



# Прогностические аномалии параметров $b$ -value и RTL сейсмического режима Южной Калифорнии

Представляет **Фомина С.А.**,

МГУ им. М.В. Ломоносова

# Структура доклада

1. Постановка задачи
2. Параметры сейсмического режима
3. Исходные данные
4. Методика исследования
5. Результаты
6. Выводы

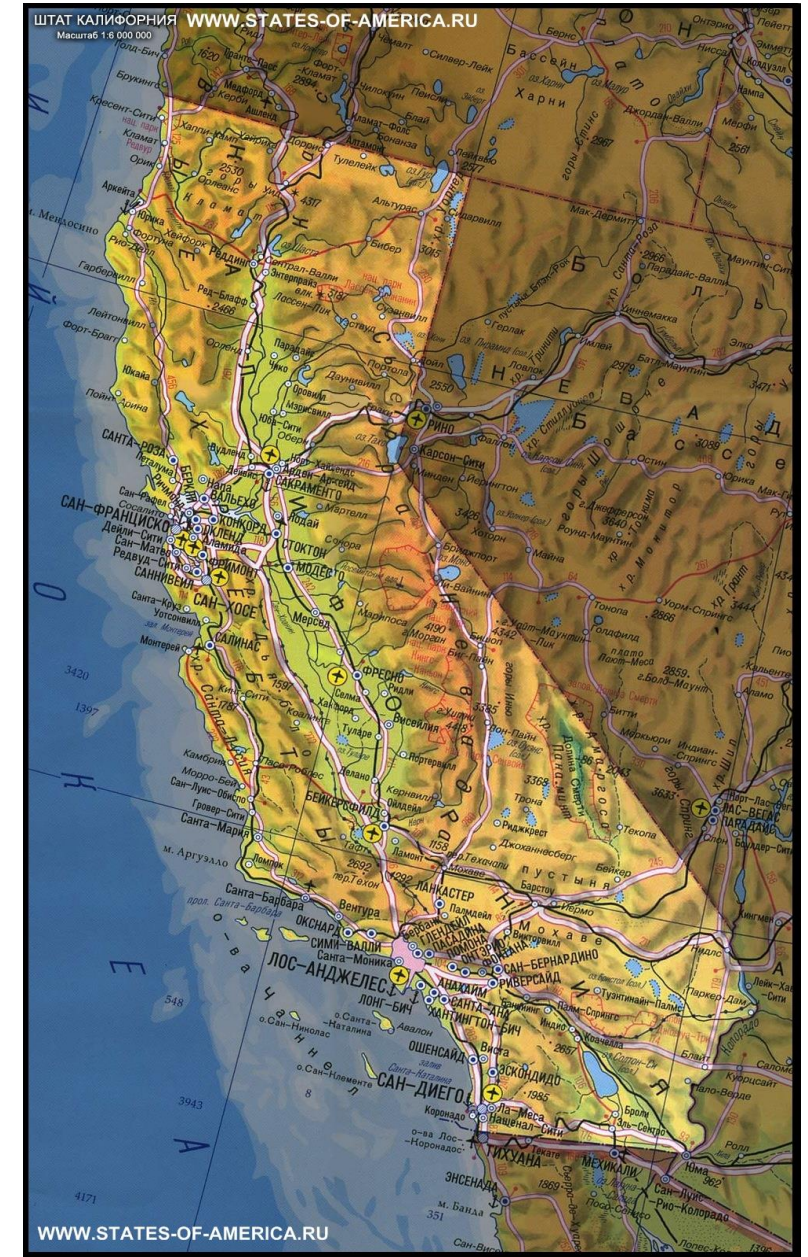
# Постановка задачи

Основной задачей данной работы является **поиск и определение характеристик аномалий** перед сильнейшими землетрясениями Южной Калифорнии ( $M > 6.5$ ) по двум параметрам сейсмического режима (b-value и RTL)

**Сейсмический режим**- совокупность землетрясений, рассматриваемая в пространстве и времени

**Аномалии сейсмического режима**- Характерные изменения распределения землетрясений в пространственно-временной области и их энергетического спектра

Под характеристиками аномалий понимаются: их длительность и размер



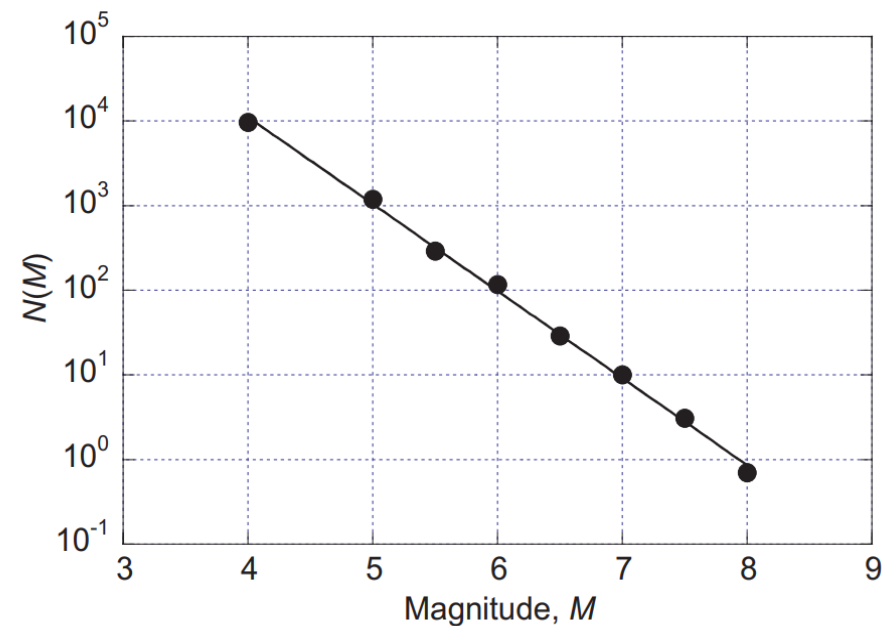
# Параметры сейсмического режима - b-value

- Закон Гутенберга-Рихтера

$$\log_{10} N = a - bM$$

- Z-оценка

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$



Ист: H Kanamori, E E Brodsky Physics of Earthquakes. 2004.

# Параметры сейсмического режима - RTL

- Комплексный анализ состояния среды

$$R(x, y, z, t) = \left[ \sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{r_i}{r_0}\right) \right] - R_s$$

$$T(x, y, z, t) = \left[ \sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{t-t_i}{t_0}\right) \right] - T_s$$

$$L(x, y, z, t) = \left[ \sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i}{r_i}\right)^p \right] - L_s$$

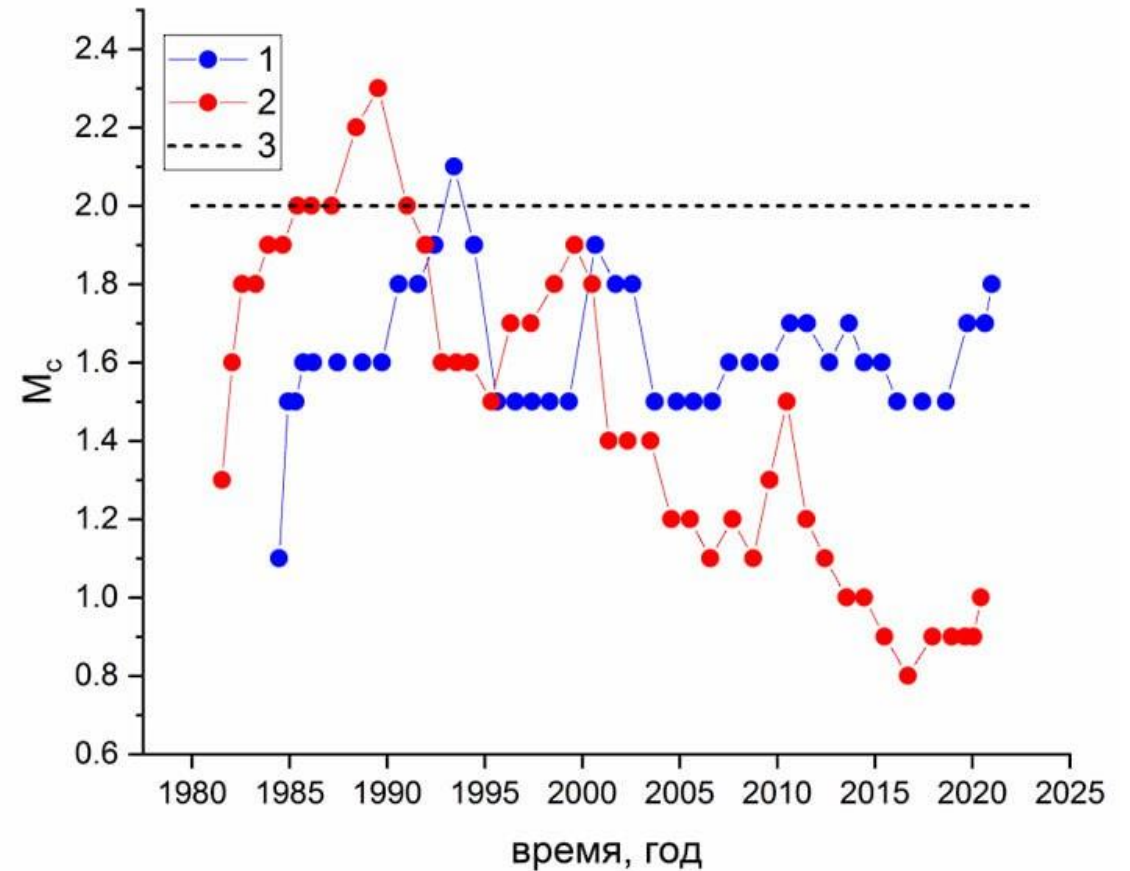


Ист.: <https://kazpravda.kz>



# Исходные данные

- Использовался каталог землетрясений **RSCSN**; 800 499 записей за интервал 01.01.1981-31.03.2022
- Из очищенного каталога были выбраны **4 наиболее сильных землетрясений** с магнитудами, лежащими в диапазоне 6.6-7.3
- Для каждого из них **строились пространственные карты** распределения параметров  $b$  и  $RTL$  для моментов времени, предшествующих землетрясению
- **График:** Представительная магнитуда Южной(2) и Северной(1) Калифорнии [1]



[1]: Петрушов А.А., Смирнов В.Б., Михайлов В.О., Фомина С.А. Особенности проявления аномалий сейсмического режима перед сильными землетрясениями Калифорнии // Физика Земли. 2023. № 5, принята

# Методика исследования

## 1. Настройка расчетной программы

**a. RTL:** Параметры программы едины для всех землетрясений, согласуются с работами [Соболев, 2001;2003] ( $r_0 = 50$  км;  $t_0 = 1$  год; пороговая магнитуда  $M=3$ , расчетный радиус 130 км,  $p=1$ )

**b.Z-оценка:** Порог по магнитуде подбирался исходя из карт представительности. Пространственно-временные окна варьируются из условий наибольшего проявления аномалии и обеспечения достаточной статистики событий

## 2. Расчет пространственных карт распределения параметров $b$ и RTL в последовательные моменты времени

## 3. Поиск аномальных областей и определение их характеристик

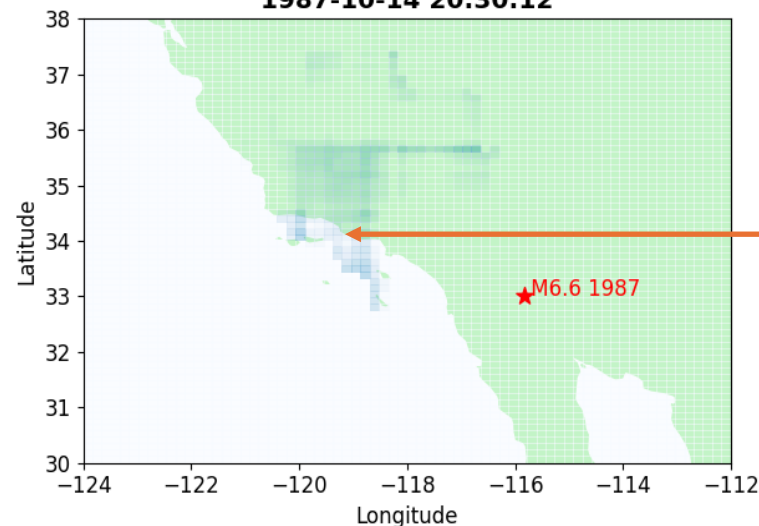
## 4. Сопоставление характеристик аномалий, выявление очередности их следования во времени

# Результаты

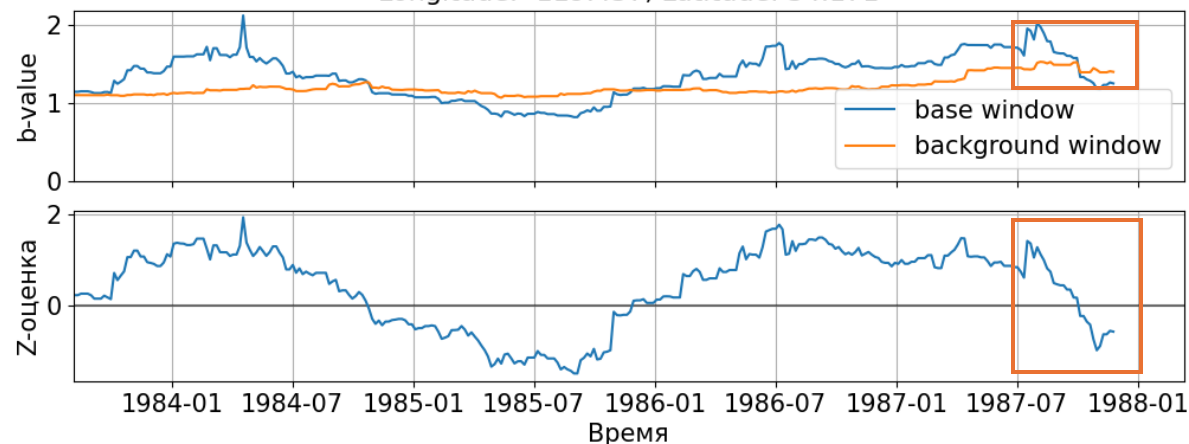


# Superstition Hills, 1987, 6.6

**Z-оценка параметра b**  
1987-10-14 20:30:12

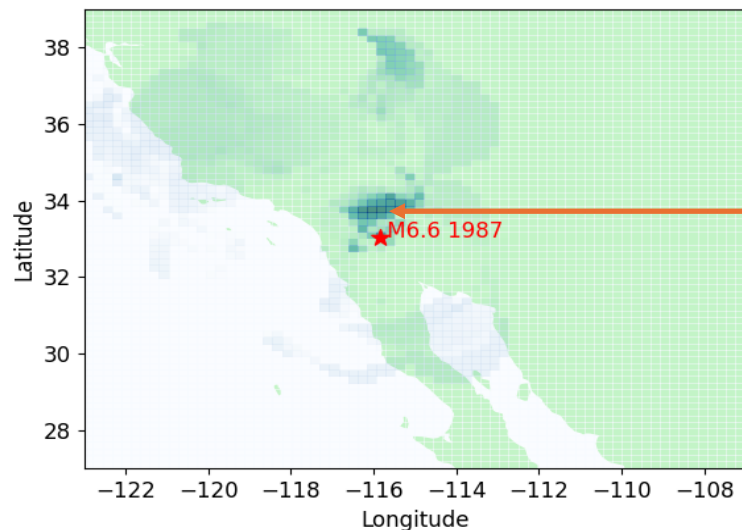


Catalog: south\_cal\_noaft\_M1.txt  
Longitude: -119.457, Latitude: 34.171

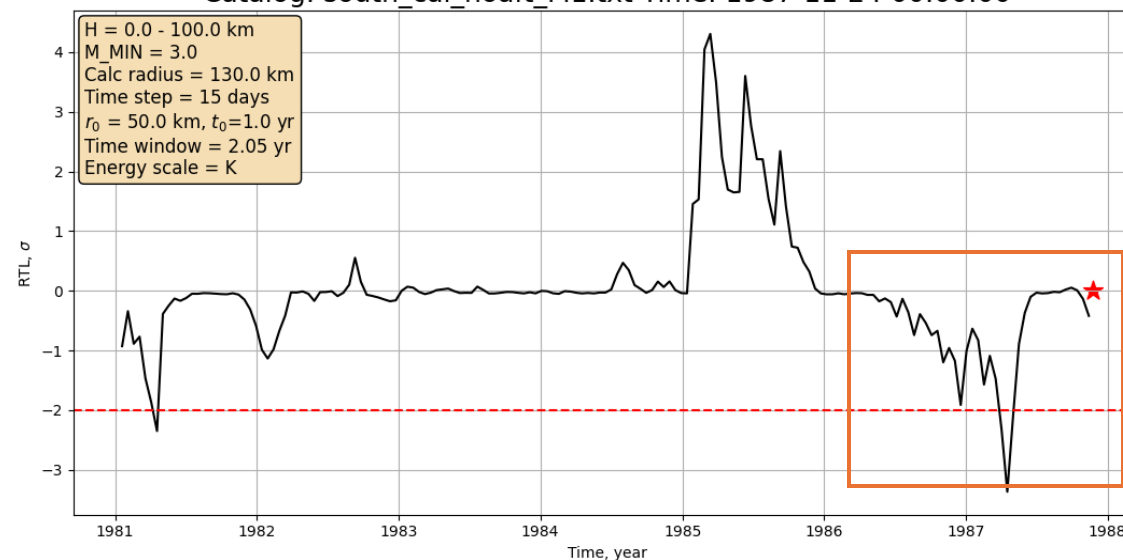


H = 0.0 - 100.0 km M\_MIN = 3.0 Calc radius = 180.0 km Time step = 5 days  
Mode: fixed\_time\_window Space filtering: square  
Base window = 365 days Background window = 900 days

**Параметр RTL**  
1986-12-18 20:30:12

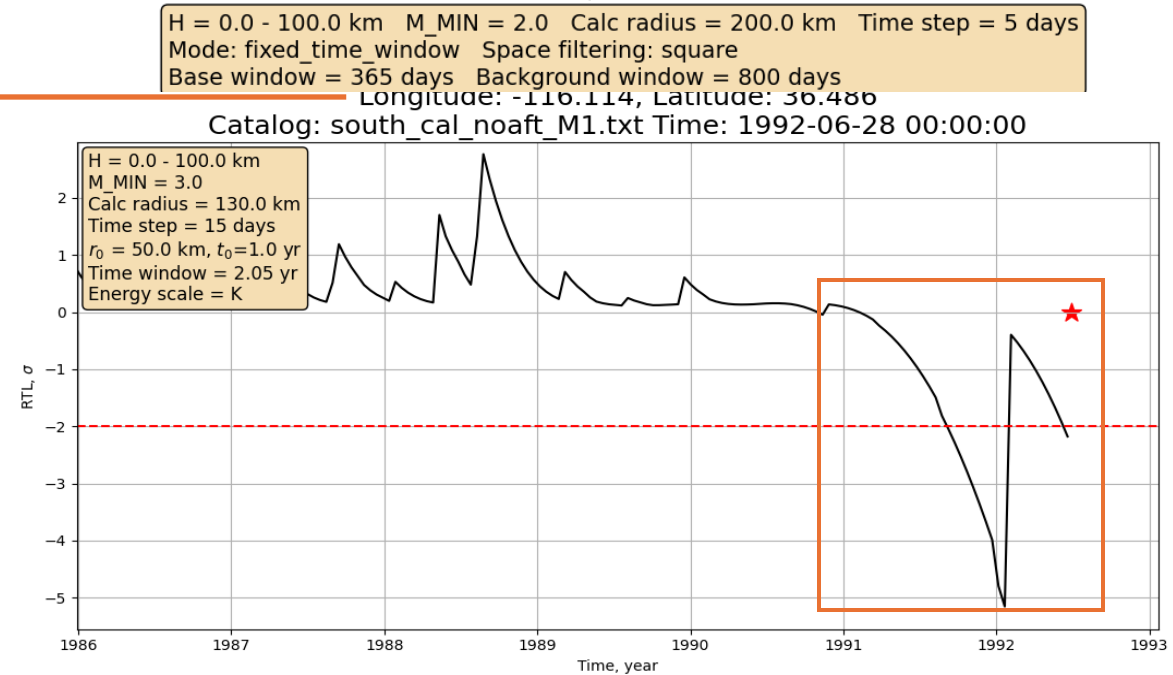
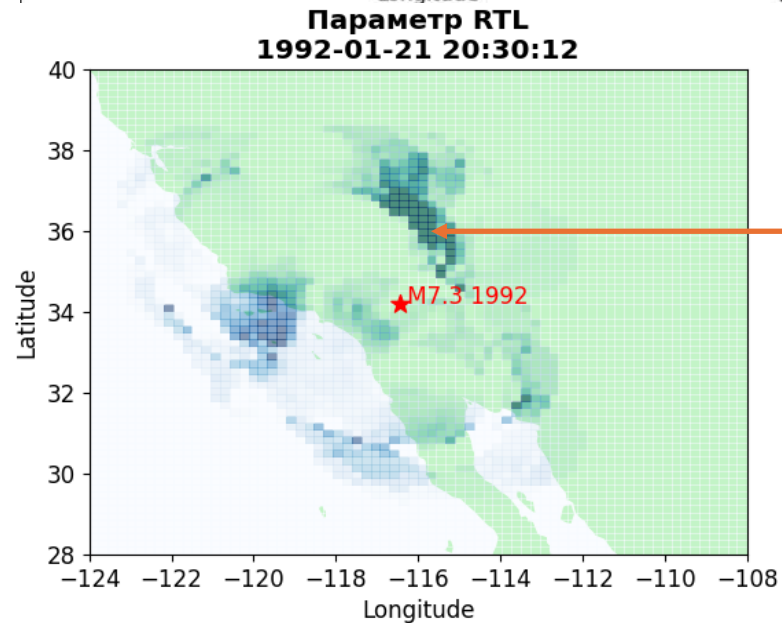
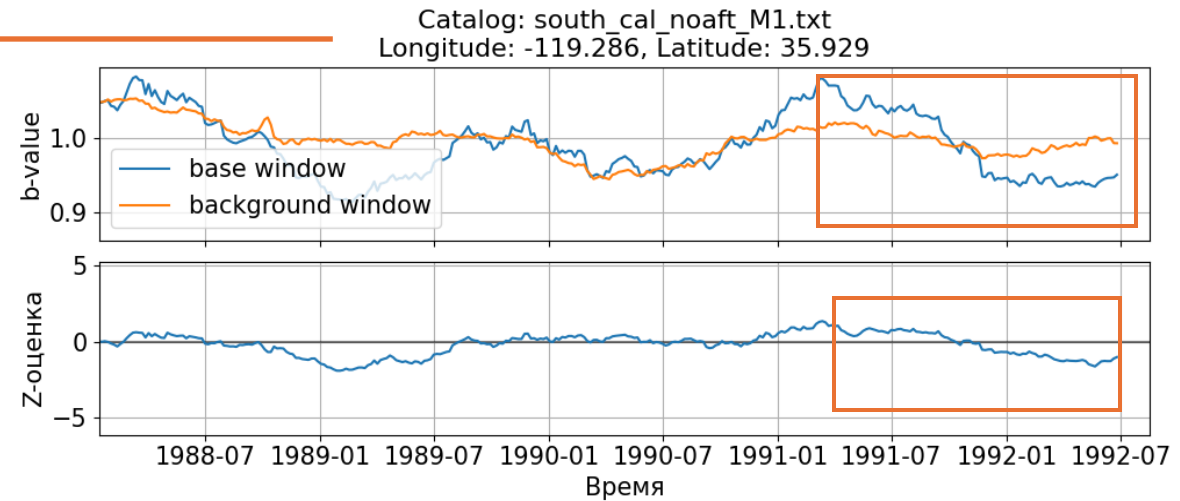
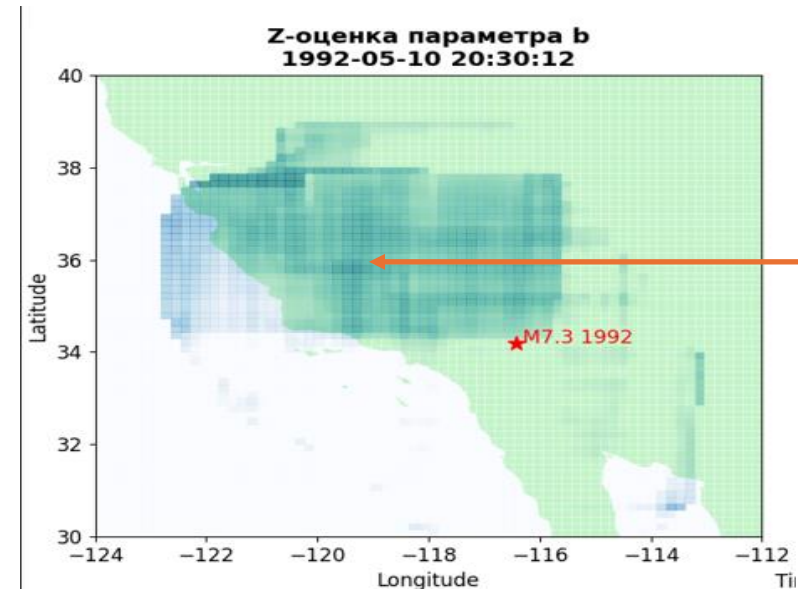


Longitude: -115.8, Latitude: 33.771  
Catalog: south\_cal\_noaft\_M1.txt Time: 1987-11-24 00:00:00



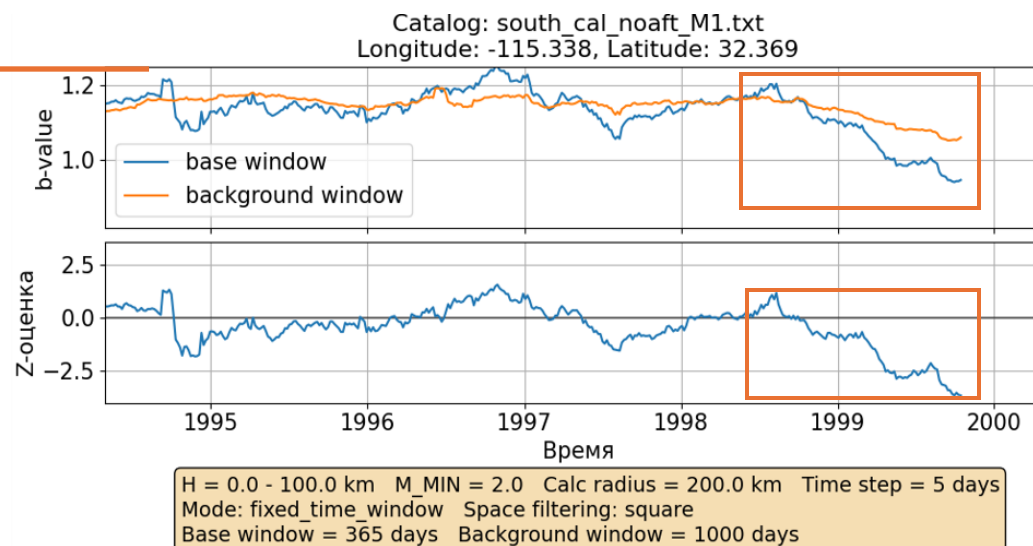
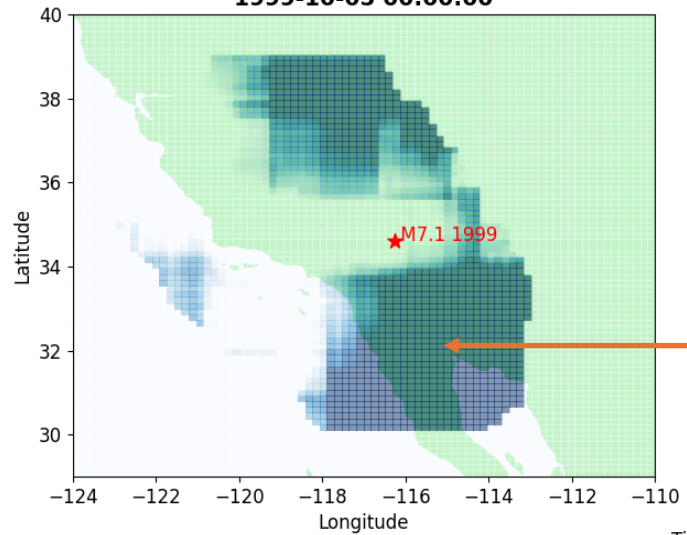
H = 0.0 - 100.0 km  
M\_MIN = 3.0  
Calc radius = 130.0 km  
Time step = 15 days  
 $r_0 = 50.0$  km,  $t_0 = 1.0$  yr  
Time window = 2.05 yr  
Energy scale = K

# Landers, 1992, 7.3

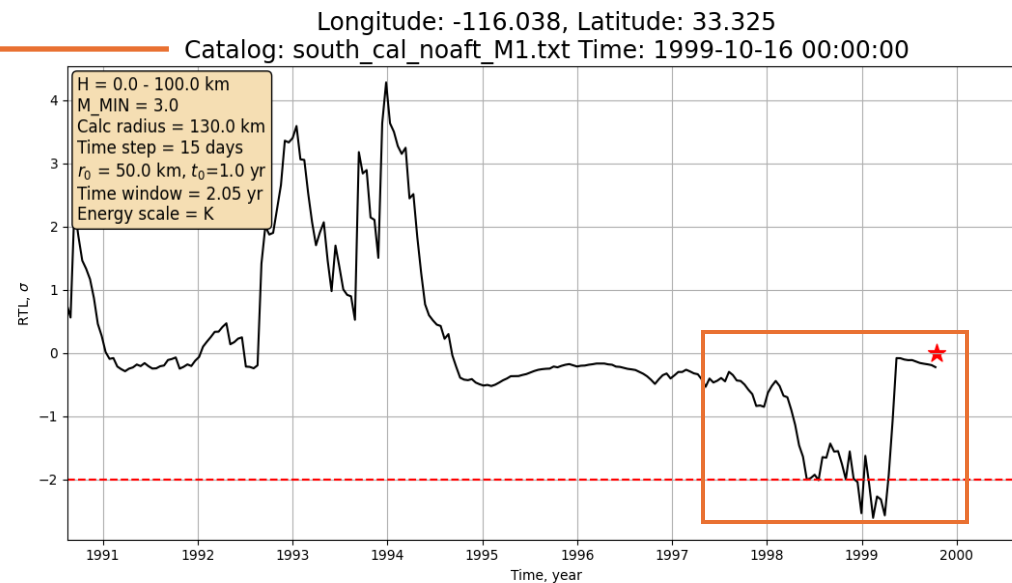
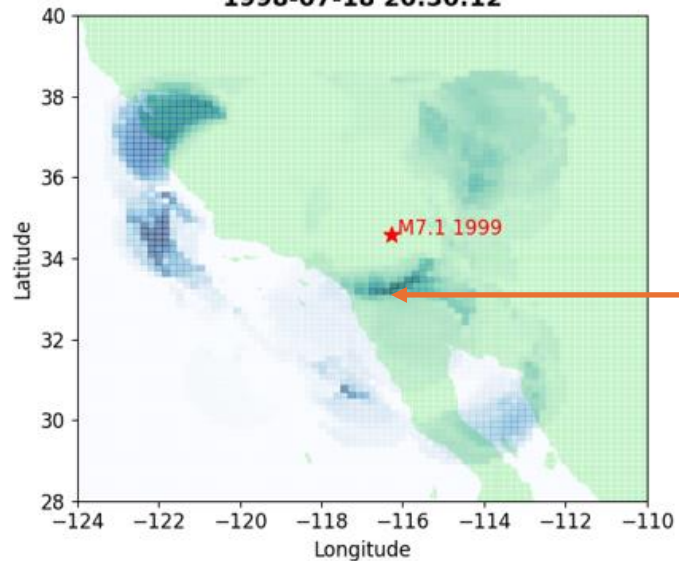


# Hector Mine, 1999, 7.1

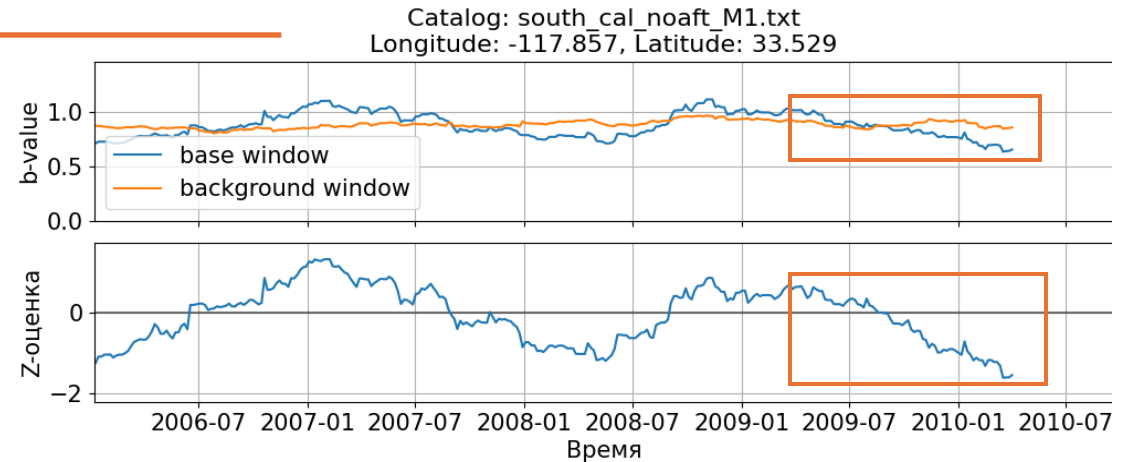
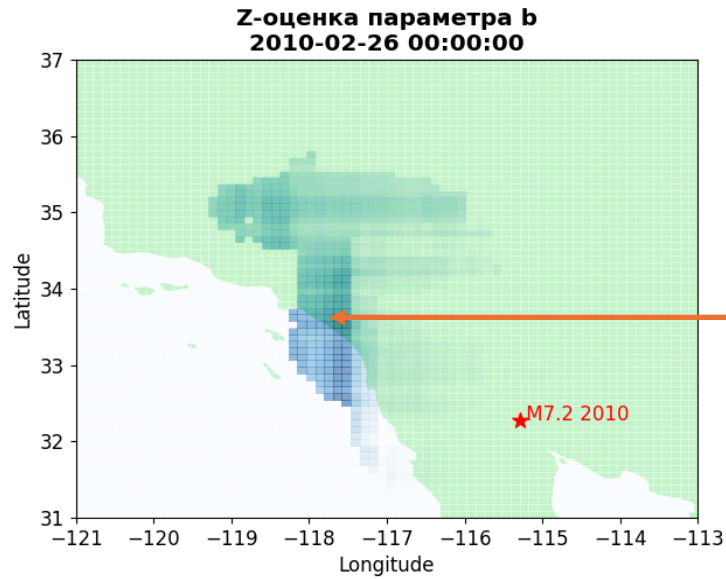
**Z-оценка параметра b**  
1999-10-05 00:00:00



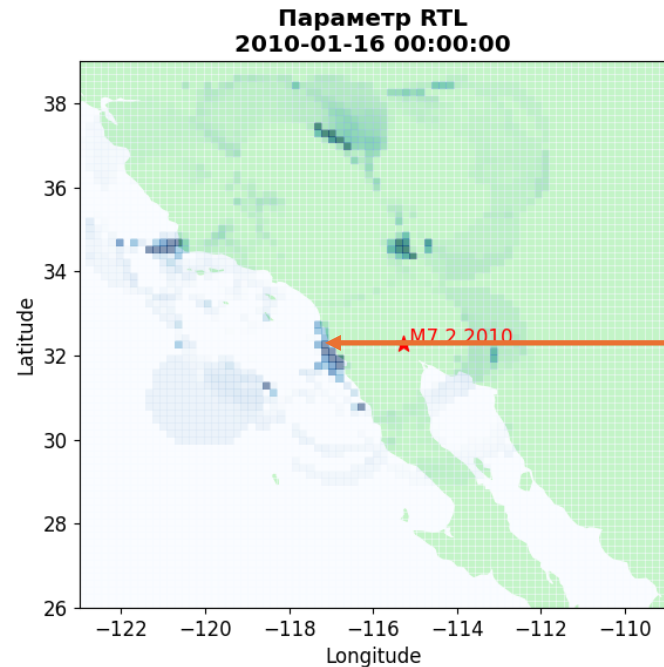
**Параметр RTL**  
1998-07-18 20:30:12



# Baja California, 2010, 7.2



H = 0.0 - 100.0 km M<sub>MIN</sub> = 3.0 Calc radius = 170.0 km Time step = 5 days  
Mode: fixed\_time\_window Space filtering: square  
Base window = 365 days Background window = 800 days



# Выводы

- В результате анализа данных региональных каталогов Южной Калифорнии **выявлены аномалии** сейсмического режима перед всеми рассматриваемыми землетрясениями. Для аномалий параметров b-value и RTL были оценены некоторые их характеристики
- При расчете параметра RTL использовались единые параметры фильтрации каталога и настроечные коэффициенты, что говорит о **высокой степени универсальности алгоритма**
- Перед всеми событиями были получены аномалии, что доказывает **применимость метода среднесрочного прогноза землетрясений**, основанного на последовательном проявлении состояний сейсмического затишья и форшоковой активизации (Соболев Г.А. и др., 1995)
- Для всех землетрясений аномалии RTL начинаются раньше, чем аномалии b-value, что позволяет сделать вывод об **очередности их следования**

| Землетрясение                   | b-value  | RTL      |
|---------------------------------|----------|----------|
| Superstition Hills, 1987, M=6.6 | 3 мес    | 2 года   |
| Landers, 1992, M=7.3            | 1 год    | 1,5 года |
| Hector Mine, 1999, M=7.1        | 1,2 года | 1,6 года |
| Baja California, 2010, M=7.2    | 1 год    | 1,2 года |

**Спасибо за внимание!**