

# Оперативная оценка сейсмических деформаций по данным ГНСС с высокой частотой регистрации

И.А. Сдельникова<sup>1</sup>, Г.М. Стеблов<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*ФИЦ Единая геофизическая служба РАН, г. Обнинск*

<sup>2</sup>*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва*

<sup>3</sup>*Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, г. Москва*

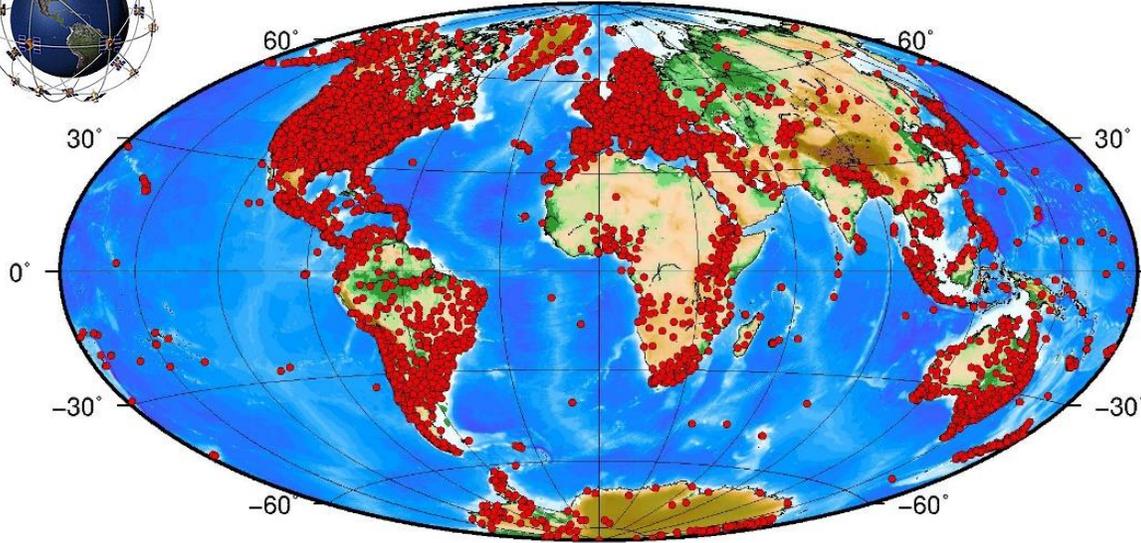
Москва, 2022



# Глобальные Навигационные Спутниковые Системы (ГНСС)



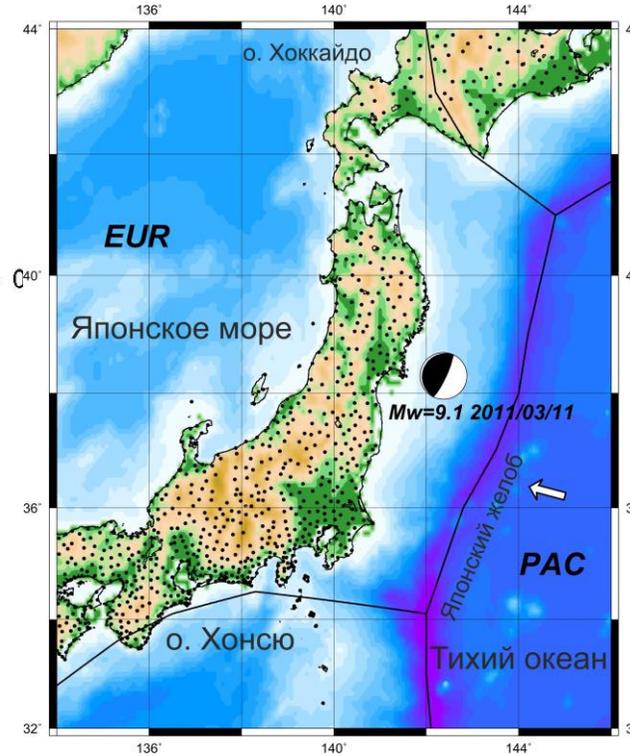
Мировая сеть станций ГНСС



## Преимущества методов ГНСС:

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

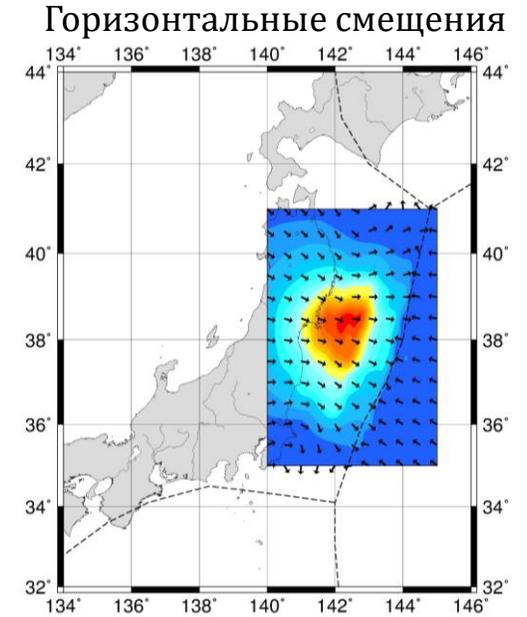
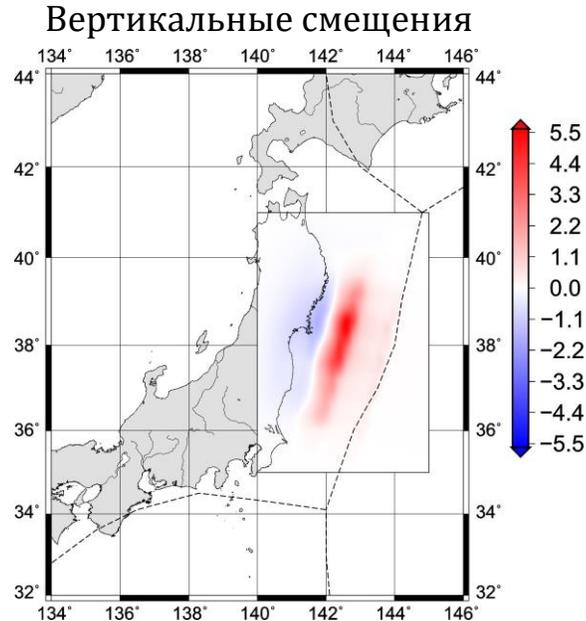
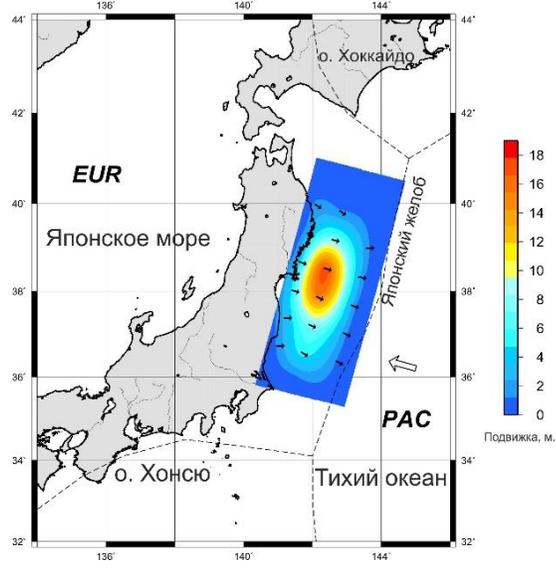
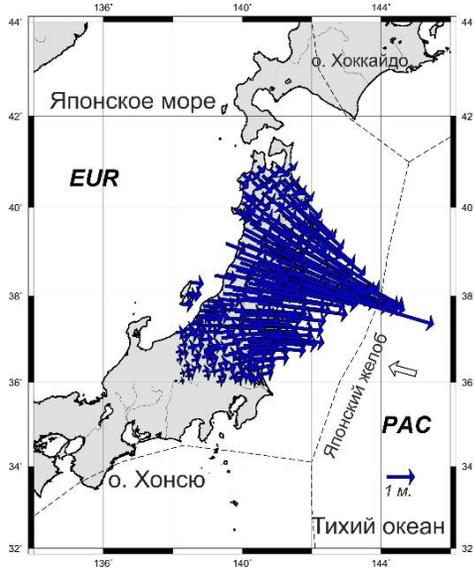
Японская сеть станций ГНСС





# Сейсмические деформации по данным ГНСС

## Землетрясение Тохоку 2011.03.11

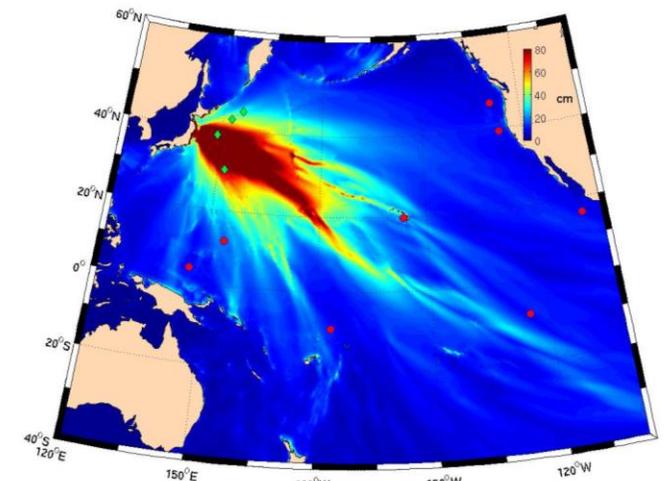
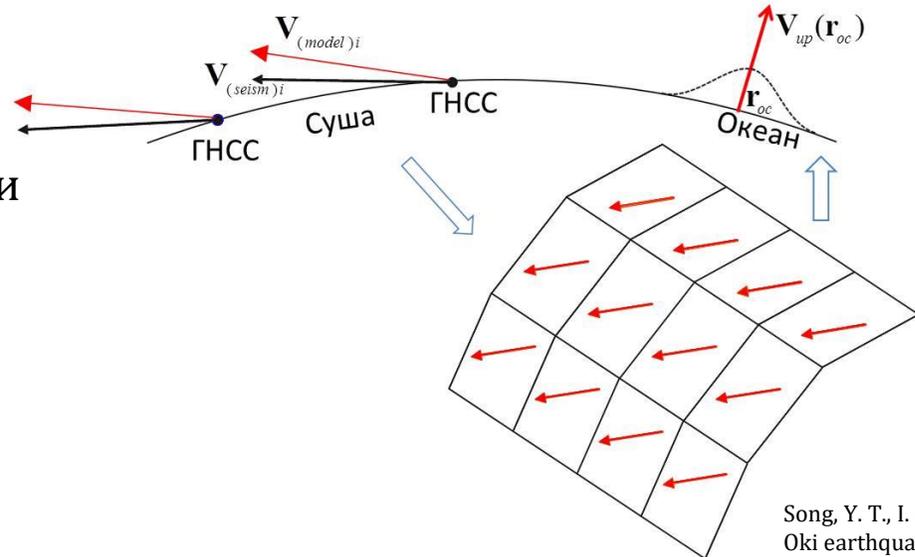


### Комплексный подход:

1. Априорные исследования
2. Оперативный прогноз опасности цунами

### Ключевые вопросы:

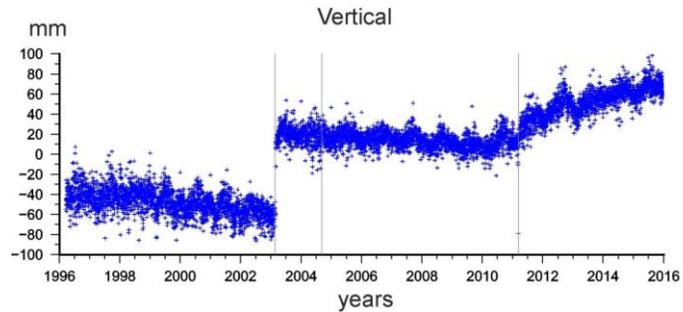
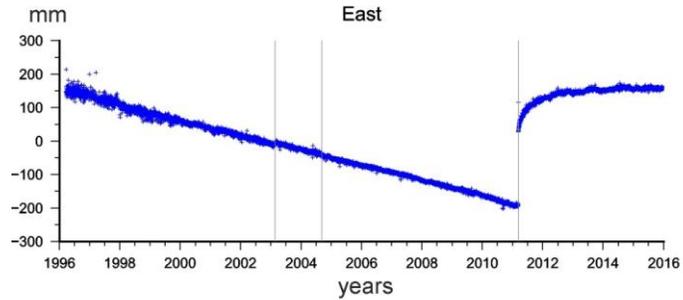
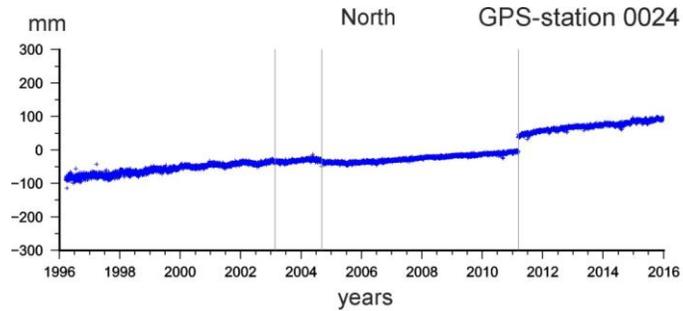
1. Оперативность
2. Точность





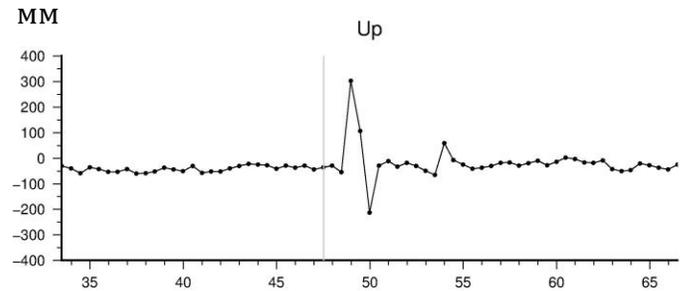
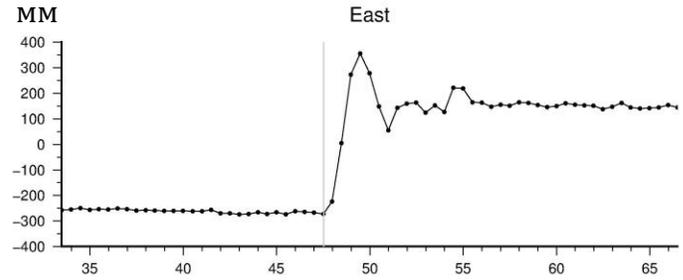
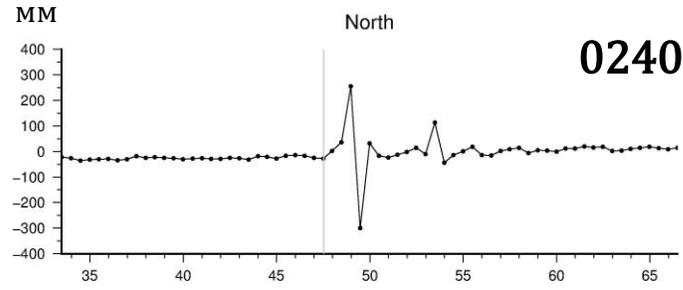
# Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

## Ежесуточные оценки



**Статический режим:**  
более точный.

## Частота регистрации: 30 секунд

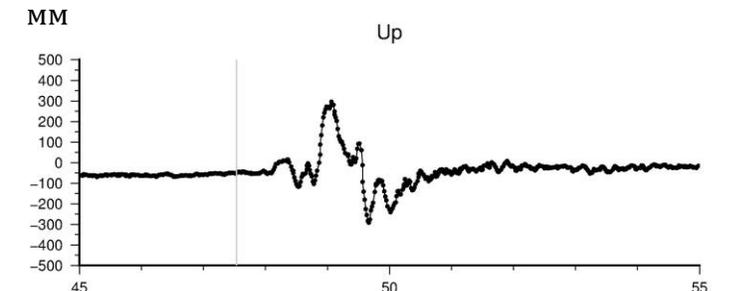
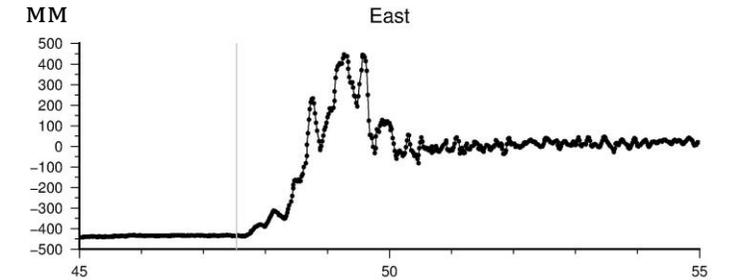
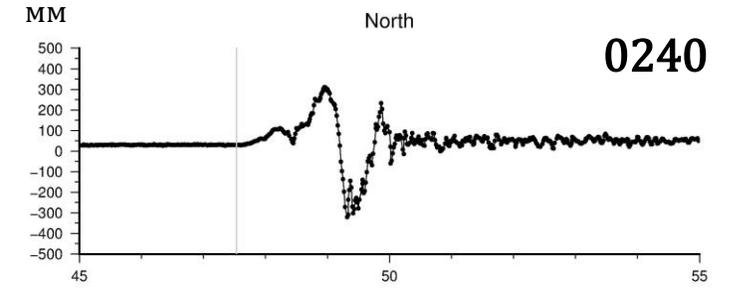


Минуты с 05:00 GMT

## Кинематический режим:

позволяет получать оценки положения станций в режиме реального времени.

## Частота регистрации: 1 секунда

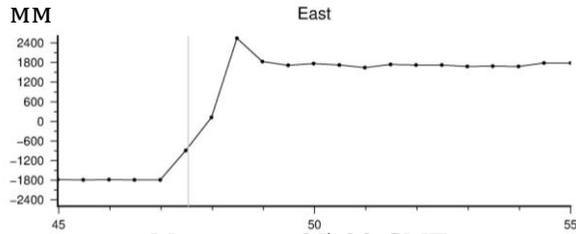
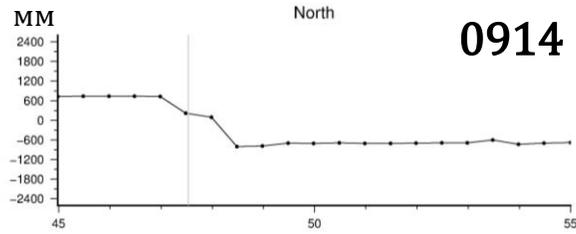


Минуты с 05:00 GMT

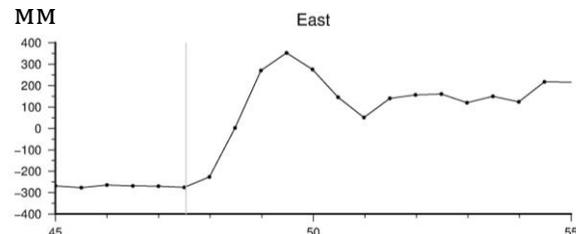
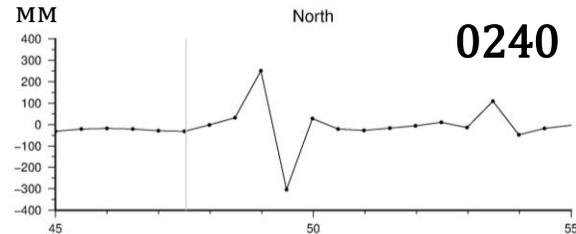


# Временные ряды ГНСС станций Японской сети

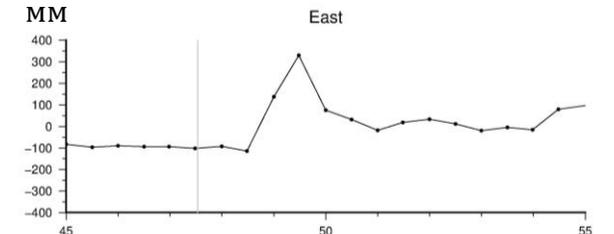
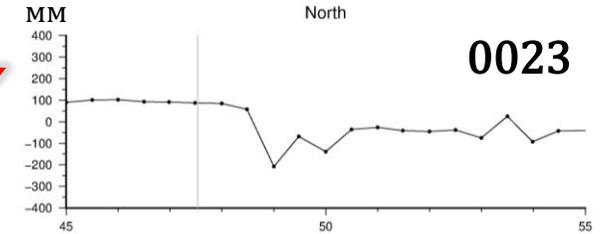
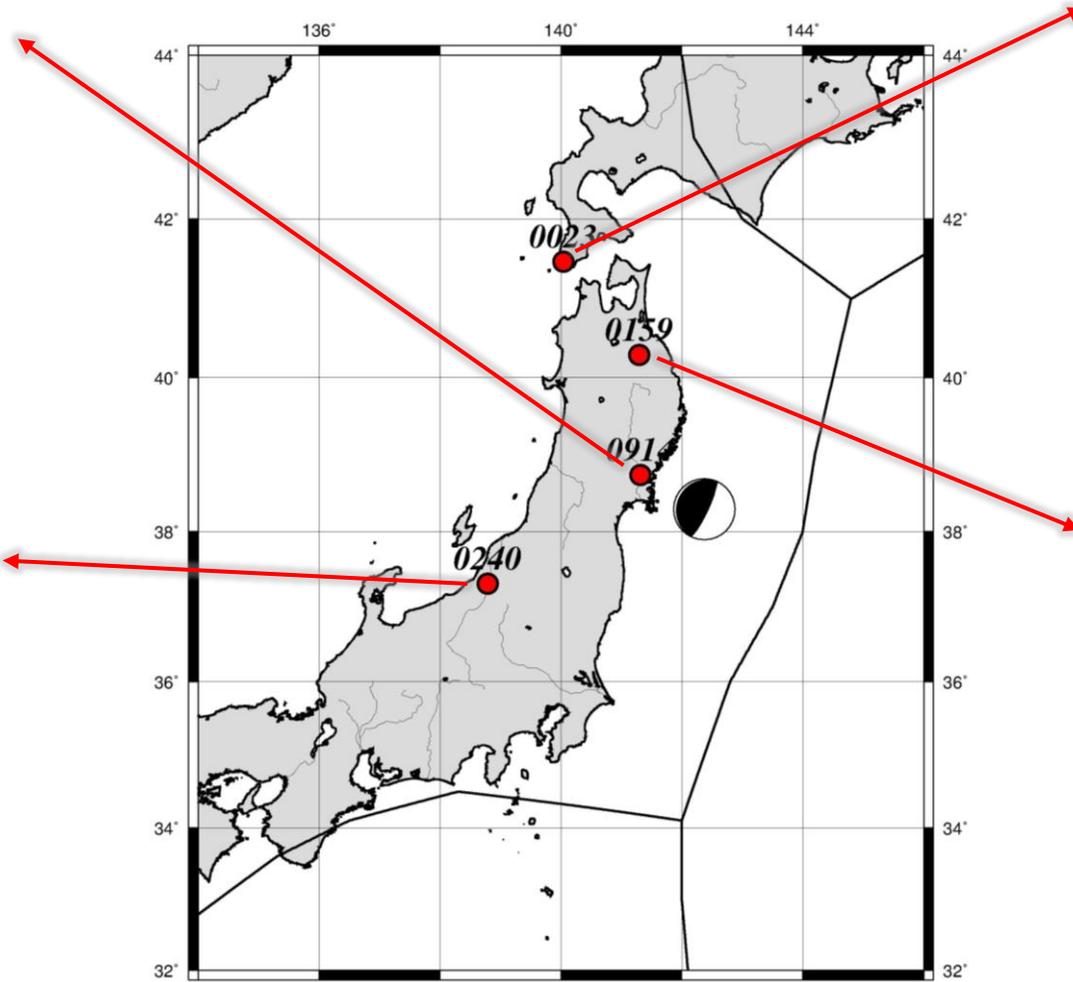
## Частота регистрации: 30 секунд



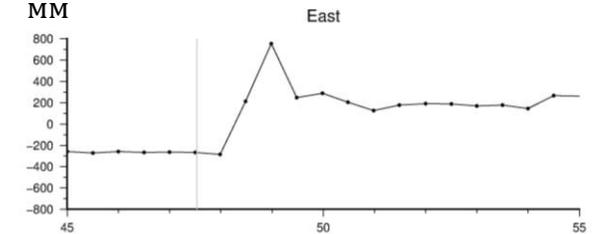
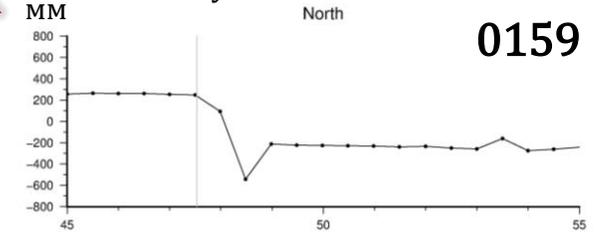
Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT

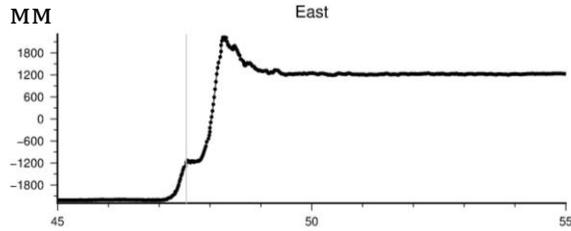
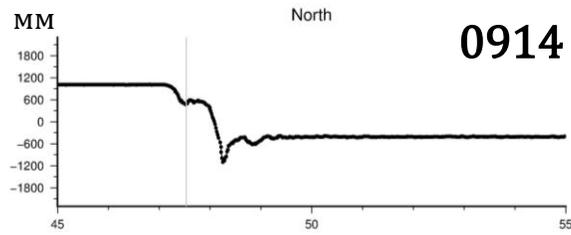


Минуты с 05:00 GMT

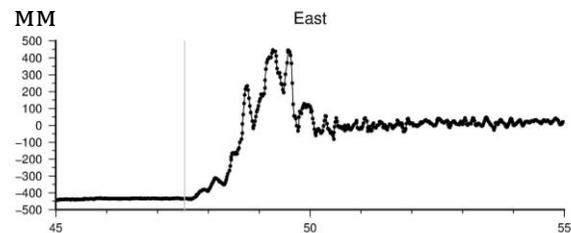
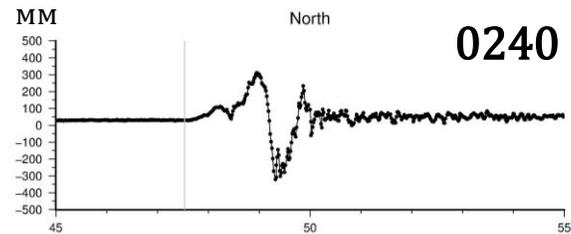


# Временные ряды ГНСС станций Японской сети

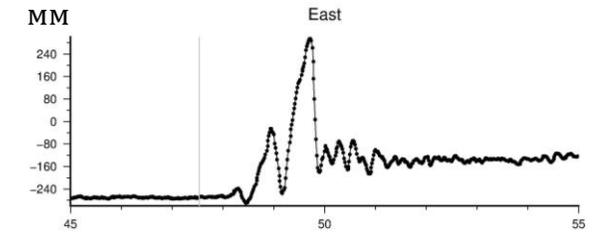
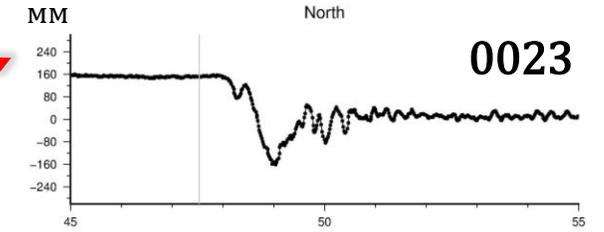
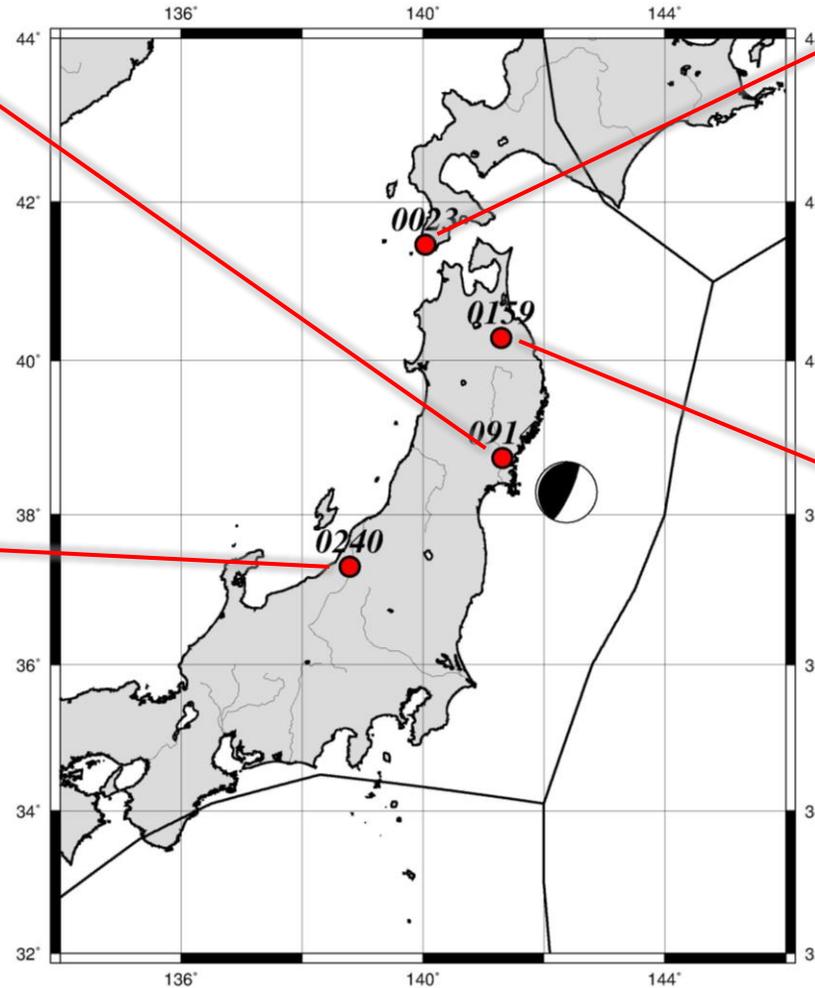
Частота регистрации: 1 секунда



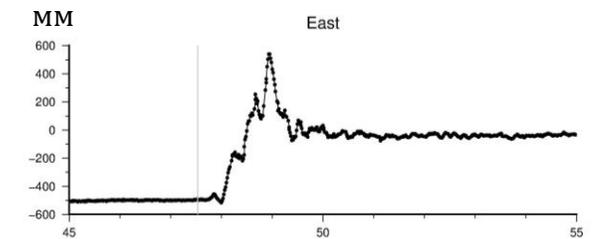
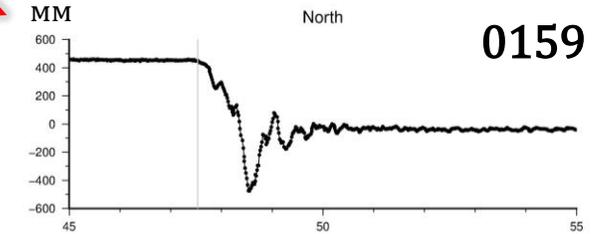
Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT



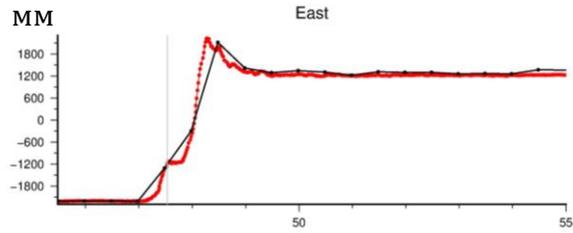
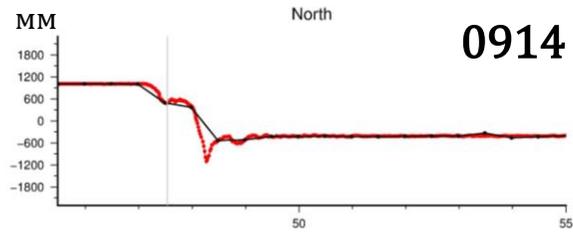
Минуты с 05:00 GMT



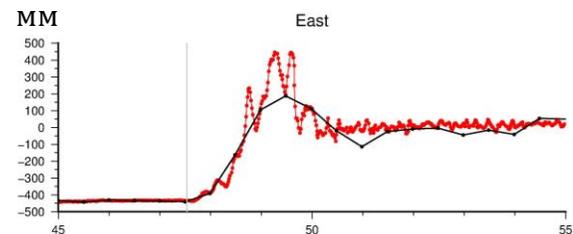
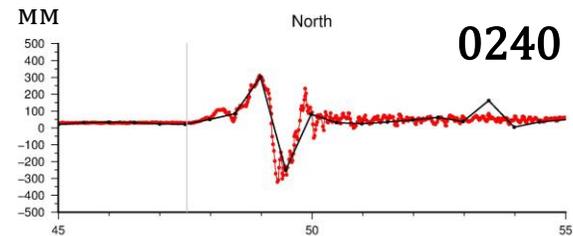
Минуты с 05:00 GMT



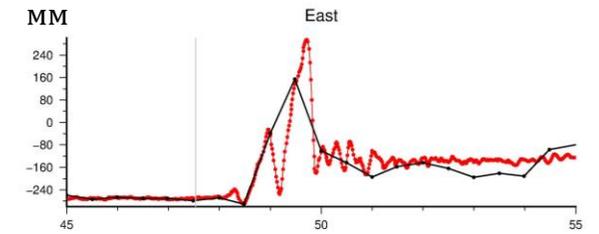
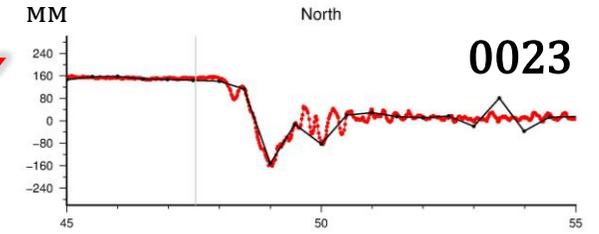
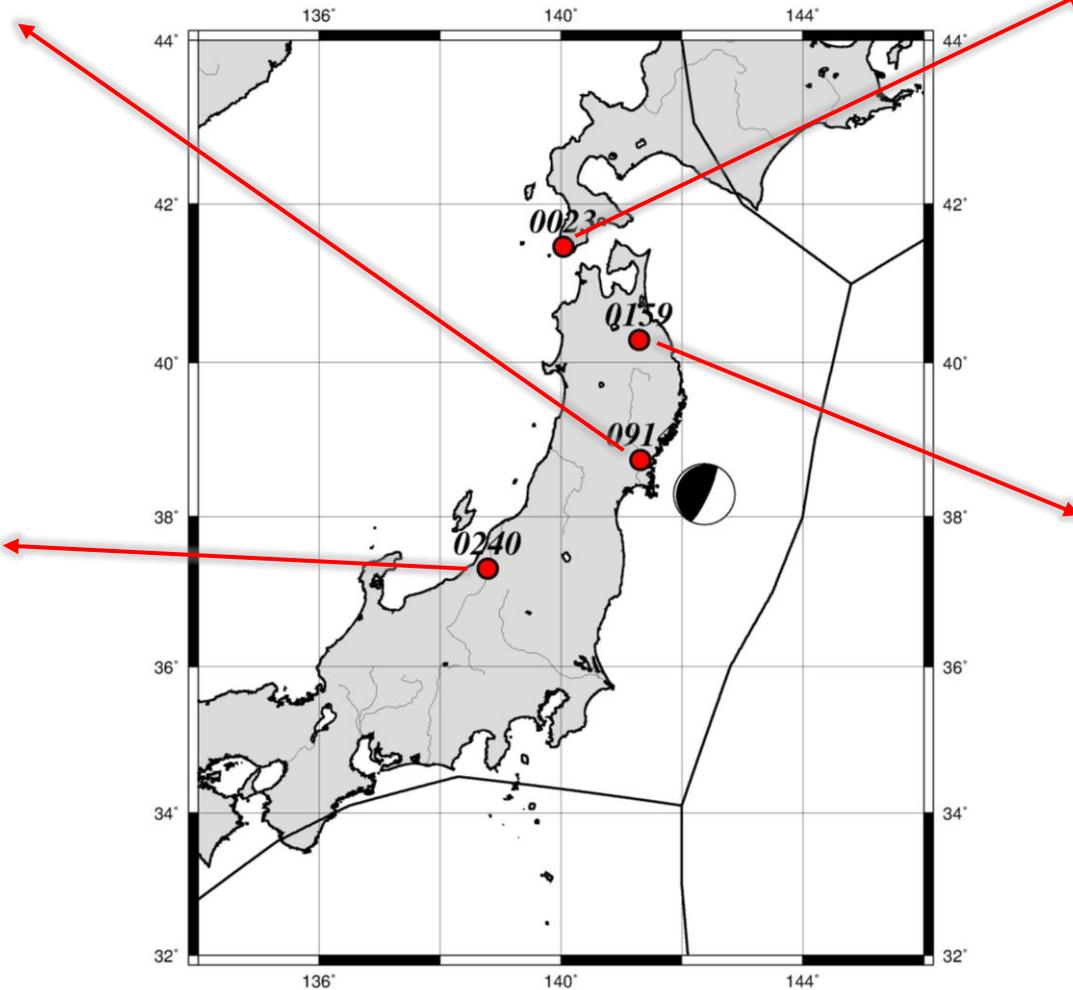
# Временные ряды ГНСС станций Японской сети



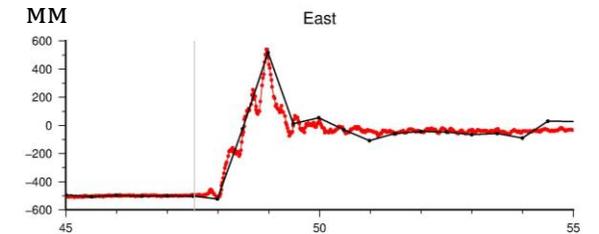
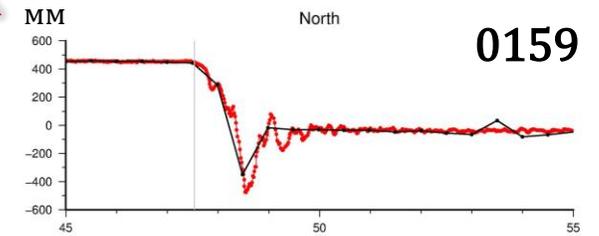
Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT



Минуты с 05:00 GMT

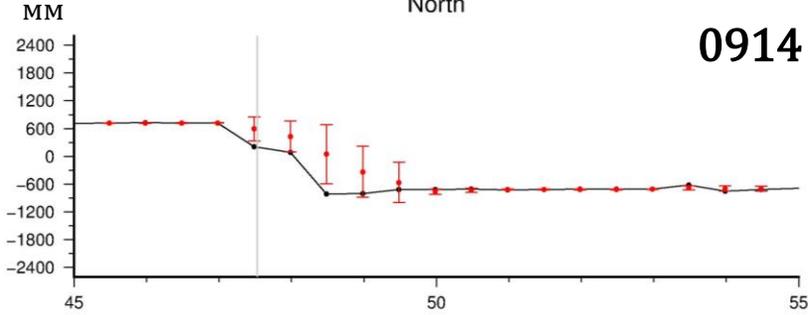


# Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

## 2-минутное скользящее окно

North

0914

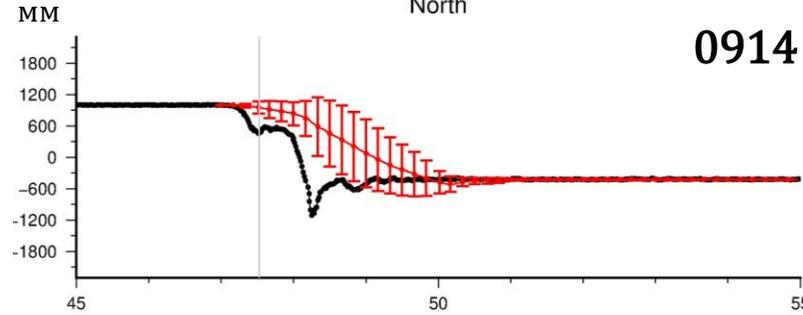


Минуты с 05:00 GMT

## 2-минутное скользящее окно

North

0914

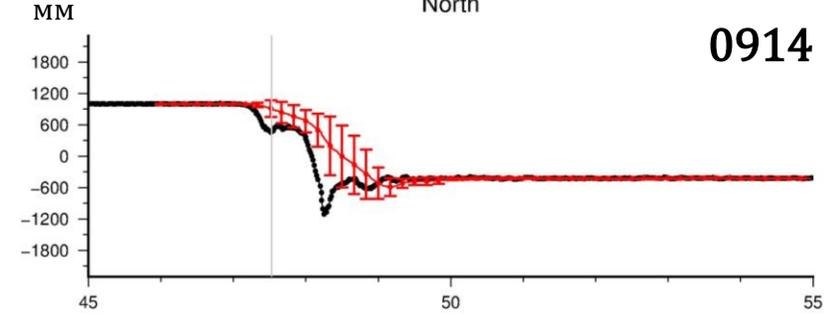


Минуты с 05:00 GMT

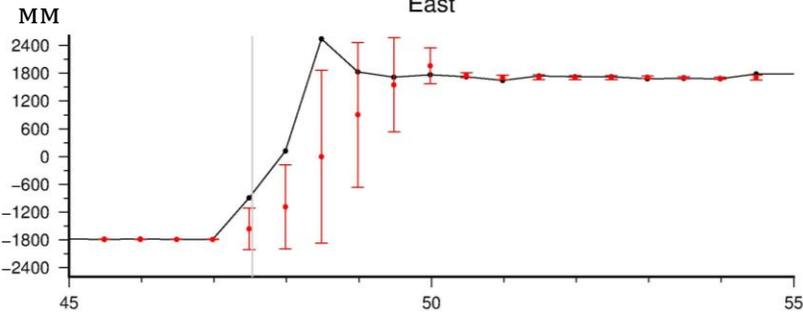
## 1-минутное скользящее окно

North

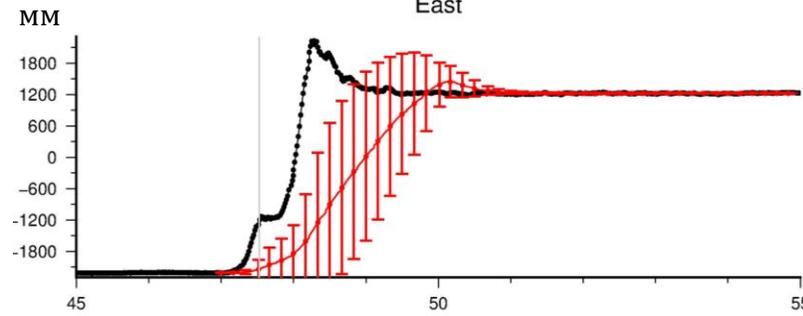
0914



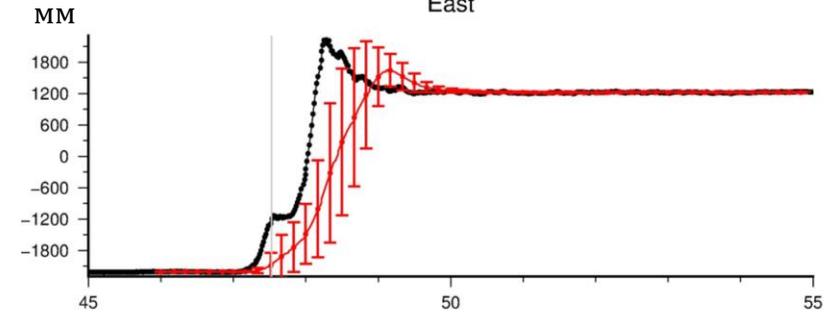
Минуты с 05:00 GMT



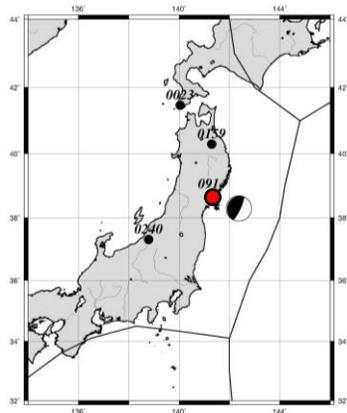
East



East



East



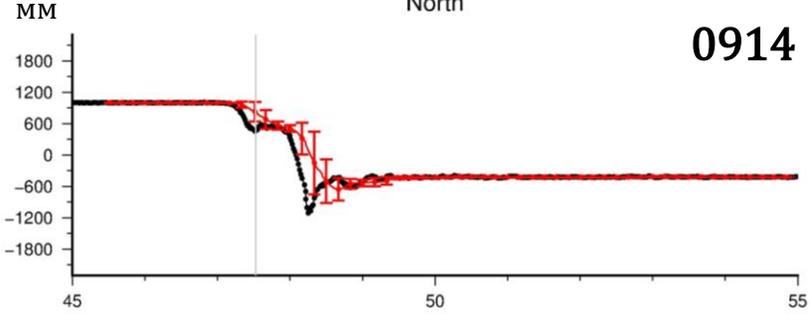


# Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

30-секундное скользящее окно

North

0914

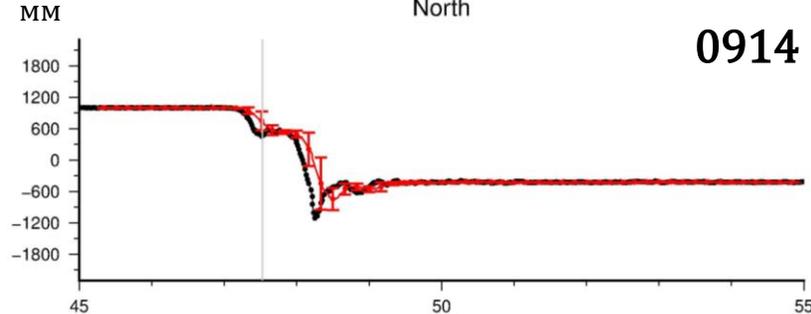


Минуты с 05:00 GMT

20-секундное скользящее окно

North

0914

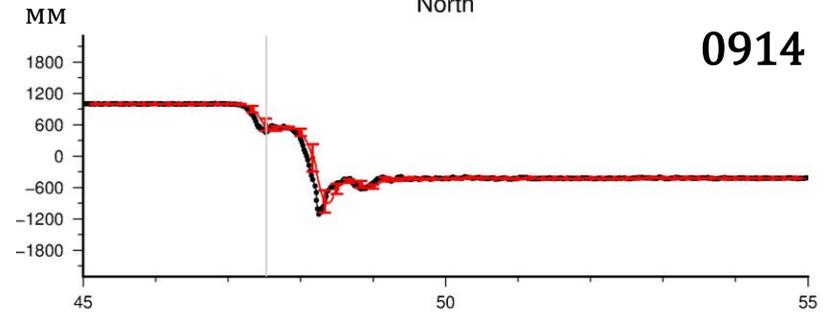


Минуты с 05:00 GMT

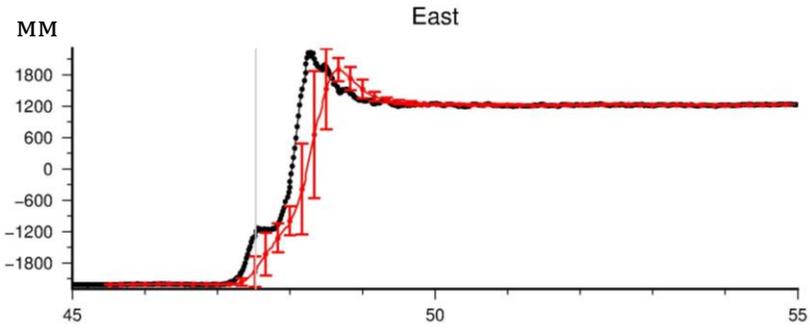
10-секундное скользящее окно

North

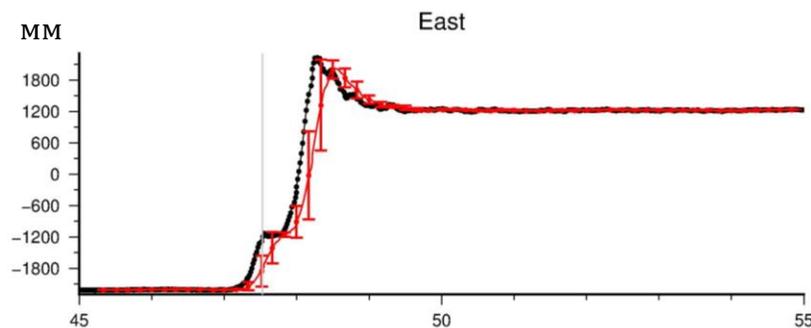
0914



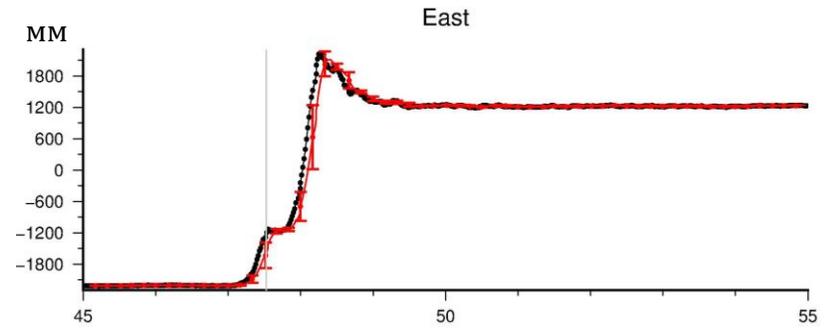
Минуты с 05:00 GMT



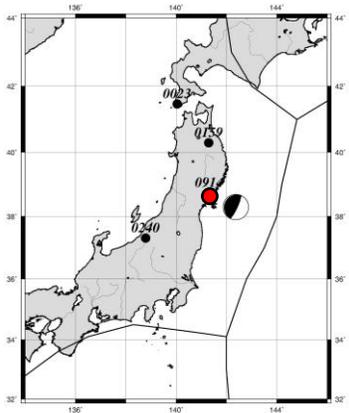
East



East



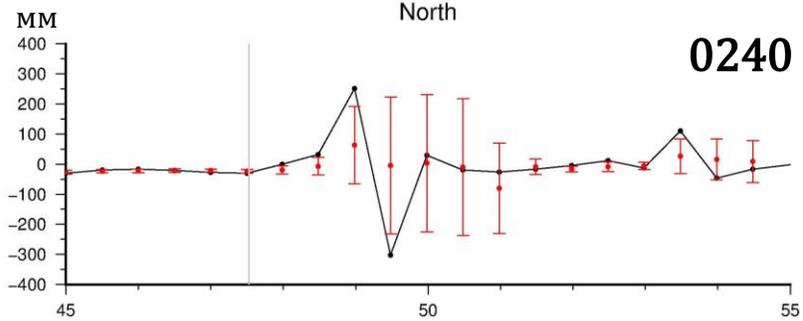
East



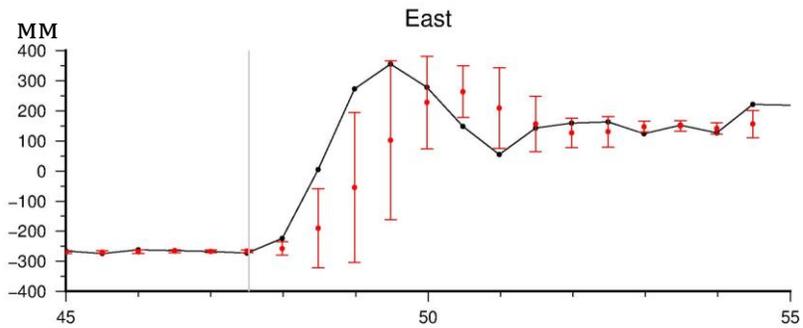


# Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

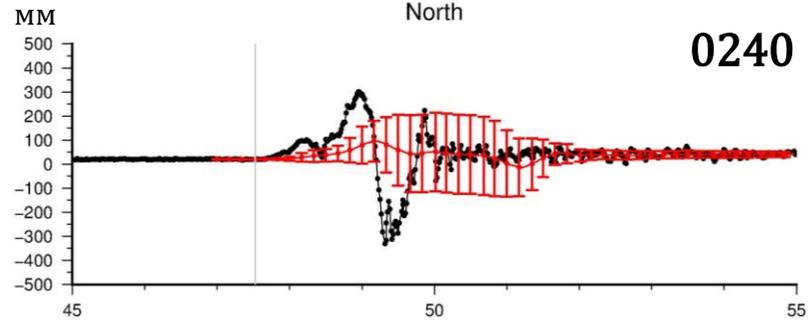
## 2-минутное скользящее окно



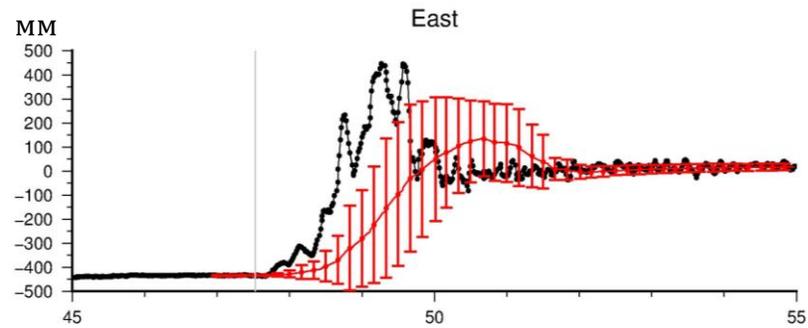
Минуты с 05:00 GMT



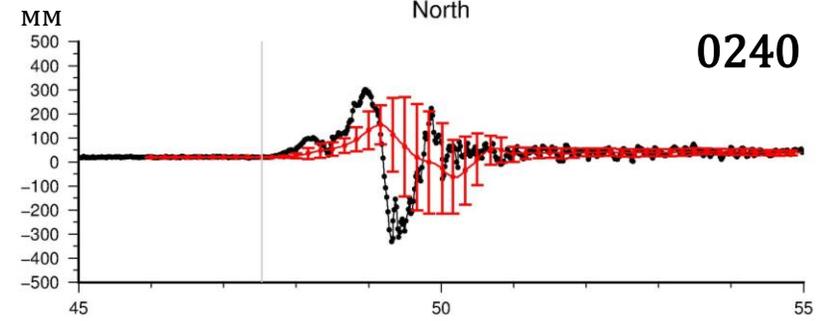
## 2-минутное скользящее окно



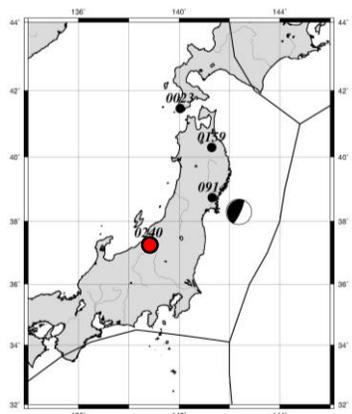
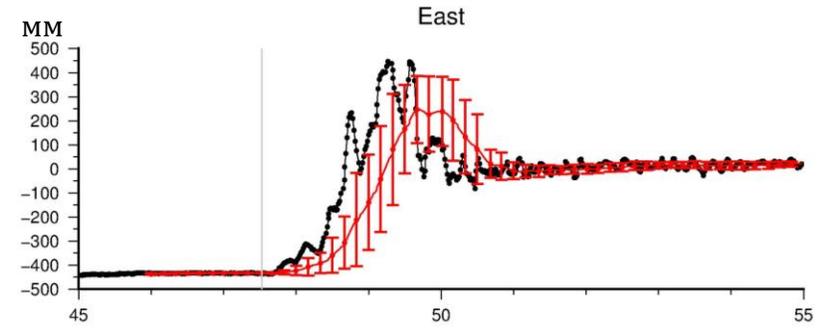
Минуты с 05:00 GMT



## 1-минутное скользящее окно



Минуты с 05:00 GMT



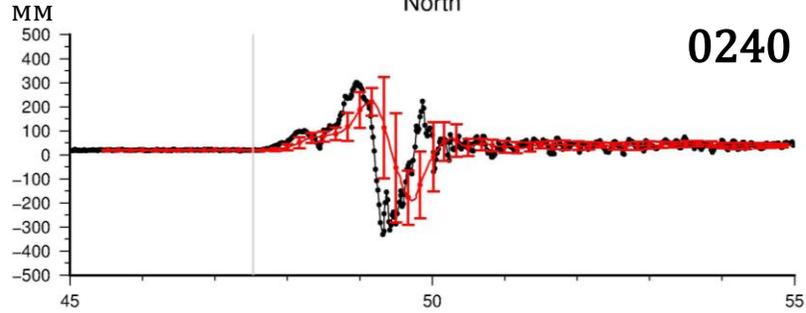


# Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

## 30-секундное скользящее окно

North

0240

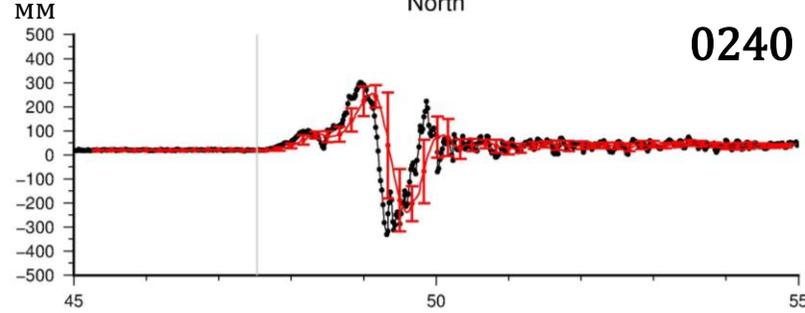


Минуты с 05:00 GMT

## 20-секундное скользящее окно

North

0240

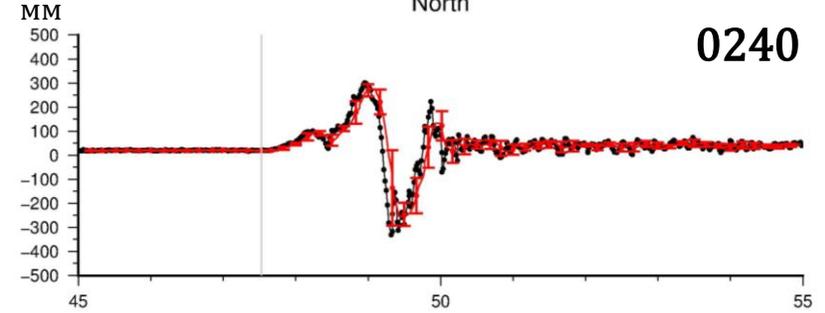


Минуты с 05:00 GMT

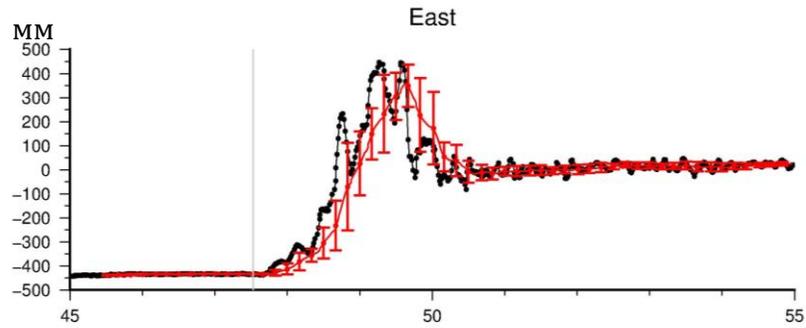
## 10-секундное скользящее окно

North

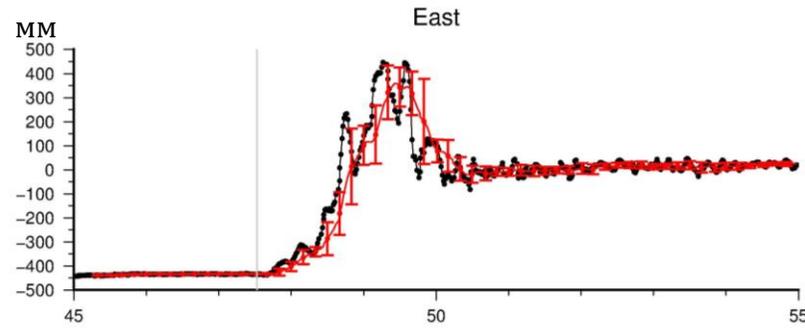
0240



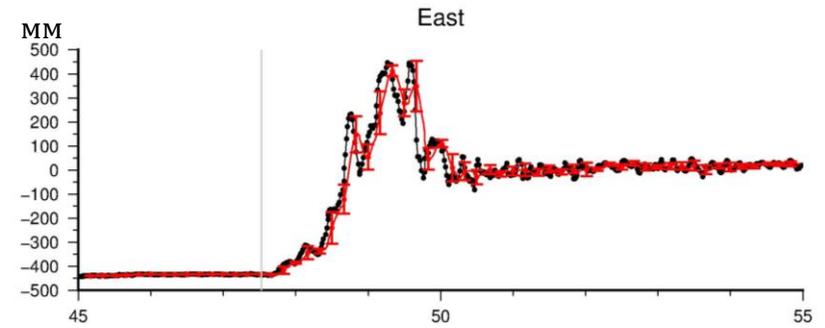
Минуты с 05:00 GMT



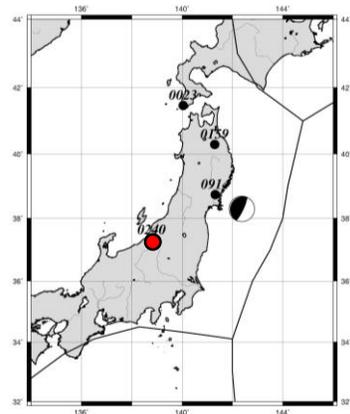
East



East



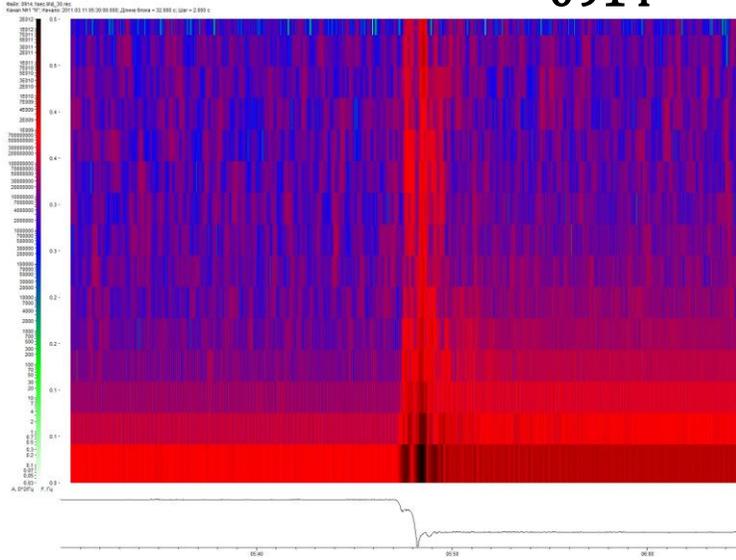
East



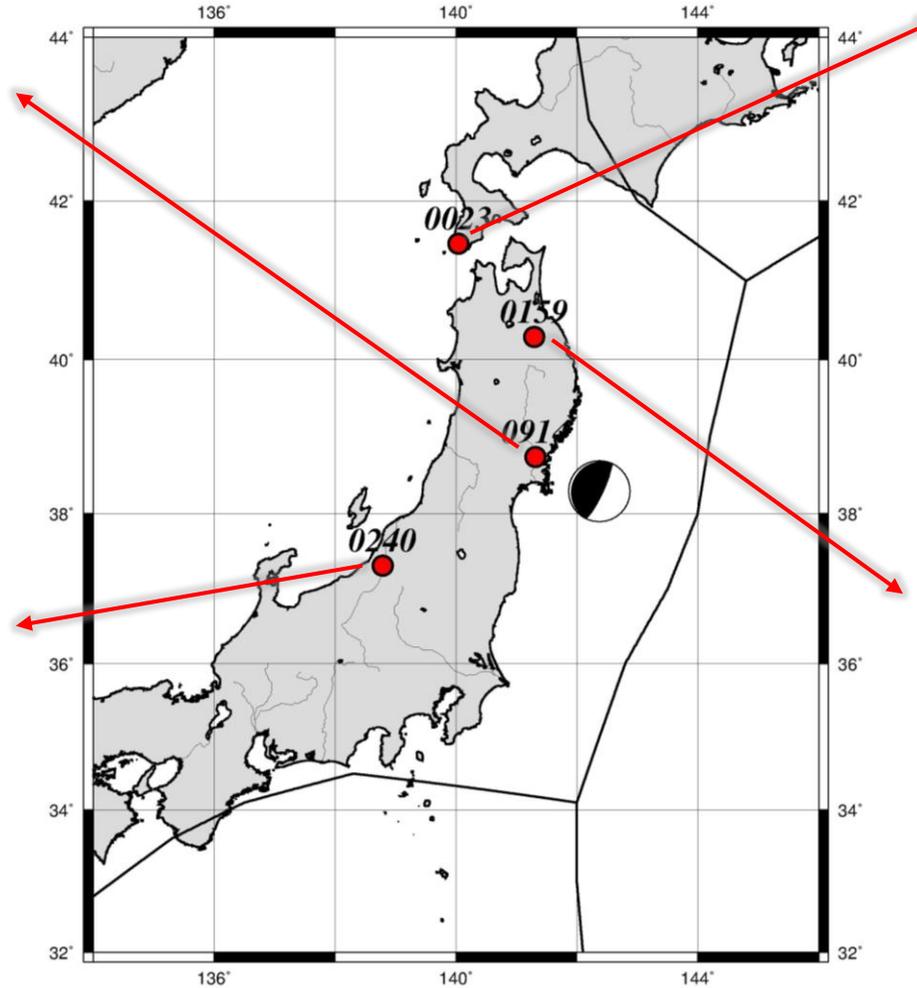
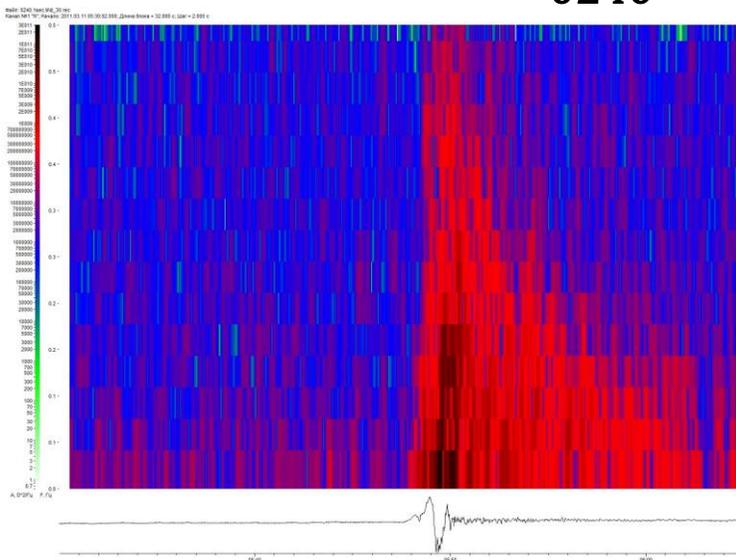


# Спектрограмма временного ряда ГНСС станций N компонента

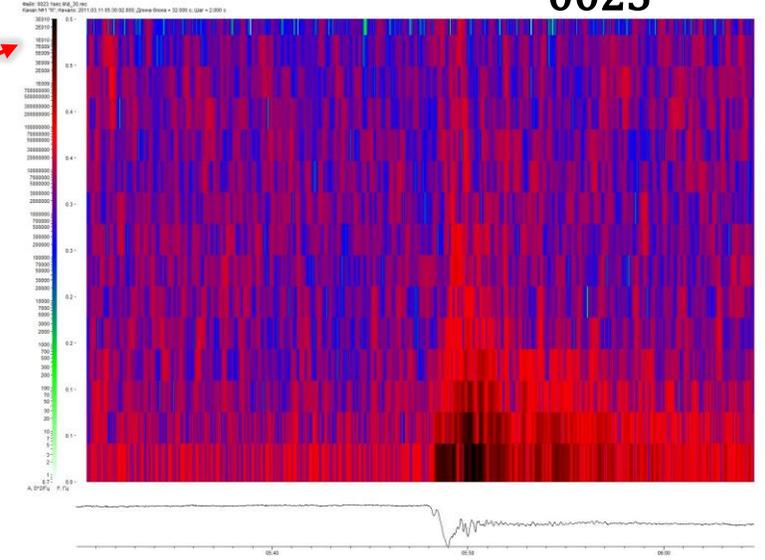
0914



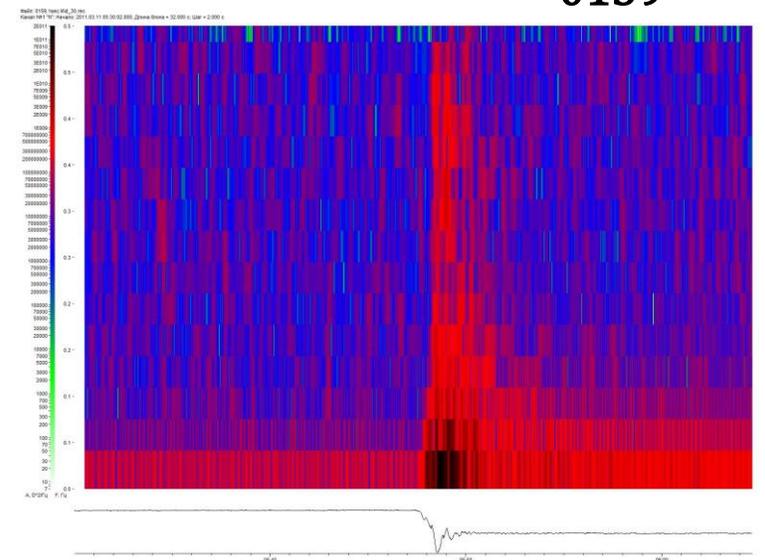
0240



0023



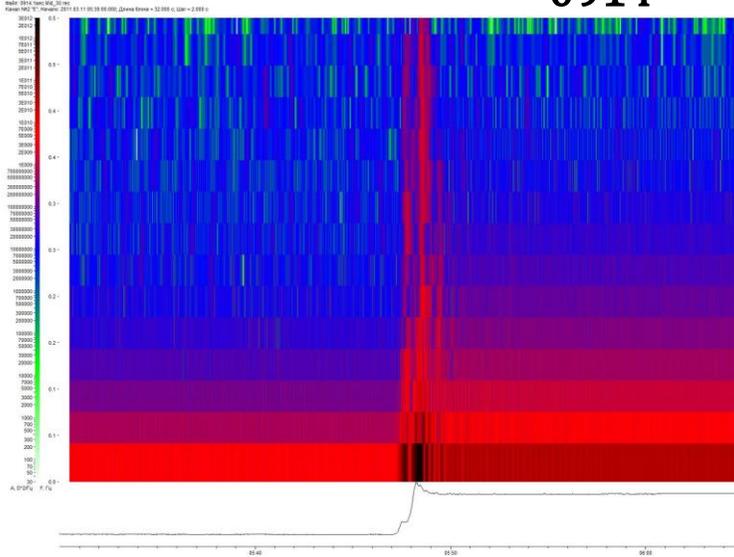
0159



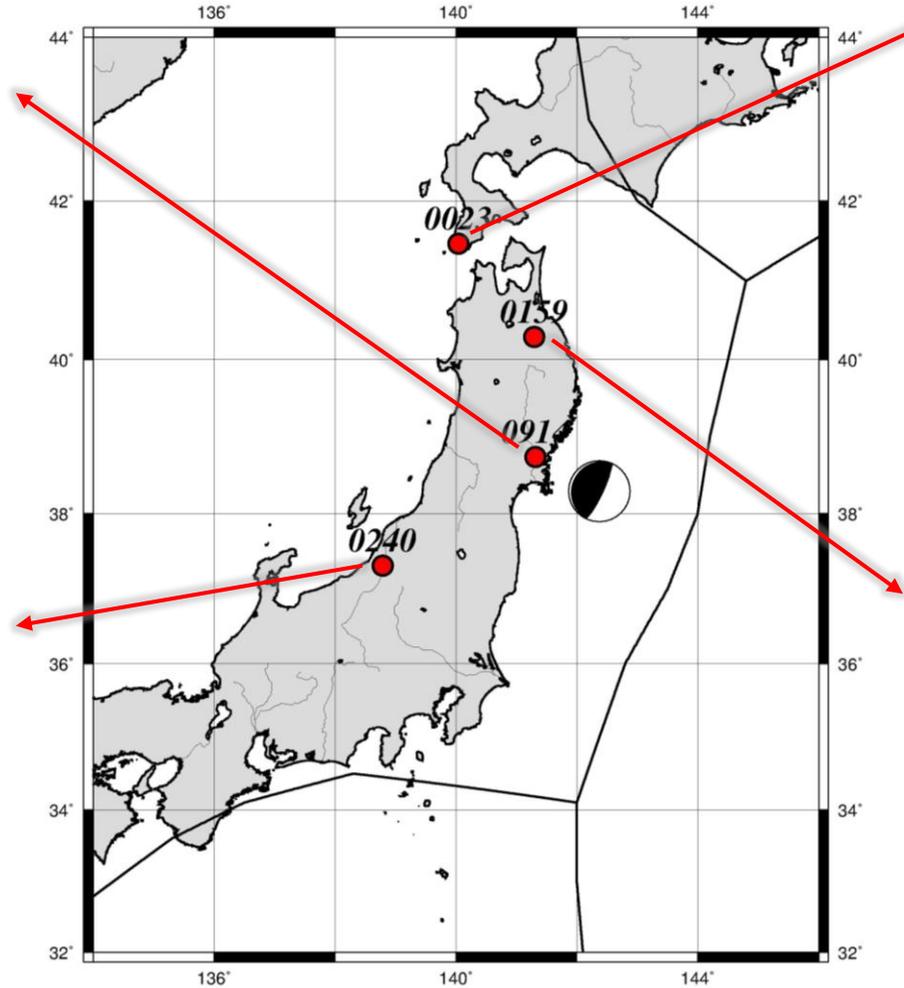
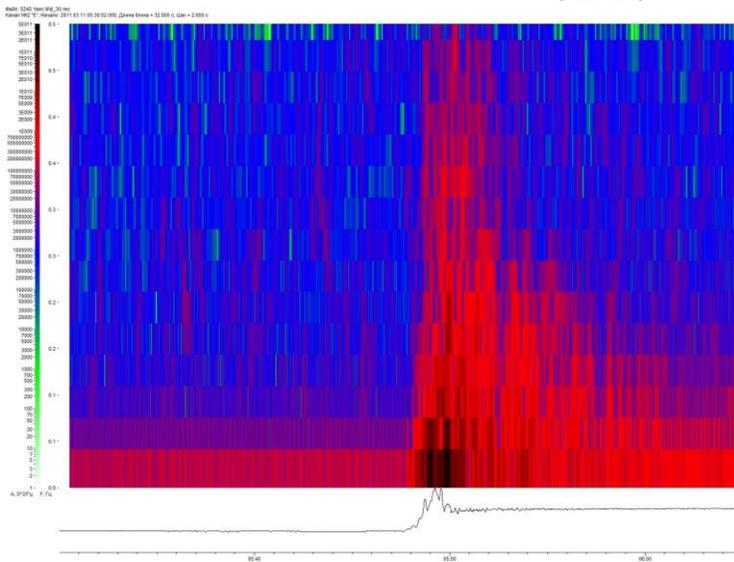


# Спектрограмма временного ряда ГНСС станций Е компонента

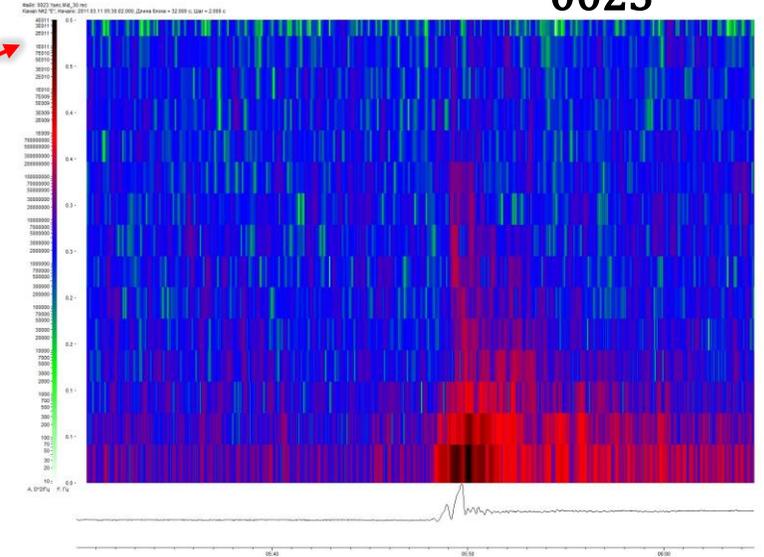
0914



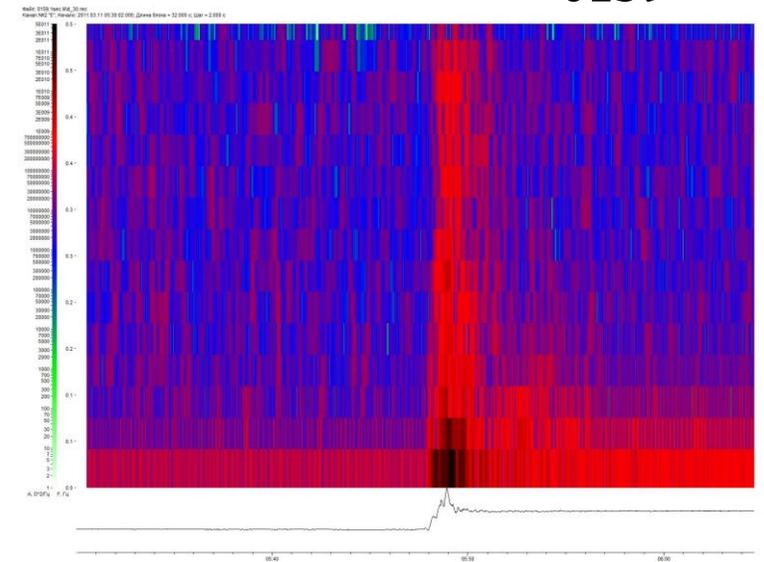
0240



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**

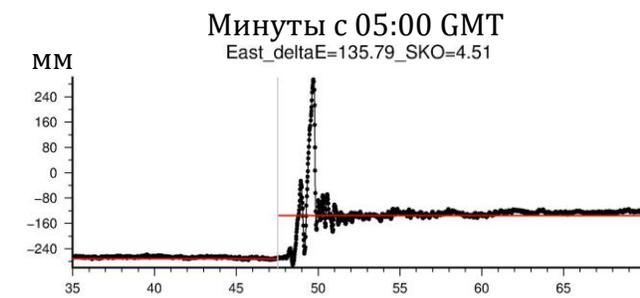
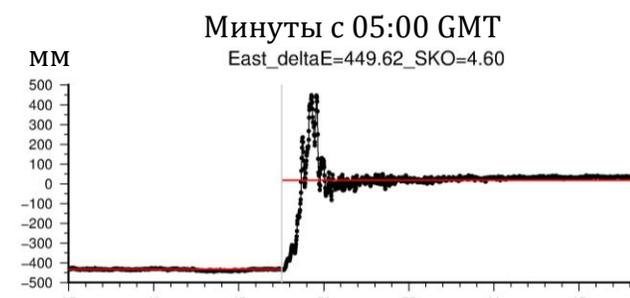
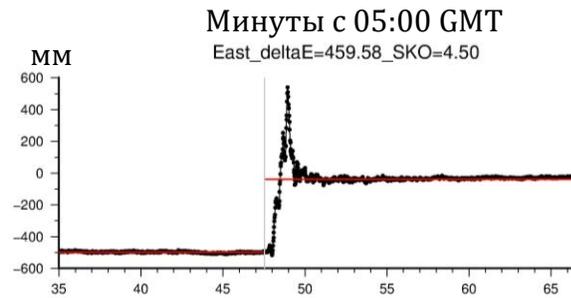
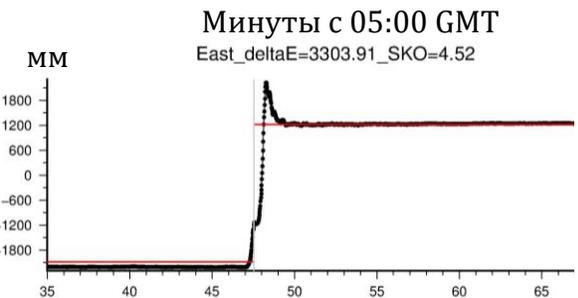
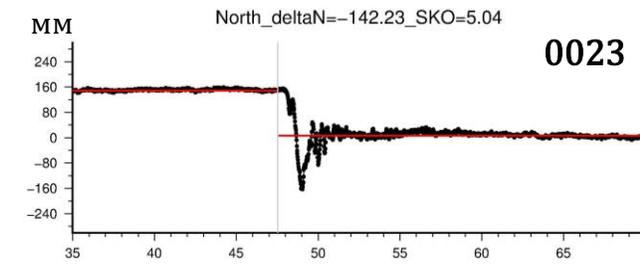
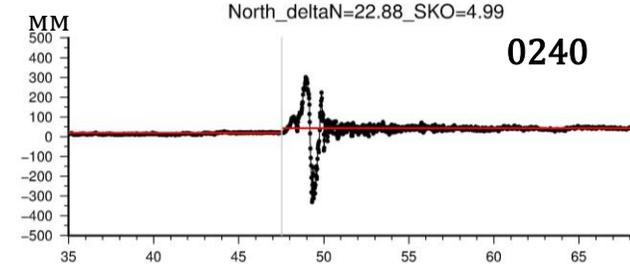
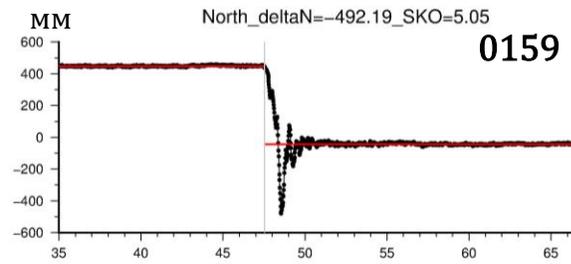
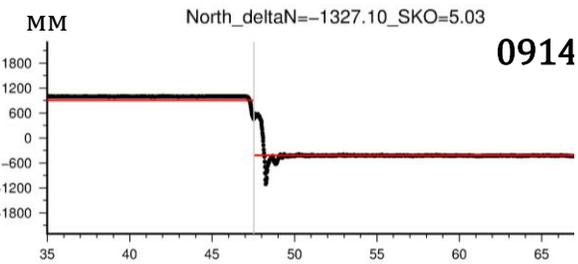
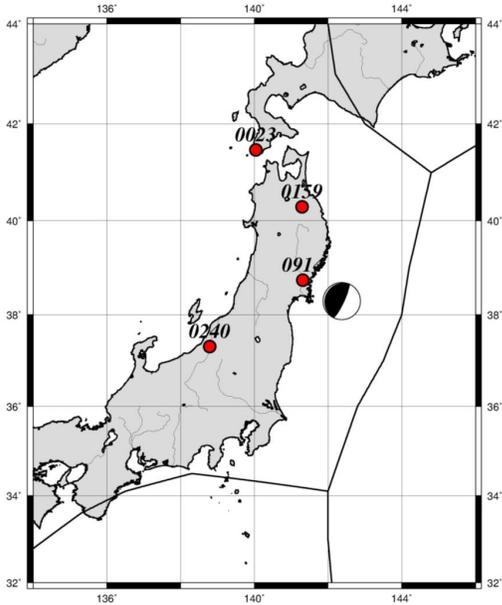
Время: 3 – 7 минут

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