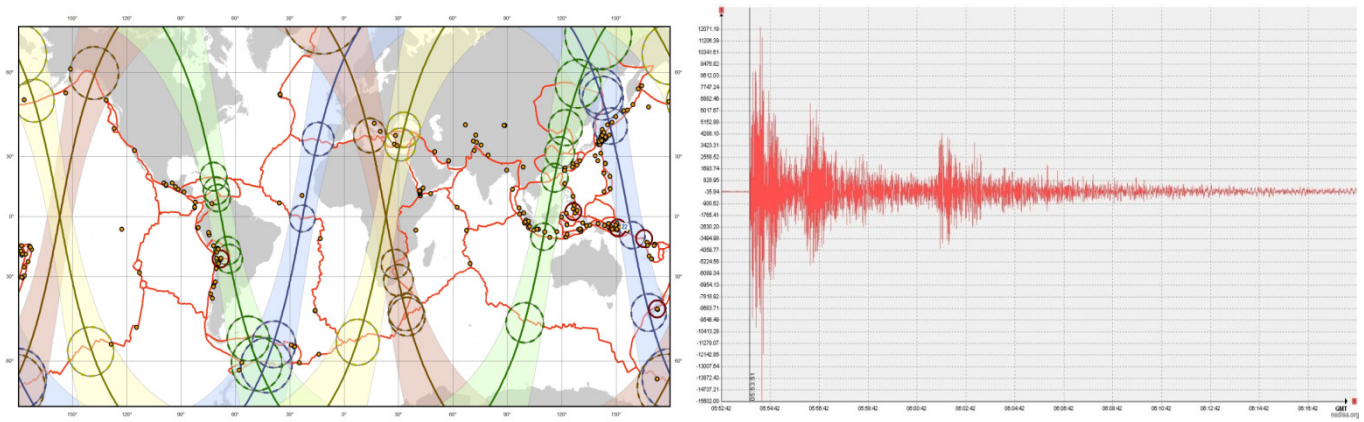
Геофизические признаки сильнейшего глубокофокусного Охотоморского землетрясения 24 мая 2013г

Л.Н. Дода[1], В.Л. Натяганов[2], В.С. Бобровский[3], С.А. Шопин[1]

1 –Тульский государственный университет

2 – МГУ им. М.В. Ломоносова

3 – Инновационный фонд «Подземные электрические технологии



Охотоморское землетрясение 24 мая 2013г.

Дода Л.Н. и др. –Геофизические признаки сильнейшего глубокофокусного Охотоморского землетрясения 24 мая 2013г

Почему мы не можем осуществить краткосрочный прогноз землетрясений?

«Earthquakes cannot be predicted»
Geller, R.J., Jackson, D.D., Kagan, Y.Y., Mulargia, F. Earthquakes Cannot Be Predicted // Science. – 1997.– 275. – P. 1616–1618

«Непредсказуемость землетрясений как фундаментальное следствие нелинейности геодинамических систем»
Короновский Н.В., Наймарк А.А. Вестник Московского университета. Сер.4 Геология, №6, 2012

«**Очевидно, что мы ведем мониторинг не тех параметров, или неправильно, или не можем их интерпретировать**»
А.В. Николаев
Рецензия на статью И.Л. Гуфельда, М.И. Матвеевой, О.Н. Новоселова «Почему мы не можем осуществить прогноз сильных коровых землетрясений» // Геодинамика и тектонофизика, 2011, №4, с.416-417.

Эмпирическая схема краткосрочного прогноза

Когда? Где? Какой силы? Будет землетрясение

- **<u>Дата</u>**: т.н. эффект Д-триггера геомагнитных возмущений

«Землетрясения рождаются на Солнце» или «Геосейсмическое эхо солнечных бурь» (Л.Н. Дода)

$$D_* = D_s + \left[\left(7 \vee 14 \vee 21 \right) \pm 2 \right] + 27n$$

D* - потенциальные даты

Ds - дата геоэффективного геомагнитного возмущения: $Kp(i) \geq 4 \vee Kp(i+1) - Kp(i) \geq 2$

- **<u>Место</u>**: Геомагнитная направленность глобального сейсмического процесса

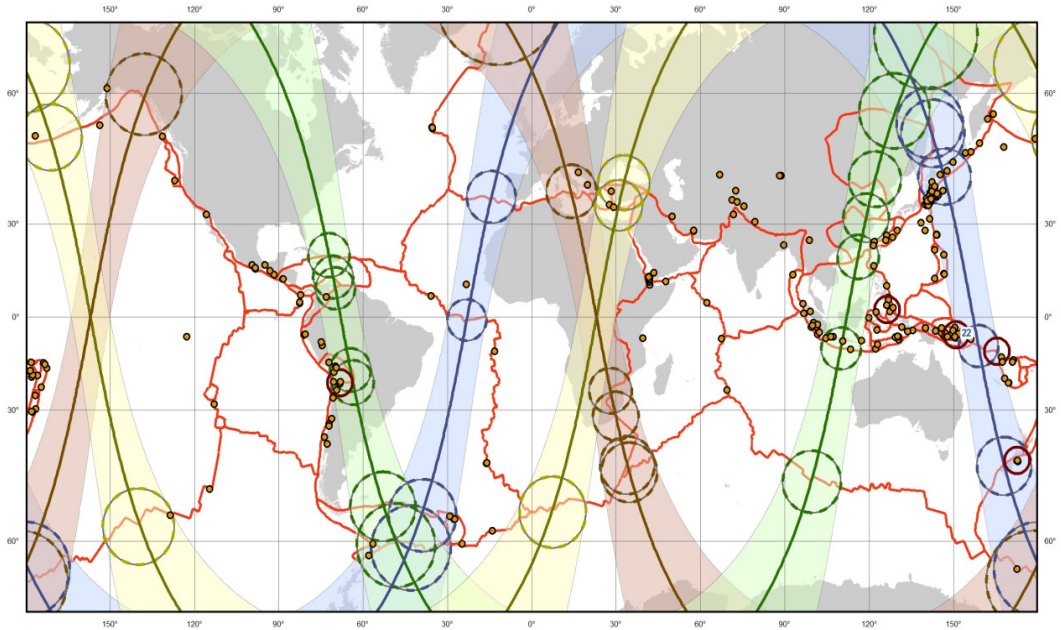
7° зоны

$$\lambda = \pm\gamma\varphi + (\lambda_s - 45^\circ j),$$

$$j = i + 1 \text{ при } k(i+1) - k(i) \geq 2, \quad i = 0\text{–}8$$

$$\gamma = \mathrm{tg}\,11^\circ \sim 0.19$$

λs – долгота подсолнечной точки



Дода Л.Н. Эмпирическая схема краткосрочного прогноза землетрясений / Л.Н. Дода, В.Л. Натяганов, И.В. Степанов // Доклады Академии наук: сер. Геофизика – 2013.– Т. 453.– № 5.– С.551-557

Облачные сейсмотектонические индикаторы (ОСТИ)

- **Динамическое явление**
- Оценка потенциальной магнитуды землетрясения, верификация потенциальных зон, определенных по СММ
- Обобщение работ Shou (EQ clouds) и Л.Морозовой (линейные облачные аномалии)
- Некоторая корреляция с моделью ЛАИ-связей (Озунов и Пулинец)
- Теоретические модели образования разработаны В.Натягановым

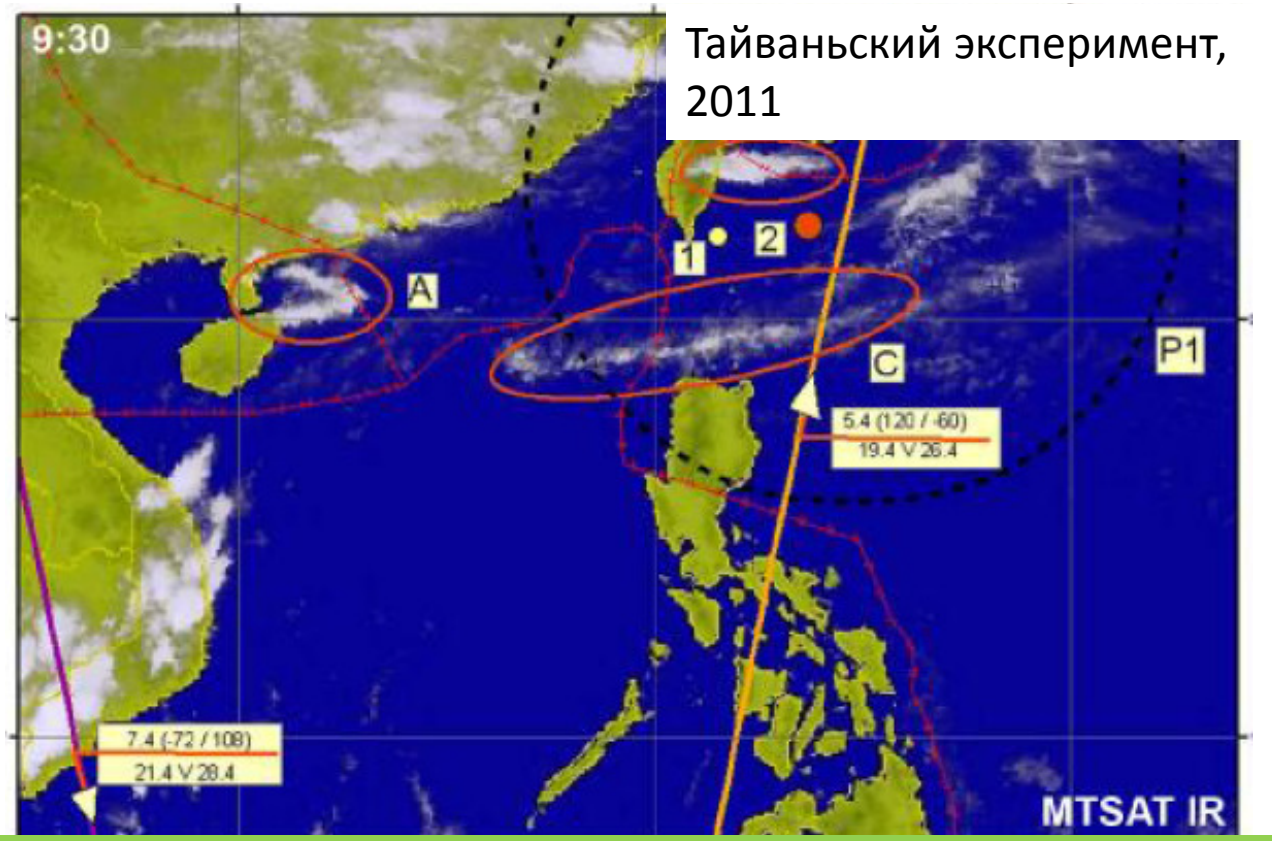
$$M = \ln \frac{L}{L_0}$$

Аналогия с известной формулой Добровольского

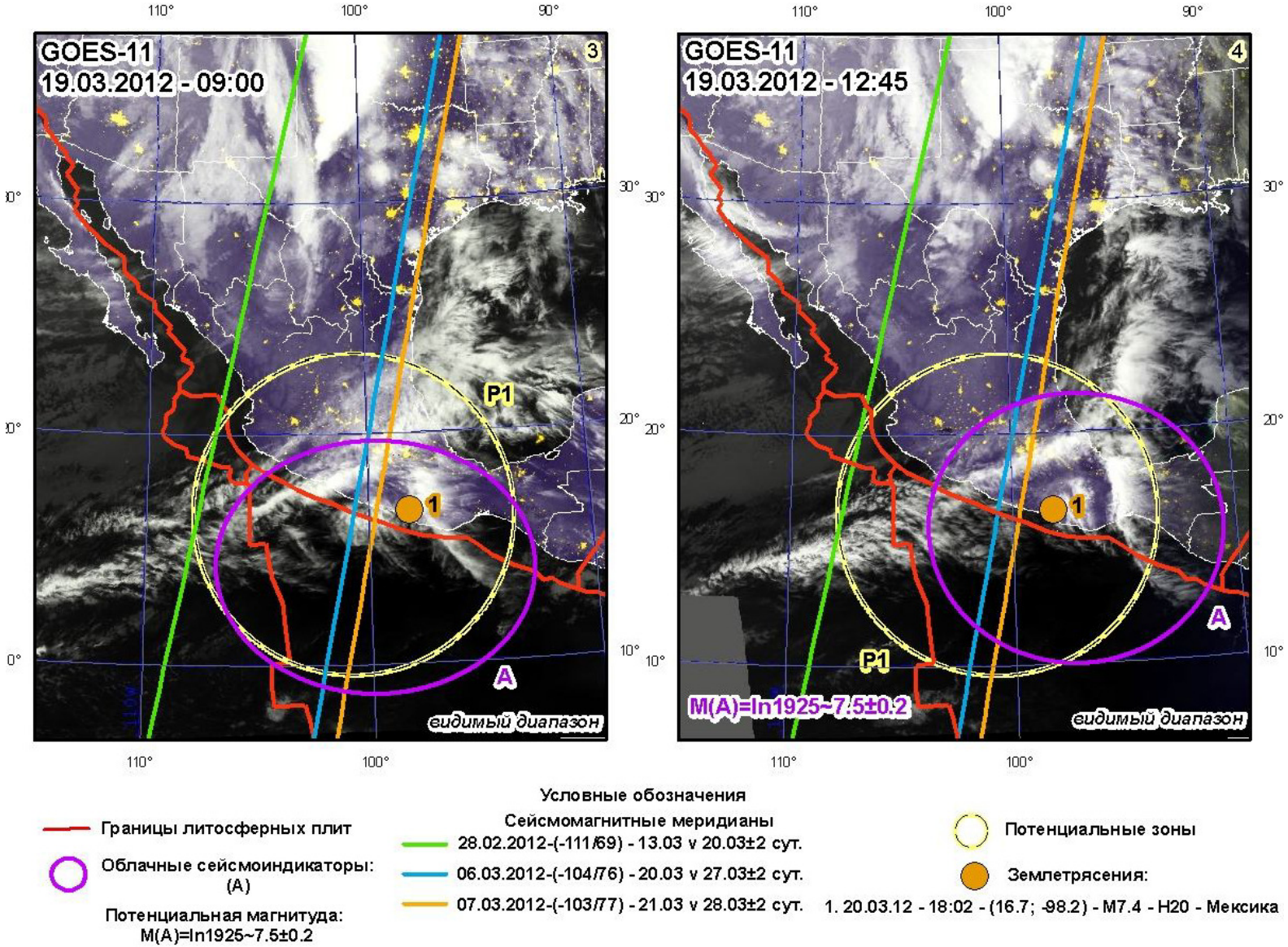
M=6 L≈400 km
M=7 L≈1000 km

Точность оценки потенциальной магнитуды ±0.2

Тайваньский эксперимент, 2011



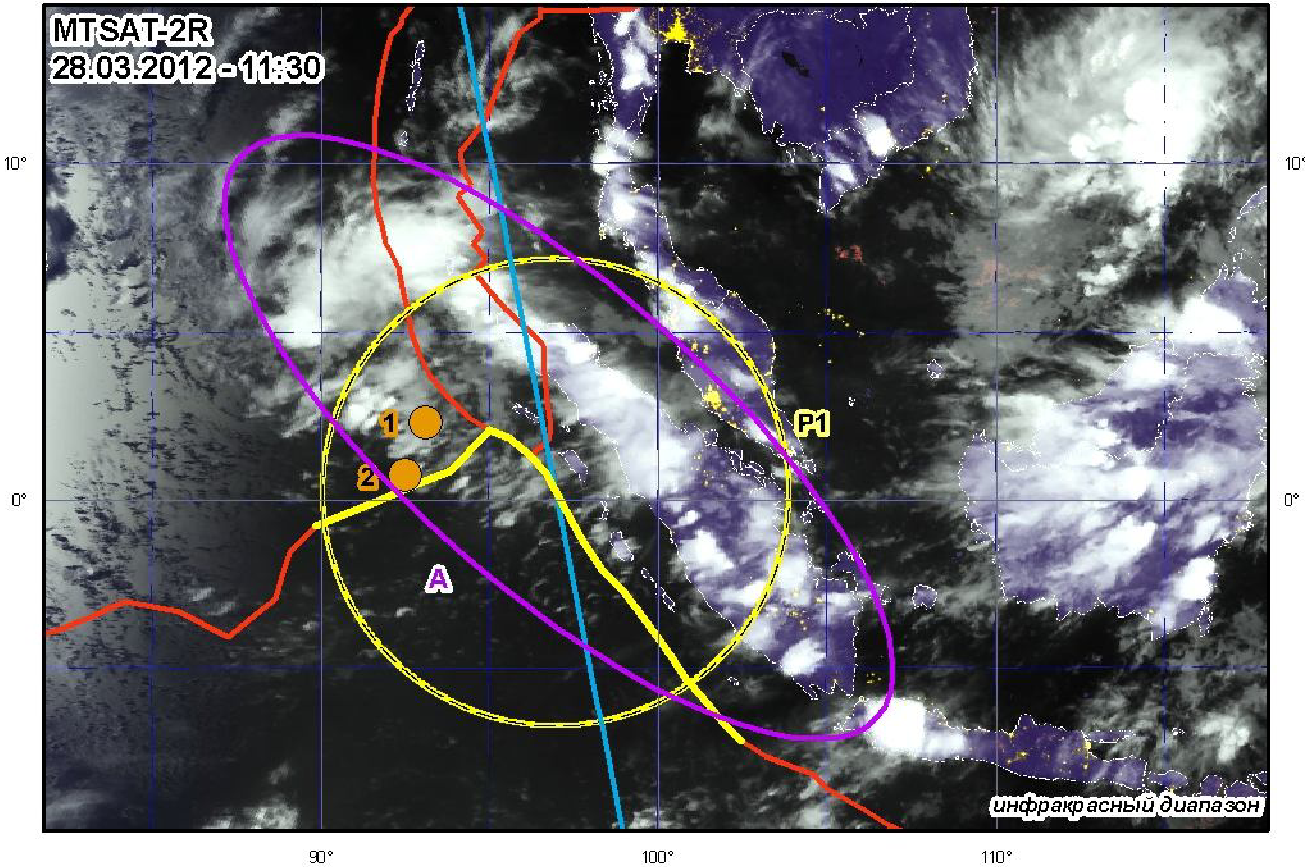
Пример ОСТИ – Мексика 2012



Оценка потенциальной магнитуды M=ln1925 ~ 7.5±0.2 M 7.4 - GUERRERO, MEXICO - 2012-03-20 18:02:49 UTC

Пример ОСТИ – Суматра 2012

M 8.4 - OFF W COAST OF NORTHERN SUMATRA - 2012-04-11 08:38:35 UTC+
M 8.0 - OFF W COAST OF NORTHERN SUMATRA - 2012-04-11 10:43:09 UTC



Границы литосферных плит

Активированные участки плит

Потенциальные зоны

Облачные сейсмоиндикаторы: (A,B)

Землетрясения:

1. 11.04.12 - 08:38 - (2.3; 93.1) - M8.6 - H23 - Суматра
2. 11.04.12 - 10:43 - (0.8; 92.4) - M8.2 - H16 - Суматра

Сейсмомагнитные меридианы

27.03.2012-(-83/97) - 10.04 v 17.04±2 сут.

Оценка потенциальной магнитуды
M=ln4083 ~ 8.3±0.2

Базовая технология краткосрочного прогноза

После каждого достаточно сильно геомагнитного возмущения

- Рассчитываем потенциальные даты
- Строим карту сейсмомагнитных меридианов
- Проверяем потенциальные 7° зоны на облачные сейсмотектонические индикаторы

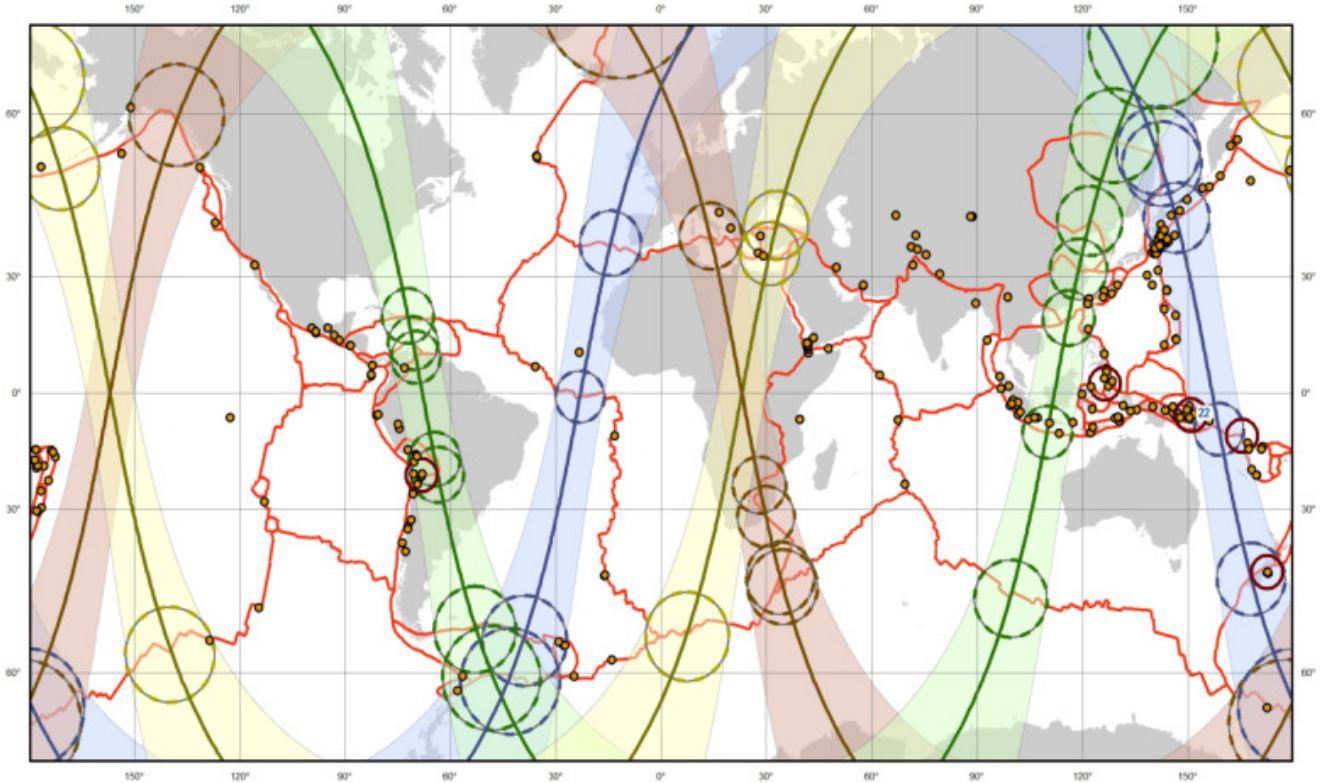


Схема работает в глобальном масштабе! «Дьявол в деталях»: много сейсмомагнитных меридианов, много потенциальных зон, не все меридианы запускают ЗМТ (только ~30%)

Концепция сейсмотектогенеза

Обобщение эмпирической схемы

Главная идея: включение ***физически взаимосвязанных параметров***, регистрируемых средствами наземного и космического мониторинга в схема прогноза

Дополнительная идея: использование данных, имеющие свою методологию анализа и примеры прогнозов в прошлом

- Данные специальных маятниковых систем (ТулГУ, Тула, О.В. Мартынов, С.А. Шопин)

Мартынов О.В. (2008) Концепция системы прогноза природных катастроф и практические результаты, полученные на основе аппарата нелинейной физики, математики и данных системы // Нелинейный мир. 2008. т. 6. № 10 с. 579-615.

- Данные по протонной миграции (Дистантная школа «Космометеотектоника» Петропавловск-Камчатский, Д.А. Кузнецов, В.С. Бобровский)

Bobrovskiy V.S. The results of subterranean electric measurements on Kamchatka as global effects of proton tectogenesis: damaging earthquakes in Indonesia and China. *Recent Progress on Earthquake Geology*, 2011, 257 p., pp.189-248

- Радоновые данные (А. Шитов, Горно-Алтайск, Д. Джулиани, Италия)

Аналогичный подход применяет группа Д.Озунова и С.Пулинца на основе концепции ЛАИ-связей

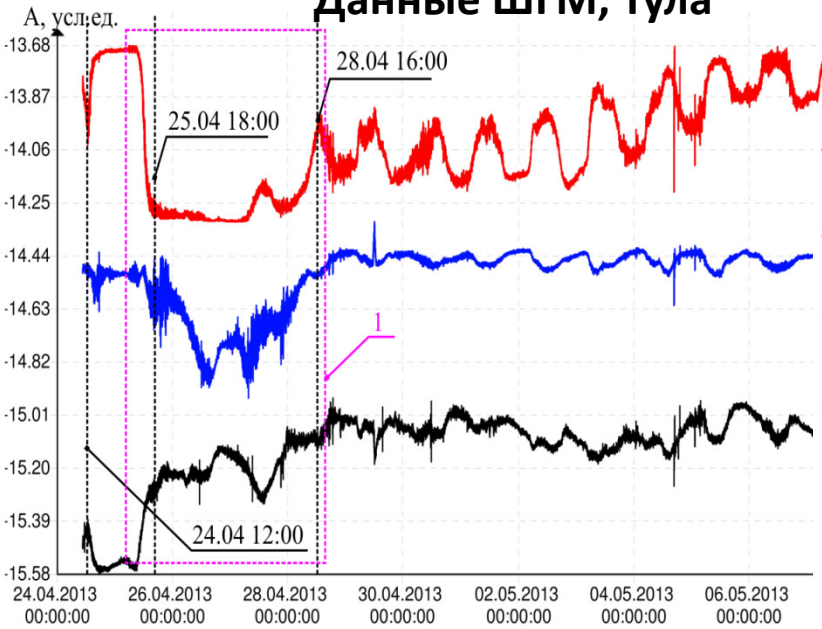
7
Триггерный механизм запуска землетрясений на 14 или 21 сутки после геоэффективных явлений на Солнце(прогноз даты)
1
Гравианомалии от перемещения масс в теле Земли, отраженные в комплексах частот градиента гравиполя
6
Магнитно-меридиональная направленность запуска сейсмотектонического процесса (прогноз места)
Концепция сейсмотектогенеза
2
Локальные проявления глобальных геофизических аномалий при подготовке землетрясений (прогноз места и магнитуды по ОС)
5
Причинно-следственная связь между нестабильностью вращения-обращения Земли и сейсмо-тектоническим процессом
3
Протонный тектогенез на основе миграции водорода в геооболочках, регулируемый вращением Земли
4
Глобальный электроротационный контур подготовки землетрясения «Солнце-ММП-МПЗ-Земля», контур миграции протонов и электронов
применение
1. Решение проблемных задач геофизики (прогноза землетрясений, тектогенеза)
2.Создание наземно-космической системы сейсмо-прогнозного мониторинга
3. Разработка базовых элементов ГИС и Web-портала для прогноза землетрясений
4. Наполнение баз данных признаками землетрясений в полях геооболочек

Система наземно-космического мониторинга

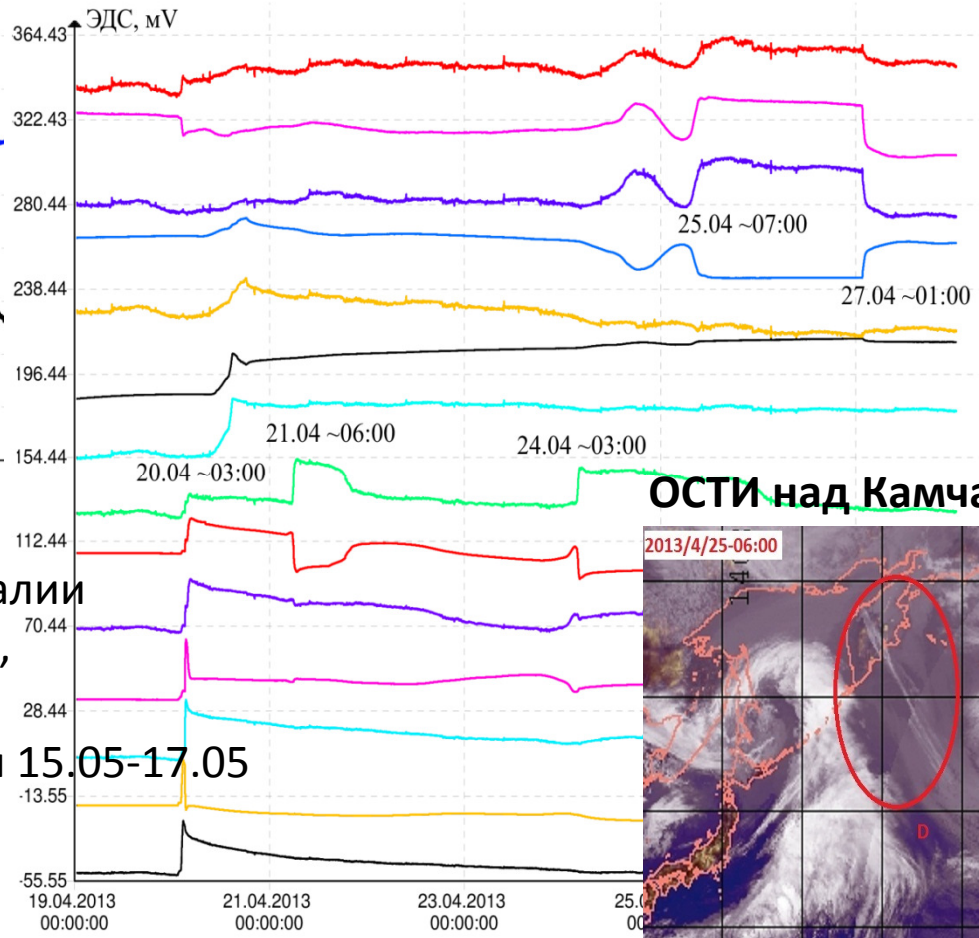
1. Станции специальных маятниковых измерений Тульского государственного университета (широкополосные градиентометры, разработчик д.т.н, проф. О.В. Мартынов).
2. Станции подземно-электрических измерений дистантной школы «Космометеотектоника» в г. Петропавловск-Камчатский (разработчик к.ф-м.н. Д.А. Кузнецов).
3. Станции электротеллурических измерений Какиока, Мемамбецу, Каноя Магнитной обсерватории Какиока, Японии.
4. Международные спутниковые системы дистанционного зондирования Земли, включающие геостационарные спутники MeteoSat, MTSAT1R, низкоорбитальные Terra и Aqua, Ресурс-ДК и др., тематически обрабатываемые и организованные в пополняемые базы данных
5. База данных Парижского центра вращения Земли (Paris Observatory, Earth Rotation Center, http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/).
6. Базы данных гелиогеофизических параметров различных стран с открытым интернет-доступом: база данных Центра предсказания космической погоды (NOAA/NWS Space Weather Prediction Center, http://www.swpc.noaa.gov/), отчет о солнечной активности (Solar Terrestrial Activity Report, http://www.solen.info/solar/index.html), база данных лаборатории астрофизики и физики Солнца (ATC Technologies Solar & Astrophysics Laboratory, http://www.lmsal.com/solarsoft).
7. Данные радоновых измерений (Горно-Алтайск, Италия и ряд других источников).

Охотоморское ЗМТ, Этап 1

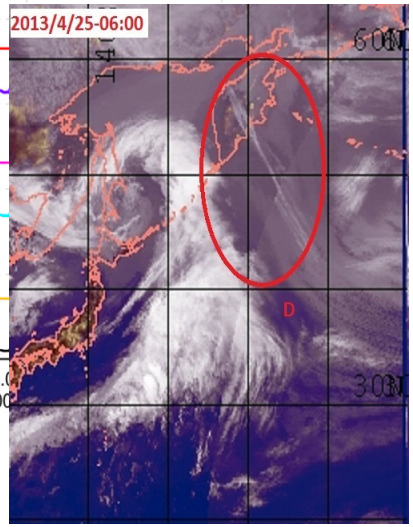
Данные ШГМ, Тула



Protonic data, Cosmo-Meteo-Tectonics



ОСТИ над Камчаткой

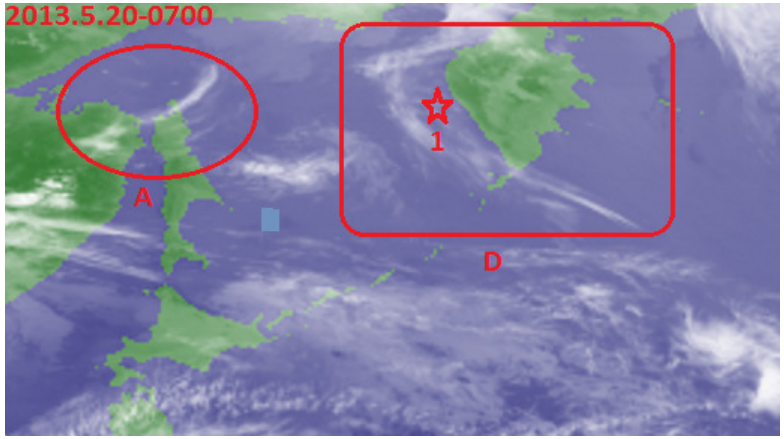


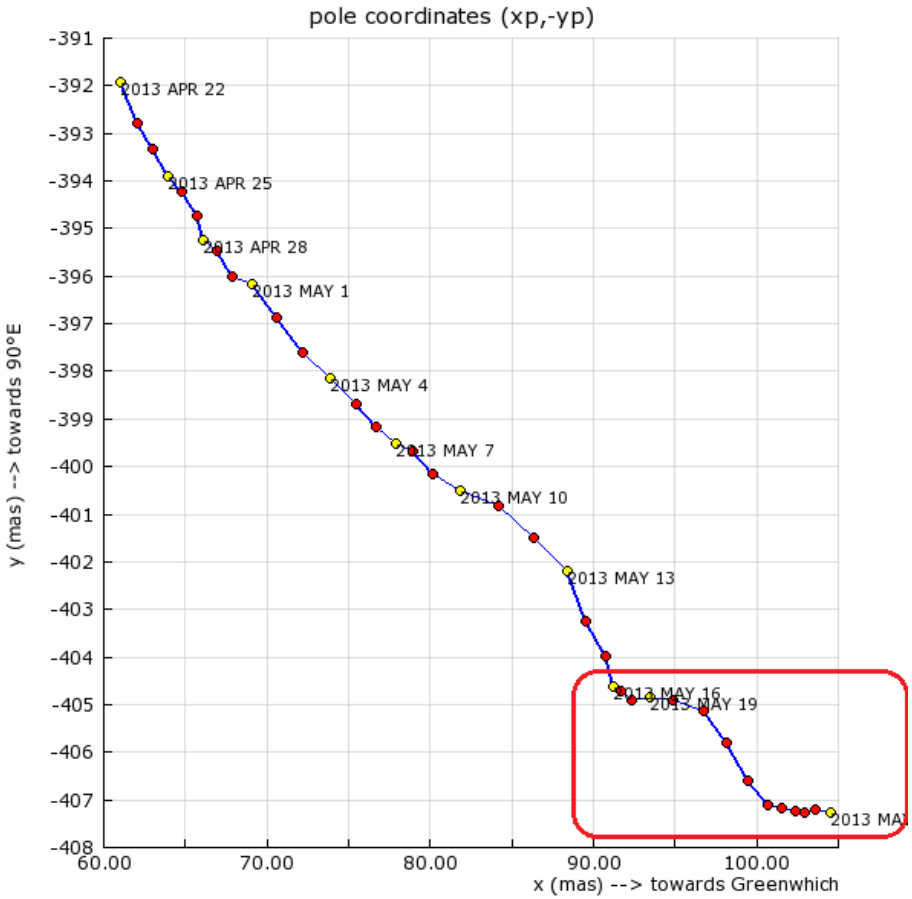
24.04-26.04.2013 Значительные аномалии
24.04-25.04.2013 – геомагнитная буря,
СММ накрывает Камчатку,
Потенциальные даты = 8.05-10.05 или 15.05-17.05
26.04.2015 - прогноз

25.04.2013 – ОСТИ над Камчатской,
M=ln770~6.6±0.2
16.05-19.05 – Сейсмический рой, >30 ЗМТ

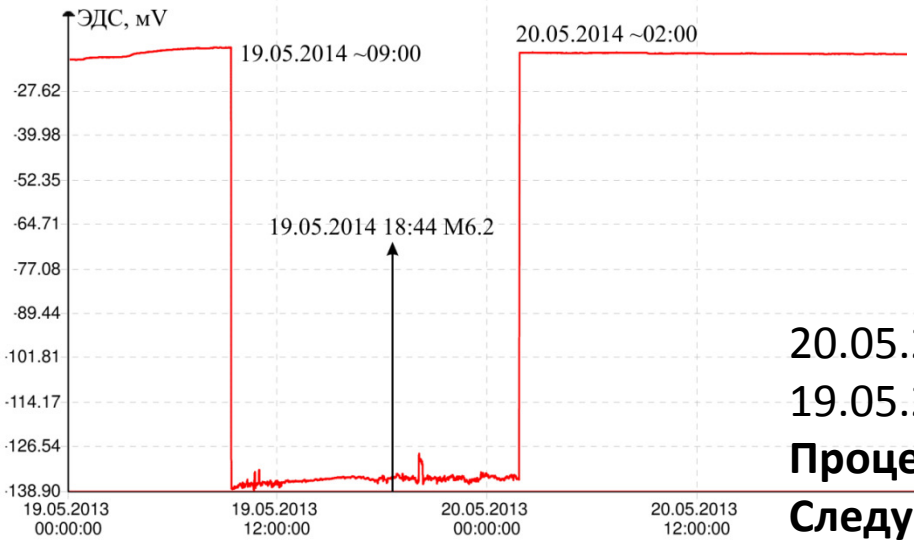
Охотское ЗМТ, Этап 2

ОСТИ над Камчатской, 20.05.2013





Протонные данные



20.05.2013 – ОСТИ над Камчаткой, M=ln2500 ~7.8±0.2

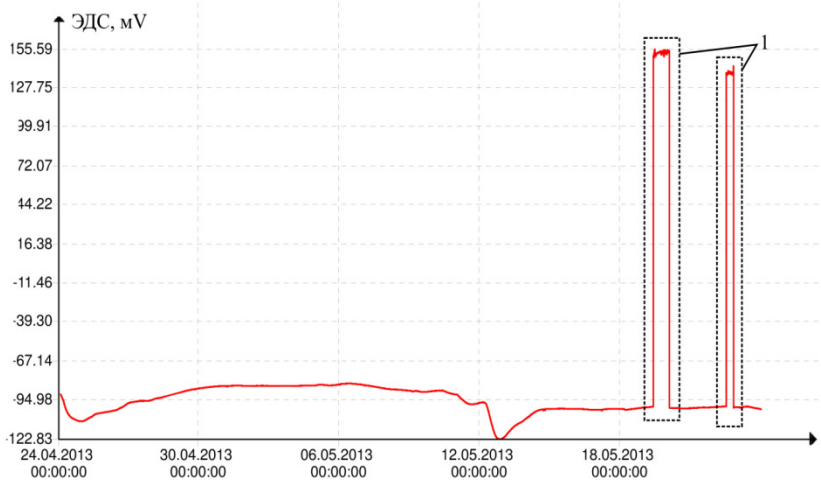
19.05.2013-20.05.2013 – Протонные аномалии

Процесс подготовки ЗМТ не закончен,

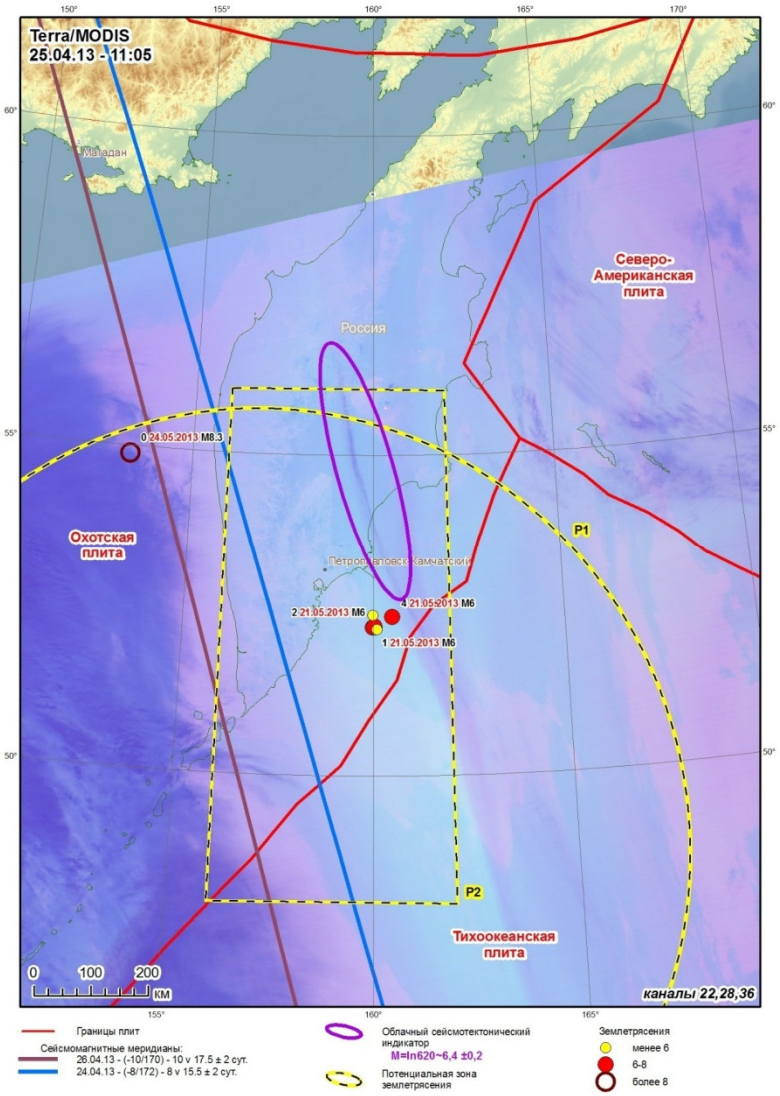
Следующие потенциальные даты 22-24.05.2013

Охотское ЗМТ, Этап 2

Протонные данные



Тематически обработанный снимок от 25.04.2013



Экстраординарное глубокофокусное ЗМТ произошло 24 мая 2013г.

Событие подтвердило работоспособность схемы прогноза

Дода Л.Н. и др. –Геофизические признаки сильнейшего глубокофокусного Охотоморского землетрясения 24 мая 2013г

Охотское ЗМТ, Этап 2, Официальный прогноз

В Российский экспертный совет по прогнозу землетрясений и оценке сейсмической опасности

от члена РЭС **Доды Леонида Николаевича**
телефон: (495) 600-33-21, e-mail: l.doda@mail.ru

Председателю РЭС, чл.-корру РАН
А.В. Николаеву

Копия: Директору Координационного прогностического центра ИФЗ РАН
Е.А. Рогожину
Начальнику Центра "Антистихия" МЧС России
В.Р. Болову

Уважаемый Алексей Всеволодович!

Прошу пролонгировать наш сейсмопрогноз по Камчатке от 26 апреля 2013 г., срок действия которого истек 19 мая, до 16 июня 2013 г.

Параметры прогноза остаются прежними: магнитуда M(6.6-7.2)±0.2; потенциальная зона – прямоугольник с центром (52N 159E)±(4°N 3E) .

В соответствии с прогнозом у восточного побережья Камчатки 19 мая 2013 г. произошло землетрясение магнитудой Mв = 6.2 (ГФС РАН), а также вблизи Петропавловска-Камчатского 19.05.2013 магнитудой Mв = 5.8.

Опасность возникновения более мощных ЗМТ в отмеченной зоне сохраняется. Мониторинг геофизических признаков в Курило-Камчатской зоне продолжается.

Прогноз при рассмотрении 20.05.2013 [illegible] Ф.Х.

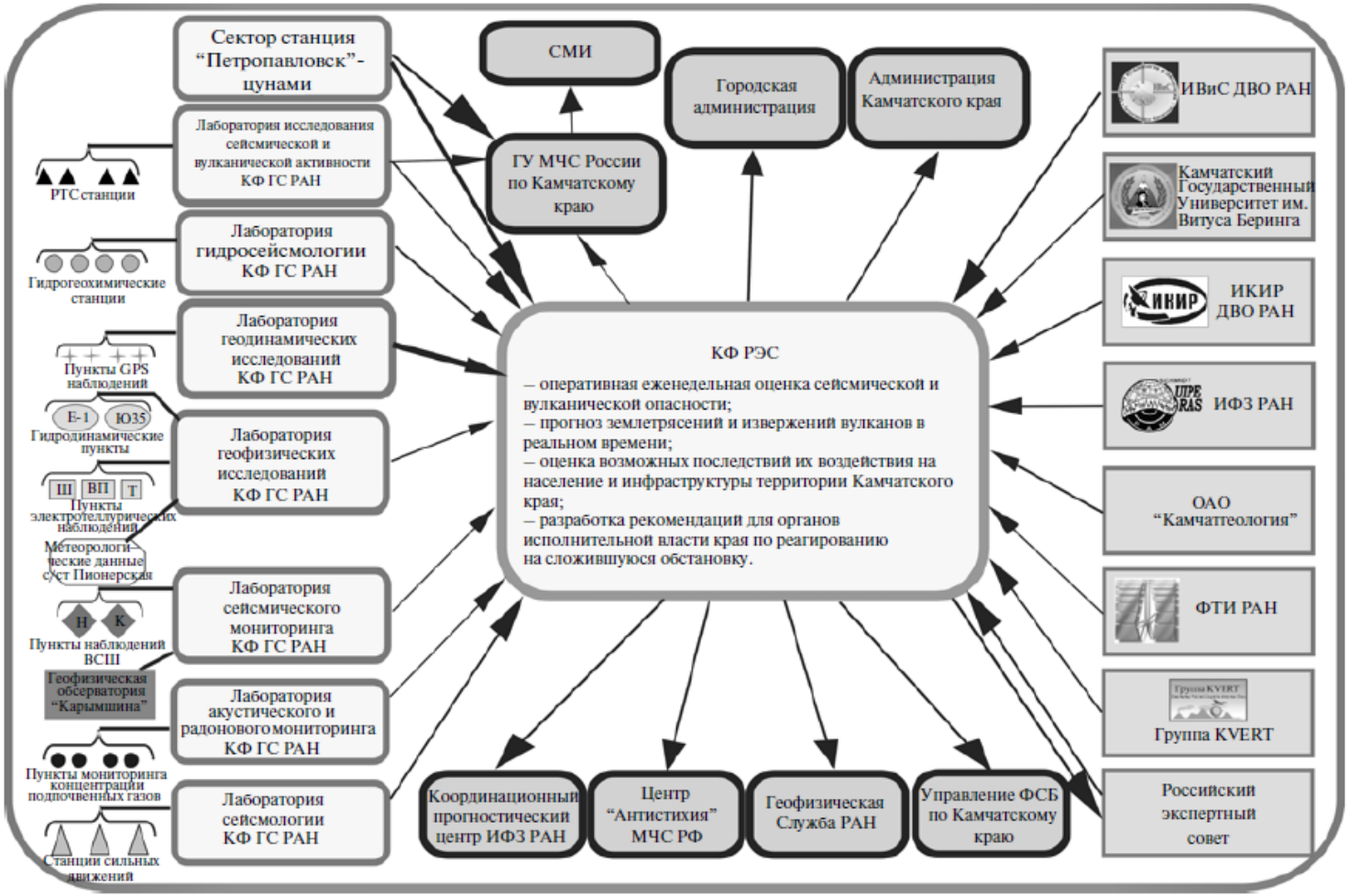
РЭС

Л. Дода
20.05.2013

Система мониторинга на Камчатке

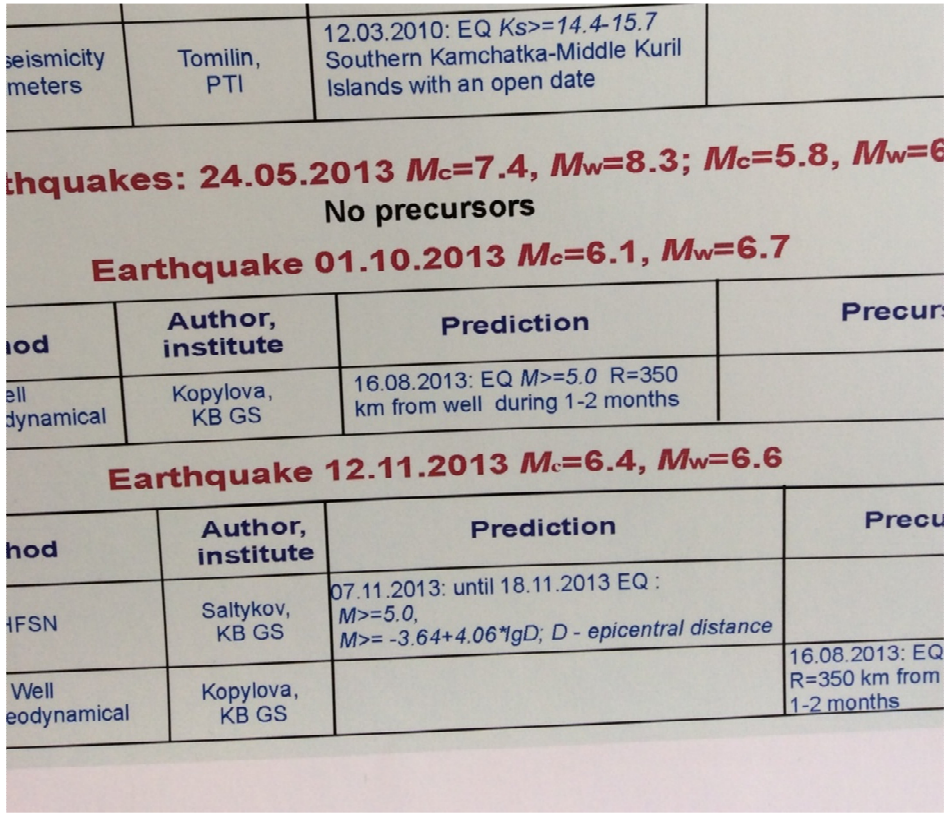
В. Н. Чебров, В. А. Салтыков, Ю. К. Серафимова. ОПЫТ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРЕДВЕСТНИКОВ СИЛЬНЫХ (М ≥ 6.0) ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА КАМЧАТКЕ В 1998–2011 гг. ПО МАТЕРИАЛАМ КФ РЭС // Вулканология и сейсмология, 2013, №1, с.85-95

- Более 20 методов среднесрочного и краткосрочного прогнозирования
- Большой объем контроллируемых параметров



По данным КФ ГС РАН

Из стендового доклада на IUGG-2015, Прага (Чебров В.Н., Салтыков В.А и др.):



seismicity meters	Tomilin, PTI	12.03.2010: EQ *Ks>=14.4-15.7* Southern Kamchatka-Middle Kuril Islands with an open date	

thquakes: 24.05.2013 M_c=7.4, M_w=8.3; M_c=5.8, M_w=6

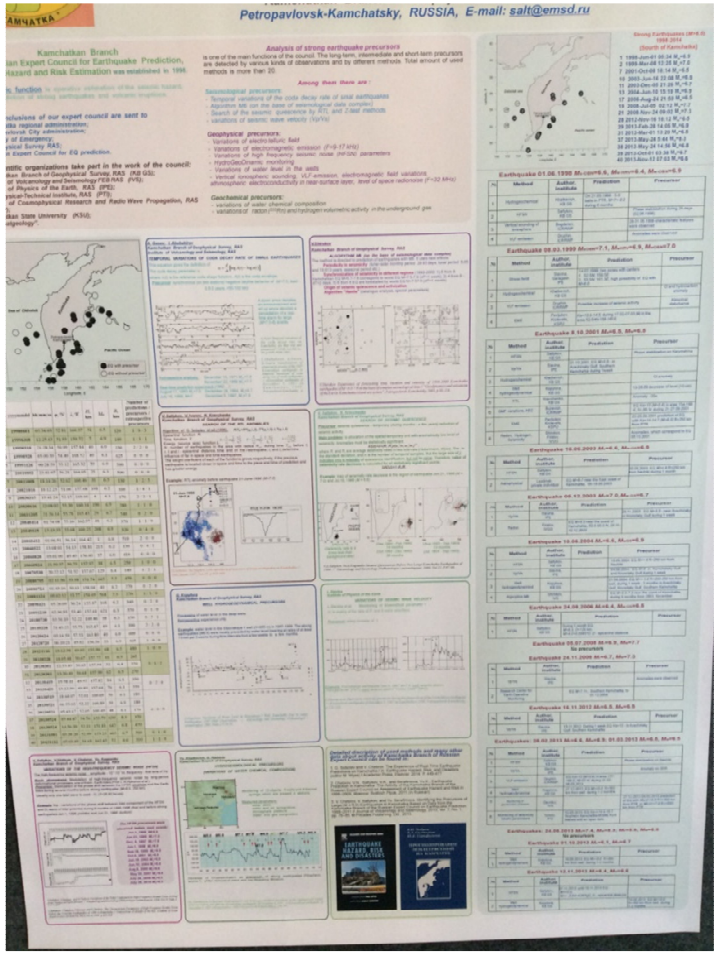
No precursors

Earthquake 01.10.2013 M_c=6.1, M_w=6.7

hod	Author, institute	Prediction	Precur
ell dynamical	Kopylova, KB GS	16.08.2013: EQ *M>=5.0* R=350 km from well during 1-2 months	

Earthquake 12.11.2013 M_c=6.4, M_w=6.6

hod	Author, institute	Prediction	Precu
HFSN	Saltykov, KB GS	07.11.2013: until 18.11.2013 EQ : *M>=5.0*, *M>= -3.64+4.06*lgD; D - epicentral distance*	
Well eodynamical	Kopylova, KB GS		16.08.2013: EQ R=350 km from 1-2 months



Выводы

1. Землетрясения **принципиально предсказуемы в краткосрочном плане**. Главный вопрос **какая точность может быть достигнута.**

2. Эмпирическая схема краткосрочного прогноза работает.

3. Однако, в настоящее время проблема краткосрочного прогноза с точностью, достаточно для принятия мер типа эвакуации по-прежнему не решена. Однако, несомненно, что показанные прогнозы могут быть использованы как сигналы-предупреждения и должны обсуждаться экспертами.

4. На наш взгляд представленные материалы показывают тот путь, на котором решение проблемы краткосрочного прогноза с точностью, достаточной для практики, может быть получено.

5. Полученный опыт показывает значительные трудности в кооперации даже с российскими исследователями и это является главной проблемой в данной области

Спасибо за внимание!

Контакты: **l.doda@mail.ru**, **sshopin@mail.ru**