Задачи статистической сейсмологии в Арктике

П.Н. Шебалин

Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Москва Геофизический центр РАН, Москва







08 июня 2022 г. II Всероссиская школа молодых ученых

[&]quot;Системный анализ динамики природных процессов в Российской Арктике"

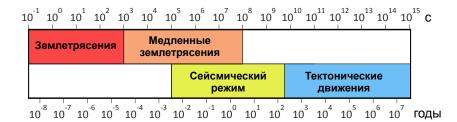
Сейсмология и статистическая сейсмология

Сейсмология - раздел геофизики, в котором изучаются сейсмические явления, распространение сейсмических волн и строение и динамика Земных недр по сейсмическим данным

Статистическая сейсмология - раздел сейсмологии, в котором используются данные о совокупности многих сейсмических событий - сейсмического режима

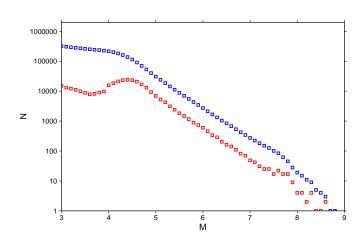
задачи геодинамики оценка сейсмической опасности

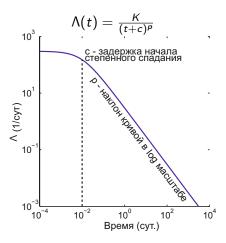
Масштабы времени сейсмогенеза



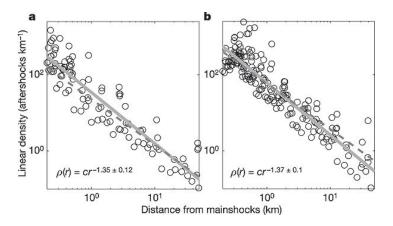
Эмпирические законы статистической сейсмологии

Закон Гутенберга-Рихтера





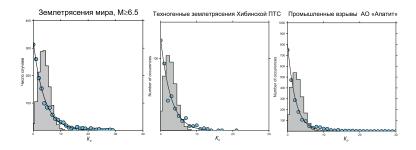
Пространственное убывание интенсивности афтершоков



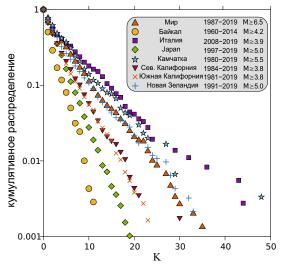
Felzer, K., Brodsky, E. Decay of aftershock density with distance indicates triggering by dynamic stress. Nature 441, 735–738 (2006)

Продуктивность - число вторичных землетрясений, инициированных данным землетрясением

 ΔM - продуктивность рассматривается в диапазоне магнитуды ΔM относительно данного землетрясения



Продуктивность землетрясений в разных регионах



Шебалин П.Н., Бпранов С.В., Дзебоев Б.А. Закон повторяемости количества афтершоков // Доклады Академии наук, 2018, т. 481, № 3. С. 320-323

Статистическая сейсмология и геодинамика

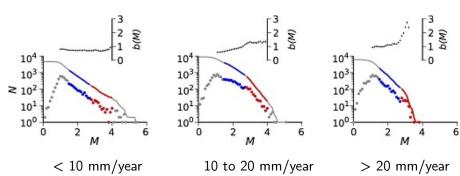
Геодинамика

•000000000000

Излом графика повторяемости в секторе крипа разлома Сан-Андреас

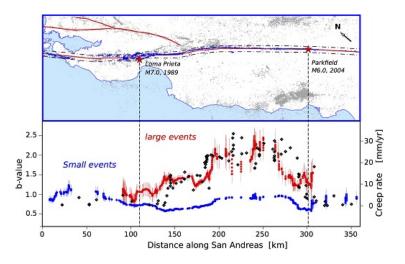
 $b_{M1.5}$ в диапазоне $M \in [1.5, 2.7]$

 $b_{M2.8}$ в диапазоне $M \in [2.8, 4.0]$

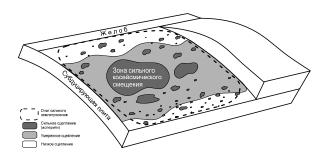


Vorobieva et al., Geophys. Res. Lett., 43, 6869-6875 (2016)

Корреляция скорости крипа и $b_{M2.8}$

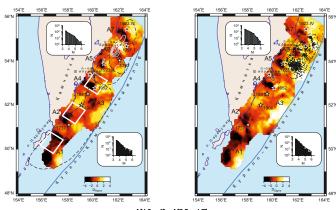


Асперити в зонах субдукции



Геодинамика 00000000000

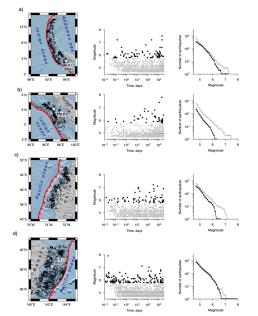
и области сцепления в Камчатском слабе



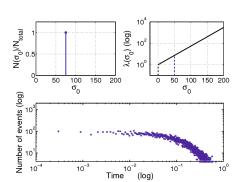
 $D_{sigma} = \frac{b[4.8 + 6] - b[3.5 + 4.7]}{\delta b[4.8 + 6]}$

Воробьева И.А., Соловьев А.А., Шебалин П.Н. Картирование межплитового сцепления в Камчатской зоне субдукции по вариациям магнитудно-частотного распределения сейсмичности // **Доклады Академии наук**, 2019, т. 484, № 4. С. 478-481

Излом графика повторяемости и афтерслип



Геодинамика 000000000000



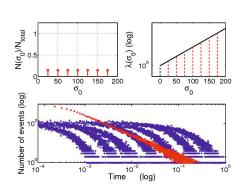
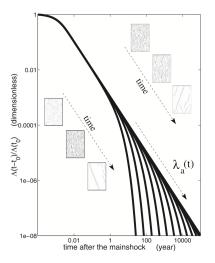
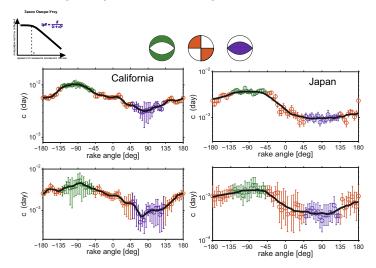


Схема старения разломов



Связь параметра С закона Омори с механизмом очага



Narteau C., Byrdina S., Shebalin P., Schorlemmer D. Common dependence on stress for the two fundamental laws of statistical seismology. *Nature*, 2009;462(7273):642-5.

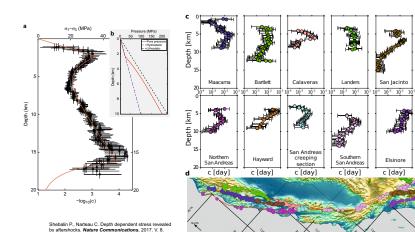
No 1317, doi 10.1038/s41467-017-01446-v

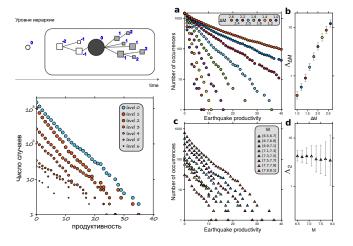
Imperial

Laguna Salada

c [day]

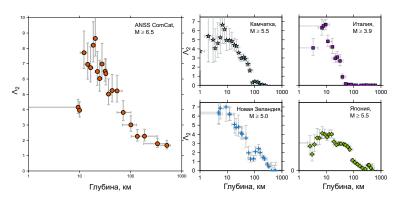
10° 10° 10°





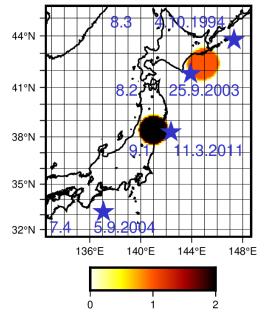
Приблизительное равенство параметра экспоненциального распределения для разных уровней иерархии и разных магнитуд делает усредненную продуктивность всех землетрясений в некотором пространственно-временном объеме универсальным параметром, характеризующим степень группируемости землетрясений

Вариации продуктивности по глубине

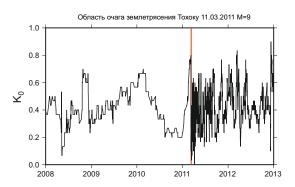


С.В. Баранов, П.Н. Шебалин Закономерности постсейсмических процессов и прогноз опасности сильных афтершоков. Издательство РАН. 2019. 217 С.





Вариации продуктивности по времени

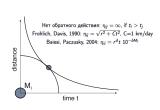


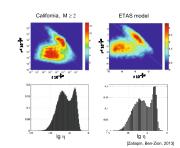
Разделение каталога землетрясений на кластеры и фоновую сейсмичность

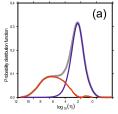
Физических признаков вторичных сейсмических событий нет, но закон продуктивности землетрясений подтверждает разную пространственно-временную структуру фоновых и связанных событий.

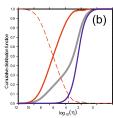
3 основных подхода для декластеризации:

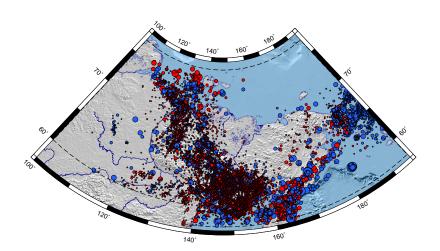
- "оконный метод"
- стохастический анализ
- метод "ближайшего соседа"



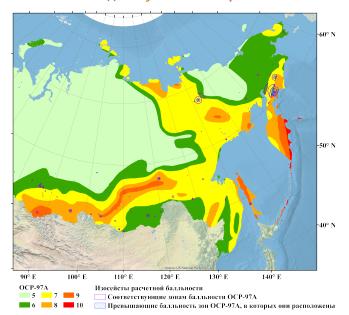


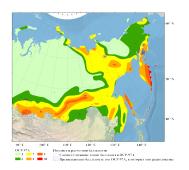


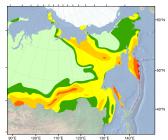


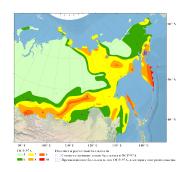


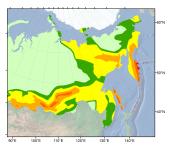
RUS ISC



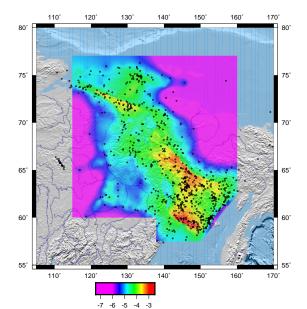


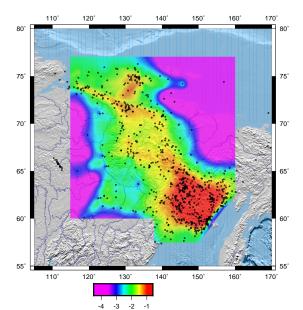


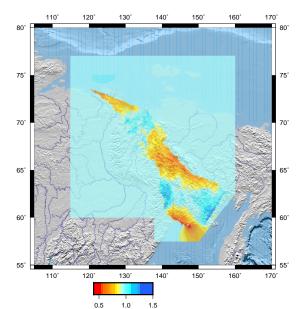




Повторяемость землетрясений М=6 в восточной Арктике







Шебалин Пётр Николаевич

Член-корреспондент РАН Доктор физико-математических наук Директор Института теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН Учёный секретарь Научного совета РАН по изучению Арктики и Антарктики

referent@mitp.ru