

Оперативная оценка сейсмических деформаций по данным ГНСС с высокой частотой регистрации

И.А. Сдельникова¹, Г.М. Стеблов^{2,3}

¹*ФИЦ Единая геофизическая служба РАН, г. Обнинск*

²*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва*

³*Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, г. Москва*

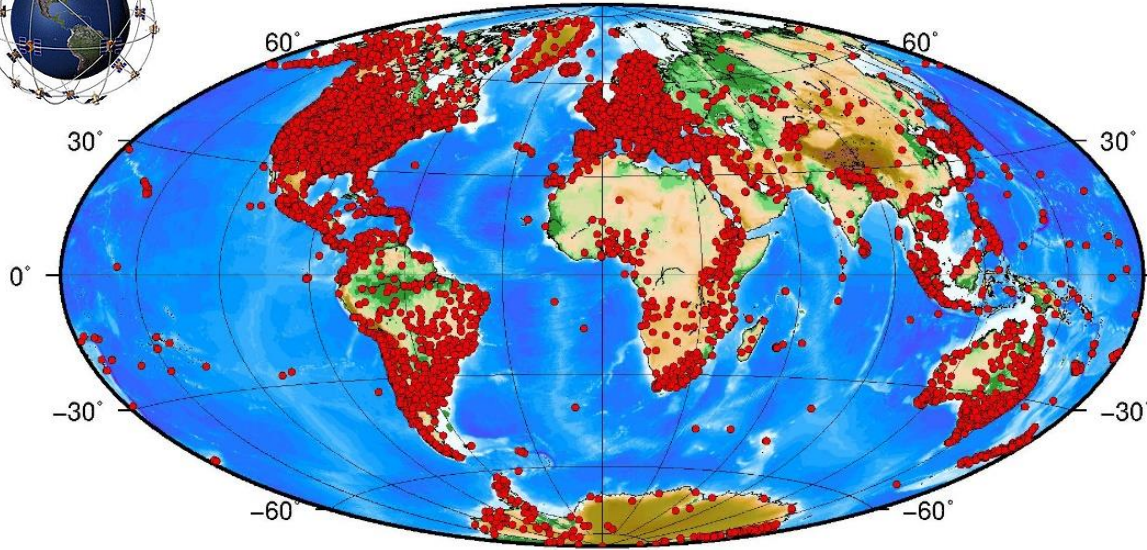
Москва, 2022



Глобальные Навигационные Спутниковые Системы (ГНСС)



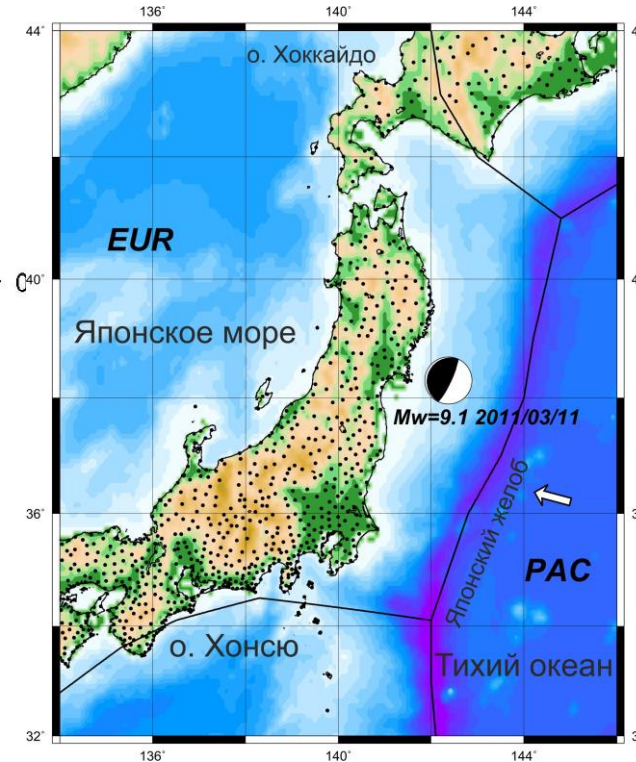
Мировая сеть станций ГНСС



Преимущества методов ГНСС:

- ✓ Высокая точность измерений
- ✓ Слабая зависимость точности измерения от расстояния
- ✓ Всепогодность
- ✓ Возможность организации автономных наблюдений

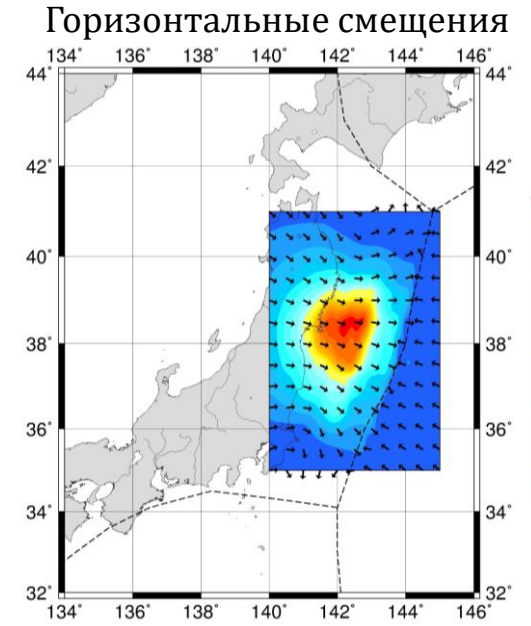
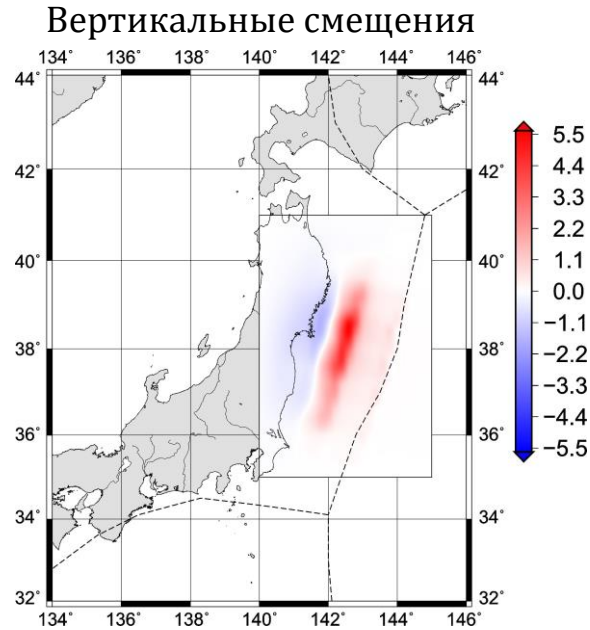
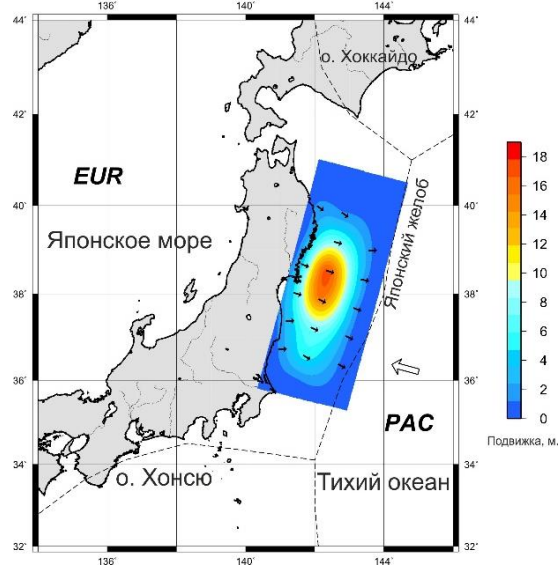
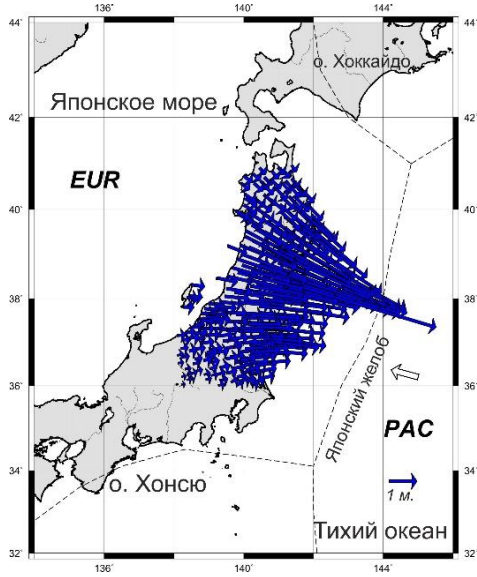
Японская сеть станций ГНСС





Сейсмические деформации по данным ГНСС

Землетрясение Тохоку 2011.03.11

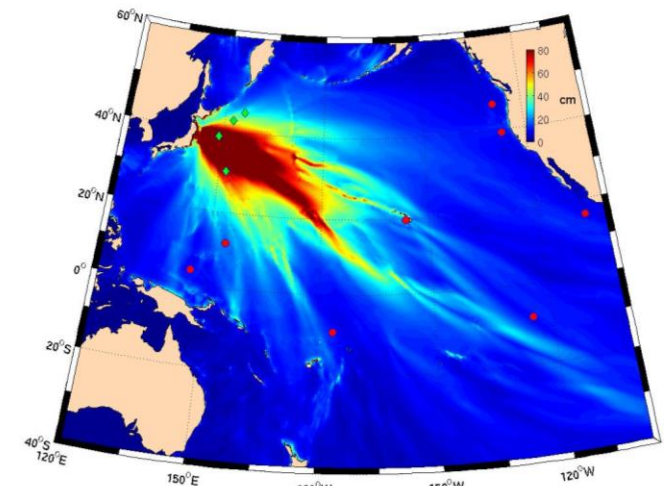
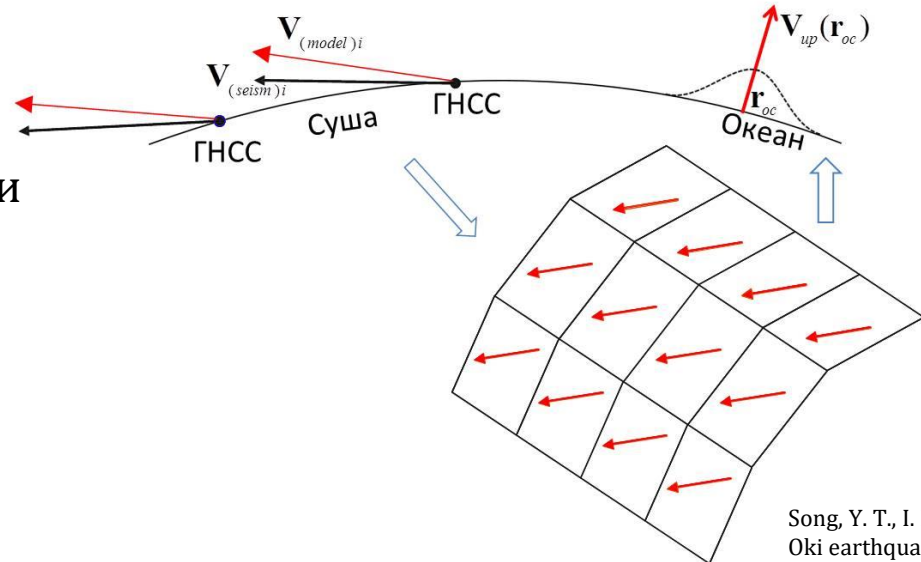


Комплексный подход:

1. Априорные исследования
2. Оперативный прогноз опасности цунами

Ключевые вопросы:

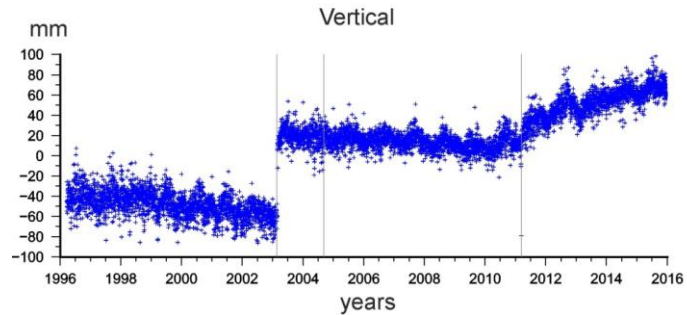
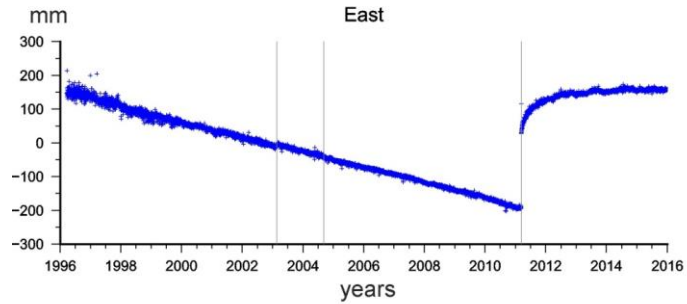
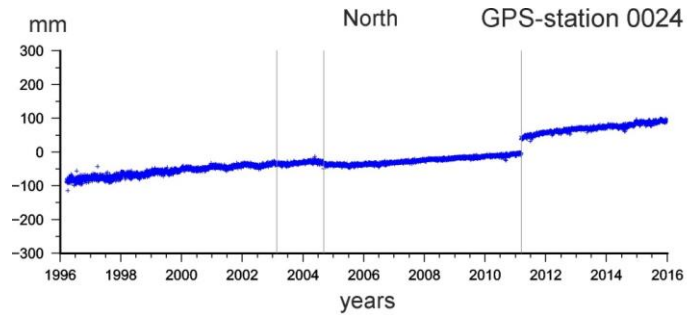
1. Оперативность
2. Точность





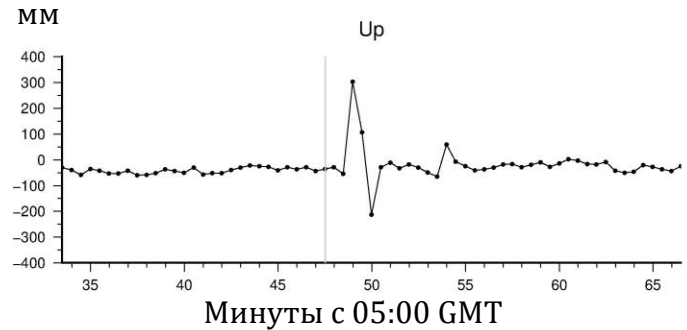
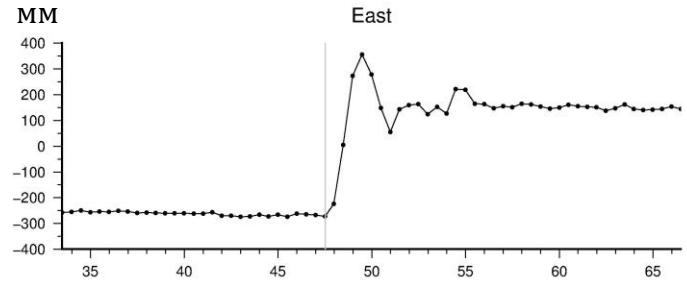
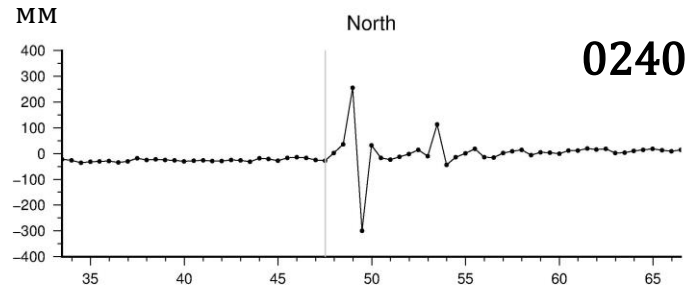
Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

Ежесуточные оценки



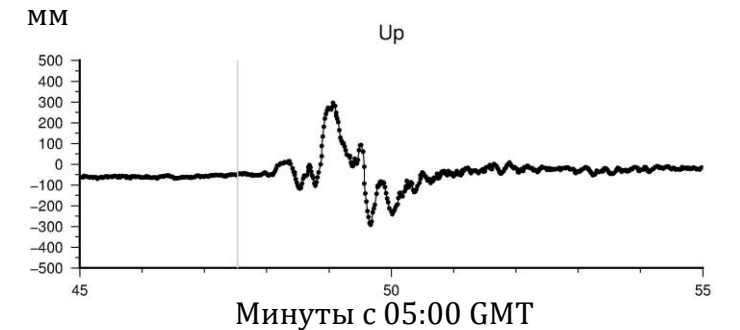
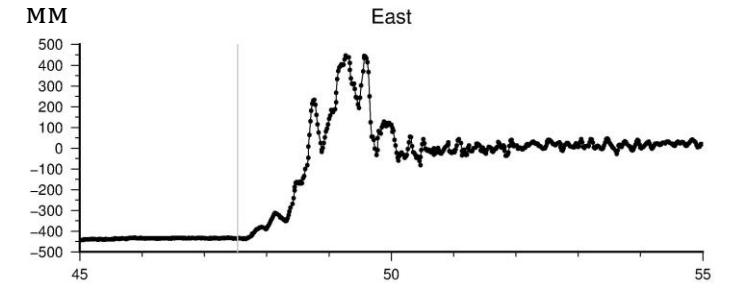
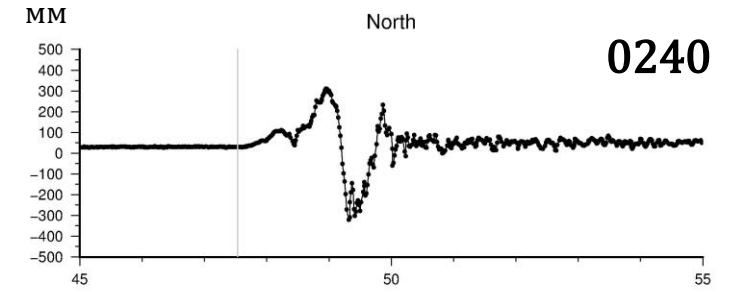
Статический режим:
более точный.

Частота регистрации: 30 секунд



Кинематический режим:
позволяет получать оценки положения станций в режиме реального времени.

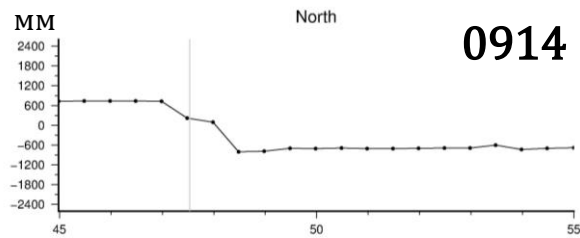
Частота регистрации: 1 секунда



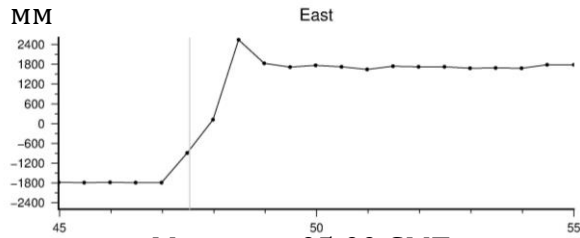


Временные ряды ГНСС станций Японской сети

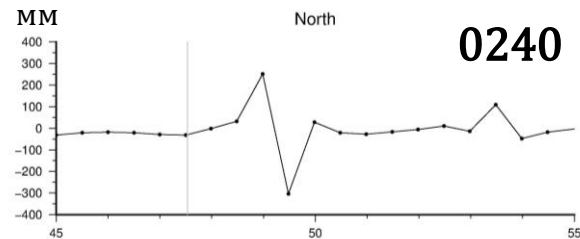
Частота регистрации: 30 секунд



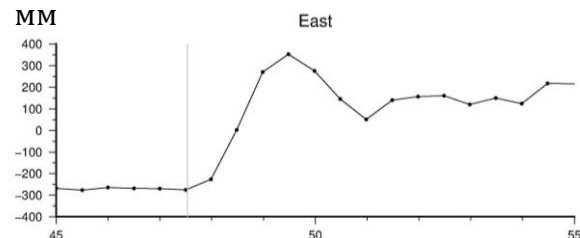
0914



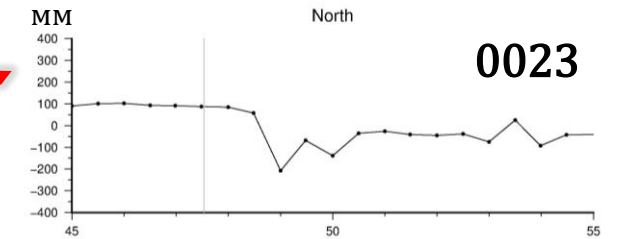
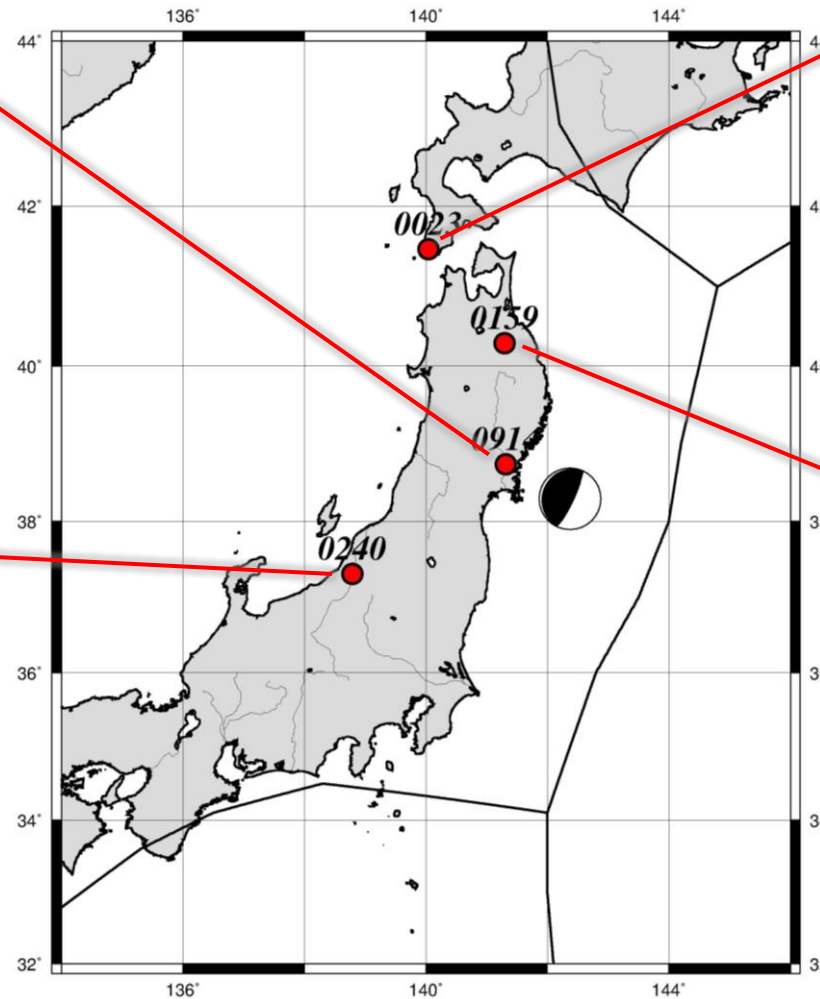
Минуты с 05:00 GMT



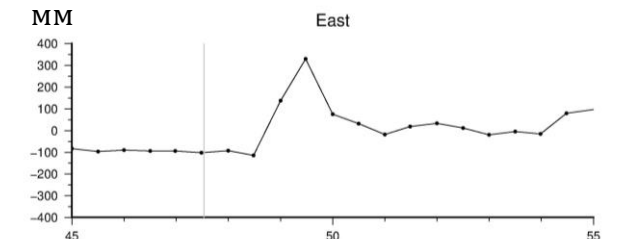
0240



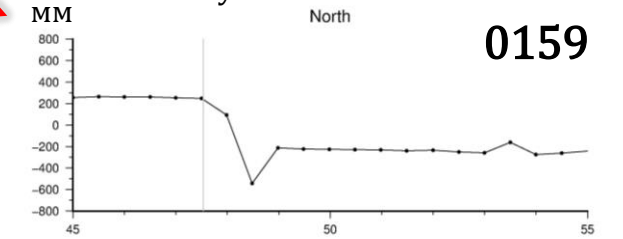
Минуты с 05:00 GMT



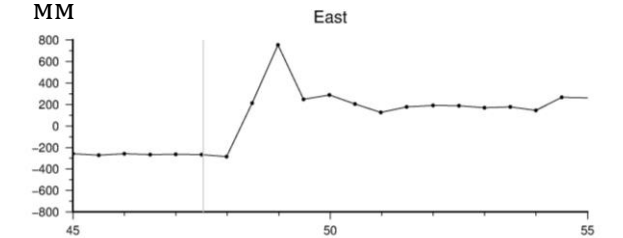
0023



Минуты с 05:00 GMT



0159

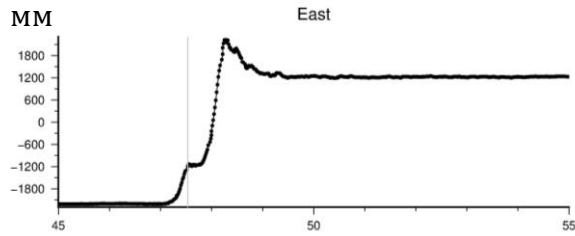
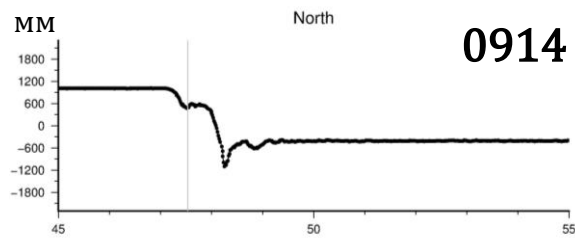


Минуты с 05:00 GMT

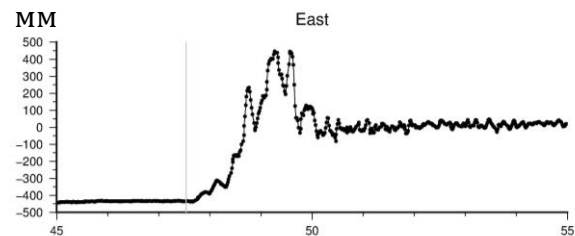
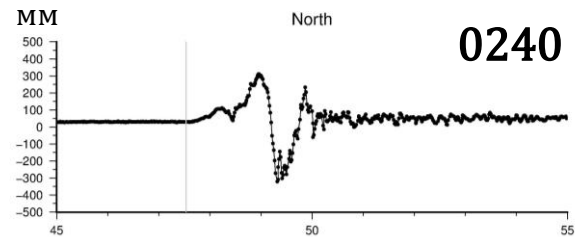


Временные ряды ГНСС станций Японской сети

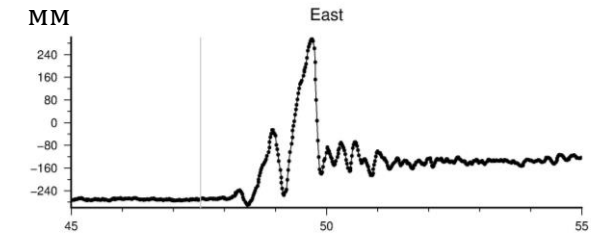
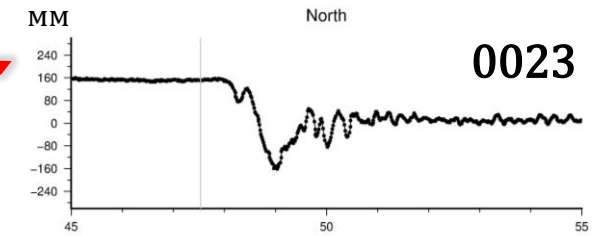
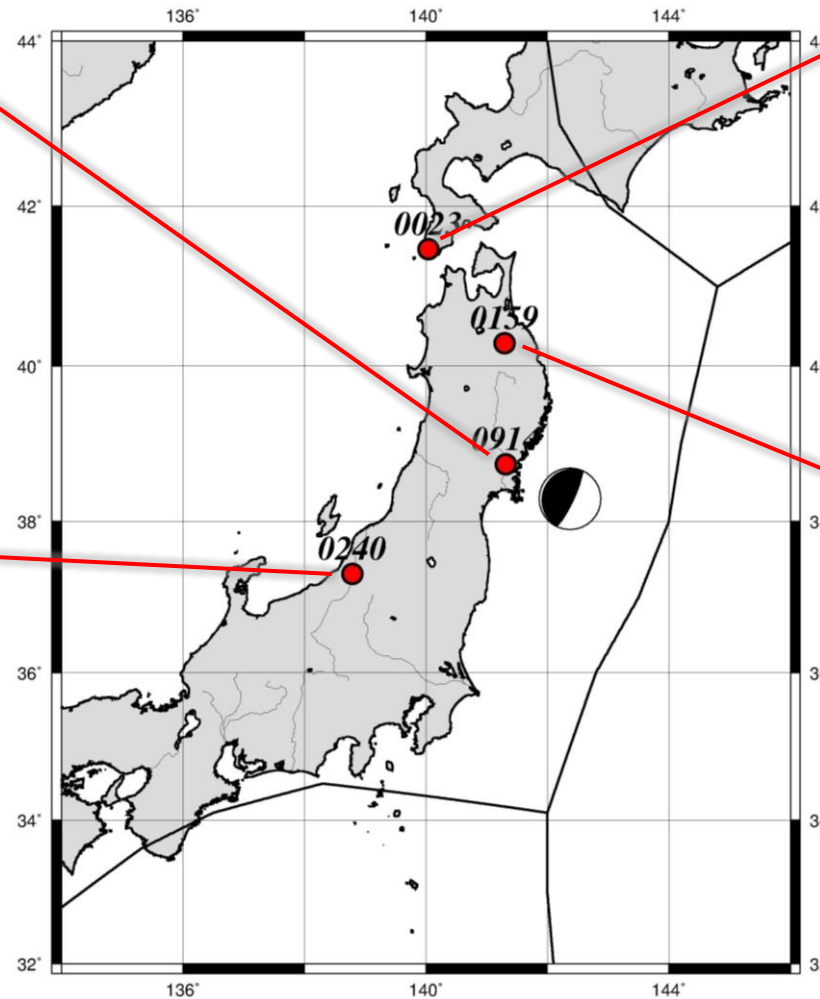
Частота регистрации: 1 секунда



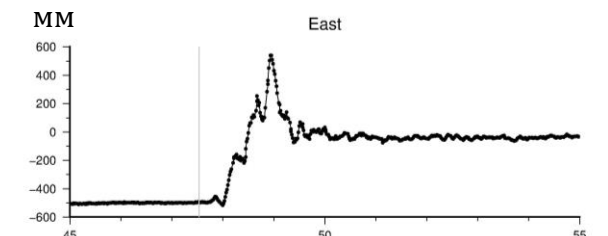
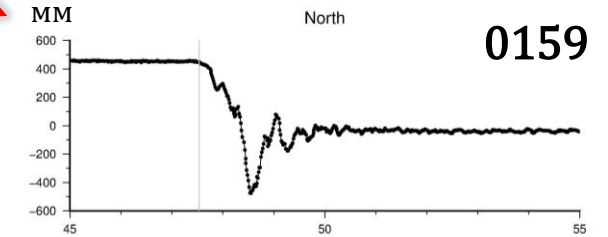
Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT



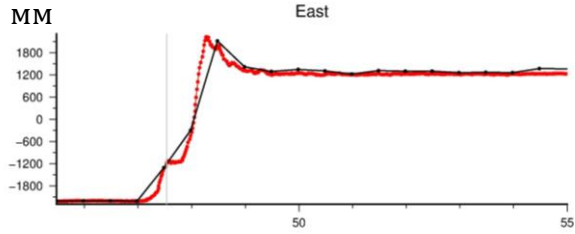
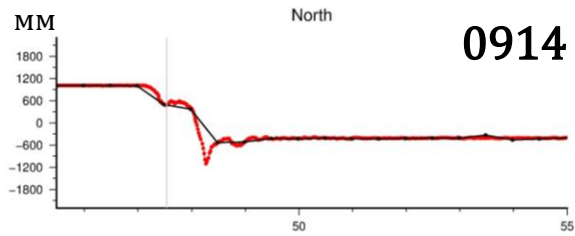
Минуты с 05:00 GMT



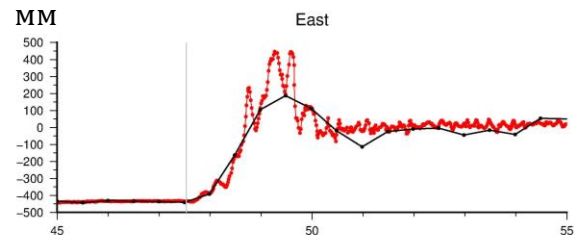
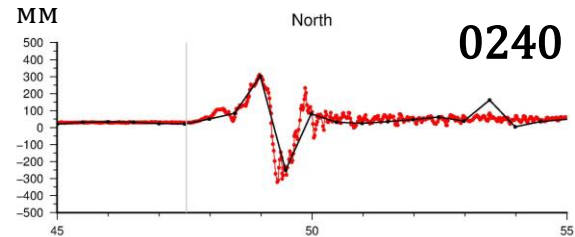
Минуты с 05:00 GMT



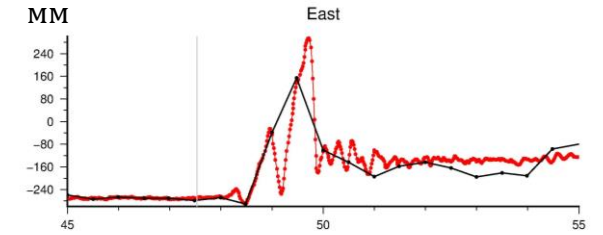
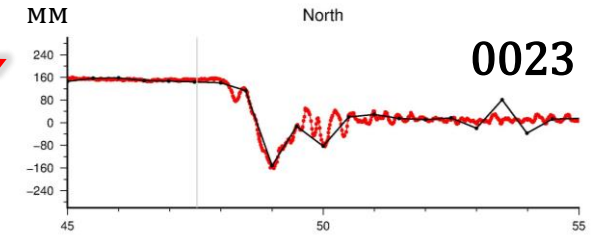
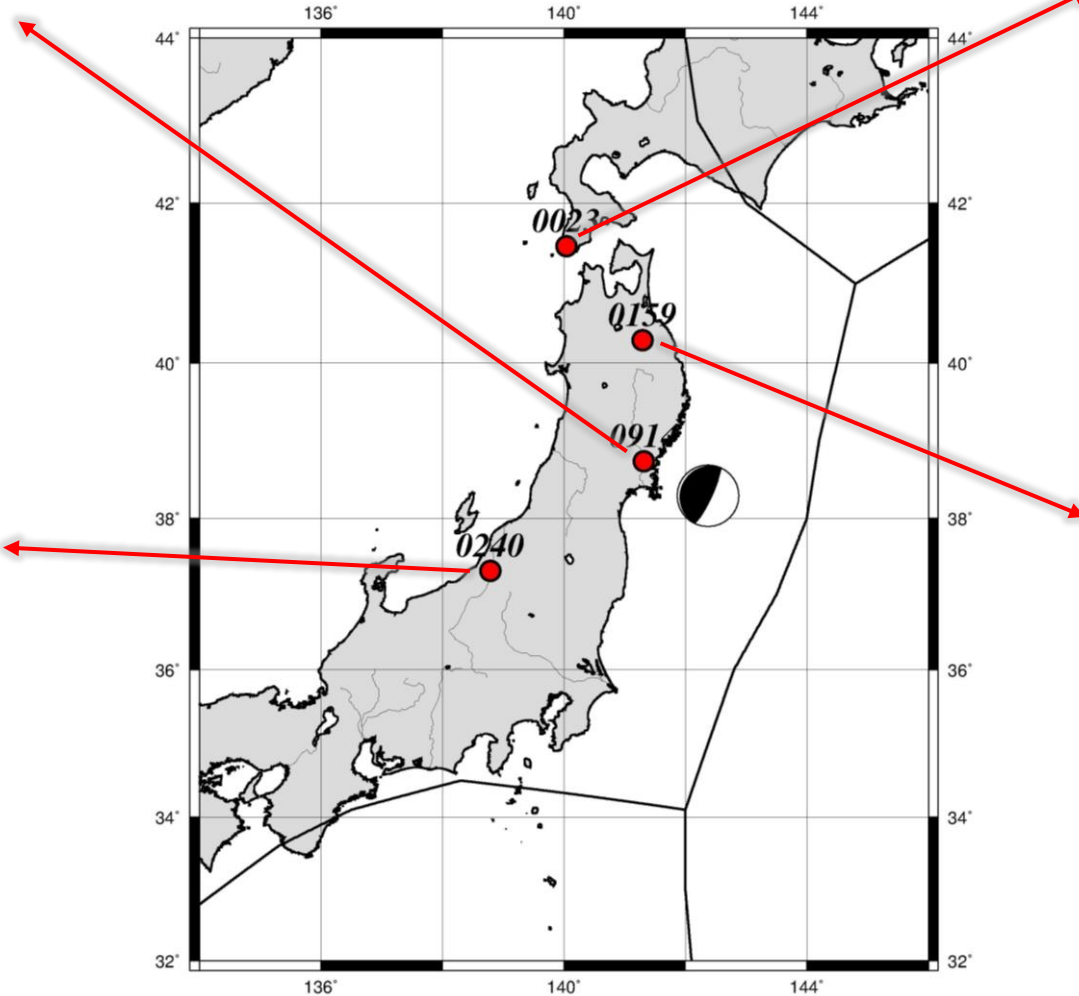
Временные ряды ГНСС станций Японской сети



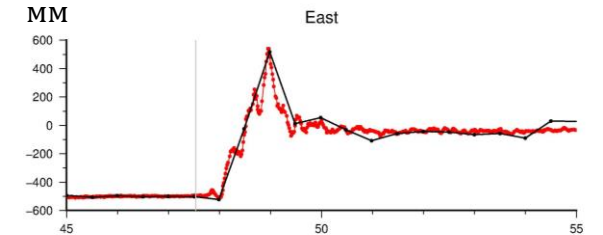
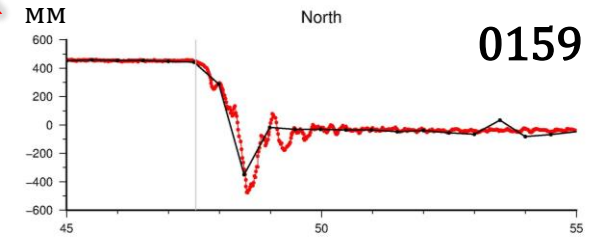
Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT

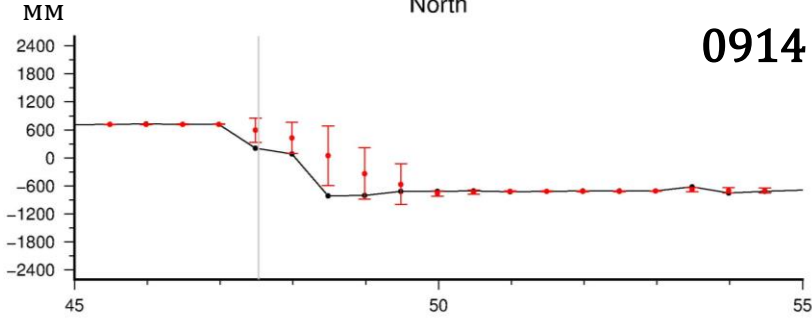


Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

2-минутное скользящее окно

North

0914

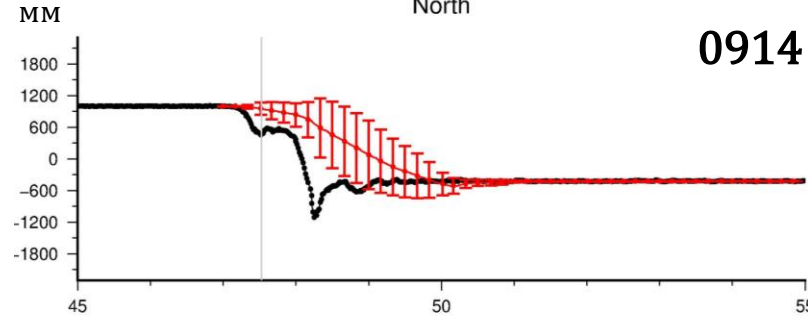


Минуты с 05:00 GMT

2-минутное скользящее окно

North

0914

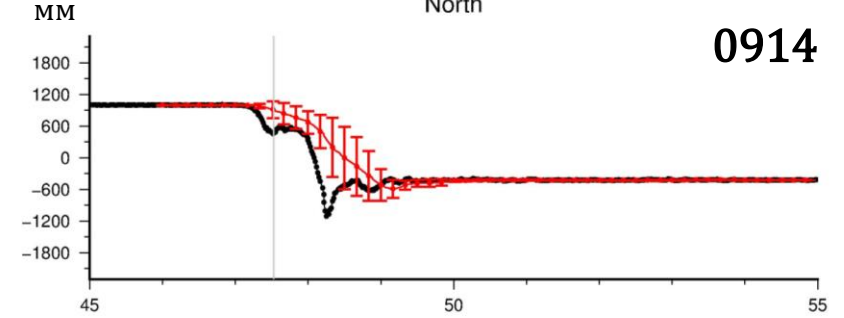


Минуты с 05:00 GMT

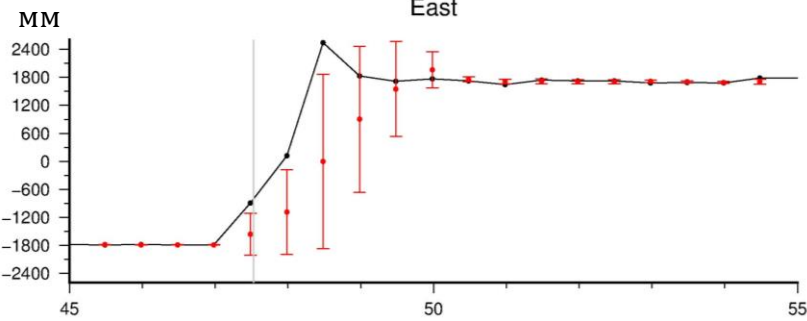
1-минутное скользящее окно

North

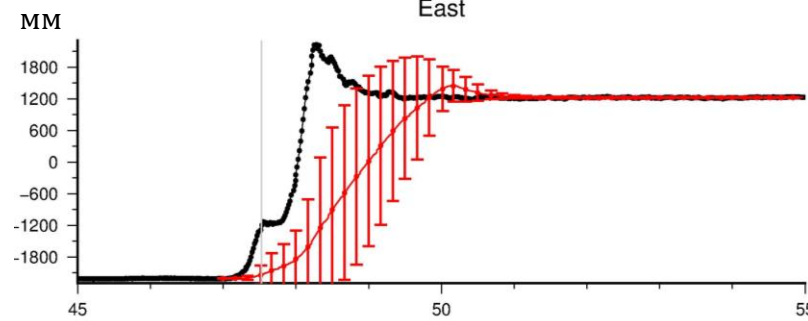
0914



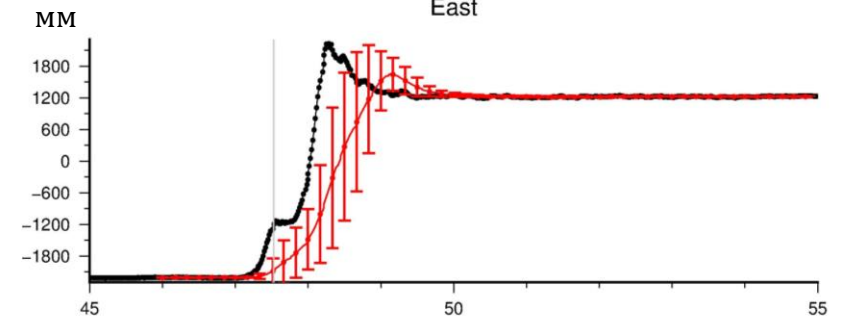
Минуты с 05:00 GMT



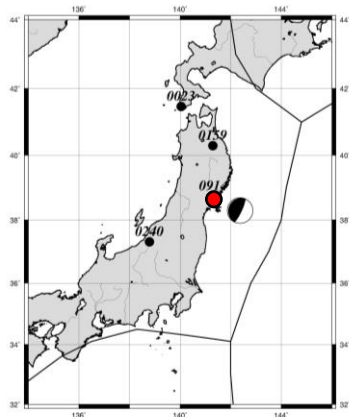
East



East



East



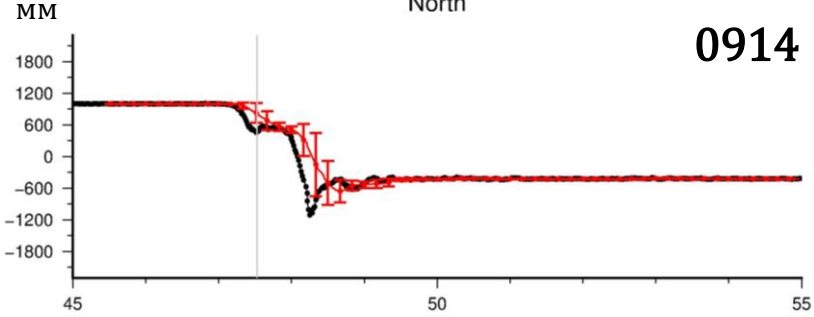


Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

30-секундное скользящее окно

North

0914

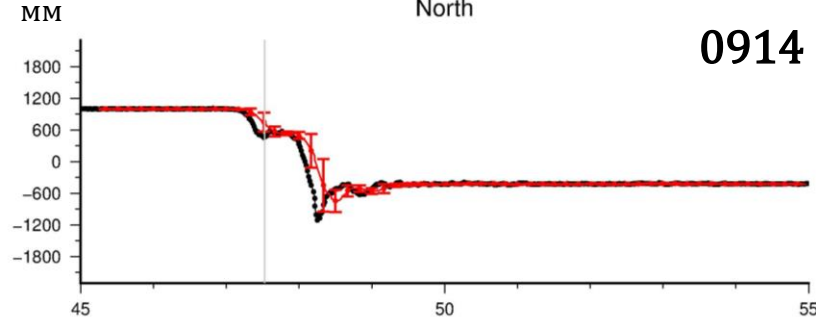


Минуты с 05:00 GMT

20-секундное скользящее окно

North

0914

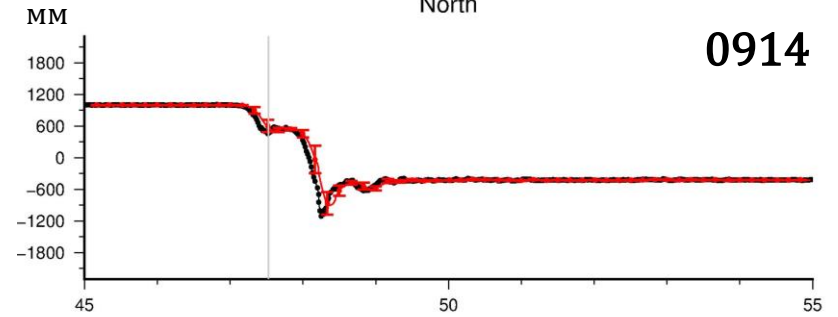


Минуты с 05:00 GMT

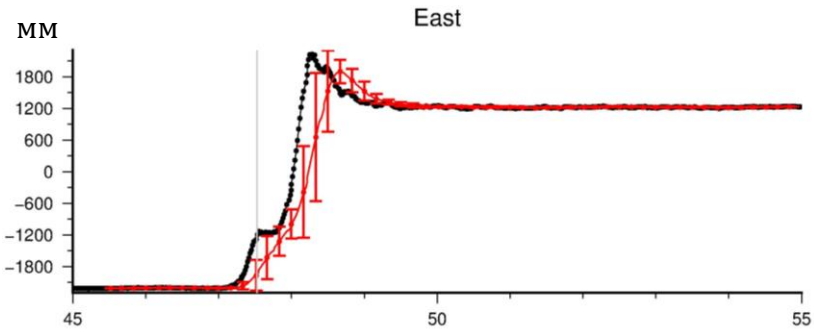
10-секундное скользящее окно

North

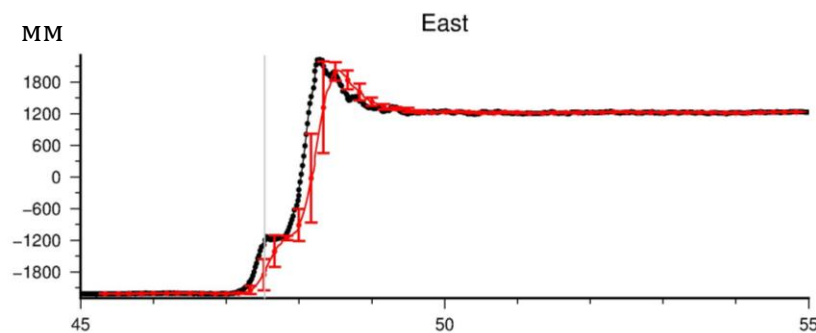
0914



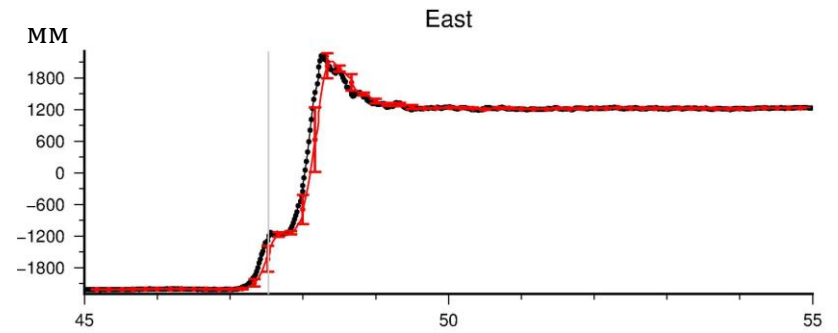
Минуты с 05:00 GMT



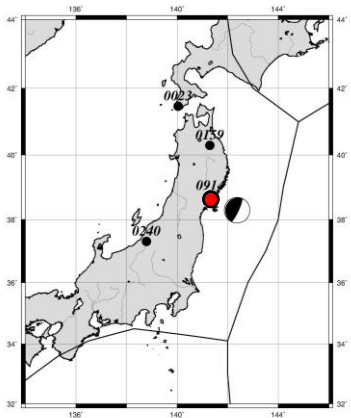
East



East



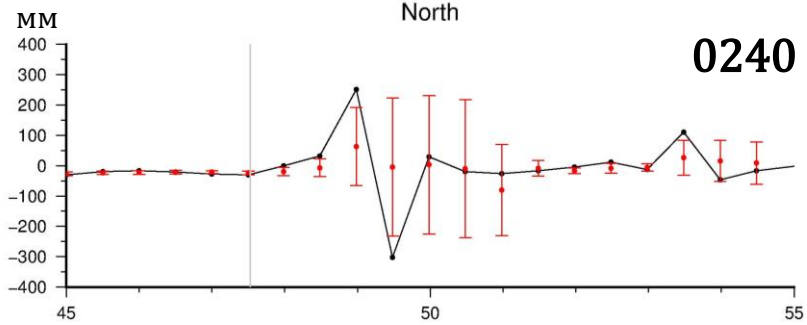
East



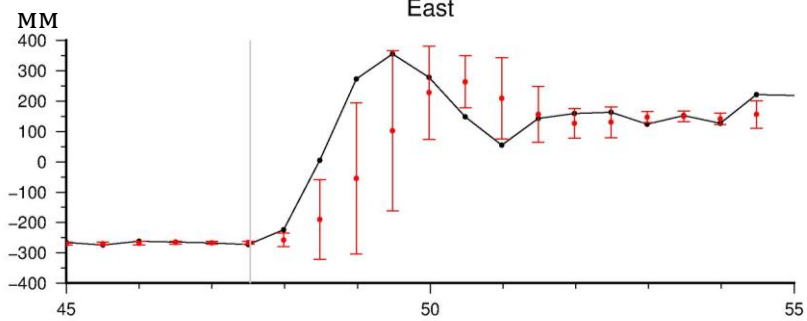


Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

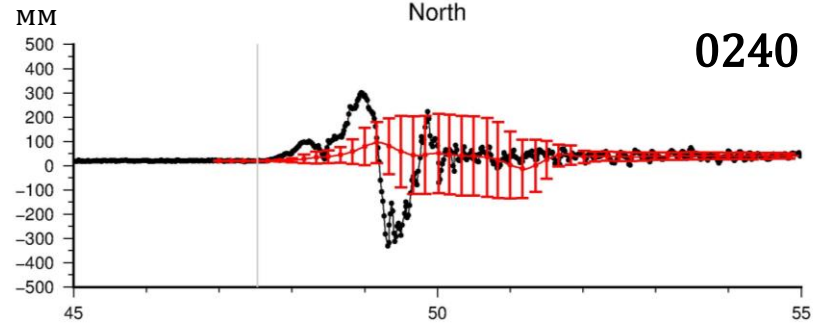
2-минутное скользящее окно



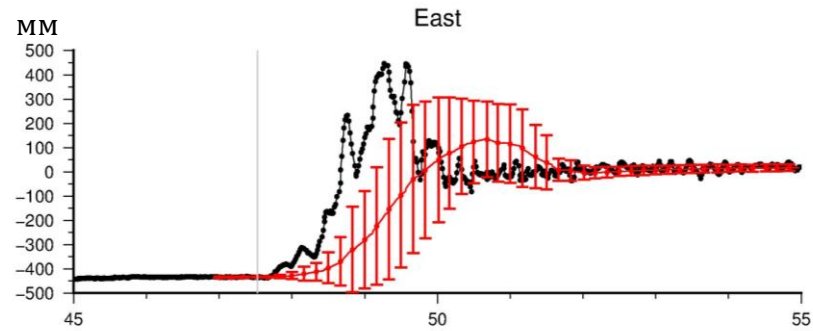
Минуты с 05:00 GMT



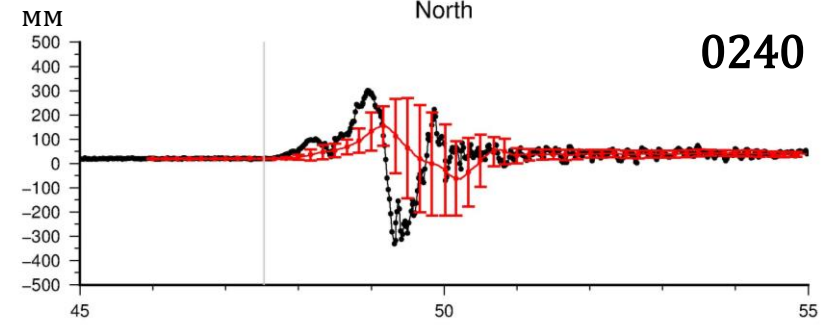
2-минутное скользящее окно



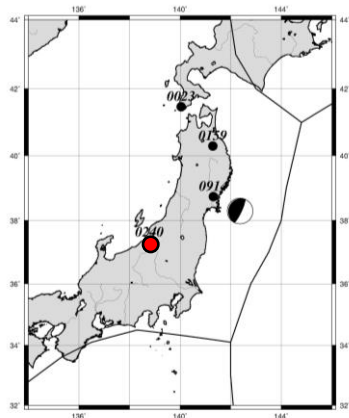
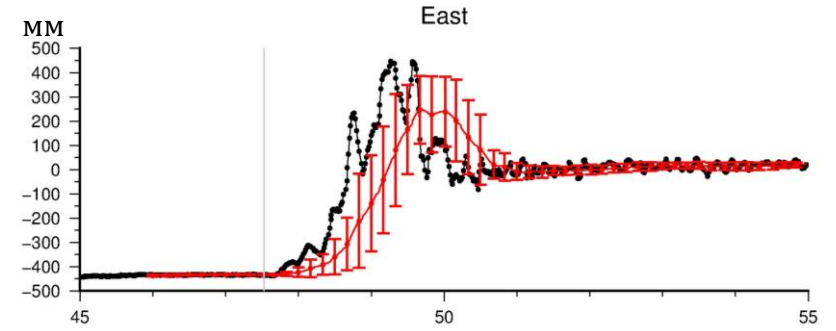
Минуты с 05:00 GMT



1-минутное скользящее окно



Минуты с 05:00 GMT



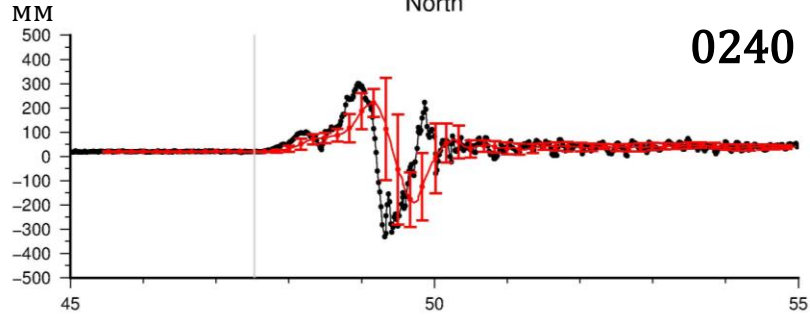


Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

30-секундное скользящее окно

North

0240

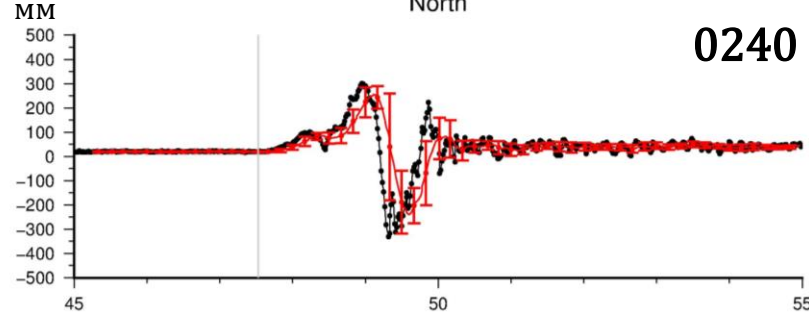


Минуты с 05:00 GMT

20-секундное скользящее окно

North

0240

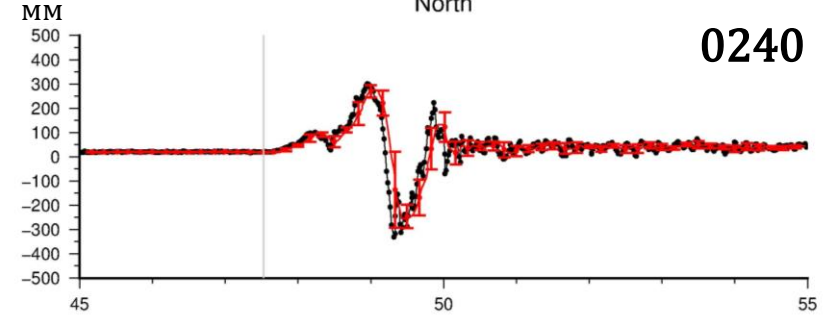


Минуты с 05:00 GMT

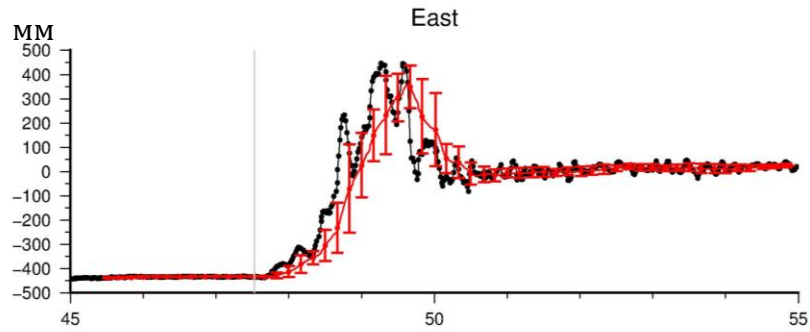
10-секундное скользящее окно

North

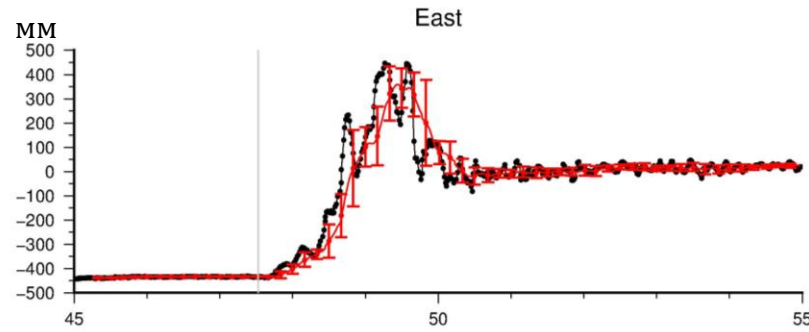
0240



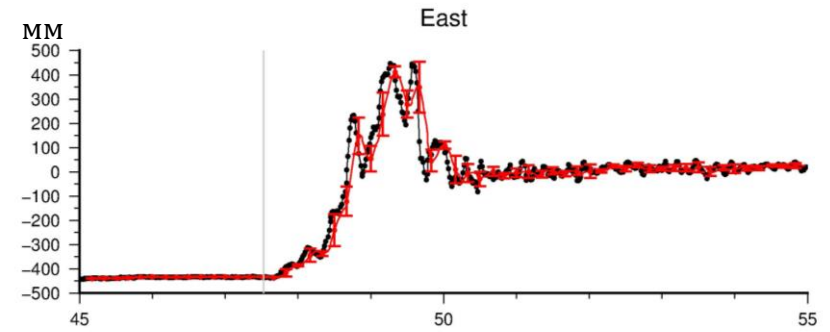
Минуты с 05:00 GMT



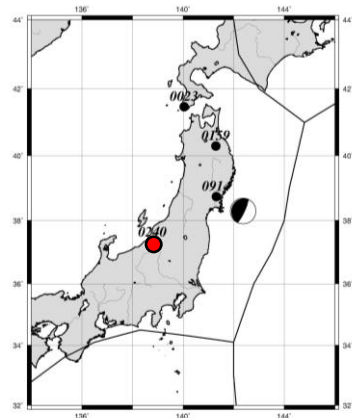
East



East



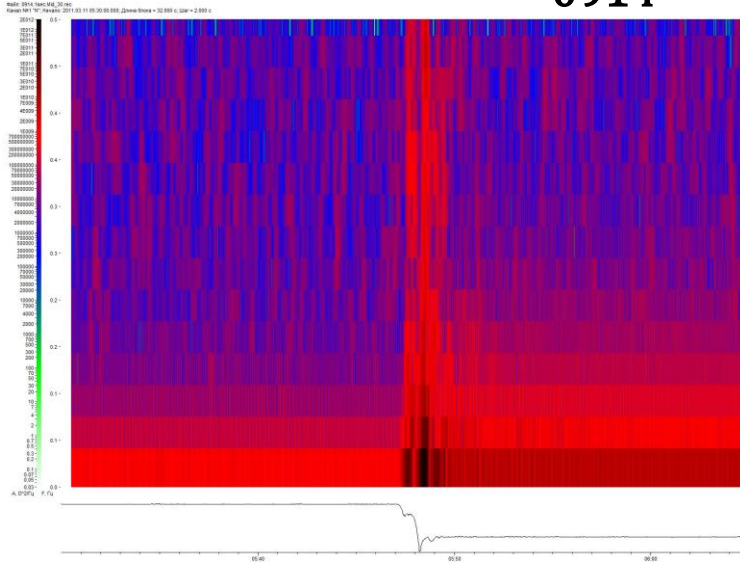
East



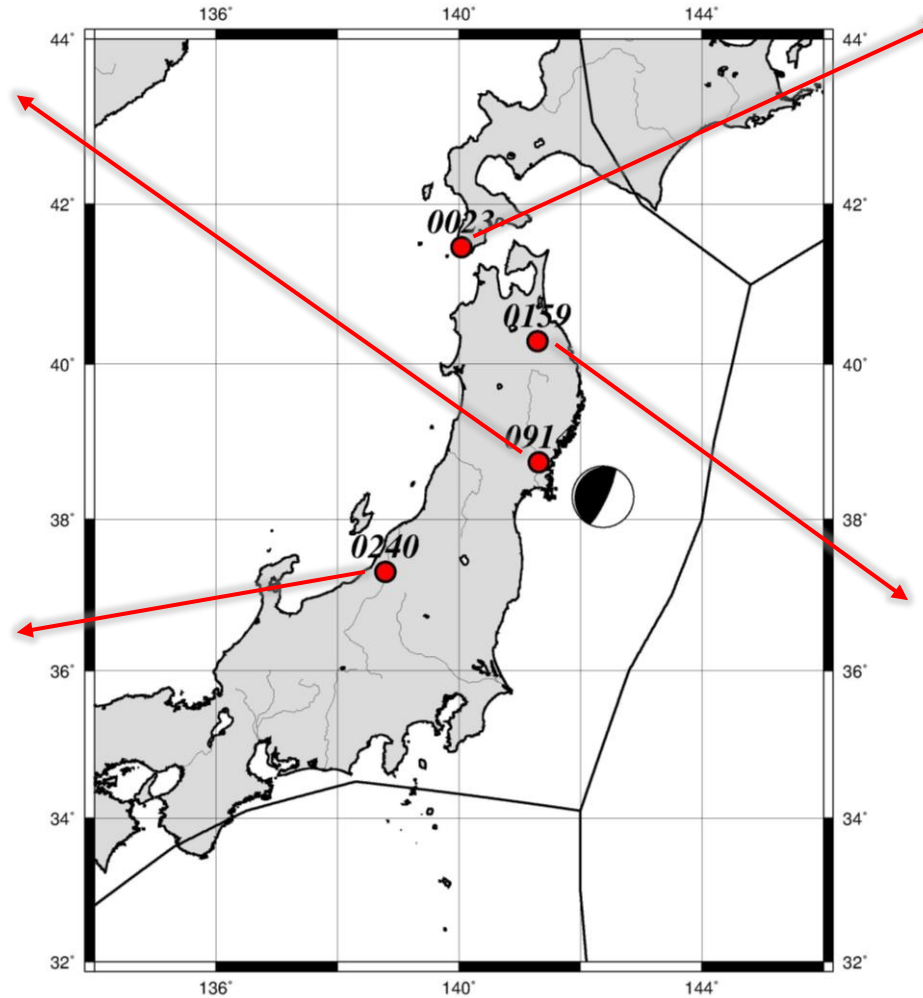
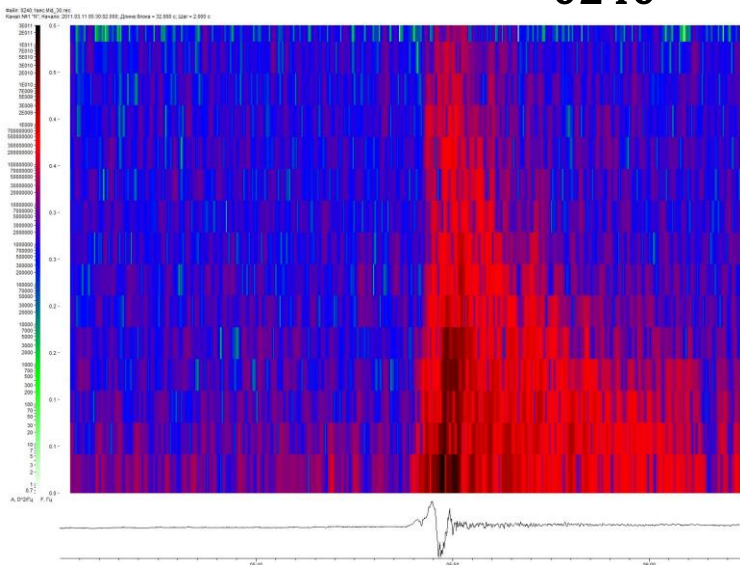


Спектрограмма временного ряда ГНСС станций N компонента

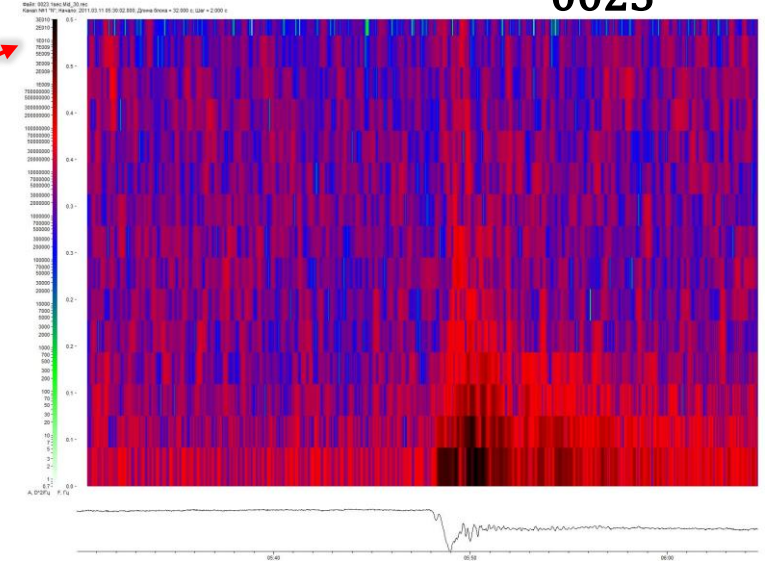
0914



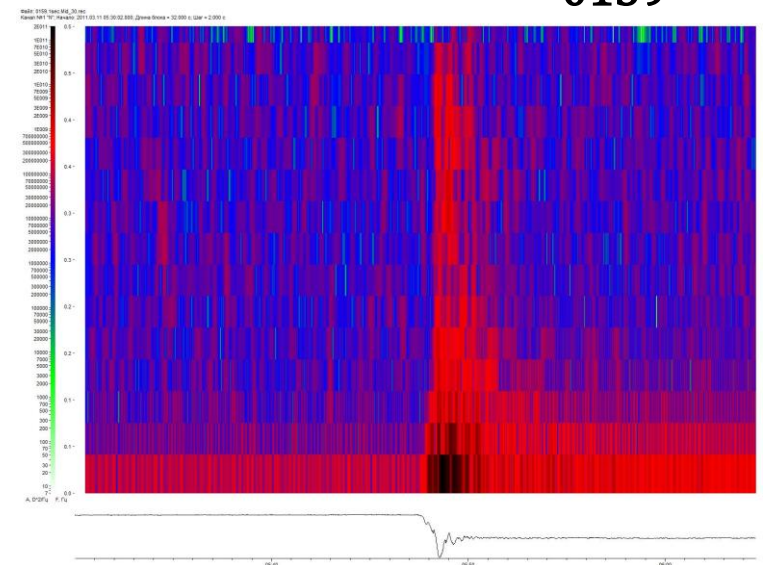
0240



0023



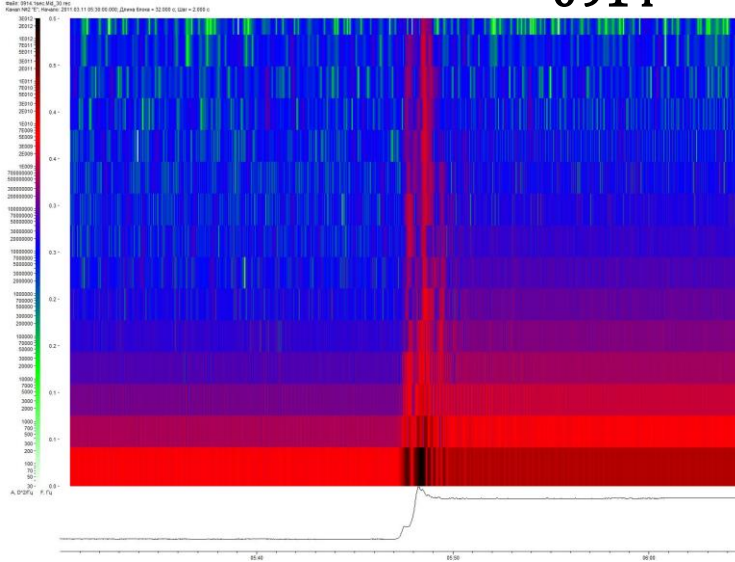
0159



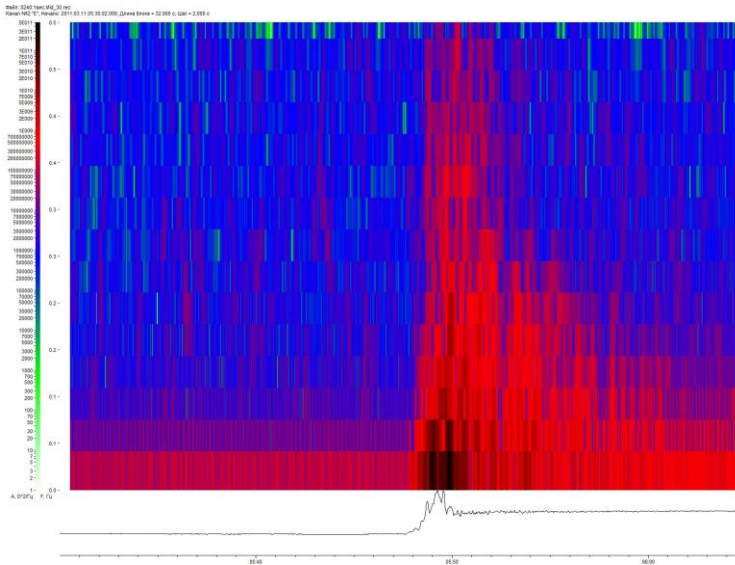


Спектрограмма временного ряда ГНСС станций Е компонента

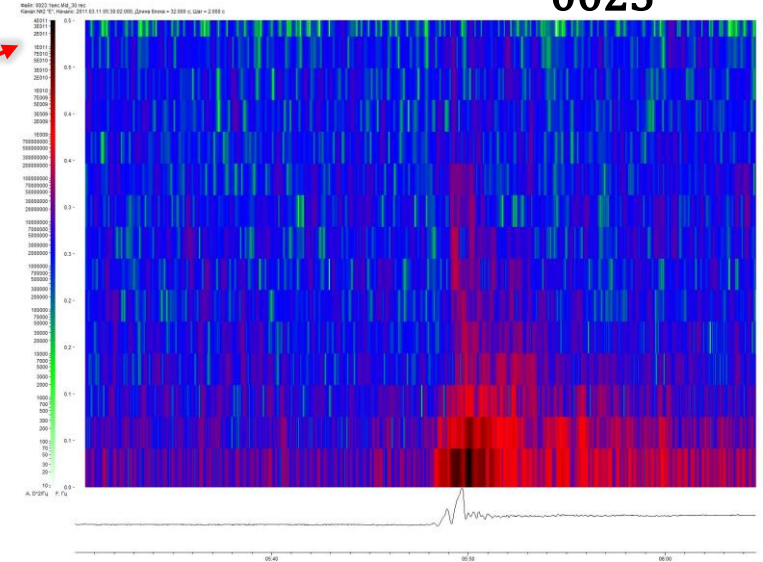
0914



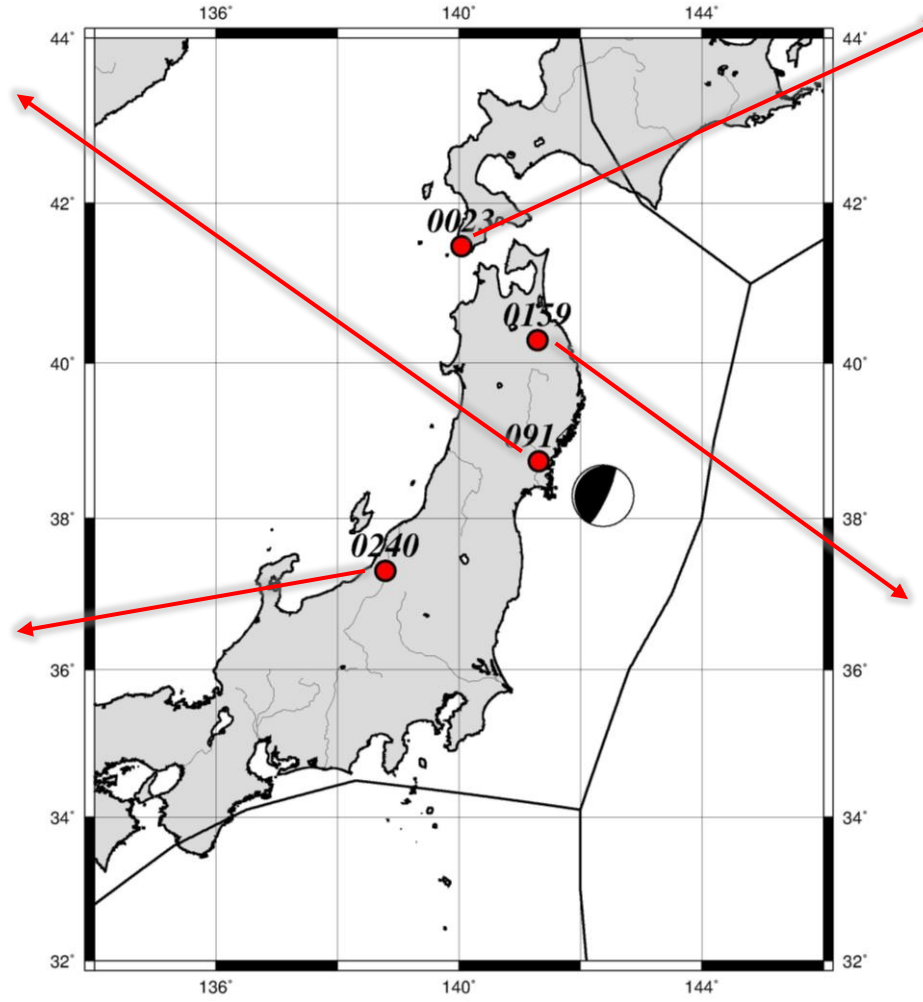
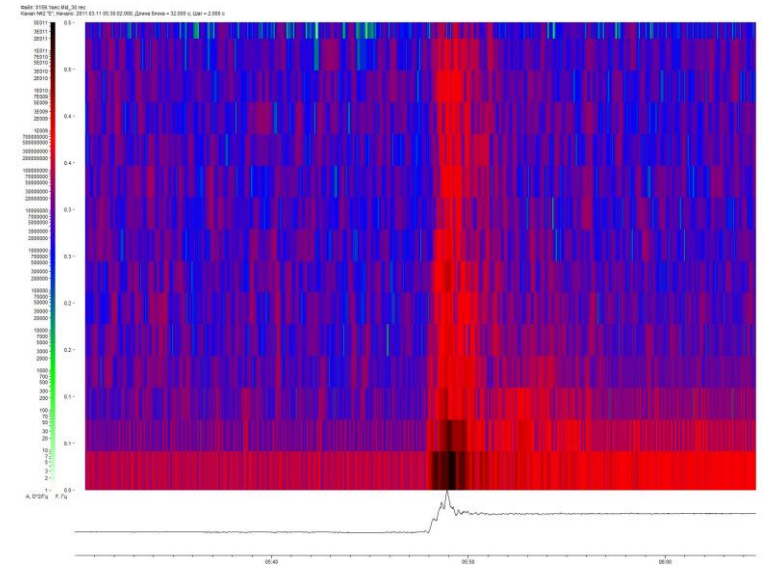
0240



0023



0159



ГНСС для задач раннего оповещения о цунами:

Оперативность получения оценок сейсмических смещений станций ГНСС зависит от времени прихода волны сейсмических смещений и частоты регистрации:

Частота регистрации: 30 секунд

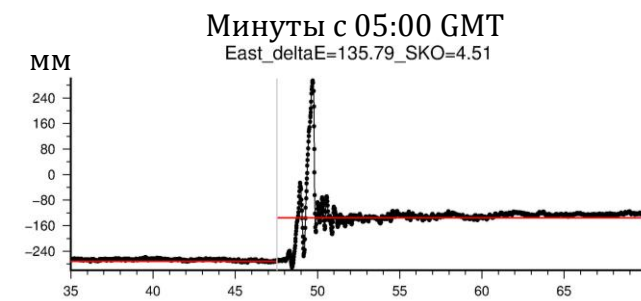
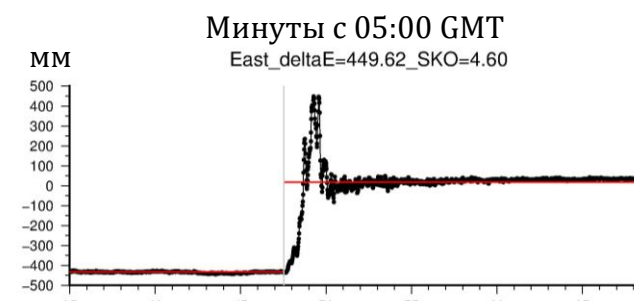
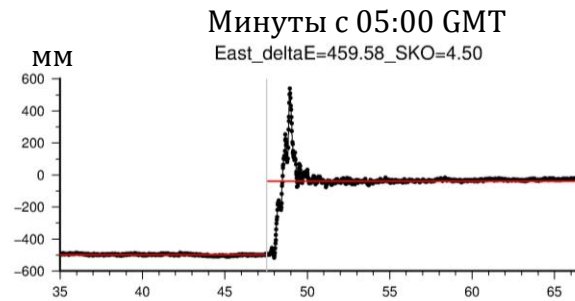
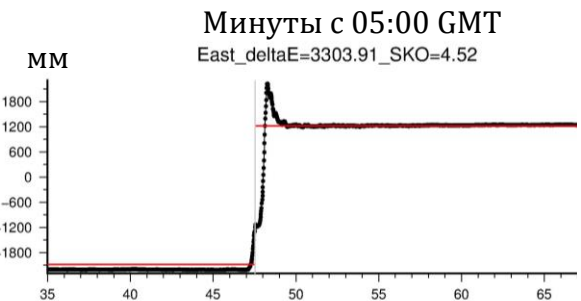
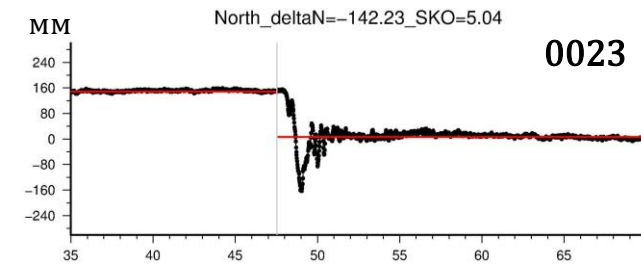
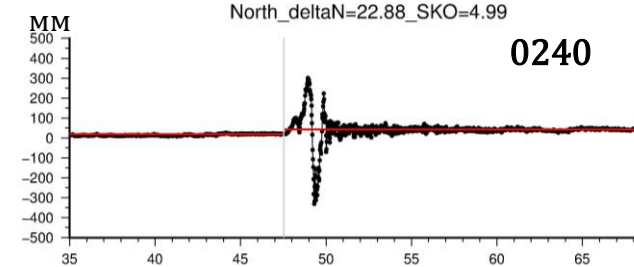
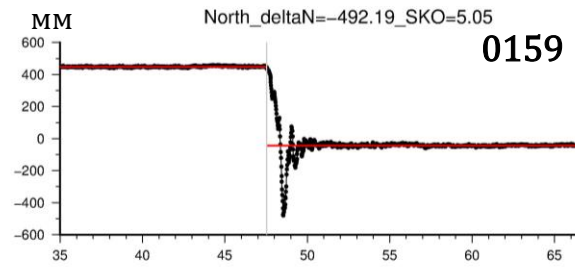
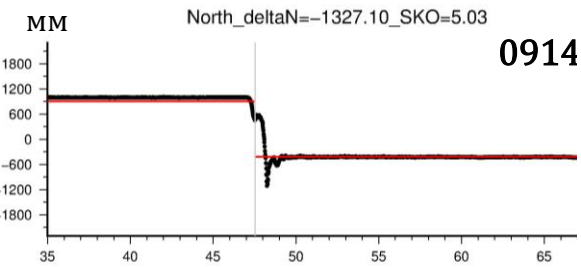
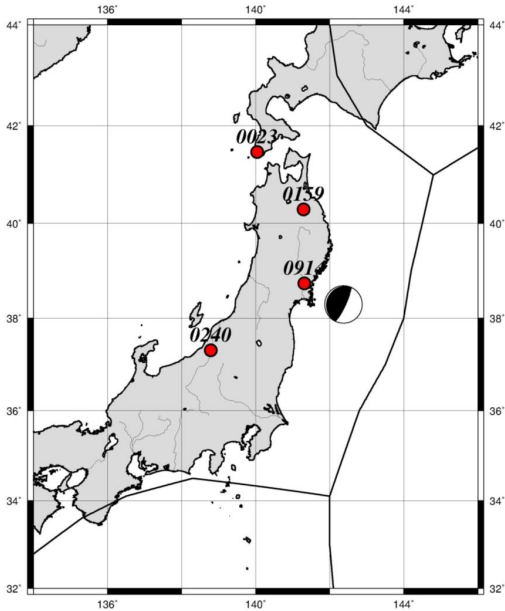
Время: 3 – 7 минут

Точность: несколько см (5 – 10 см)

Частота регистрации: 1 секунда

Время: 2 – 5 минут

Точность: несколько см (2 – 7 см)



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

И.А. Сдельникова, Г.М. Стеблов

Москва, 2022