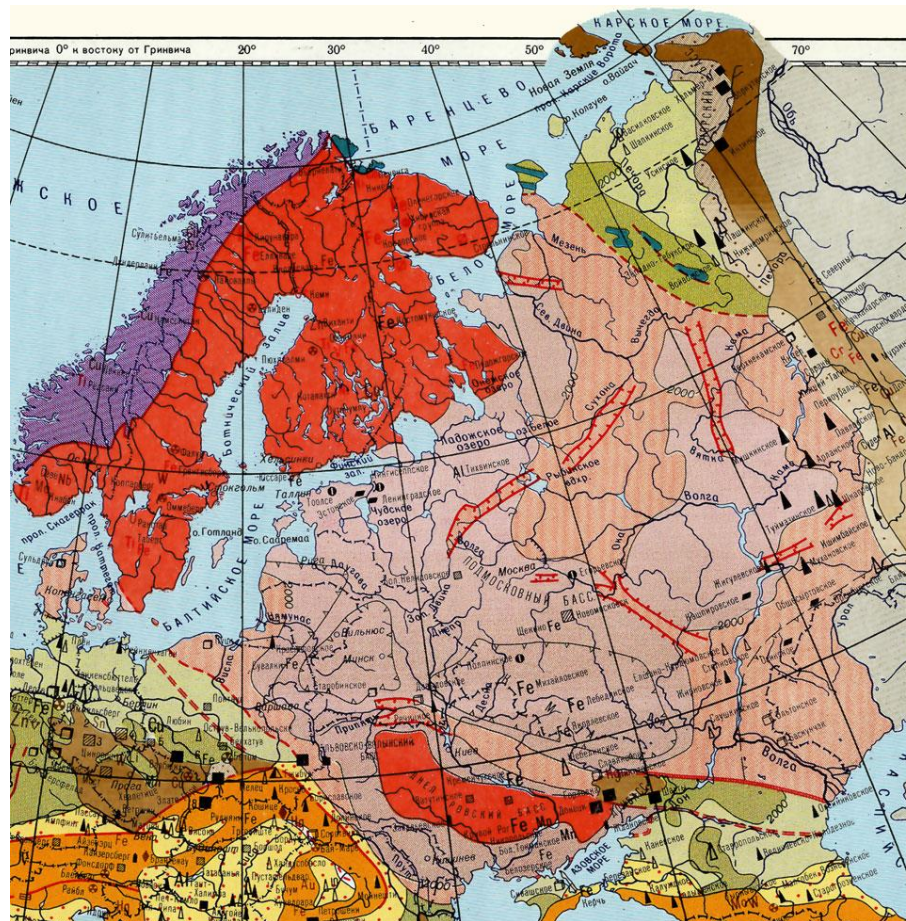


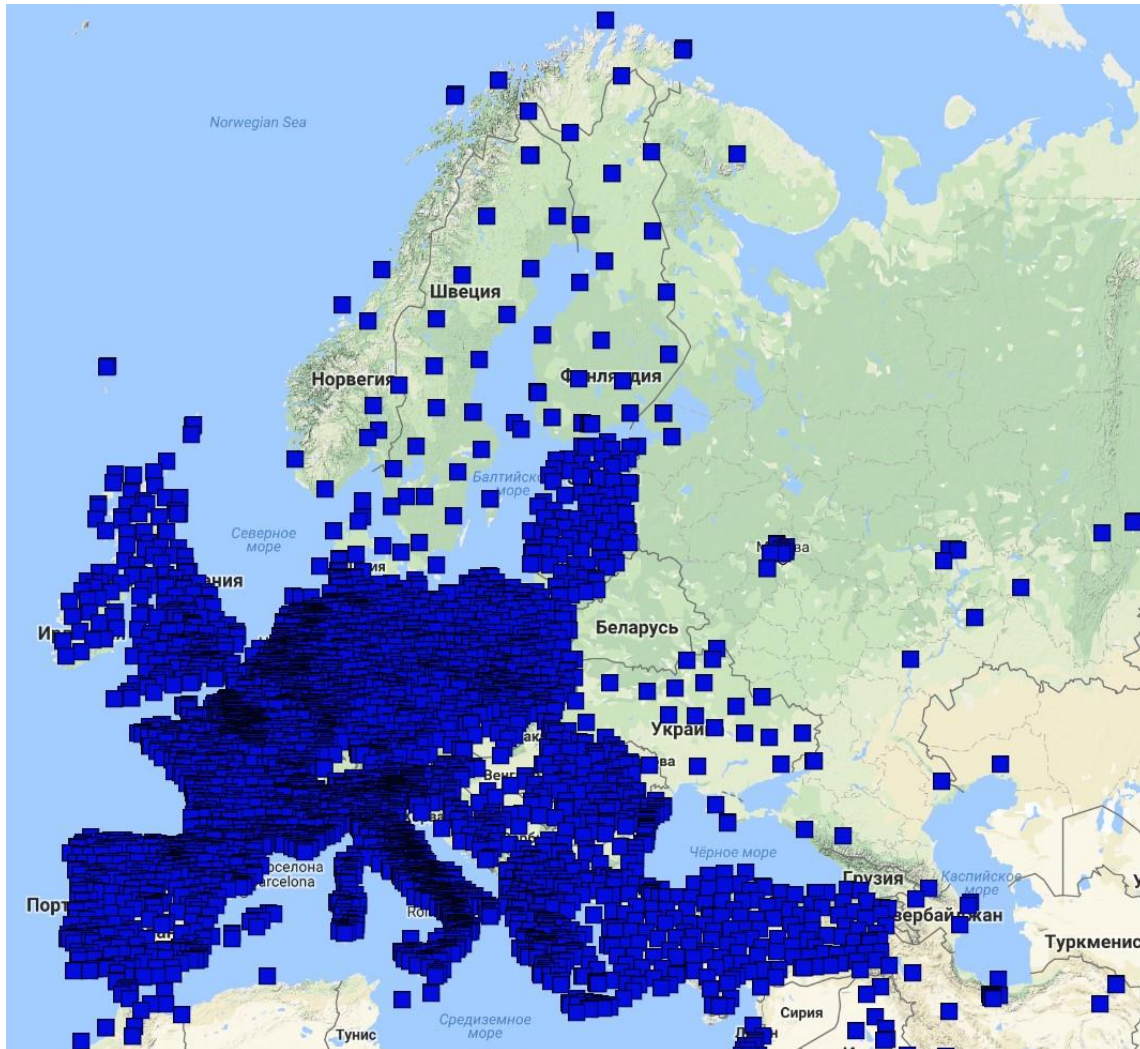
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ДАННЫМ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ГНСС-СТАНЦИЙ

В.Л. Горшков, А.В. Мохнаткин, Н.В. Щербакова
Главная Астрономическая Обсерватория РАН, СПб



НАУЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГНСС

- > координатно-временное обеспечение
- > **геодинамика**, определение ПВЗ
- > высокоточный мониторинг ионизованной (ТЕС) и
- > нейтральной атмосферы (влагосодержание IWV)



База NGL (университет Невады),
<http://geodesy.unr.edu/gsrn.php>
Более **15000** ГНСС-станций.

**На европейской
территории России 23
станции.**

В европейской части России количество постоянных ГНСС-станций давно перевалило за тысячу.

В основном это данные коммерческих геодезических предприятий

Недостатки сетей РФ:

- отсутствие свободного доступа к данным (ведомственность)
- недолговечность хранения данных (в коммерции)
- непостоянство работы, частые перерывы
- неравномерное распределение по территории РФ
- отсутствие описаний места и истории смены оборудования

Нами поддерживается и расширяется база скоростей станций на территории Восточно-Европейской платформы,

(http://www.gaoran.ru/russian/database/station/databasev_rus.html)

в которой помимо открытых данных из IGS и EPN используются данные со станций, принадлежащих следующим организациям :

- комитет по архитектуре и градостроительству С.-Петербурга
- геодезические компании ГЕОМАТИК, НАВГЕОКОМ, ПРИН
- геодезические сети FinPos, SwePos, EstPos и LatPos,
- ряд станций университетов СПбУ, КазГУ и зарубежных
- Станции некоторых государственных организаций РФ (ОАО «РКС», ЕГС РАН, Центр геодезии, картографии и ИПД),

Мы признательны коллегам всех перечисленных организаций за постоянно предоставляемый исходный материал наблюдений и открыты для сотрудничества в этой области со всеми .

Первичная обработка

(суточные RINEX файлы с 30 секундным разрешением)

Для обработки использовано ПО Gipsy 6.4 (JPL)

Стратегия обработки PPP (Precise Point Positioning)

Применены стандартные редукции: абсолютная калибровка антенн, поправки часов и орбиты (IGS14, <ftp://sideshow.jpl.nasa.gov/pub/.../Final>), параметры вращения Земли (IERS_C04, <http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/>), модель тропосферы (VMF1, <http://mars.hg.tuwien.ac.at/~ecmwf1/GRID/>), океанические приливные нагрузки (GOT48, <http://holt.oso.chalmers.se/loading/>), твердотельные приливы, в том числе полюсной прилив.

Для геодинамических исследований учтены также:

атмосферные, гидрологические и др. нагрузки (IMLS, <http://massloading.net/>), поправки в скорости станций в результате ПЛП (ICE-5G, W. Peltier).

(http://www.gaoran.ru/russian/database/station/databasev_rus.html)

Обработка рядов положений

Модель: робастная (медианная) и МНК оценки скорости ($v = a_2$)

$$x_i = a_1 + a_2 t_i + a_3 \sin(2\pi t_i) + a_4 \cos(2\pi t_i) + a_5 \sin(4\pi t_i) + a_6 \cos(4\pi t_i) + v_i$$

Фильтрация выбросов

TEQC (суточная продолжительность > 20%, фазовые неоднозначности < 25%)

Статистика ($> 3 \sigma_A$, $\sigma_A = \sqrt{\Sigma(x_i - x_{i+1})^2 / (2(N-1))}$ - вариации Аллана

Учёт сдвигов (разрывы непрерывности) в рядах положений

Сдвиг при смене оборудования (t_i известно) и стохастический сдвиг (t_i неизвестно) определяются по одной методике.

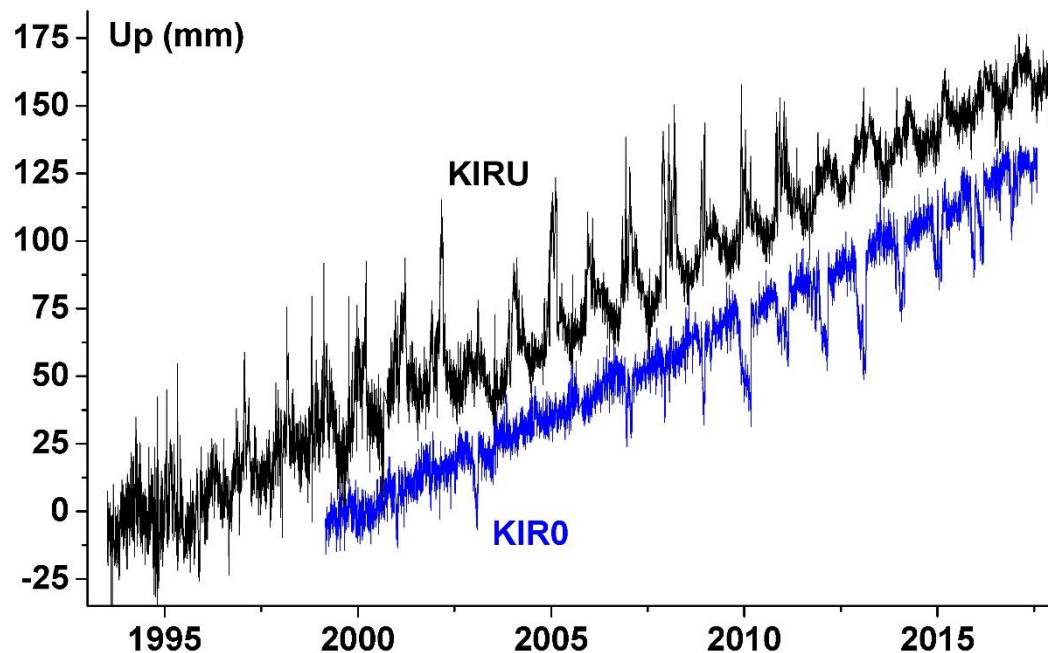
Определение типа шумов :

Необходимо для определения достоверности оценок скоростей станций.

При фликкер шумах $\sigma_v \cong 0.75 \frac{\sigma_A}{T}$, при белом шуме $\sigma_v \cong \frac{\sigma_A}{T} \sqrt{12/N}$, где

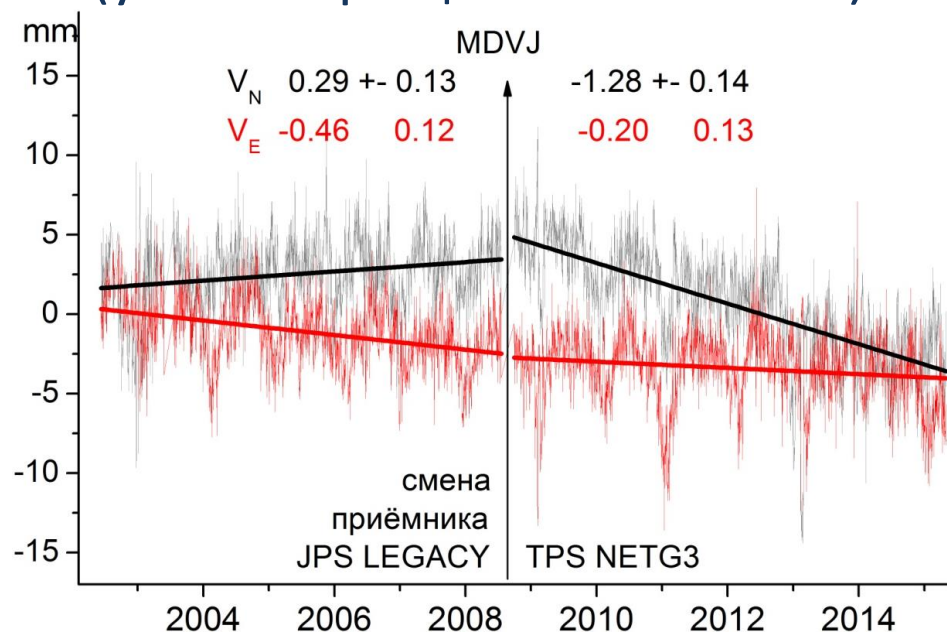
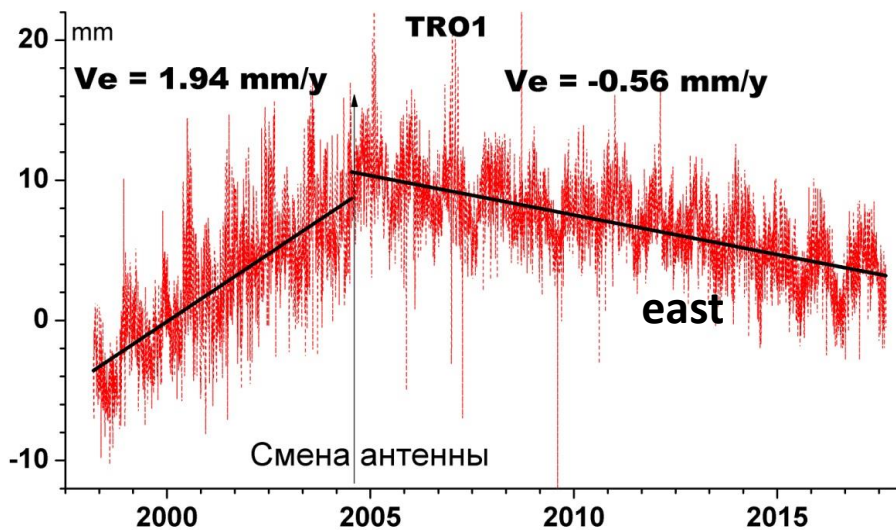
$T = t_N - t_1$, в годах. Основное распределение в рядах фликкер-шумовое.

Более подробное описание процедуры формирования БД приведено на сайте
(http://www.gaoran.ru/russian/database/station/databasev_rus.html)

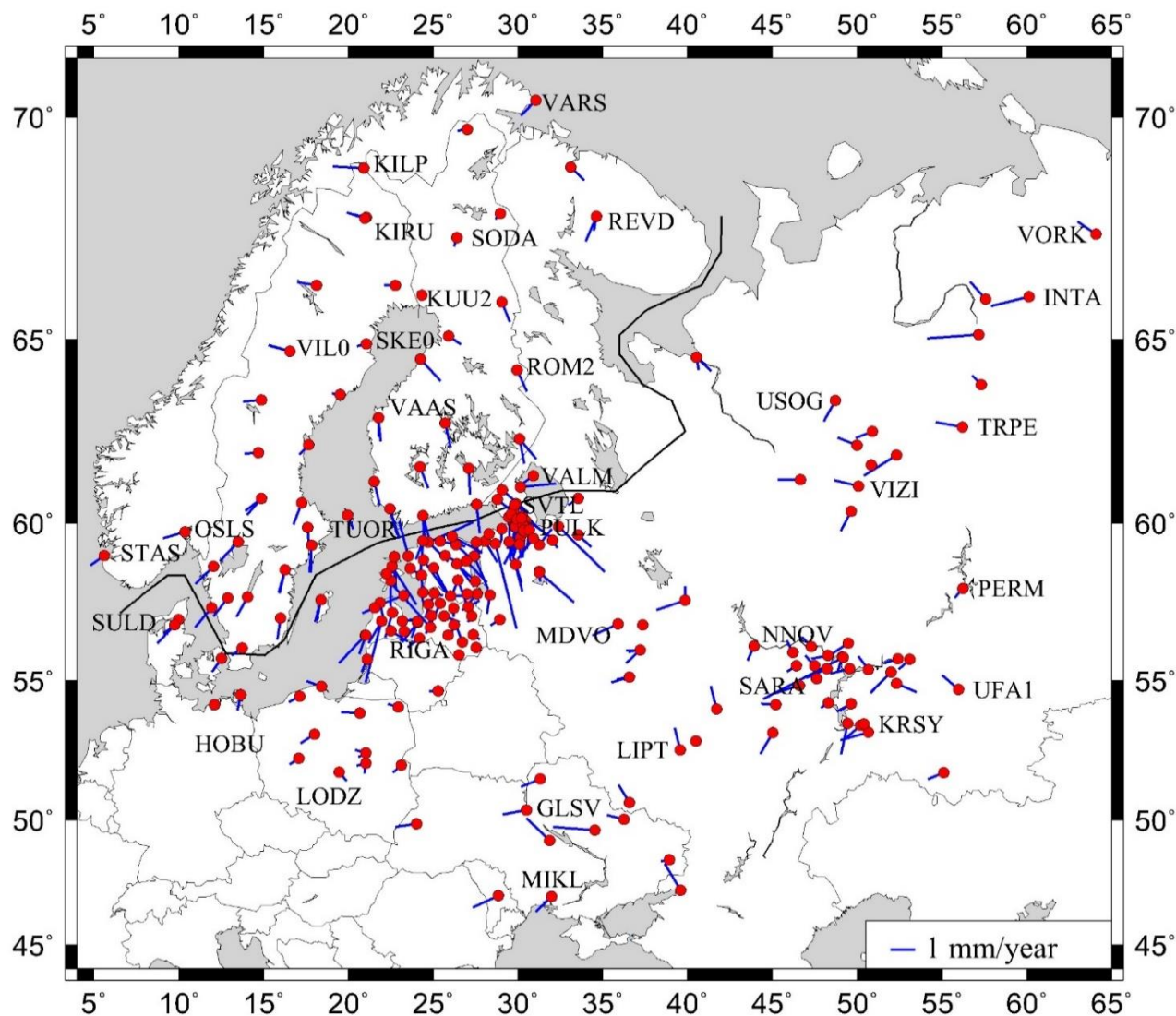


Примеры рядов положений

(учтено вращение ЕА плиты)



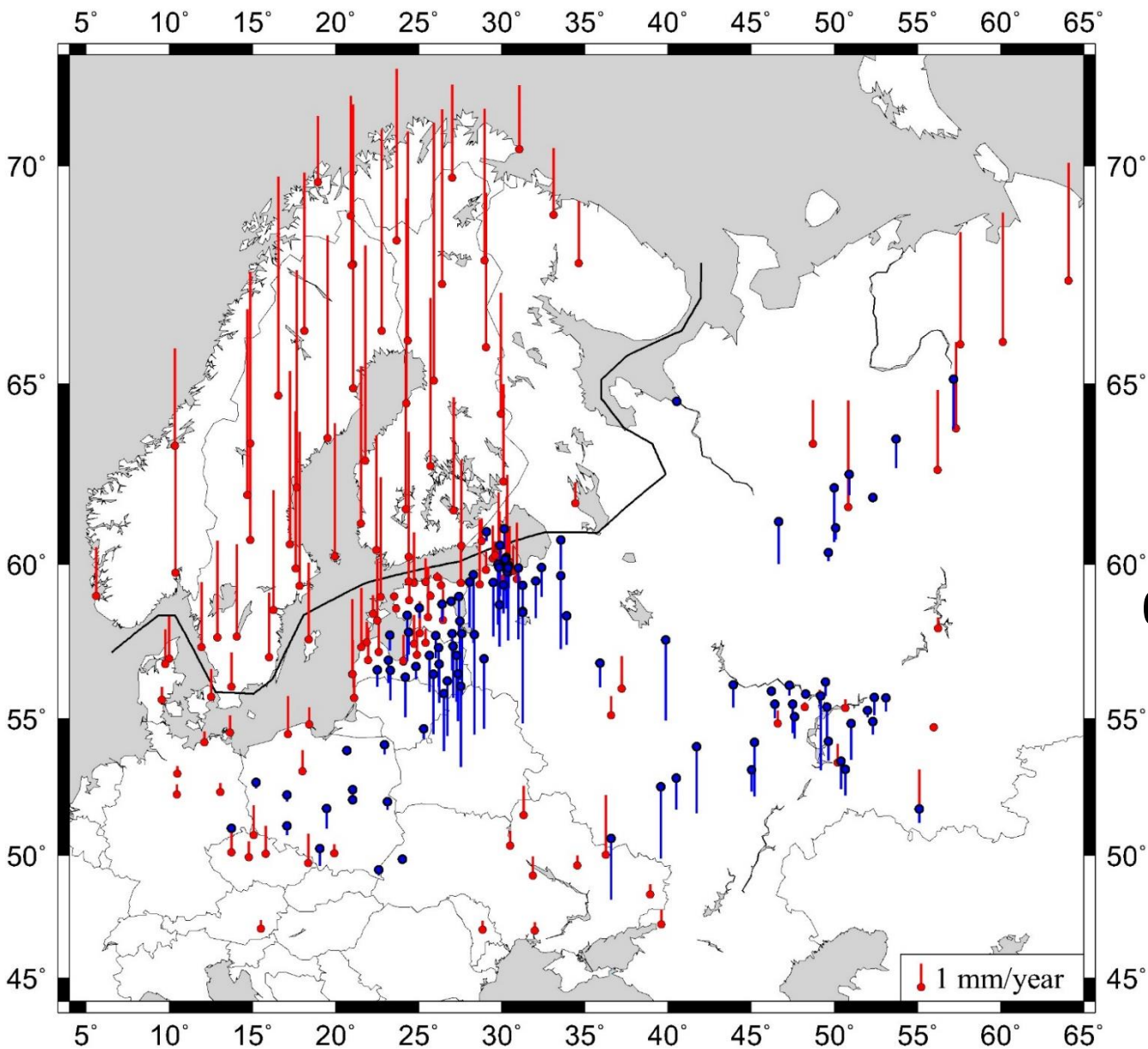
**Всего поддерживается обработка более 300 станций
286 (133 на территории РФ) с продолжительностью более 2 лет**



**Ошибки
горизонтальных
скоростей
0.04мм/год $T > 10$
0.5мм/год < 3 лет**

**Остаточные скорости станций после снятия общего вращения ЕА плиты и
учёта ПЛП использованы для изучения геодинамики ВЕП.**

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СКОРОСТИ СТАНЦИЙ

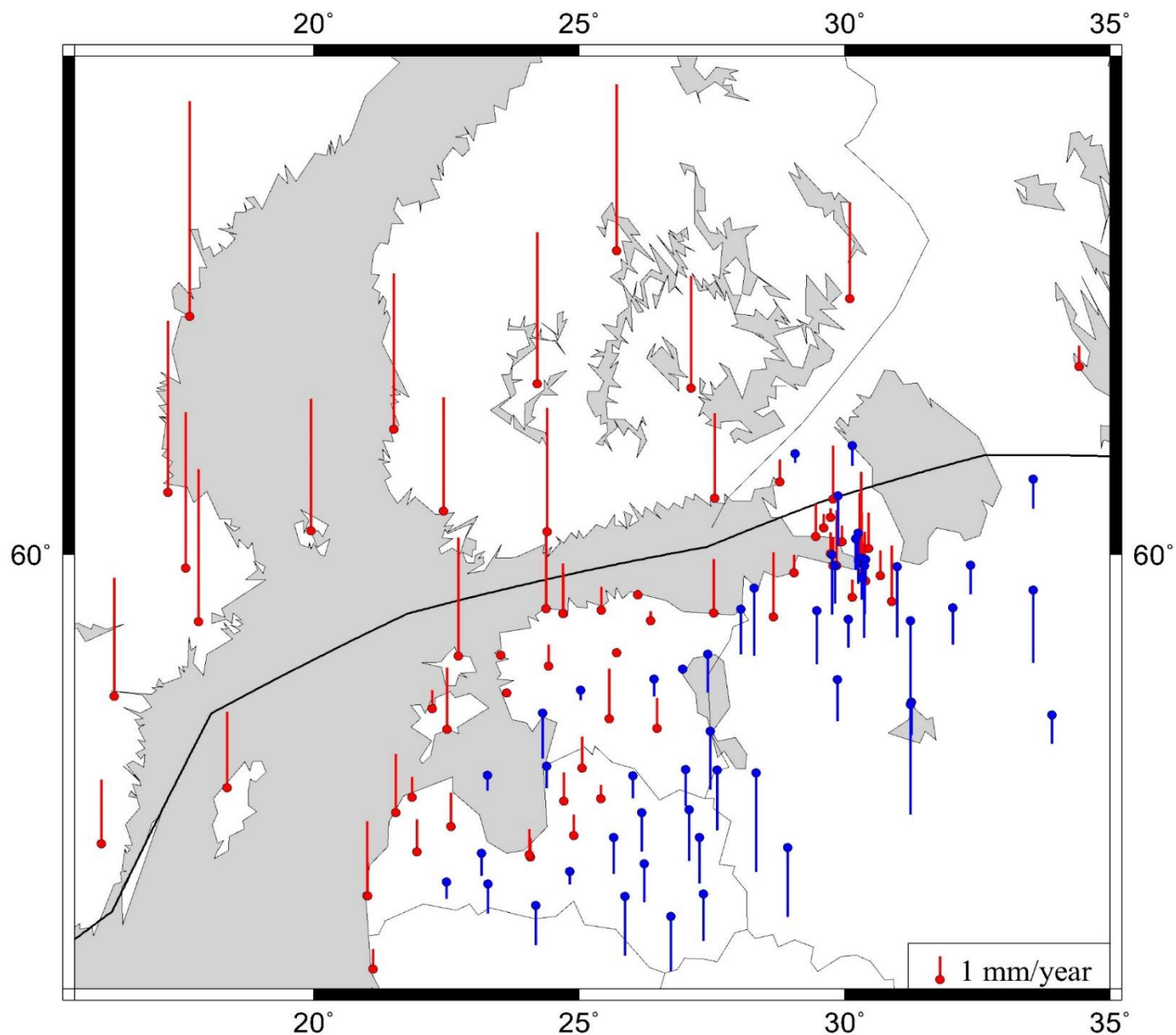


**Ошибки
вертикальных
скоростей**

0.18 мм/год $T > 10$

1.1 мм/год < 3 лет

Зона сопряжения БЦ и РП в районе Финского залива



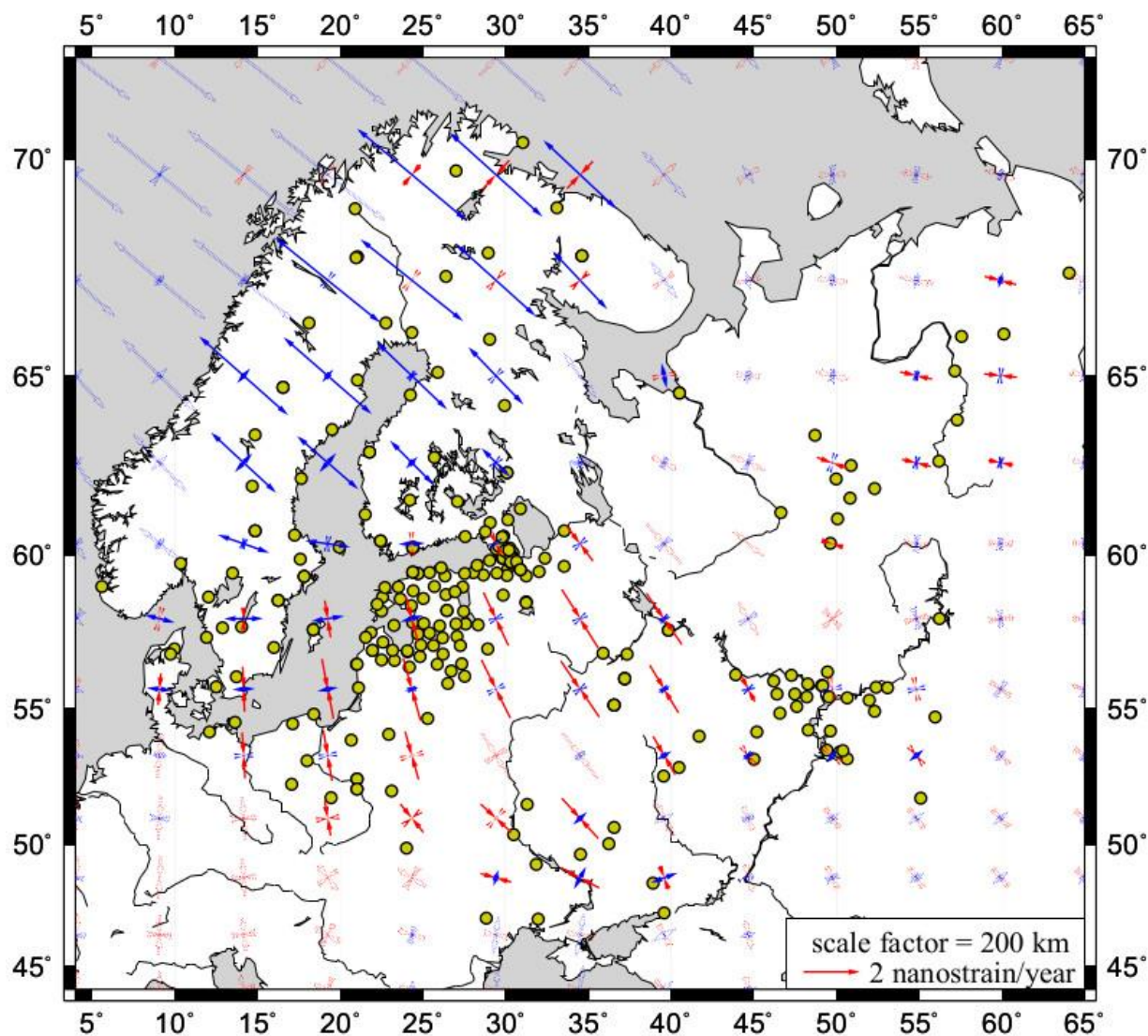
Совместное движение набора из N ГНСС-станций можно представить: $V = \Omega \times r$, где V – матрица скоростей станций,
 r – вектор-столбец координат станций,
 Ω – вектор-столбец искомых угловых скоростей.

	Ω_x	Ω_y	Ω_z мсд/год
БЩ (60 ГНСС-станции)	$-0.093 \pm .004$	$-0.512 \pm .002$	$0.763 \pm .009$
РП (190)	$-0.081 \pm .005$	$-0.515 \pm .005$	$0.751 \pm .011$
МНК (250)	$-0.083 \pm .007$	$-0.507 \pm .004$	$0.775 \pm .016$
Медианная оценка:	$-0.083 \pm .005$	$-0.514 \pm .003$	$0.748 \pm .009$
ITRF2014 (97 станций EA плиты)	$-0.085 \pm .004$	$-0.531 \pm .002$	$0.770 \pm .005$
ITRF2008 (69 станций EA плиты)	$-0.083 \pm .008$	$-0.534 \pm .007$	$0.750 \pm .008$
ITRF2000 (41 станция EA плиты)	$-0.081 \pm .021$	$-0.489 \pm .008$	$0.792 \pm .026$

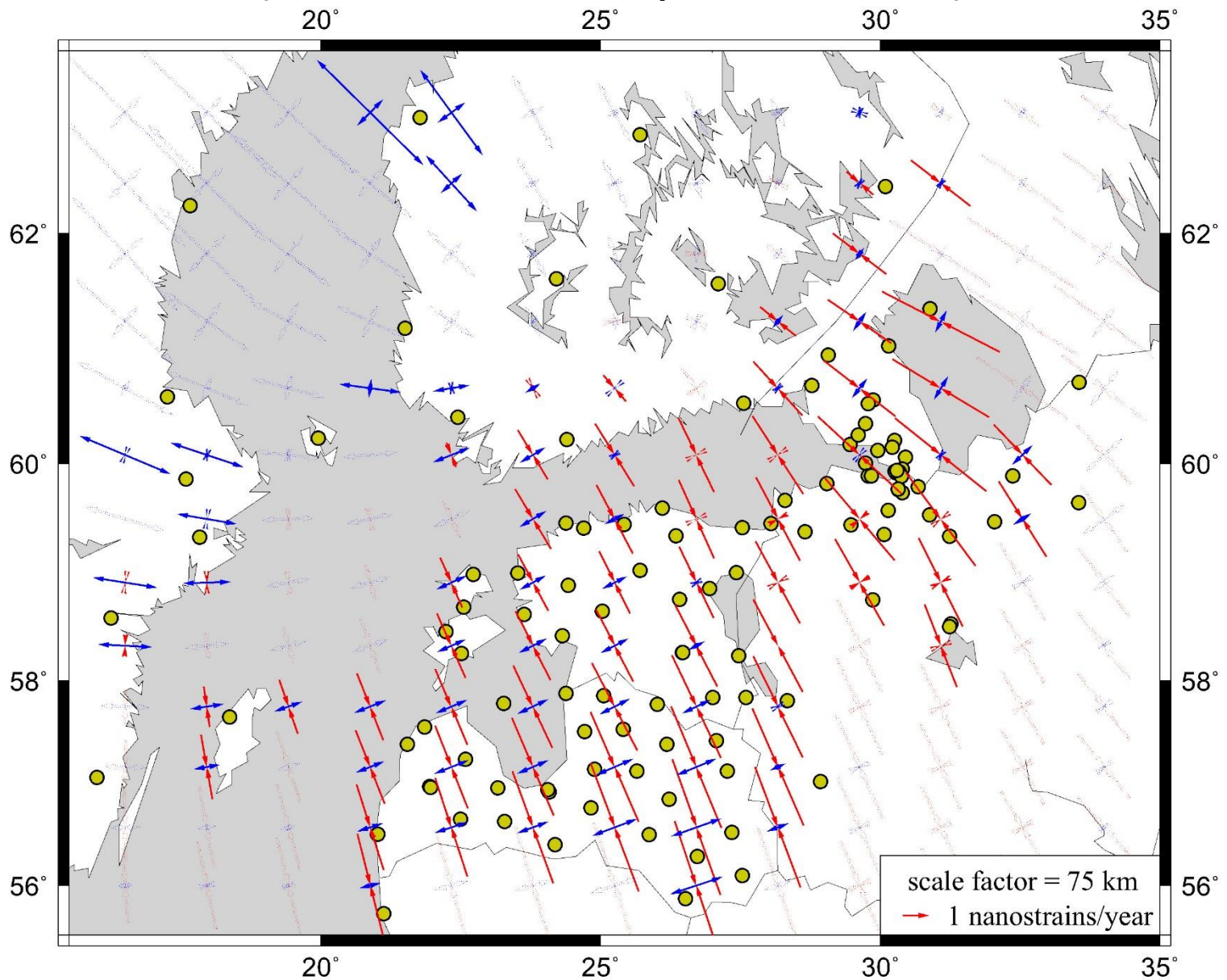
Полюс Эйлера			
	Lat	Long	Ω (°/Ma)
БЩ	$55.70 \pm .17$	$-100.30 \pm .85$	$0.257 \pm .002$
РП	$55.23 \pm .23$	-98.94 ± 1.05	$0.254 \pm .003$
ITRF2014			$0.261 \pm .001$
			$\Delta\Omega$ (БЩ-РП)
			$0.003 \pm .003_4$

ПОЛЕ ДЕФОРМАЦИЙ ВЕП

Имея поле скоростей в точках расположения станций можно вычислить поле деформаций ($\Delta L/L$) на заданной регулярной сетке



ПОЛЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗОНЫ СОПРЯЖЕНИЯ БЩ и РП ($\Delta L/L \approx 3$ нанострейна в год)



Выводы

- Для эффективных геодинамических исследований на территории России необходима сводная база данных скоростей станций всех ГНСС-сетей РФ.
Ещё лучше – хорошо распределённая ГНСС-сеть.
- В ГАО РАН поддерживается и расширяется общедоступная однородная по методу обработки база скоростей станций для территории ВЕП.
- Имеется общая структурная особенность кинематики ГНСС-станций ВЕП, характеризуемая сжатием центральных областей с СВ и СЗ направлений.
- Пограничная область Балтийского щита и Русской плиты характеризуется небольшим сжатием в направлении с северо-запада на юго-восток. Взаимного вращения БЩ и РП на имеющемся наблюдательном материале не обнаружено.

СПАСИБО
за внимание

История исследований

выводы основаны на выборке из 7 ГНСС-станций.



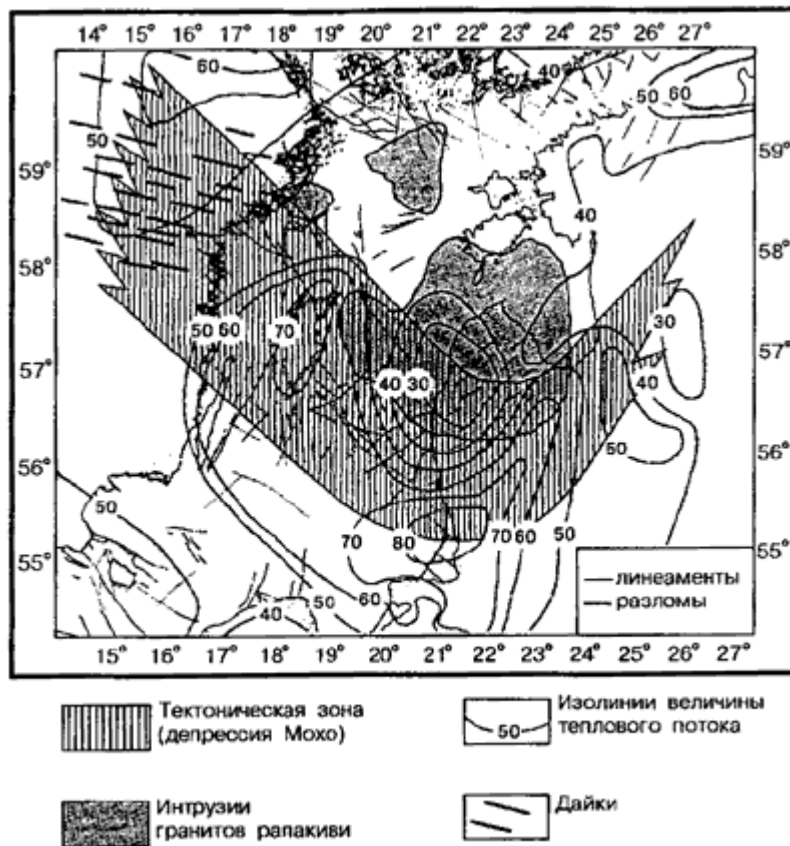


Рис.7. Местоположение новой тектонической зоны под центром Балтики, тепловой поток и локальные геологические структуры

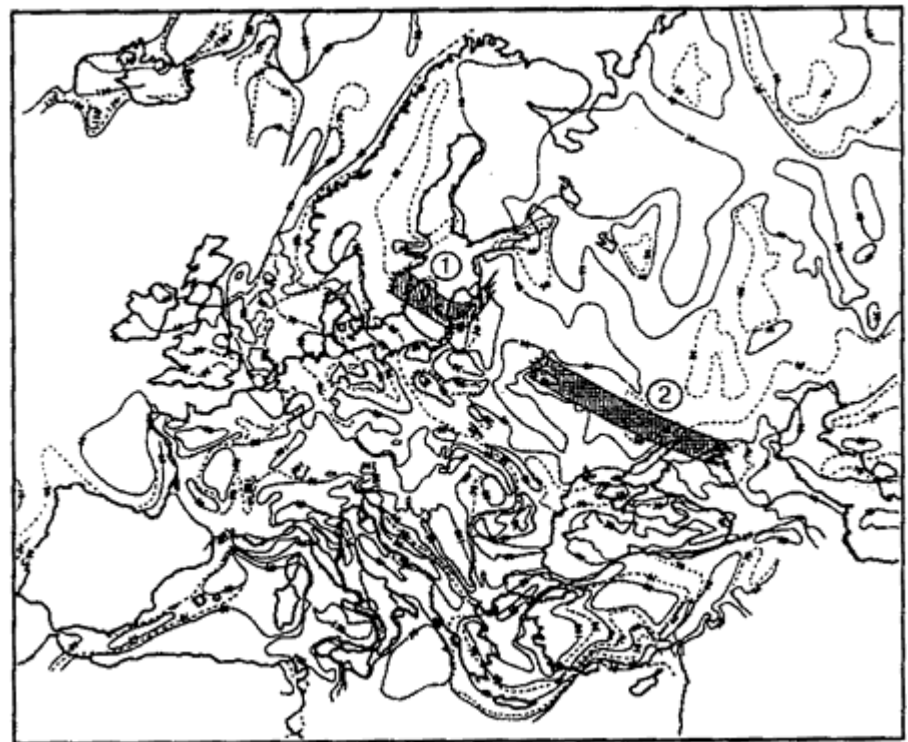


Рис.8. Местоположение новой тектонической зоны (1) и Днепровско-Донецкого палеорифта (2) вместе с изолиниями теплового потока

Ostrovsky A. A., Flueh E.R., Luosto U.

Deep seismic structure of the earth's crust along the Baltic sea profile
 //Tectonophysics. 1994. V. 233. P. 279-292.

