

**ШИРОКОВ В.А. «О РЕЗОНАНСНОЙ ПРИРОДЕ 11- и 22-  
ЛЕТНИХ СОЛНЕЧНЫХ ЦИКЛОВ, СИЛЬНЫХ МИРОВЫХ И  
РЕГИОНАЛЬНЫХ (КАМЧАТКА, КУРИЛЬСКИЕ О-ВА)  
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ИХ ПРОГНОЗ НА ОСНОВЕ МЕТОДА  
ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ РЕЗОНАНСОВ ДО 2060 Г.»**

*Камчатский филиал ГС РАН, г. Петропавловск-  
Камчатский, [shirokov@emsd.ru](mailto:shirokov@emsd.ru)*

**Четвертая научно-техническая конференция  
«Проблемы комплексного геофизического мониторинга  
Дальнего Востока России»  
30 сентября – 4 октября 2013 г., г. Петропавловск-  
Камчатский**

**Цель, новизна, актуальность и задачи исследований**  
**Основная цель, актуальность и новизна работы** – изучение причин возникновения тектонических землетрясений на основе использования явления целочисленных резонансов.  
**Задача исследования** – долгосрочный прогноз мировых и региональных (Камчатка, Курильские о-ва) землетрясений на ближайшие десятилетия, в том числе оценка сейсмической опасности в терминах макросейсмической балльности для г. Петропавловска-Камчатского и близлежащих населенных пунктов.

## О термине «целочисленный резонанс»

**Целочисленный резонанс определяется приближенным равенством**

$$nT_x \approx mT_y \quad (1),$$

где  $T_x$  и  $T_y$  - периоды колебаний,  $n$  и  $m$  - целые числа. Принято, что периоды колебаний  $T_x$  и  $T_y$  рассчитаны с точностью до 0.001 г.

**Задаваемая степень точности резонанса. Если  $nT_x \geq mT_y$ , то  $0.999 \leq mT_y / nT_x) \leq 1.0$  Это достаточно жесткое условие резонанса.**

**Пояснение. При целочисленном резонансе происходит взаимодействие тел, которое приводит к устойчивости резонанса, его периодической повторяемости во времени [Бялко, 1989].** Явление целочисленного резонанса при использовании совместного анализа двух ритмов представляет интерес своей предсказуемостью, что является основой прогнозов. Разрушительные свойства резонанса могут быть причиной возникновения сильных землетрясений и вулканических извержений. В такой постановке этот вопрос не рассматривался.

## **О роли планет в возникновении 11- и 22-летних солнечных циклов.**

По данным 18 последних, наиболее надежно наблюдавшихся 11-летних солнечных циклов (с минимума цикла №6, 1810.6 г., до минимума цикла № 24, 2009.0 г.), получим, что среднее значение  $T_{11} = (2009.0 \text{ г.} - 1810.6 \text{ г.}) / 18 = 11.02(2) \text{ г.}$ ,  $T_{22} = 22.04(4) \text{ г.}$  Возникает вопрос, имеются ли целочисленные резонансы между  $T_{11}$ ,  $T_{22}$  с периодами соединений пар планет [Бялко] и их групп. Начиная с Меркурия и Венеры и далее для других пар и групп планет, целочисленные резонансы имели место. Приведем уравнение целочисленного резонанса для периода соединений первых от Солнца 7 планет, включая Уран (период их соединения равен 0.5010253584 г.) с ритмами  $T_{11}$  и  $T_{22}$ :

$$T_{11} = 11.02(2) \text{ г.} \approx 22(0.5010253548 \text{ г.}) = 11.0225578056 \text{ г.} \quad (2),$$

$$T_{22} = 22.04(4) \text{ г.} \approx 44(0.5010253548 \text{ г.}) = 22.0451156112 \quad (3).$$

Во-первых, резонанс имеет место, причем его устойчивость наиболее высокая. Во-вторых, коэффициент в левой части обоих равенств равен 1. Это значит, что примерно каждые 11 и 22 года мы наблюдаем с Земли повторяющиеся солнечные циклы. **Вывод: семь ближайших к Солнцу планет являются основной причиной возникновения солнечной активности. Можно также считать, что 11- и 22-летние солнечные циклы имеют резонансную природу.**

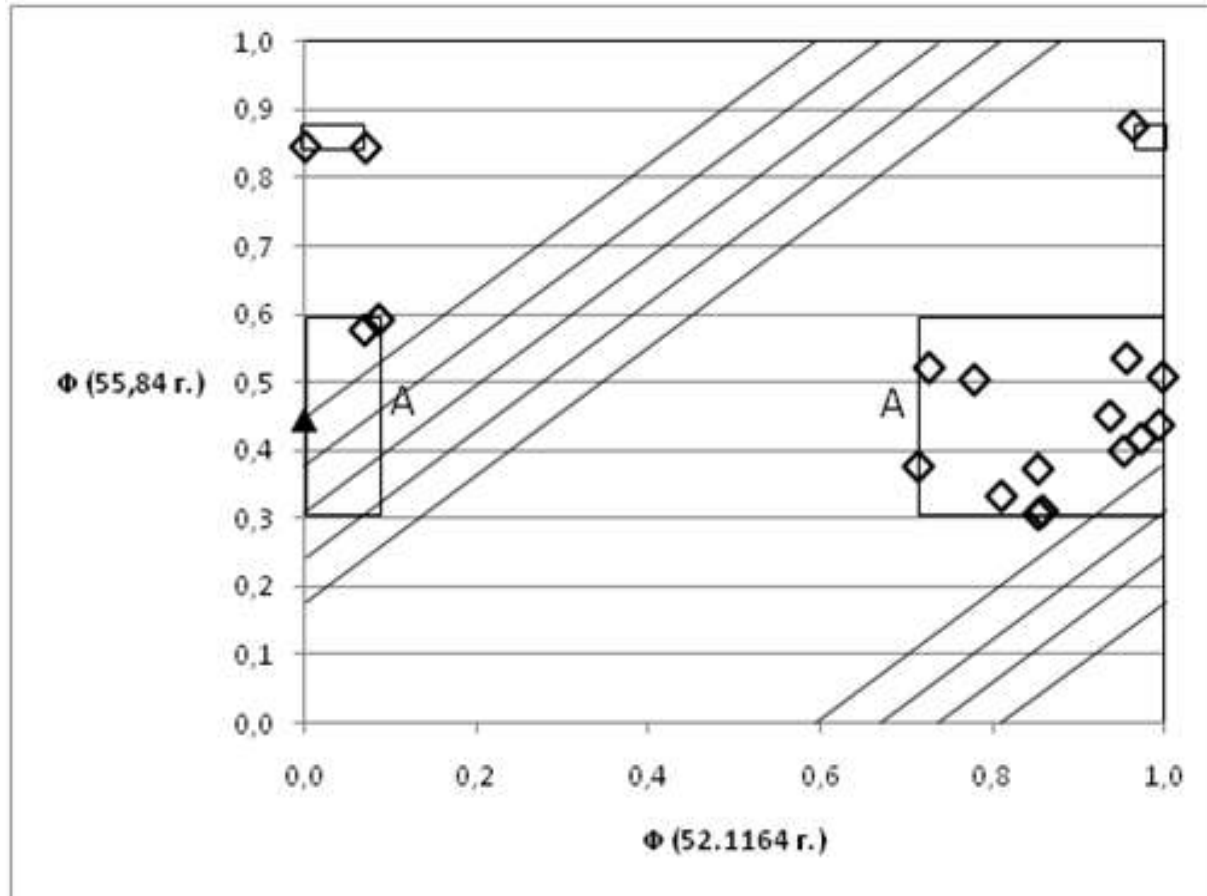
### Алгоритм прогноза

1) получение по возможности однородного каталога за длительный срок; 2) выявление минимум двух устойчивых статистически значимых ритмов, для каждого из которых рассчитываются фазы  $\Phi_x$  и  $\Phi_y$ , **составляется уравнение резонанса (1)** и рассчитывается **полный цикл резонанса**; 3) отображение событий каталога в плоскости фазового квадрата ( $\Phi_x, \Phi_y$ ) с целью выявления «опасных» окон и расчета «опасных» временных интервалов событий по **методу фазовых траекторий [Широков, Серафимова, 2006]**; 4) оценка эффективности прогноза по ретроспективным данным по определению А.А.Гусева [4]; 5) оценка вероятности возникновения будущих событий в «опасных» интервалах и вне их.

### Исходные данные о землетрясениях

**Мировые землетрясения с 1640 г. с  $M_w \geq 8.6$**  с глубиной до 60 км (**18 событий**),  
**землетрясения Камчатки с 1737 г. с  $M_w \geq 7.5$**  в полосе широт от  $51^0$  до  $57^0$  с глубиной очагов до 125 км из каталога [Гусев, 2008] (**20 событий**),  
**землетрясения Курильских о-вов с 1843 г. с  $M \geq 7.8$** , глубина до 100 км в полосе широт от  $41.8^0$  до  $49^0$  с. ш. по каталогу [Ким, Андреева, 2009] и NEIC GS USA с 2001 г (**14 событий**),  
**глубокие землетрясения Курило-Камчатской зоны с 1900 г. с  $M \geq 7.4$**  и глубиной более 300 км в полосе широт от  $43.6^0$  до  $54.9^0$  с.ш. [Ким, Андреева, 2009] и далее из NEIC GS USA в шкале  $M_w$ . (**10 событий**). **Общее число использовавшихся землетрясений – 62.**

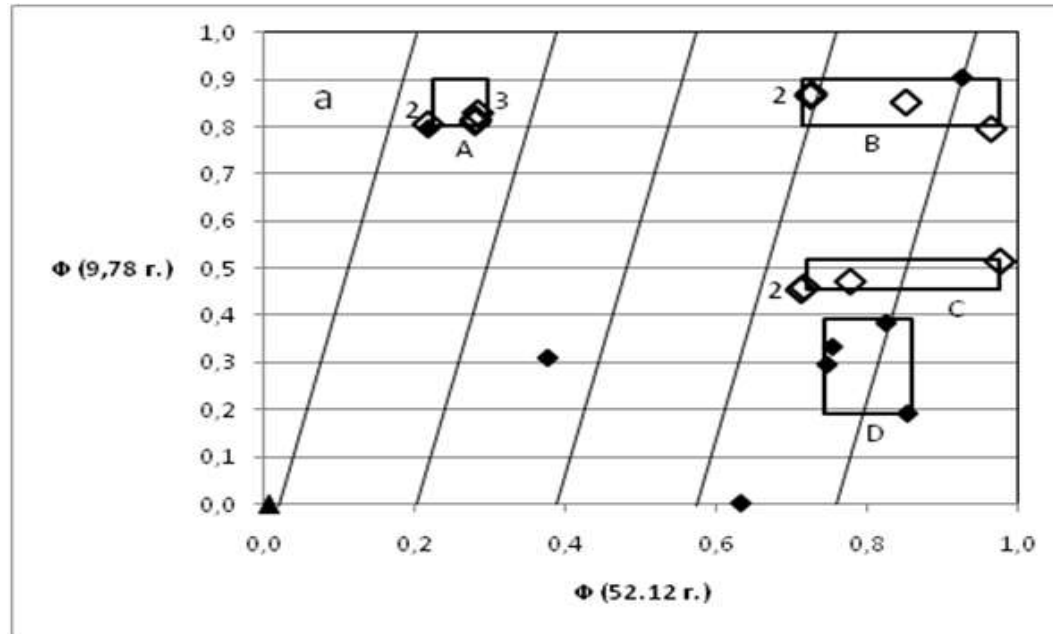
**Фазовый портрет мировых землетрясений с  $M \geq 8.6$  и  $H$  до 60 км.**



## Используемые расчетные ритмы.

Наряду с астрономическими ритмами (18.613 г., цикл Сарос 18.031 г., годовой и т. д.) впервые рассчитаны другие устойчивые ритмы, связанные с лунным ритмом 18.613 г. целочисленными резонансами. К ним относятся ритмы **9.781 г.**, **17.1539 г.**, **26.0582 г.**, **130.291 г.**, их гармоника и субгармоники, которые используются далее для задач прогноза. Расчеты ритмов даны в стендовом докладе.

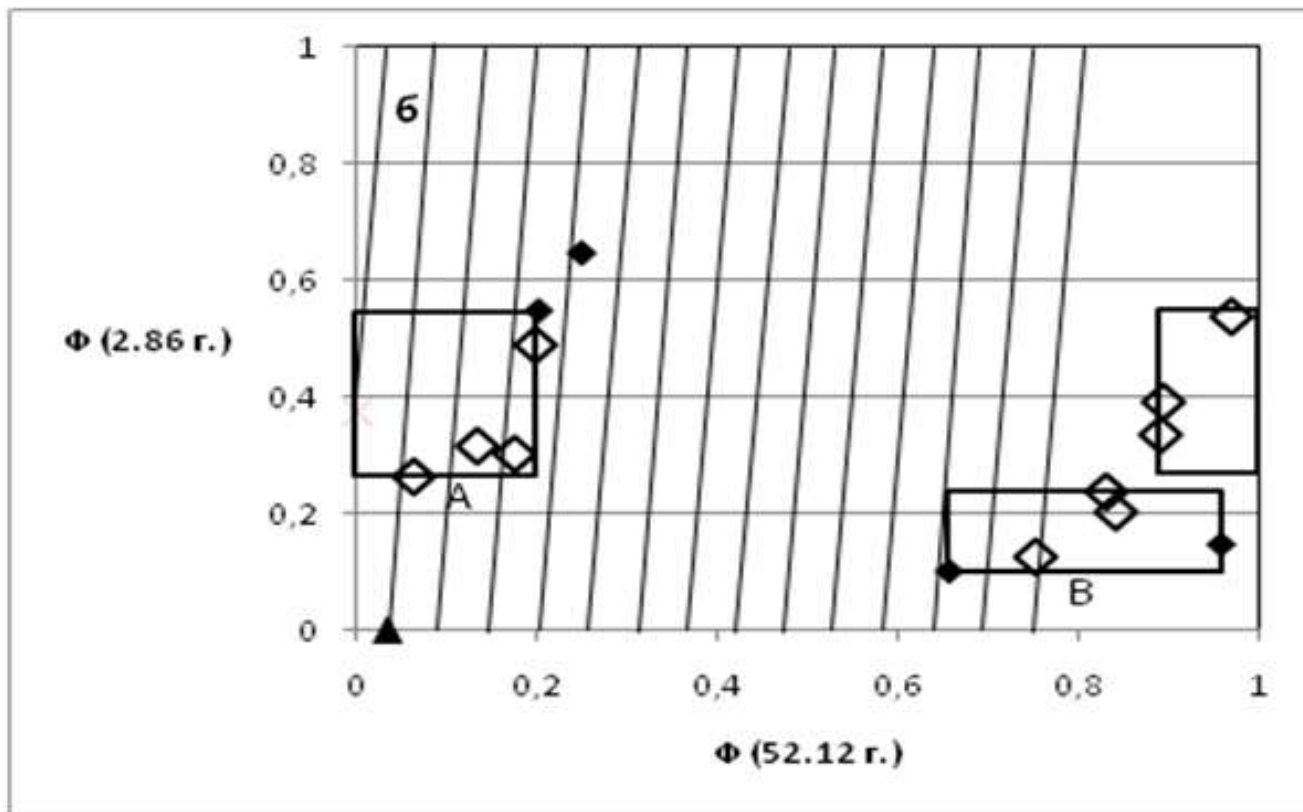
## Фазовый портрет для камчатских землетрясений с $M \geq 7.5$ и $H$ до 125 км.



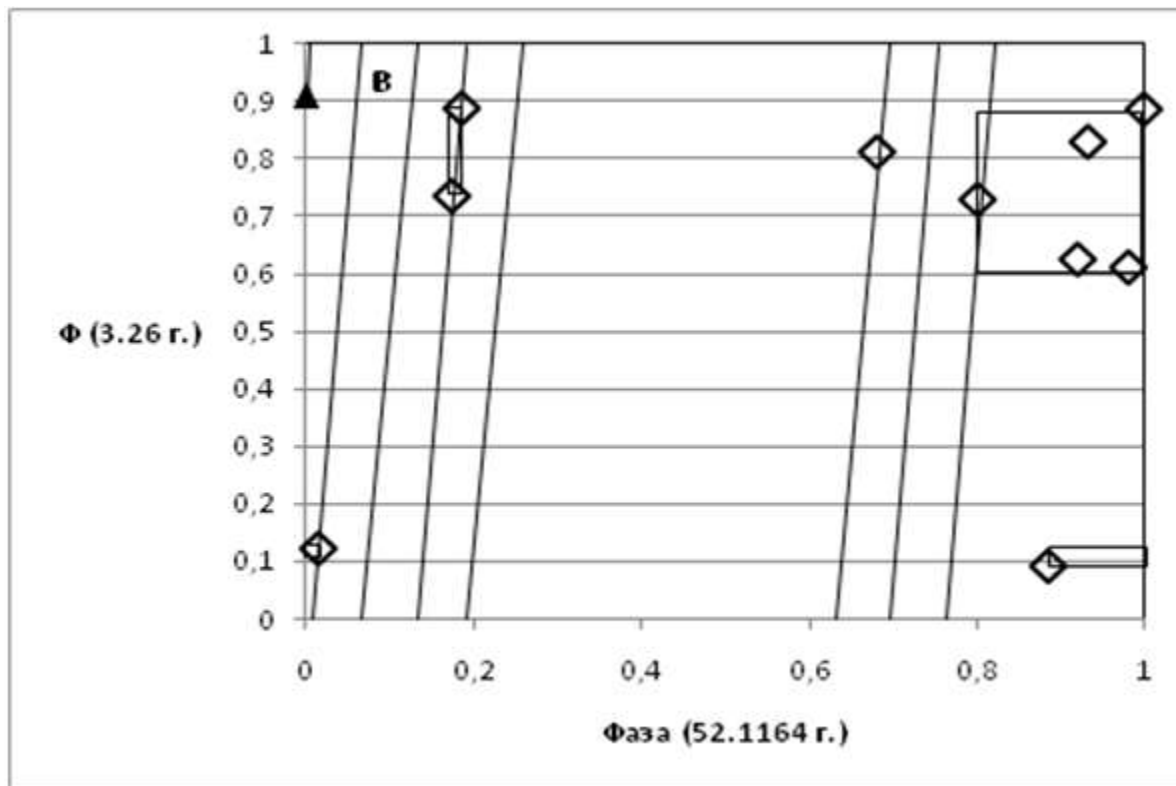
**Прогноз землетрясений для Камчатки.** Формула резонанса:  $3 \cdot (2 \cdot 26.0582 \text{ г.}) = 3 \cdot 52.1164 \text{ г.} \approx 16 \cdot 9.781 \text{ г.}$ ,  $d=0.95 \cdot 10^{-3}$ . **Полный цикл резонанса** равен 156.423 г. Вне «опасных» окон два ( $M_w=7.5$ ) из 20 событий. Нулевая дата ритмов - 1700.0 г. Текущая фазовая траектория, начинающаяся с даты 2012.840 г. (черный треугольник), впервые пересекает «опасное» окно в интервале декабрь 2049 г. – январь 2051 г. (вероятность возникновения одного или более событий в нем  $p=0.5$ ) и далее в период декабрь 2053 г. – ноябрь 2055 г. ( $p=0.5$ ). **Возникает «пауза» длительностью 37 лет (октябрь 2012 г. – ноябрь 2049 г.),** характерная только для начальной третьей части полного цикла 156.423 г. В двух предыдущих 37-летних «паузах» 156-летнего цикла события с  $M \geq 7.0$  не известны. В этих двух «паузах» сотрясений более 5 баллов на средних грунтах г. Петропавловска-Камчатского не отмечено. Поэтому вероятность  $p$  возникновения на Камчатке «опасных» событий с  $M_w \geq 7.7$  и сотрясений силой 8 и более баллов в краевом центре в этот период весьма мала. **Допустим, что одно из таких событий пропущено.** Тогда для пуассоновского потока событий в 37-летней «паузе» получим оценку  $p=1-1/\exp(37\text{лет}/294\text{лет})=0.12$ . **Еще меньше вероятность возникновения на 37-летнем интервале в г. Петропавловске-Камчатском «опасных» сотрясений силой 8 и более баллов на средних грунтах по шкале MSK-64 в краевом центре ( $p=0.12(6/20)=0.036 \approx 0.04$ ).** Эффективность прогноза  $I$  по ретроспективным данным равна отношению доли попавших в «опасные» окна событий ( $18/20=0.90$ ) к доле площади четырех «опасных» окон ( $0.0715$ ) относительно площади фазового квадрата, принятой за 1. **В итоге  $I=12.6$ .**



# Фазовый портрет для землетрясений Курильских островов с $M \geq 7.8$ и $H$ до 60 км.



# Фазовый портрет для курило-камчатских землетрясений с $M \geq 7.4$ и $H=340-700$ км.



## **Длительные «паузы» в ближайшие десятилетия с 2012 г.**

**Мировые землетрясения с  $M \geq 8.8$ : IV 2017 г.- IX 2060 г. (длительность 43.5 г.).**

**Камчатские землетрясения с  $M \geq 7.7$ ,  $H$  до 125 км: X 2012 г. – XI 2049 г. (37.2 г.).**

**Курильские землетрясения с  $M \geq 7.9$ ,  $H$  до 60 км: XI 2021 г. – XII 2048 г. (27.2 г.)**

**Курило-камчатские землетрясения с  $M \geq 7.4$ ,  $H \geq 300$  км: VI 2022 г. – V 2054 г.  
(32.0 г.)**

**Совместная «пауза» для четырех выборок: VI 2022 г. - XII 2048 г. (длительность 26.5 лет). Для событий с глубиной до 125 км длительность «паузы» составляет 27.2 г.**

## Выводы

1. Предложен алгоритм прогноза, основанный на использовании явления целочисленных резонансов, что позволило сделать прогнозы наиболее сильных мировых и региональных землетрясений на ближайшие 30-50 лет с оценкой их эффективности.
2. Полученные результаты приводят к выводу о резонансной природе тектонических землетрясений. 11- и 22-летние солнечные циклы находятся в целочисленном резонансе с соединениями ближайших к Солнцу семи планет.
3. Сопоставляя долгосрочные прогнозы для четырех рассматривавшихся сейсмоактивных зон, включая Землю в целом, приходим к выводу, что в период июнь 2022 г.- ноябрь 2048 г. наблюдается совместная сейсмическая «пауза» длительностью 26.5 г., в которой текущие фазовые траектории не пересекают «опасные» окна. В этот период вероятность возникновения сильных землетрясений минимальна.

4. Для Камчатки (события с  $M_w \geq 7.7$ , глубина до 125 км) выявлена 37-летняя сейсмическая «пауза» для периода октябрь 2012 г.- декабрь 2049 г. Ранее в двух аналогичных 37-летних «паузах» землетрясения с  $M_w \geq 7.0$  и сотрясения в краевом центре силой более 5 баллов не отмечались.

5. Если предположить, что хотя бы одно камчатское событие с  $M_w \geq 7.7$  в «паузах» было пропущено, тогда до января 2050 г. на расстояниях до 200 км от г. Петропавловска-Камчатского вероятность возникновения землетрясений с  $M_w \geq 7.7$  не превышает 0.12. Для сотрясений в краевом центре силой 8 и более баллов по шкале MSK-64 на средних грунтах  $p \approx 0.04$ .

Автор признателен за конструктивную критику и полезные советы при выполнении работ членам Камчатского филиала Российского экспертного совета по прогнозированию землетрясений А.А.Гусеву, Ю.К.Серафимовой и председателю КФ РЭС В.Н.Чеброву. Выражаю также благодарность Н.В.Широковой за помощь на всех этапах проведения исследований.