

Определение максимальной возможной магнитуды для Байкальской рифтовой зоны

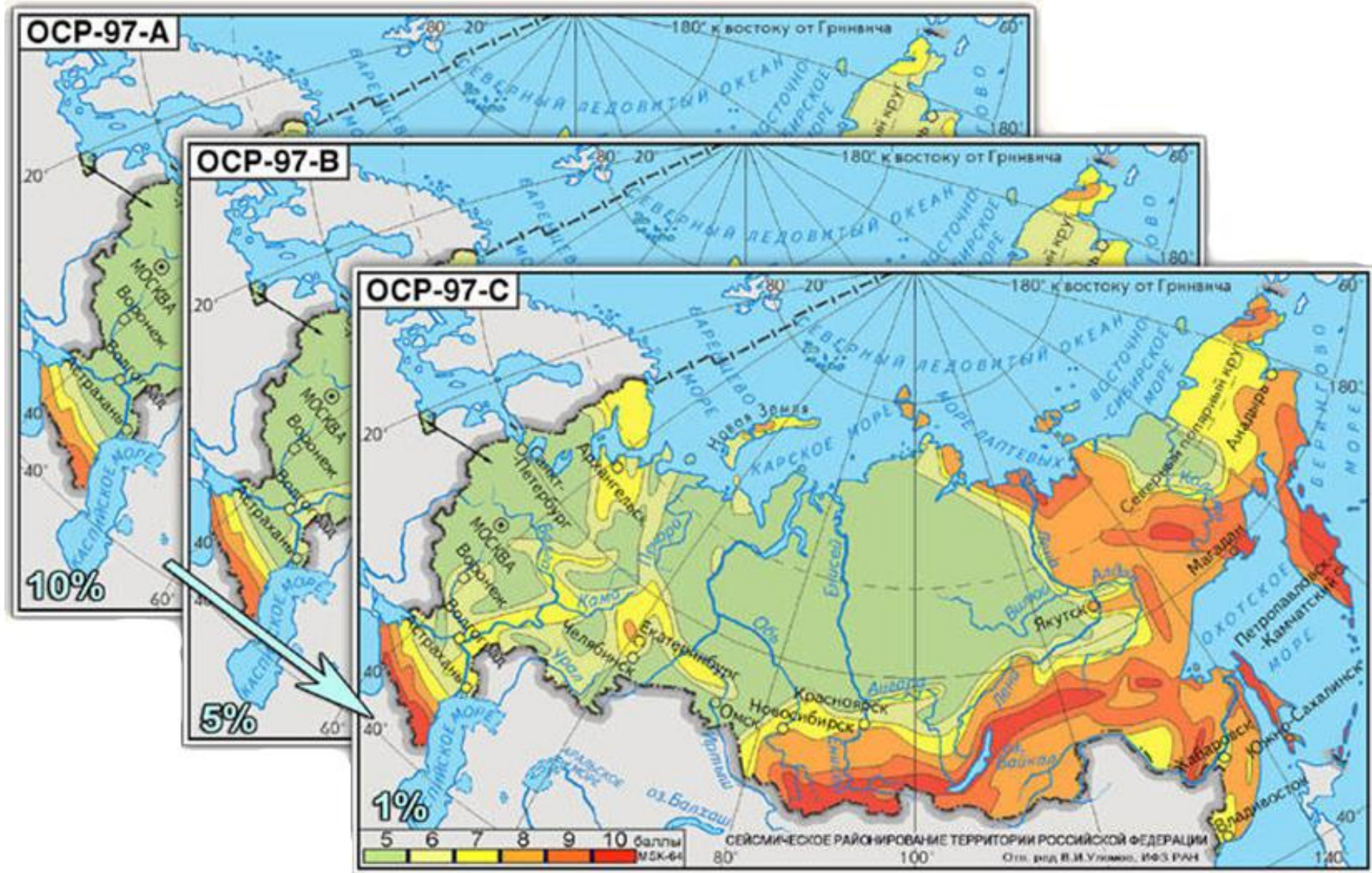
Писаренко В.Ф.¹, Ружич В.В.², Скоркина А.А.^{1,3}, Левина Е.А.²

¹ ИТПЗ РАН, Москва

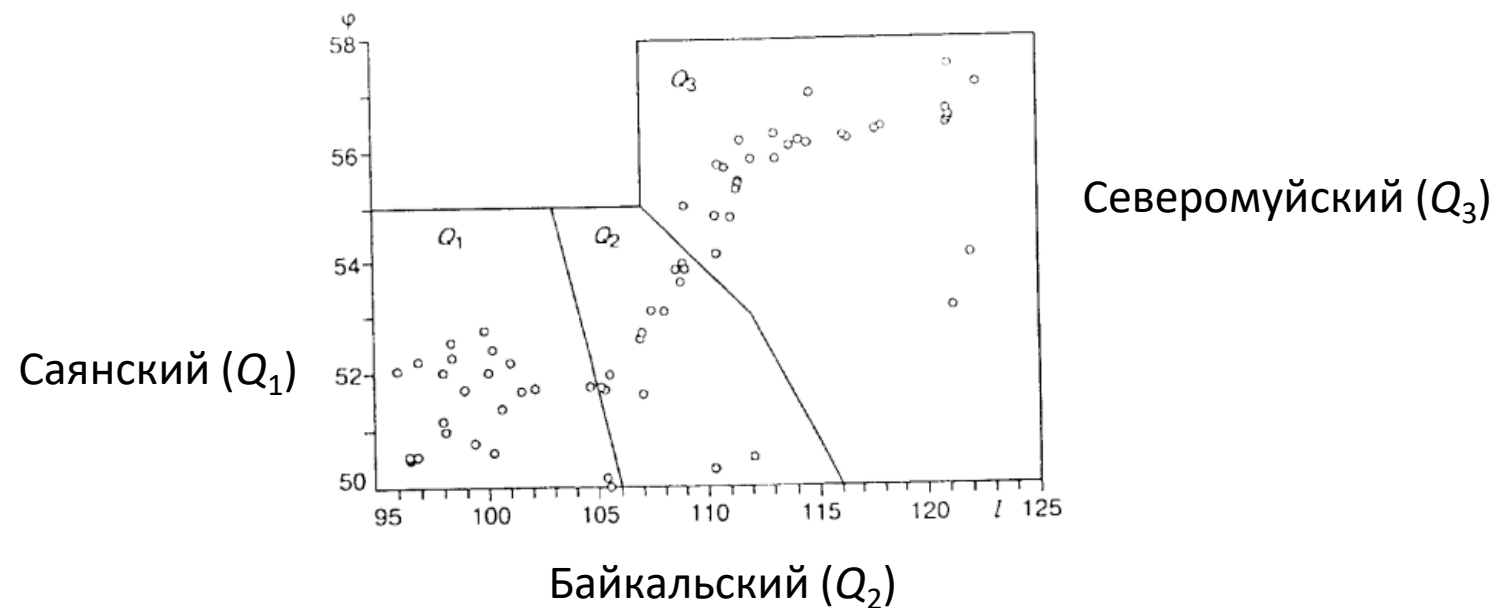
² ИЗК СО РАН, Иркутск

³ ГЦ РАН, Москва

Байкальская рифтовая зона (БРЗ) на карте ОСР

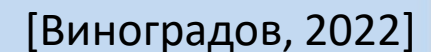


Оценка максимальной возможной магнитуды (Ружич и др., 1998)

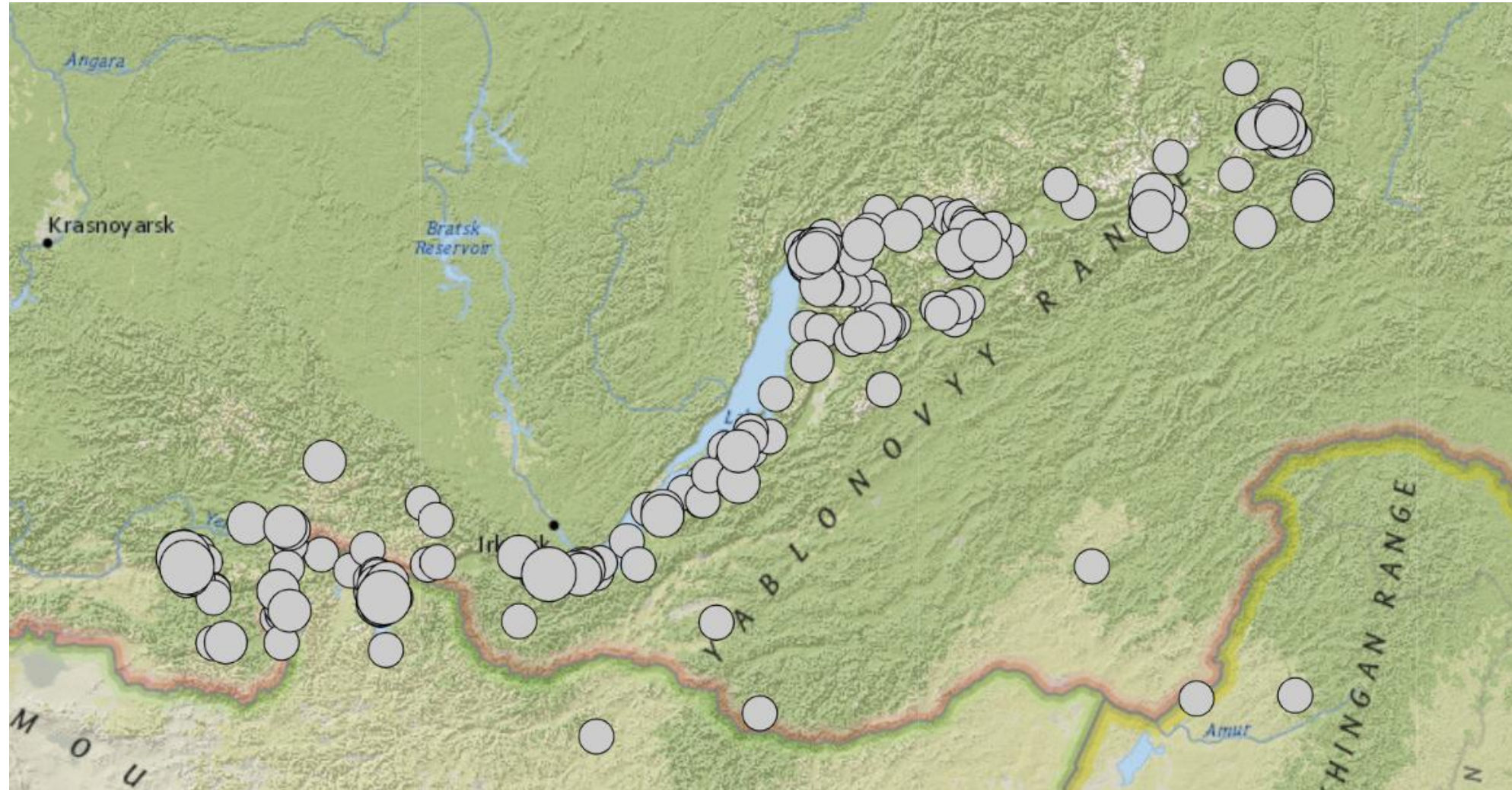


Region	Observed $M_{\max}$	Estimated $M_{\max}$ (real)	n
Q_1	7.6	8.39 ± 0.64	41
Q_2	6.8	7.82 ± 0.90	43
Q_3	7.8	8.41 ± 0.53	61

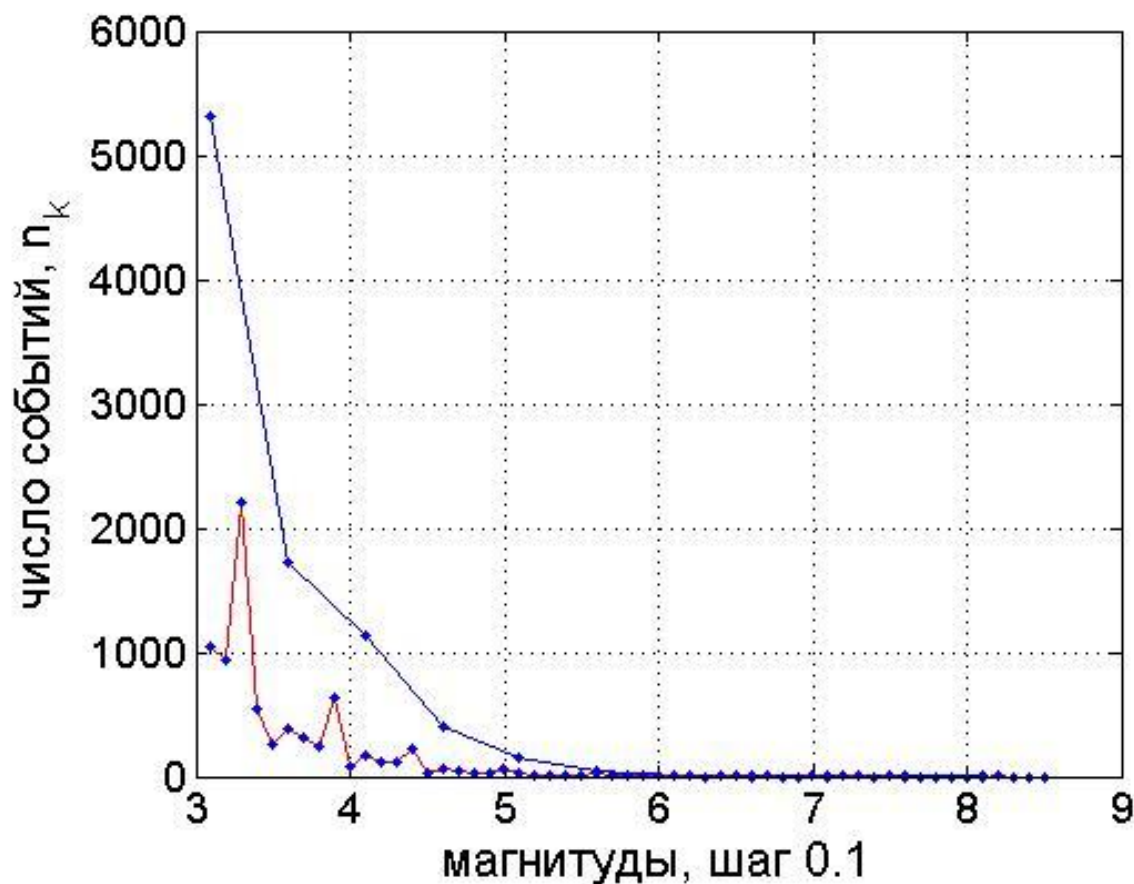
**361 сейсмическая станция, 58 GSSN станций, 3 инфразвуковые группы
(данные на 31.12.2021 г.)**



190 землетрясений с $M \geq 4.5$, из них 11 с $M \geq 5.5$ (1998-2021 гг.)



Исходные данные



Каталог **Байкальского филиала**
Единой геофизической службы РАН
(БФ ФИЦ ЕГС РАН, seis-bykl.ru),

4779 главных толчков

1962–2021 гг.

$48.0 \leq \varphi \leq 59.0$

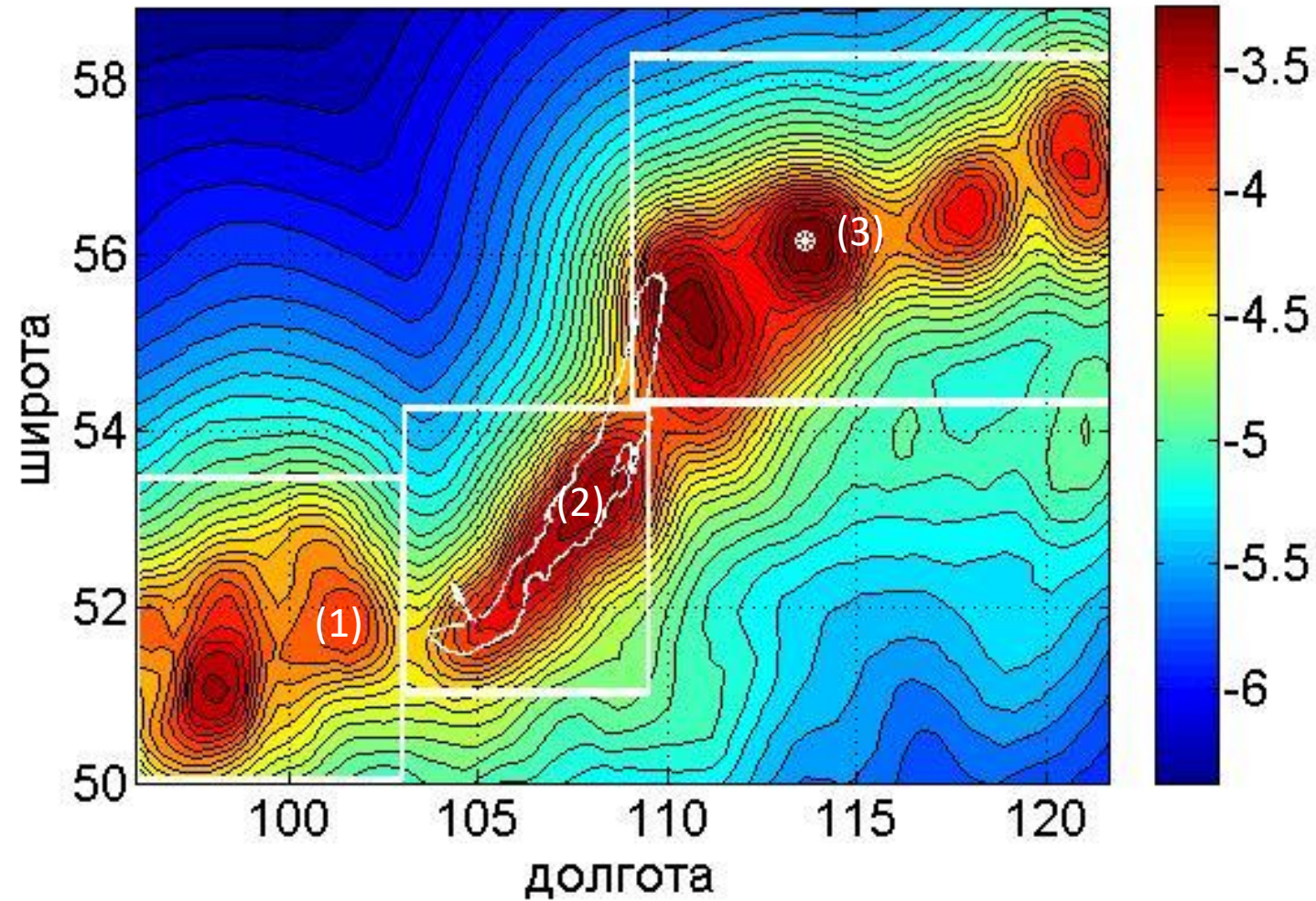
$96.0 \leq \lambda \leq 122.0$

$3.1 \leq \mathbf{M} \leq 8.2$

[3.05; 3.55; 4.15; 4.65; 5.25; 5.75; ∞]

[3008; 1174; 383; 145; 50; 19]

Оценка интенсивности λ методом k -ближайших соседей (для $M > 5.5$)



на сетке 20×20 км

Субрегионы:

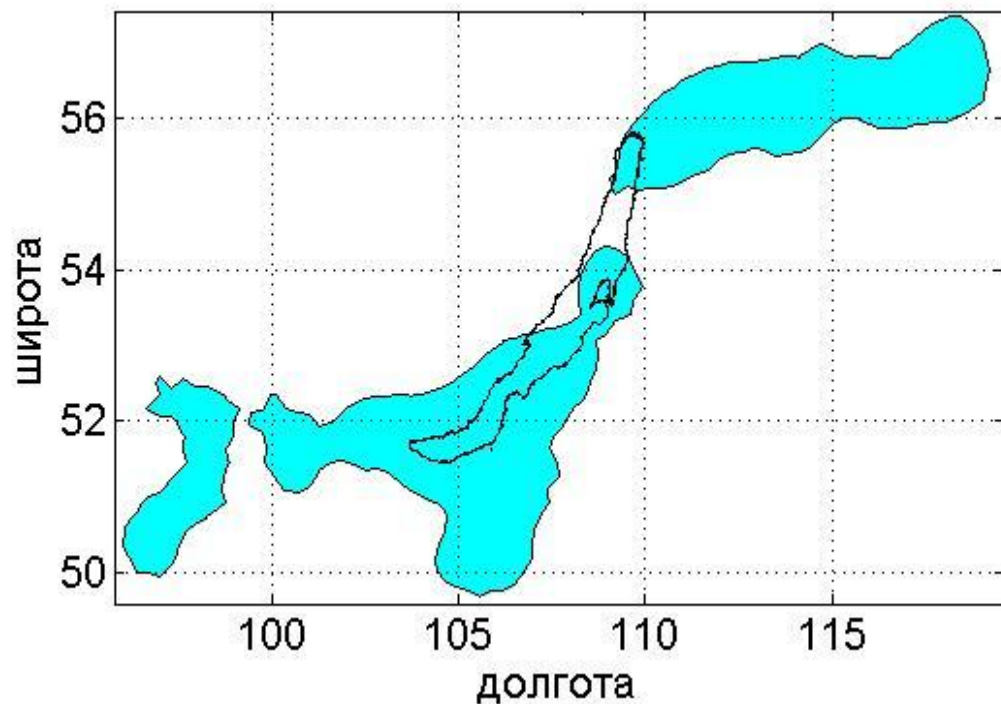
(1) Саянский

(2) Байкальский

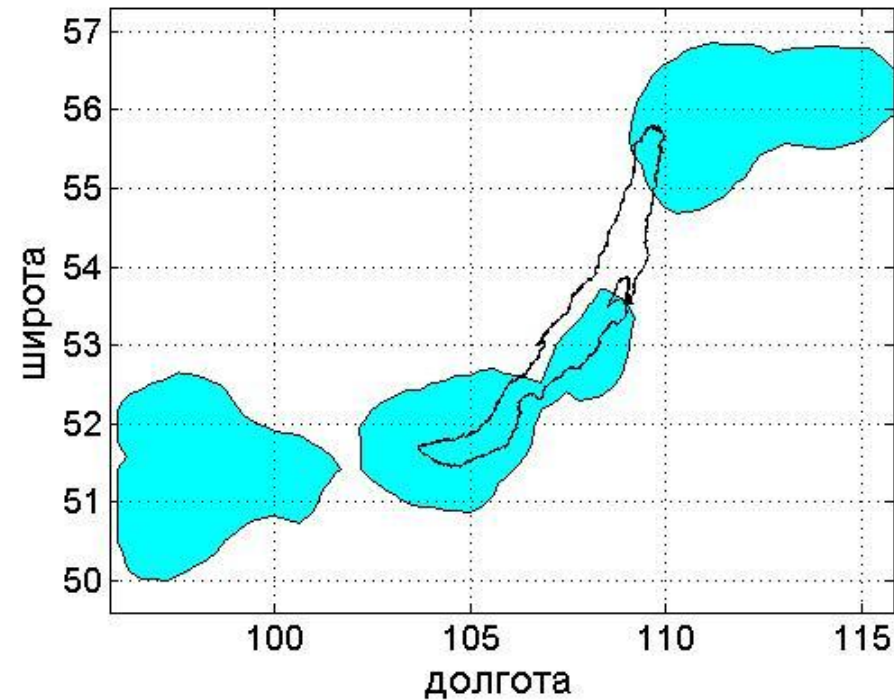
(3) Северо-Муйский

Предполагается, что
поток сейсмических событий
стационарен по времени,
а его интенсивность $\lambda(x, y)$ $\left(\frac{1}{\text{год} \cdot \text{км}^2}\right)$.
является функцией от
координат точки наблюдения (x, y)

Изолинии интенсивности $\max(\lambda(x, y))/10$, $M \geq 5.6$



1725-2021 гг.
 $n = 138$

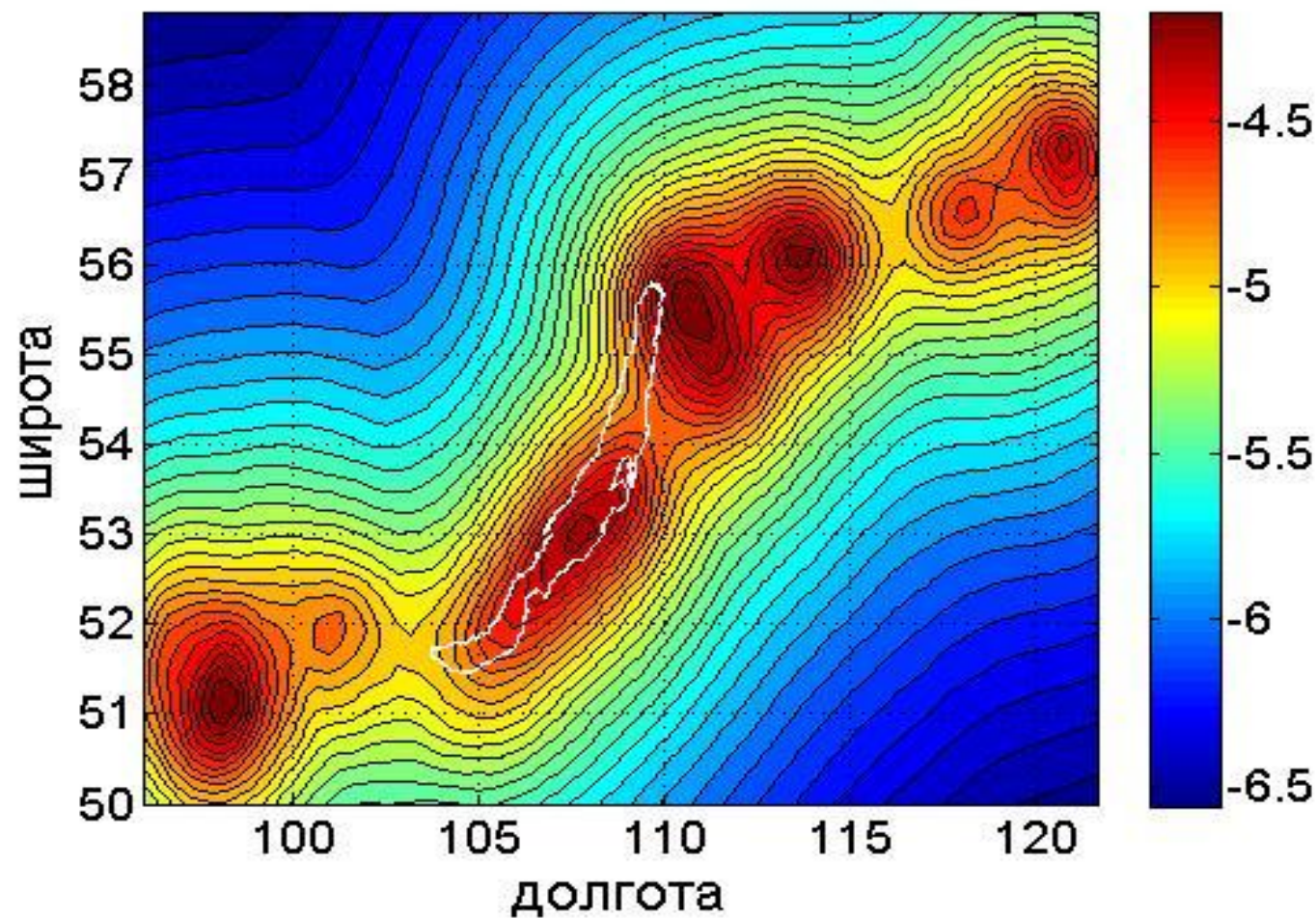


1963-2021 гг.
 $n = 45$

Структура «пятен» в основном сохраняется.

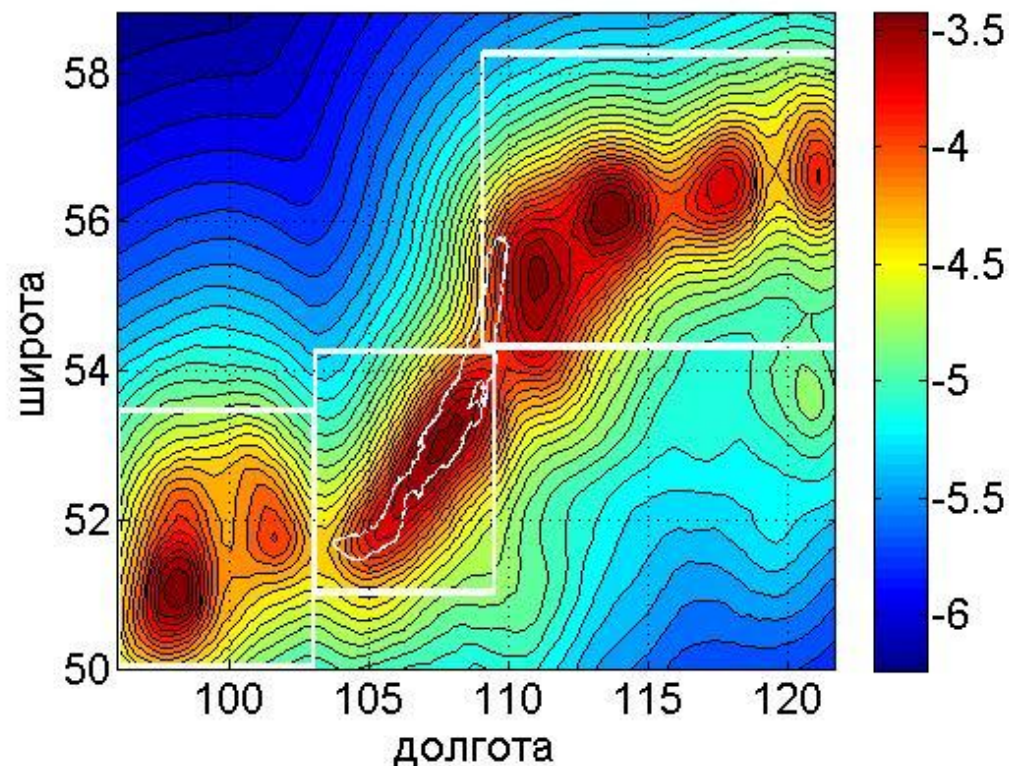
Структура поля сейсмической активности БРЗ на высшем уровне (весь регион, масштаба 500–3000 км) может сохраняться на интервалах времени порядка 300 лет

Оценка интенсивности λ методом k -ближайших соседей (для $M > 4.0$)

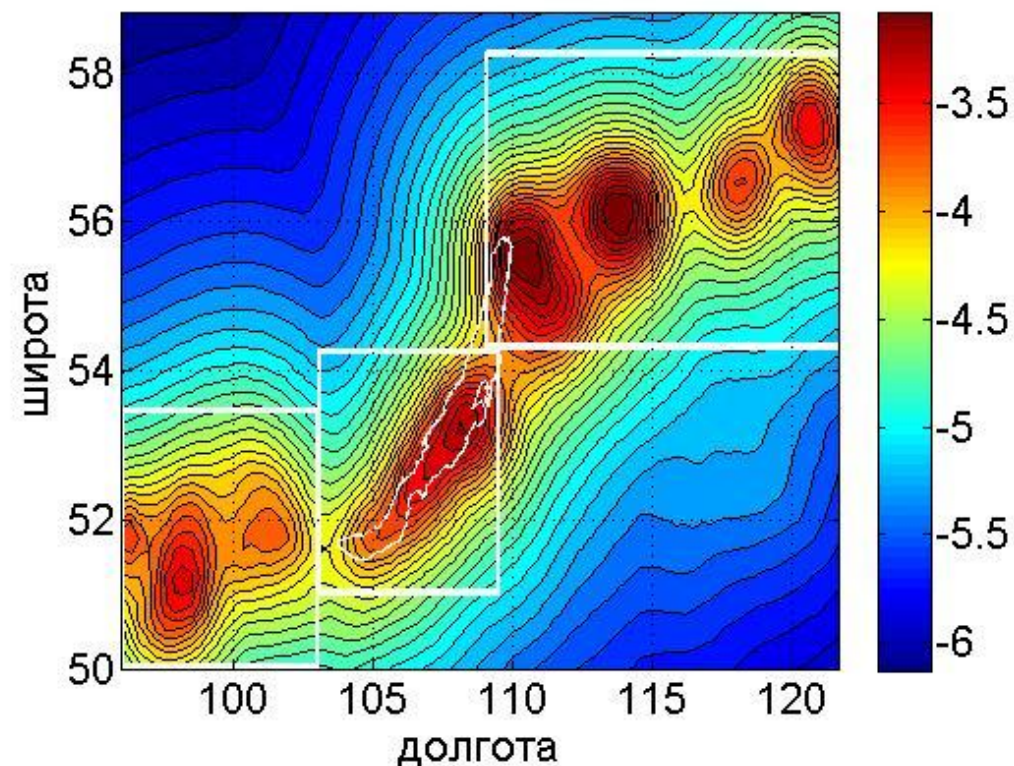


Показывает устойчивость метода
 k -ближайших соседей
при оценивании интенсивности

Оценка интенсивности λ методом k -ближайших соседей (для $M > 3.1$)



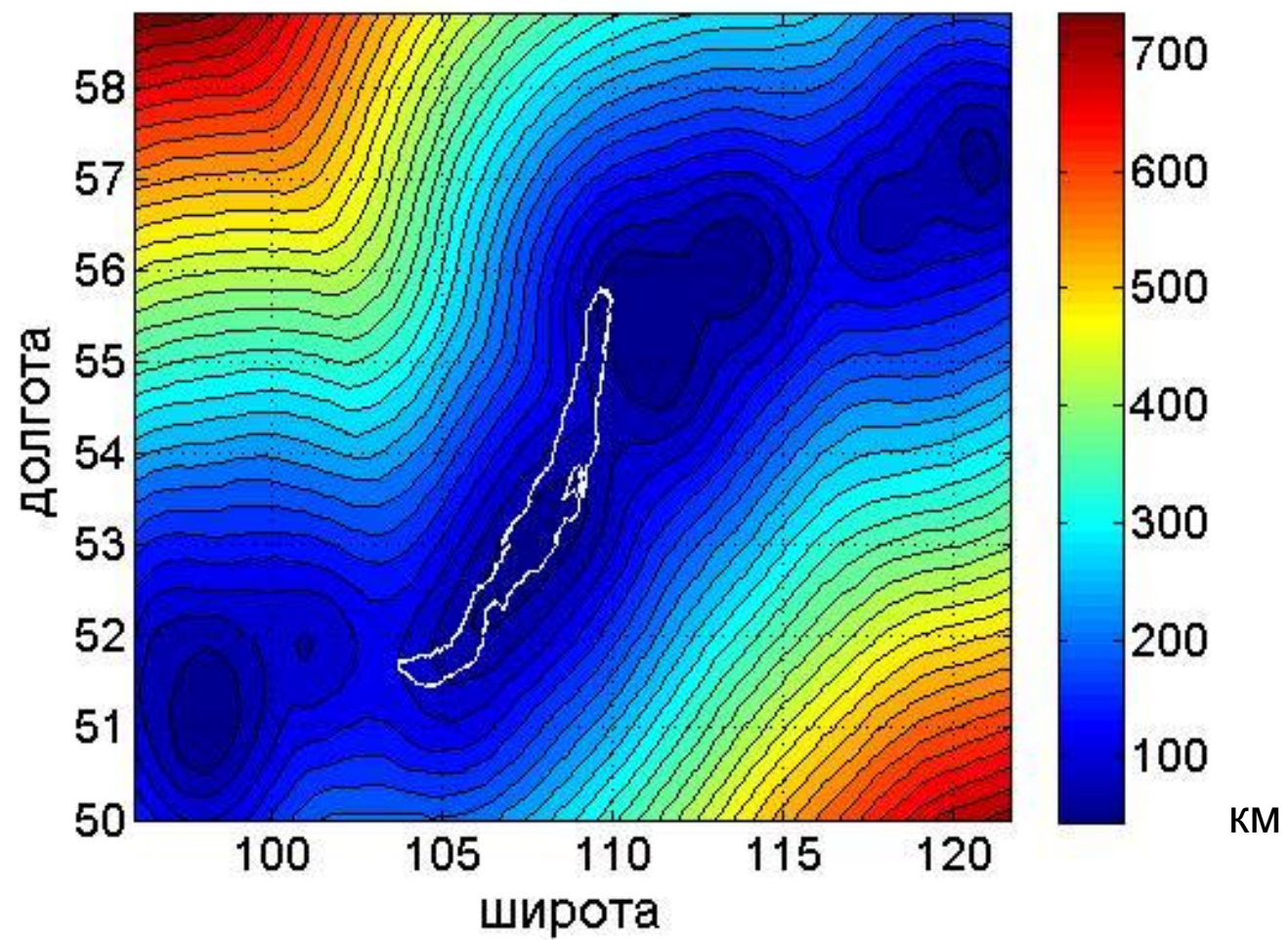
1963–1996, $n = 2180$



1996–2021, $n = 2180$

Наблюдаемая в БРЗ структура сейсмического поля является характерной чертой процессов сегментации, а также геологического механизма высвобождения упругой эндогенной энергии земной коры в режиме рифтогенной деструкции

Радиус круга осреднения интенсивности



Усеченный закон Гутенберга-Рихтера [Писаренко, 2021]

Функция распределения: $F(m| M, \beta) = \frac{1 - \exp(-\beta (m - m_0))}{1 - \exp(-\beta (M - m_0))}$, $m_0 \leq m \leq M$,

Плотность распределения: $f(m| M, \beta) = \frac{\beta \exp(-\beta (m - m_0))}{1 - \exp(-\beta (M - m_0))}$.

$$M = \mu_n = \max(x_1, \dots, x_n)$$

$$\bar{M} = \mu_n - \frac{1}{\bar{\beta} u^n} [\log(1 - \bar{U}) + \bar{W}_n] ,$$

где $\bar{U} = 1 - \exp[-\bar{\beta}(\mu_n - m_0)]$;

$$\bar{W}_n = \bar{U} + \frac{\bar{U}^2}{2} + \dots + \frac{\bar{U}^n}{n} ;$$

$\bar{\beta}$ – оценка максимального правдоподобия для β ;

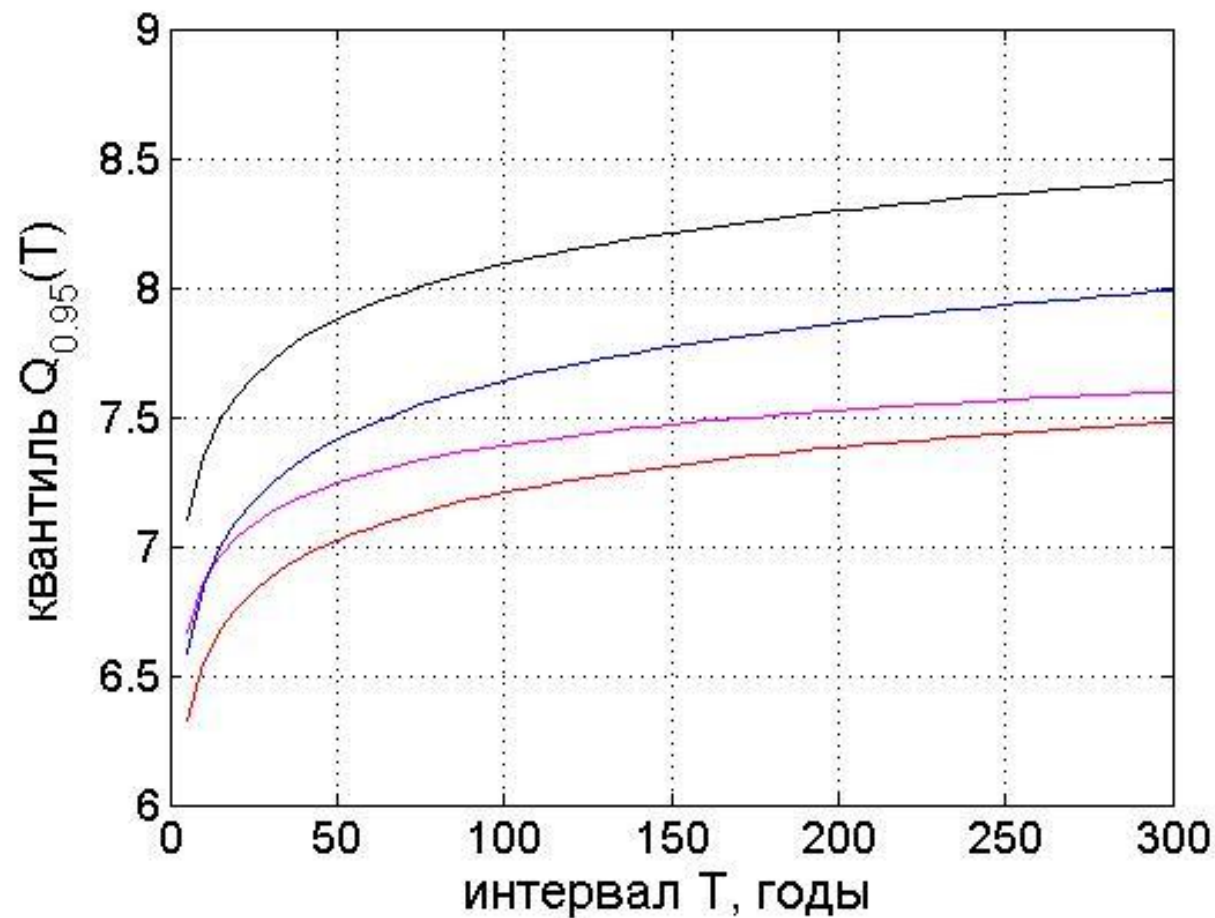
m_0 – нижний порог магнитуды

Новые оценки параметра максимальной магнитуды $M_{\max}$

[Писаренко и др., 2022]

Субрегион	Наблюденный максимум магнитуд 1963–2021гг.	оценка $\bar{M}$	оценка $M_{\max}$ по палеосейсмологическим данным	Оценка $M_{\max}$ из [Ружич и др., 1998]
Саянский	7.5	8.3	8.0 – 8.2	8.39 ± 0.64 (9.03)
Байкальский	7.2	7.9	7.4 – 7.7	7.82 ± 0.90 (8.72)
Северомуйский	7.3	7.8	7.6 – 8.2	8.41 ± 0.53 (8.94)

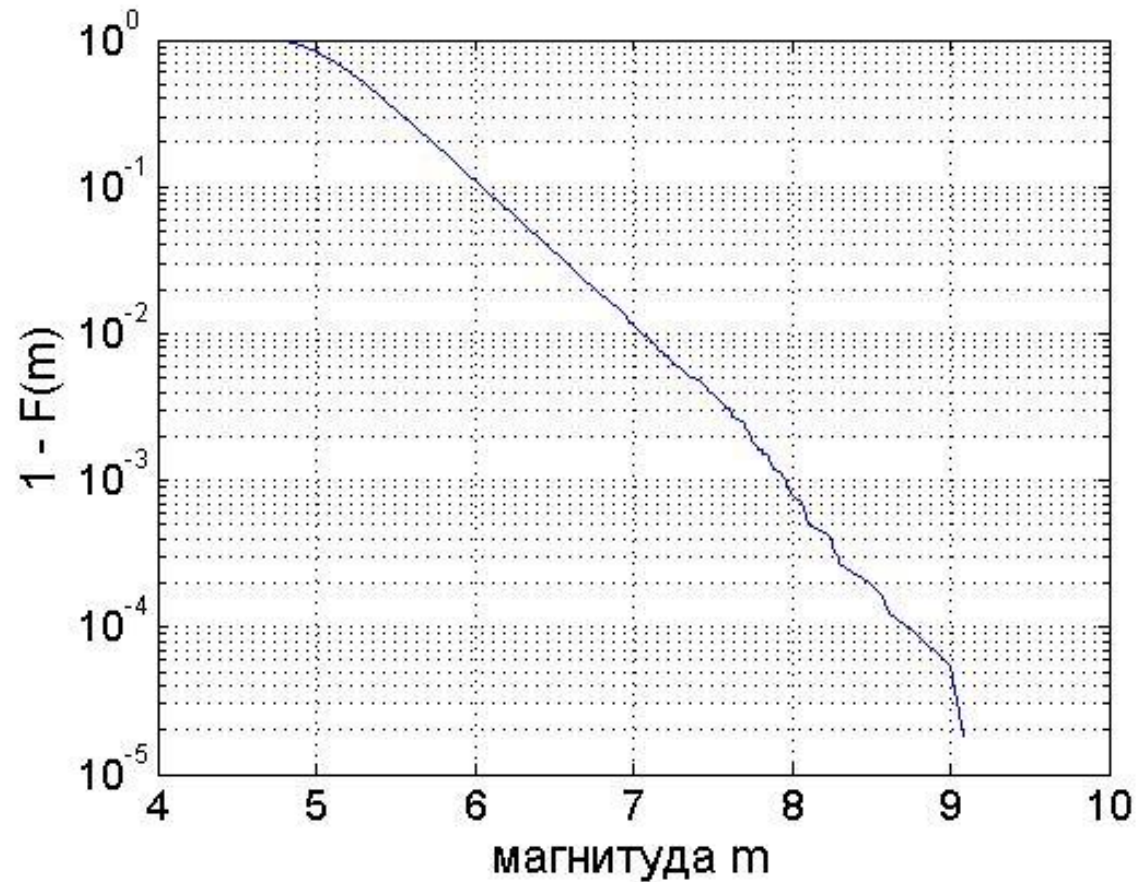
Оценка квантилей максимальной магнитуды $M_{\max}$ в будущем интервале времени T [Писаренко и др., 2022]



Сверху вниз показаны значения для субрегионов:

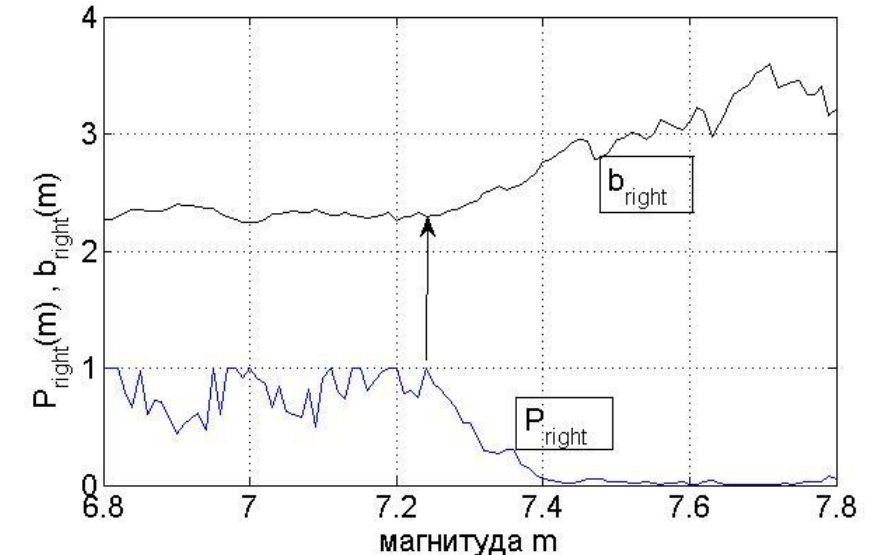
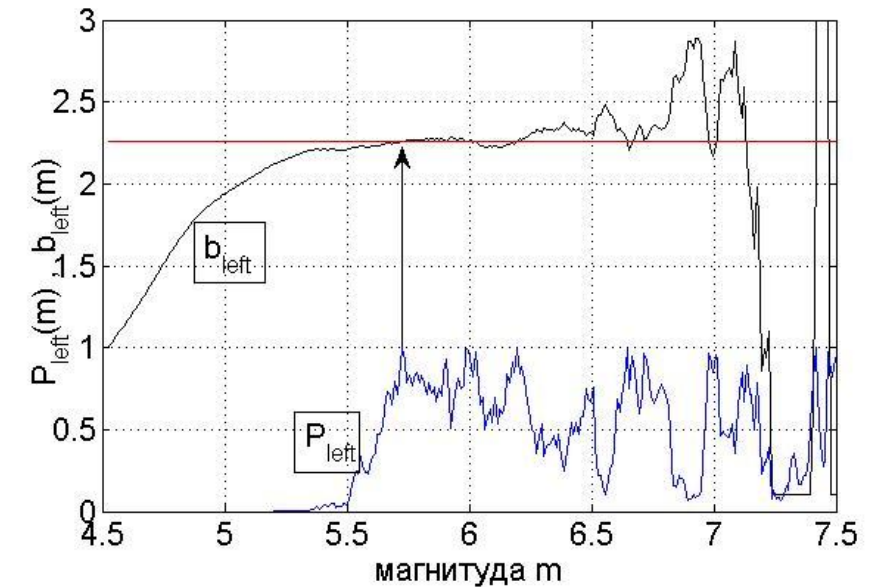
всей БРЗ
Саянского
Северомуйского и
Байкальского

График повторяемости декластеризованного глобального каталога GCMT за 1976–2022 гг. ($n = 34511$)



$$M_w = (2/3) \cdot (\lg(M_0) - 16.1)$$

Использование формулы правдоподобия для дискретных распределений [Cramer, 1946]



Благодарю за внимание!

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант № 20-05-00433

*Писаренко В.Ф., Ружич В.В., Скоркина А.А., Левина Е.А. Структура сейсмического поля
Байкальской рифтовой зоны // Физика Земли. – 2022. – № 3 – С. 37–55.*