

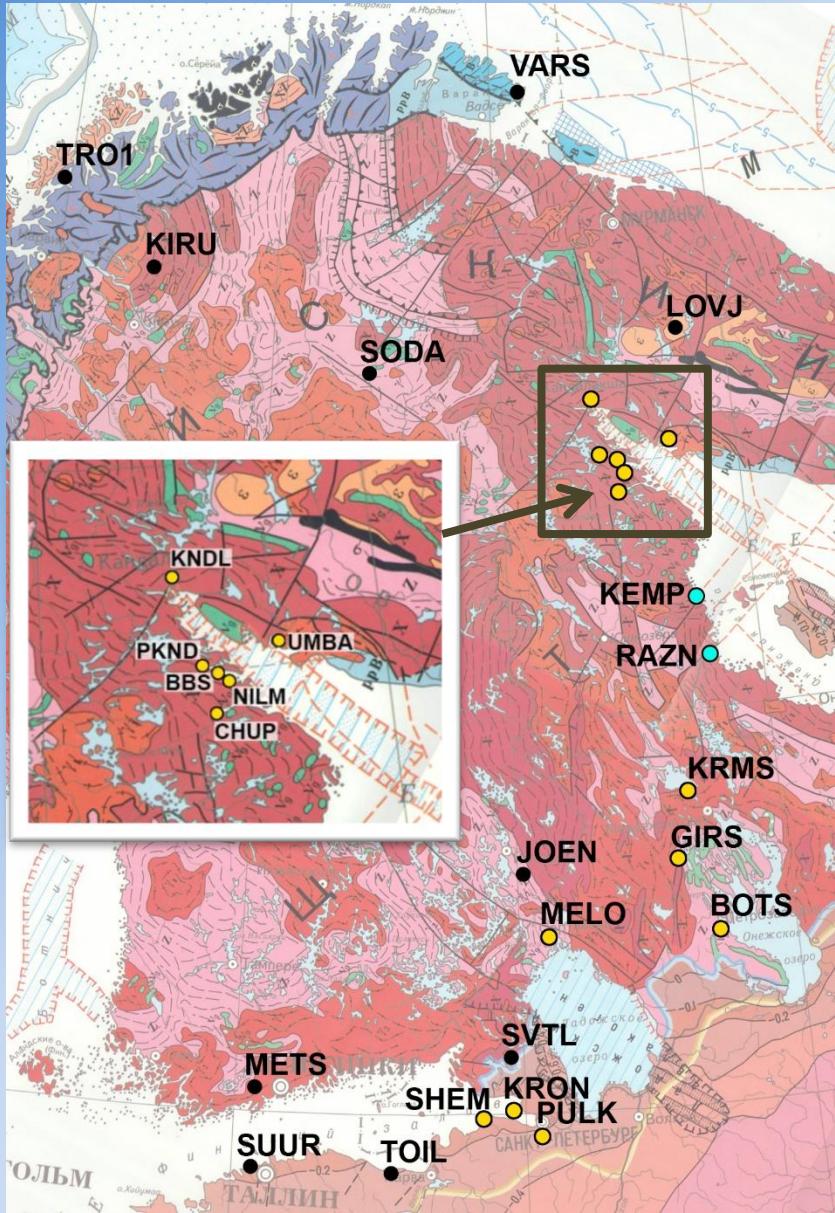
Двадцать третья международная конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»
10 - 14 ноября 2025 г. Москва, Россия

**Исследование современных движений,
деформаций и сейсмической активности в
районе Кандалакшского залива по данным
спутниковых измерений**

*Крупеникова И.С., Мокрова А.Н., Розенберг Н.К., Передерин В.П.,
Передерин Ф.В., Мокров Д.К., Туркин Я.В.*

ИФЗ РАН, Москва

Задачи исследования



1. Определение скоростей современных движений земной коры и внутриплитовых деформаций в зоне Кандалакшского грабена по данным спутниковых измерений за 2015-2025 гг.
2. Сопоставление скоростей современного деформационного поля с потоком сейсмической энергии для района Кандалакшского залива.

Кандалакшский грабен — тектоническая впадина Кандалакшского залива Белого моря, активная структура в восточной части Фенноскандии. Он принадлежит Беломорской палеорифтовой системе, расположенной в зоне сочленения восточной части Балтийского щита и Русской плиты. Зона Кандалакшского залива отличается от прилегающих районов региона более высоким уровнем сейсмической активности.

Станции Международной сети IGS



SVTL, Светлое, Россия



VAAS, Финляндия

Пункты ИФЗ РАН



BSS2, Биостанция МГУ



KNDL, Кандалакша



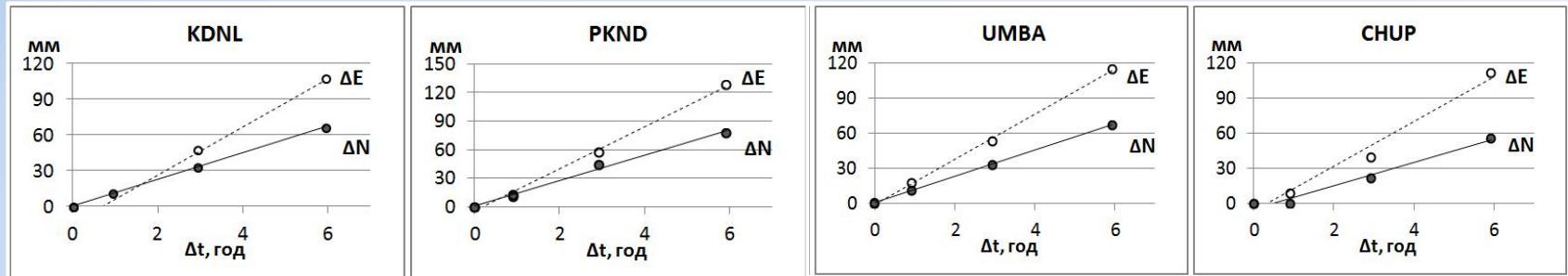
MELO, Сортавала

Синхронные измерения GPS+ГЛОНАСС на геодинамических сетях выполняются способом дифференциального позиционирования в статическом режиме каждые 1-2 года в июле-августе сериями по 3-13 суток с помощью двухчастотных приемников Javad Maxog, с интервалом регистрации 30 с. Одновременно используется 6-8 комплектов аппаратуры.

Обработка данных

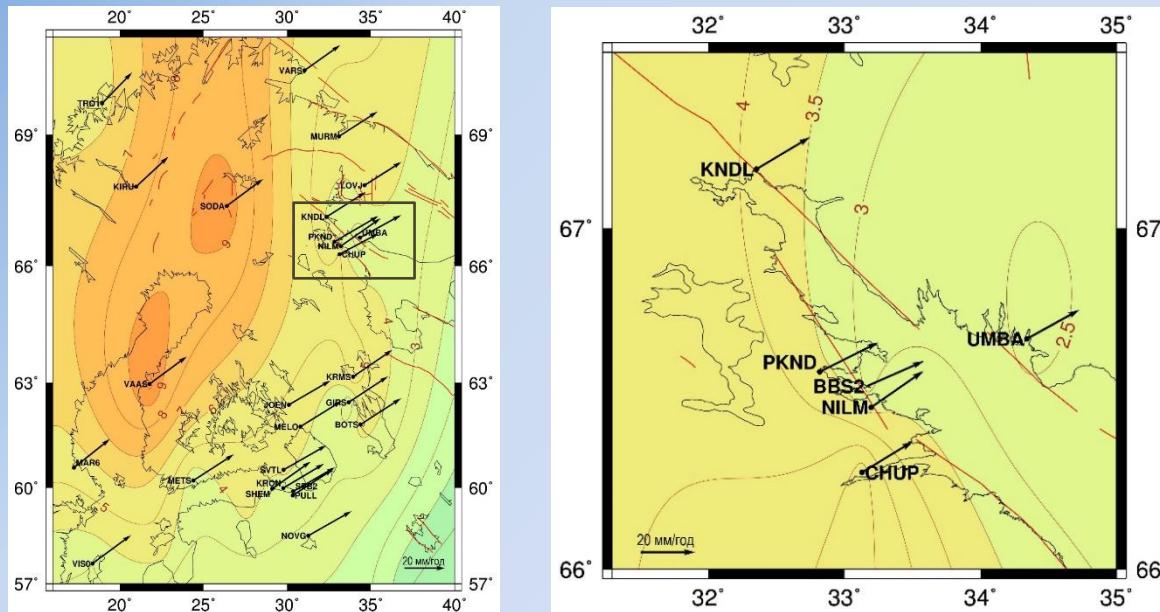
Оценка точности определения скоростных компонент за 2015-2025гг

Пункт	σ_{VN} , мм	σ_{VE} , мм	σ_{VH} , мм	σ_{VS} , мм	R_s
CHUP	0,57	0,56	1,19	0,56	0,90
KNDL	0,16	1,17	0,91	1,01	0,90
PKND	1,04	0,10	1,27	0,48	0,83
UMBA	0,19	0,52	0,83	0,46	0,82
NILM	0,07	0,47	1,08	0,38	0,85
BBS2	0,20	0,13	0,42	0,15	0,97
Среднее	0,37	0,49	0,95	0,51	0,88
Макс.	1,04	1,17	1,27	1,01	0,97



Графики временного хода компонент плановых координат некоторых пунктов Кандалакшского залива

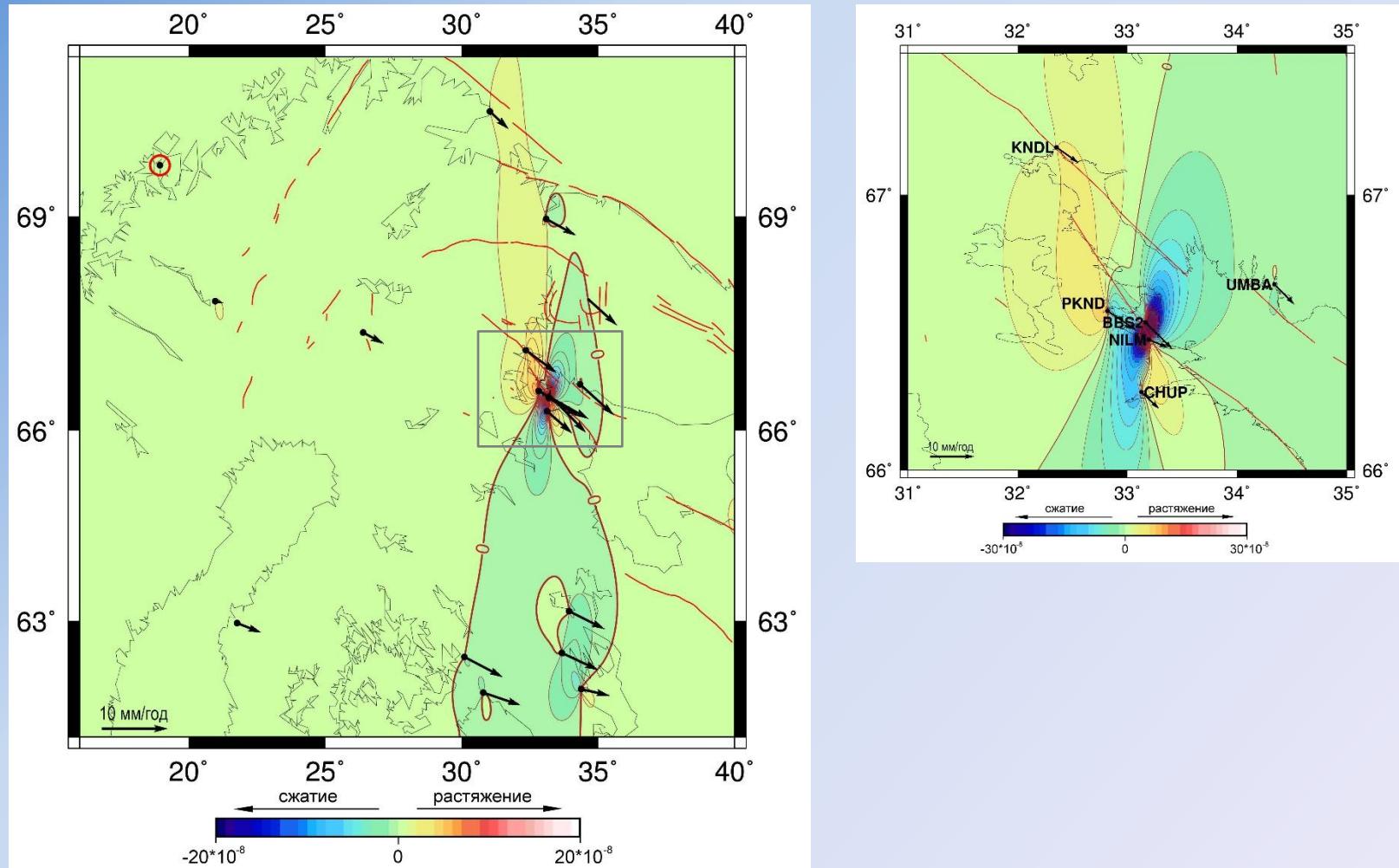
Скорости современных движений земной коры за 2015-2025 гг. в ITRF



Карта скоростей вертикальных движений (изолинии) и векторов горизонтальных движений (стрелки) в международной наземной системе координат ITRF Для Балтийского щита (слева) и Кандалакшского залива (справа) за 2015-2025гг. Красные линии — крупные разрывные нарушения

Пункт	V_E , мм	V_N , мм	V_H , мм	V_S , мм	Аз, град
CHUP	18,43	11,13	5,35	21,53	59
KNDL	19,72	11,72	4,23	22,94	59
PKND	21,30	10,75	4,23	23,86	63
UMBA	19,01	10,61	2,68	21,77	61
NILM	18,91	13,28	3,84	23,11	55
BBS2	20,68	9,22	2,96	22,65	66

Внутрирегиональные скорости и деформационное поле



Распределение скоростей площадных деформаций (изолинии) и векторов скоростей (стрелки) горизонтальных смещений относительно пункта TRO1 (отмечен красным кружком на левой карте) за 2015-2025 гг для территории Балтийского щита – левая карта; для района Кандалакшского залива в более крупном масштабе (на общей карте отмечен серым квадратом) – правая карта

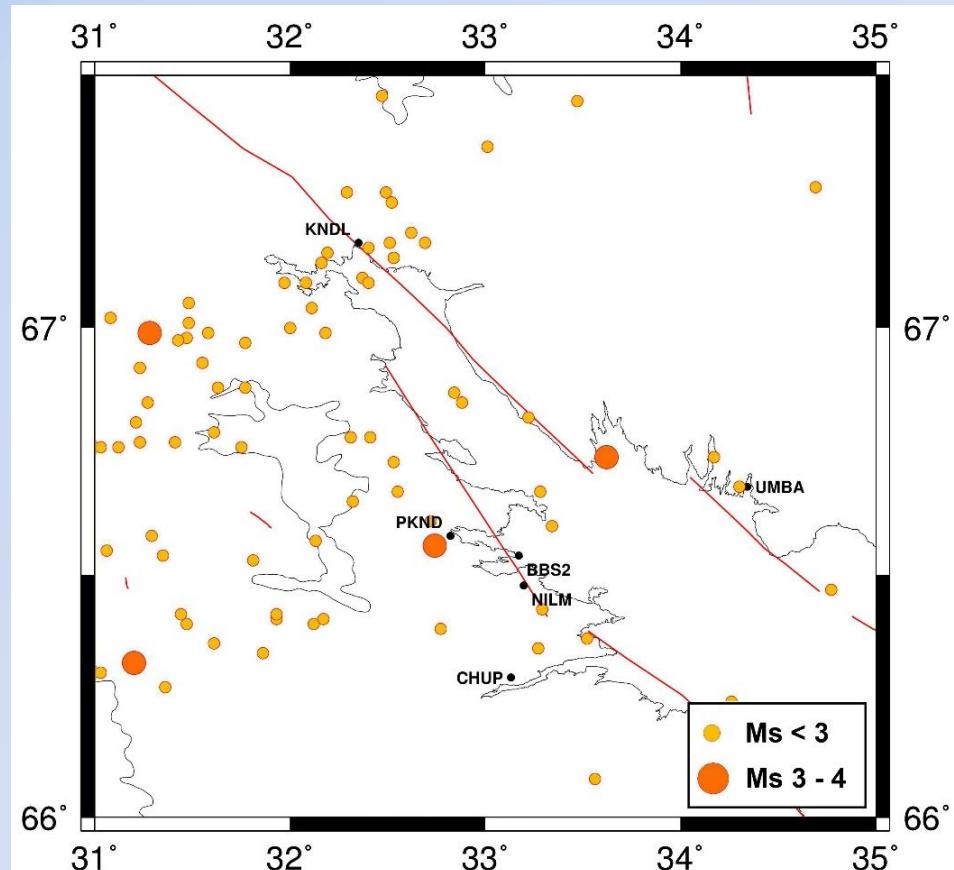
Сейсмичность

Использованный каталог:
ФИЦ ЕГС РАН (2000-2023гг)

Территория 66-67.5 N, 31-35 E:

Всего – 76 событий с $M_s < 3$
4 события – с $M_s > 3$

Максимальная M_s – 3.6
(22.10.2001г.
оз. Нигзозеро 66.56 N, 32.74 E)



Распределение эпицентров сейсмических событий за 2000-2023 гг.

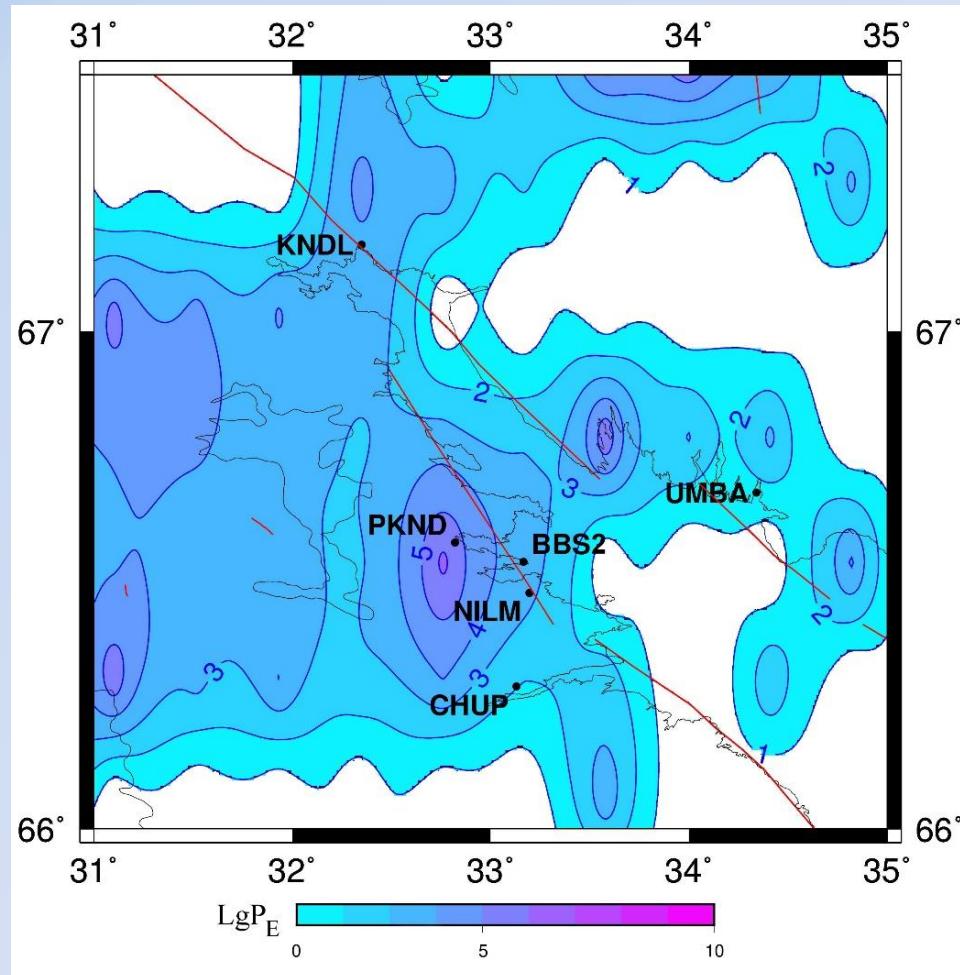
Поток сейсмической энергии

Для оценки энергии землетрясений использовалось соотношение Гутенберга–Рихтера:

$$\text{Lg E} = 1.5 * \text{Ms} + 4.8$$

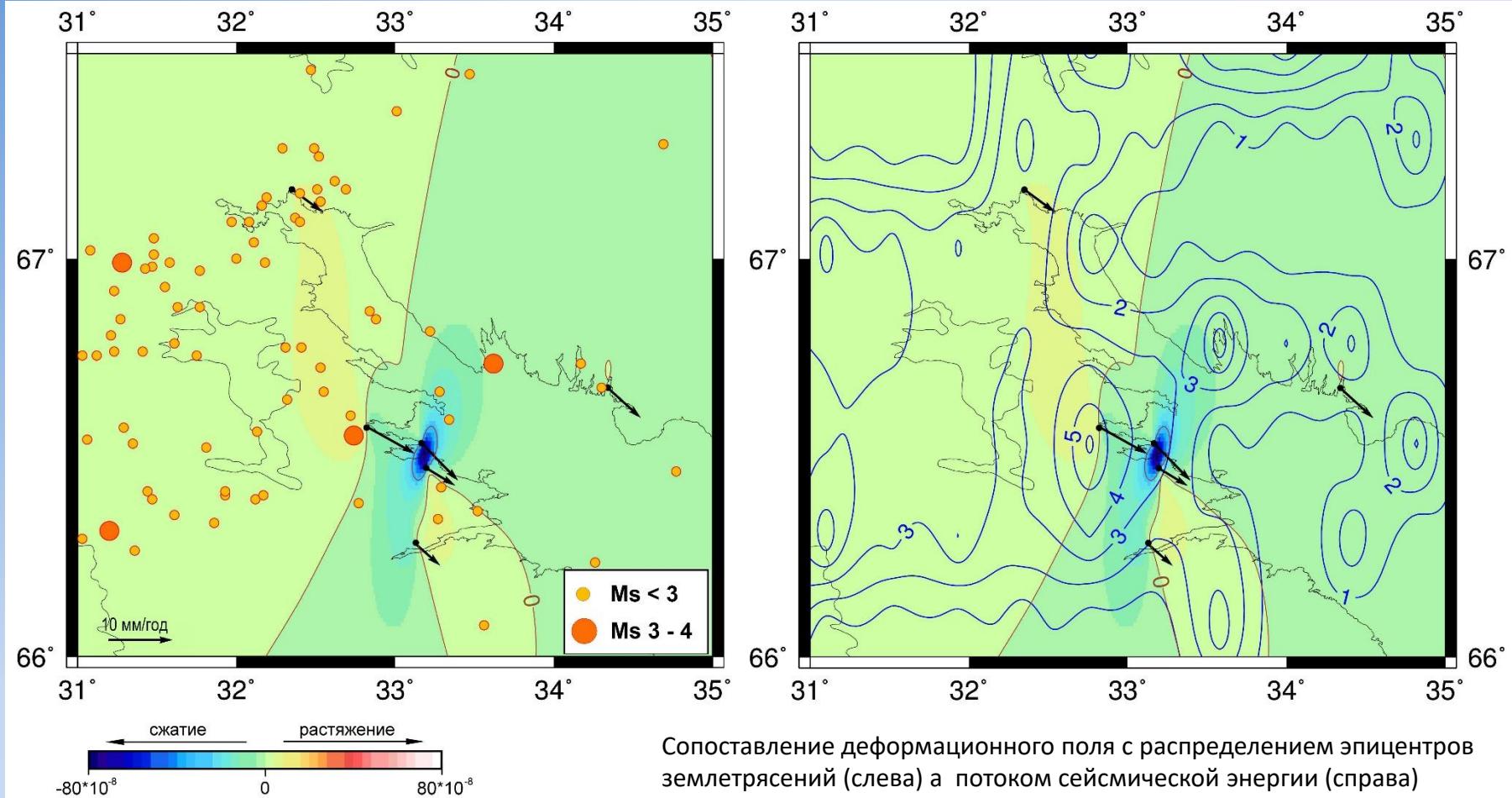
Размер ячейки $S=500 \text{ км}^2$

Максимальное значение $P_E=10^7 \text{ Дж/год*км}^2$



Распределение потока сейсмической энергии за 2000-2023 гг

Сопоставление площадного распределения деформаций и выделившейся сейсмической энергии



Заключение

Исследования современных движений и деформаций земной коры с применением спутниковых технологий и сопоставление их с местной сейсмичностью в районе Кандалакшского грабена дают представление об активности геодинамических процессов в количественном выражении за период 2015-2025 гг. Скорости вертикальных движений согласуются со сводовым поднятием Балтийского щита.

Аномальные значения деформаций, совпадающие с повышенными значениями выделившегося потока сейсмической энергии, подтверждают наличие активных современных процессов в зоне Кандалакшского грабена и свидетельствуют о необходимости продолжать наблюдения с использованием новейших спутниковых технологий и, при возможности, расширять геодинамическую сеть в данном регионе.

Спасибо за внимание!

