

# Моделирование квазипериодических закономерностей сейсмического и вулканического процесса

Долгая А.А., Викулин А.В., Акманова Д.Р., Николаев А.Н.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН



# Автоматизация исследования

## АС "KVPeriod"

**KVPeriod** Приложение    Операции    Результат    Настройки

**Автоматическое выполнение**

Список землетрясений  
    Изменить

Магнитуда     Загрузить

Экспериментальная последовательность  
 Период     Сформировать

Теоретическая последовательность  
 Теоретическое распределение:     Проверить    Сформировать

Итоговые значения  
 Значение критерия "хи-квадрат"     Сформировать    Записать в итоговую таблицу  
 Количество степеней свободы     Экспорт в Excel    Сброс статистики  
 Уровень значимости

N     T     max   
 в год     в день     min

**Alitog** Журнал итогов    Общие данные

Дата_создания	Время_создания	Имя_каталога	Магнитуда	Количество	T	max_интервал
19.03.2012	30.12.1899 18:24:15	каталог.txt	7,1	308	109	1274
21.03.2012	30.12.1899 9:49:11	каталог.txt	7,2	236	109	1632
21.03.2012	30.12.1899 13:41:27	каталог.txt	7,3	198	109	1632
28.01.2013	30.12.1899 22:40:56	каталог части.txt	7,4	154	109	1632
29.01.2013	30.12.1899 13:14:36	каталог части.txt	7,5	134	107	2120
25.02.2013	30.12.1899 17:31:33	каталог части.txt	7,6	108	107	2120
25.02.2013	30.12.1899 17:55:39	каталог части.txt	7,7	90	107	3630
25.02.2013	30.12.1899 17:57:03	каталог части.txt	7,8	67	107	4180
25.02.2013	30.12.1899 18:21:10	каталог части.txt	7,9	44	106	9185

Итоговые данные

Хи-квадрат	Степени_свободы	Период	Магнтуда	Магнитуда	Период	Уровень_значимости
1163	24	50	7,1	7,1	50	1
462	11	100	7,1	7,1	100	0,999949634075165
269	7	150	7,1	7,1	150	0,99482852205353
152	5	200	7,1	7,1	200	0,962565779685974
87	4	250	7,1	7,1	250	0,909795999526978
57	3	300	7,1	7,1	300	0,801251947879791
47	2	350	7,1	7,1	350	0,606530666351318
35	2	400	7,1	7,1	400	0,606530606746674
26	1	450	7,1	7,1	450	0,317310154438019
19	1	500	7,1	7,1	500	0,317297428846359

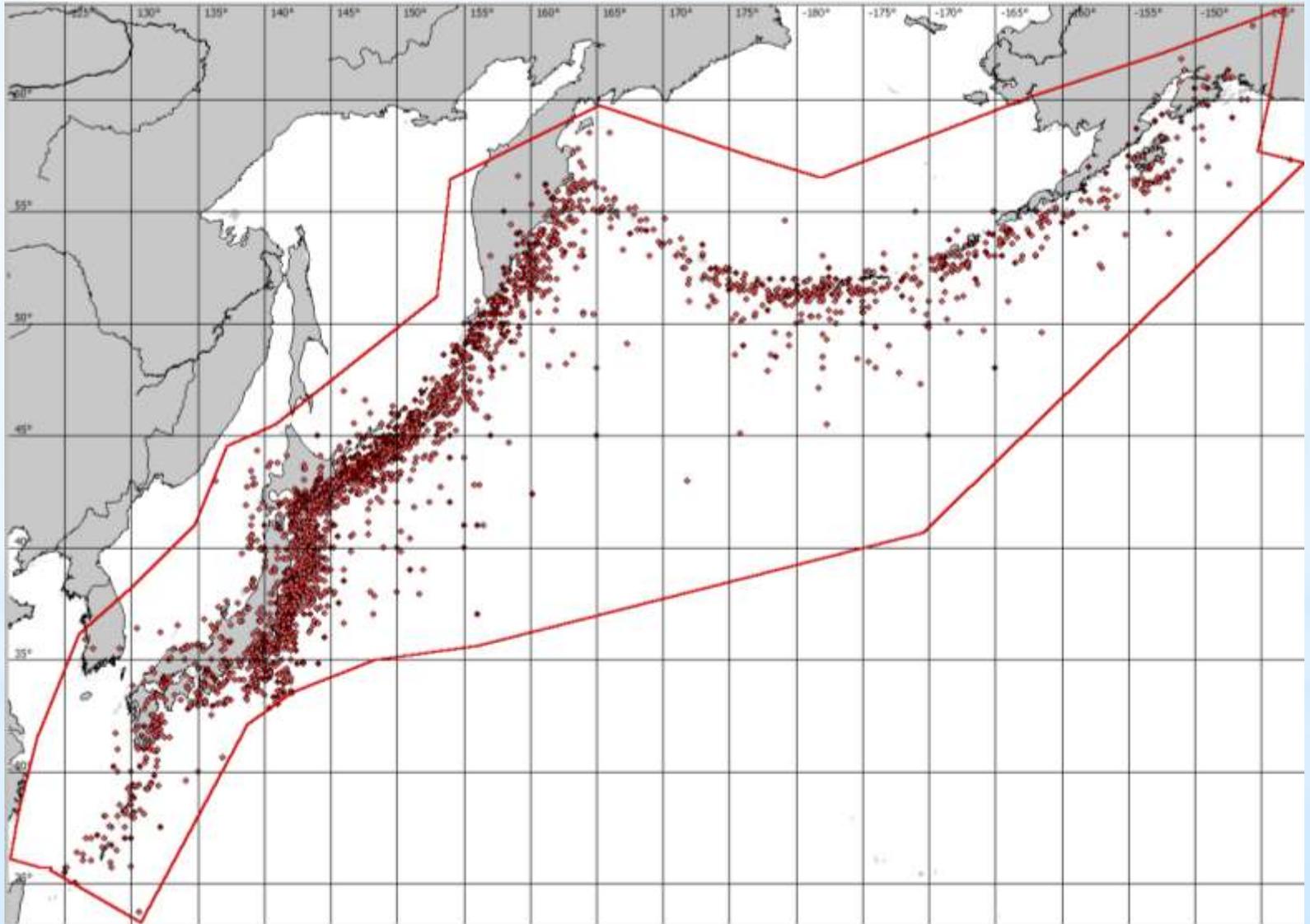
Экспорт в Excel    Закрыть

# Этапы исследования

1. Формирование исходной совокупности землетрясений;
2. Построение экспериментальной последовательности;
3. Расчет теоретической последовательности;
4. Сравнение экспериментальной и теоретической последовательности;
5. Построение итоговой плоскости  $M - \Delta T$ .

# Методика исследования

## 1. Формирование исходной совокупности землетрясений



# Методика исследования

## Характеристика исходной совокупности землетрясений

Период	1900-2012 гг.
Число событий	2950
Магнитудный диапазон	$6.0 \leq M_0 \leq 9.1$
Диапазон глубин, км	$0 \leq H \leq 100$

## 2. Построение экспериментальной последовательности

Последовательность значений временных интервалов между событиями с  $M_0 \geq M$  усредняется по оцениваемому значению временного интервала  $\Delta T$ .

$$\Delta T_{\min} = 50 \text{ дней,}$$

$$\Delta T_{\max} = 3000 \text{ дней,}$$

$$\text{Шаг } \Delta T = 50 \text{ дней.}$$

# Методика исследования

## 3. Расчет теоретической последовательности

\* Закон распределения Пуассона (Ps)

$$P_t = \frac{\lambda t e^{-\lambda t}}{1/\lambda}$$

\* Закон распределения Парето (Pt)

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{kx_m^k}{x^{k+1}}, & x \geq x_m \\ 0, & x < x_m \end{cases}$$

\* Закон распределения Вейбулла (Vb)

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{k}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

# Методика исследования

## 4. Сравнение экспериментальной и теоретической последовательности

\* Критерий Пирсона

$$\chi^2 = \sum_{t=1}^m \frac{(n - n')^2}{n'}$$

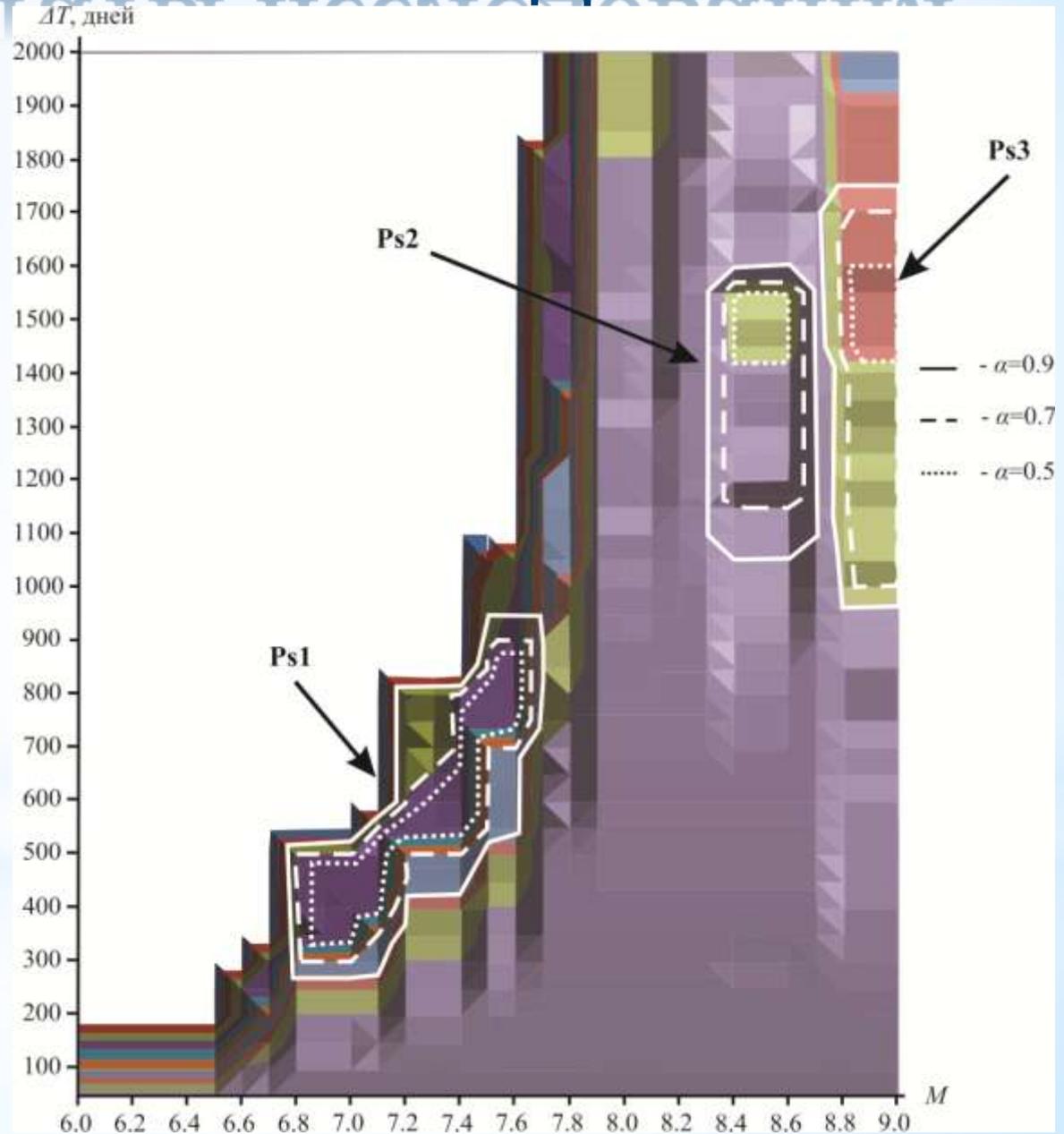
\* Уровень значимости ( $\alpha$ )

$$\alpha = \int_0^{\chi^2} \frac{e^{-\frac{x}{2}} x^{\frac{k}{2}-1}}{2^{\frac{k}{2}} \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} dx$$

## 5. Построение итоговой плоскости $M - \Delta T$

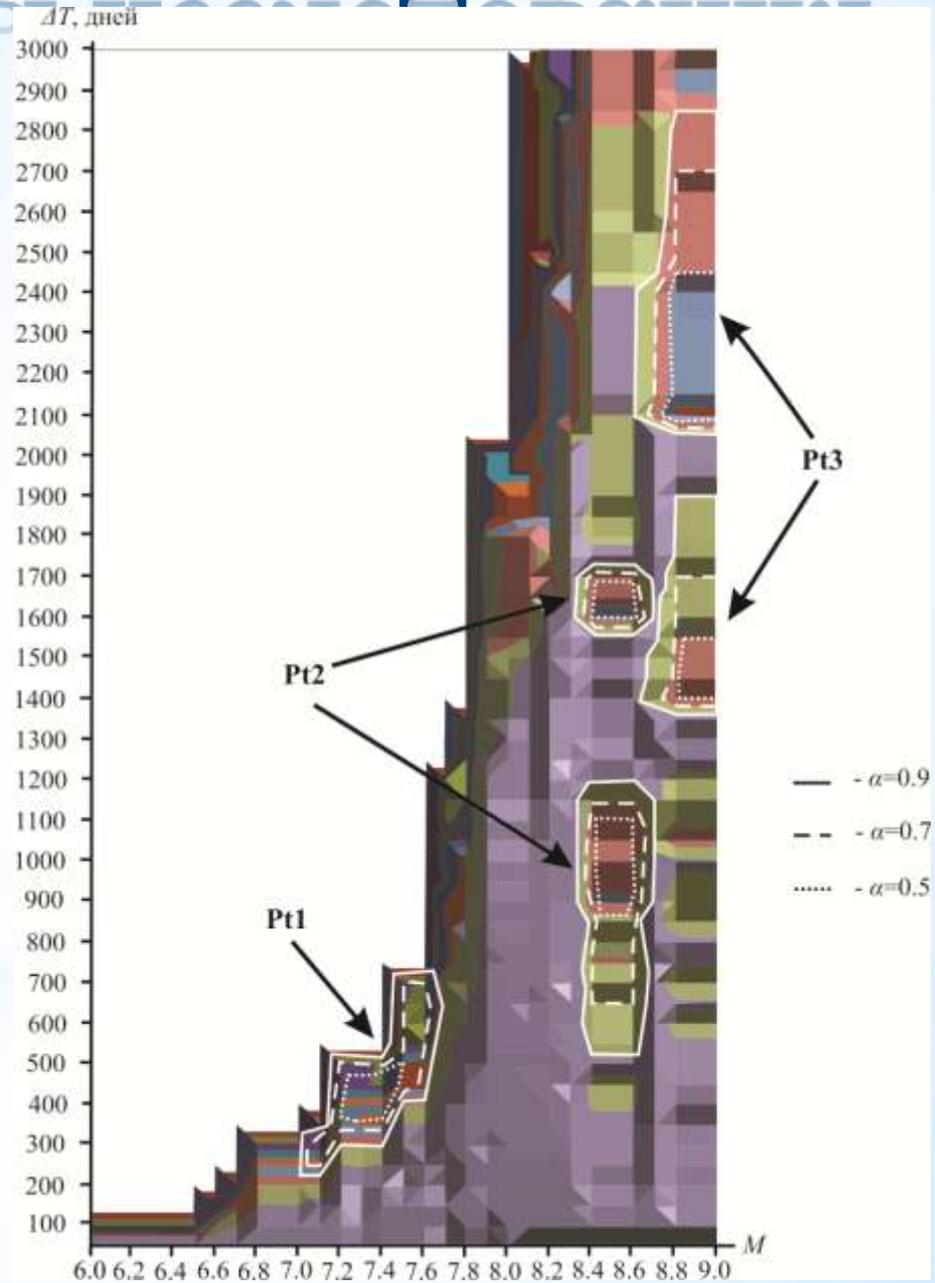
# Результаты исследования

\* Распределение Пуассона



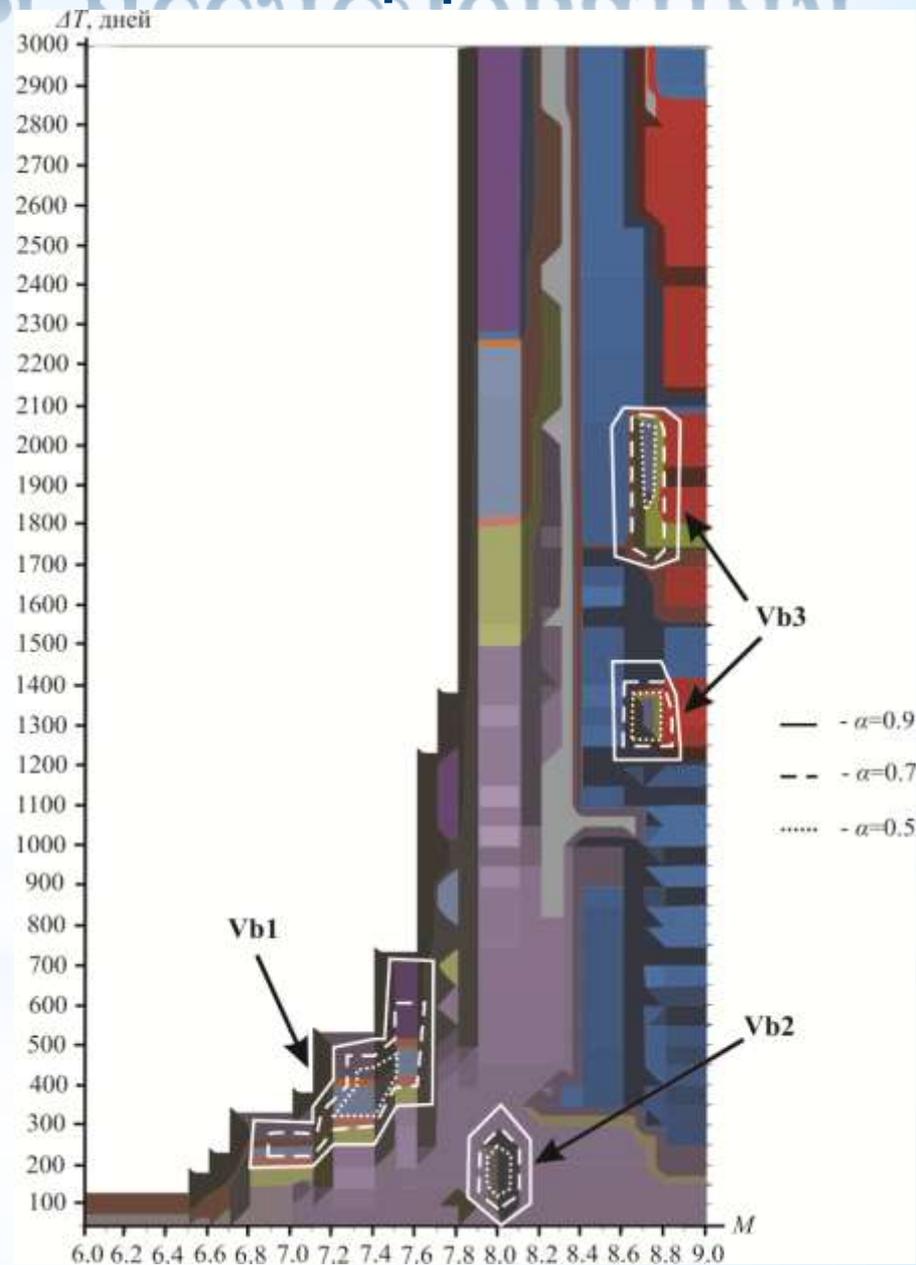
# Результаты исследования

\* Распределение  
Парето



# Результаты исследования

\* Распределение  
Вейбулла



# Выводы

1. Проведенные исследования подтвердили применимость разработанной ранее методики исследования квазипериодичности сейсмического процесса.
2. Подтвержден вывод о существовании класса сильнейших землетрясений для северо-западной окраины Тихого океана с магнитудами  $M > 7.6 \div 8.0$ .
3. Детальный анализ показал существование других циклов в других магнитудных диапазонах и временных интервалах.

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО РАН 12-III-A-08-164,  
гранта РФФИ 12-07-31215.

***Спасибо за внимание!***