

# Проект “Микросейсмический мониторинг”

## Разработка модулей

Голыжбина Юлия Юрьевна  
Руководители:  
Городничев Максим Александрович  
Матвеев Алексей Сергеевич

# Цель

Разработка библиотеки модулей для проекта «Микросейсмический мониторинг»

# Цель

Разработка библиотеки модулей для проекта «Микросейсмический мониторинг»

# Задачи

- Описать задачу поиска источника сейсмического события в виде данных и набора операций над этими данными
- Реализовать задачу в формулировке предыдущего пункта на языках Python и C++ с поддержкой модульности

# Постановка задачи

V1	V1	V1	V1	V1	V1
V2	V2	V2	V2	V2	V2
V3	V3	V3	V3	V3	V3
V4	V4	V4	V4	V4	V4
V5	V5	V5	V5	V5	V5

Скоростная модель



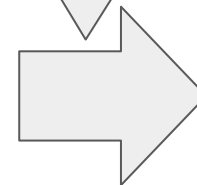
Скорости распространения  
волны на определенных  
значениях глубины

Координаты приемников



t1	t2	t3	t4	t5	t6
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

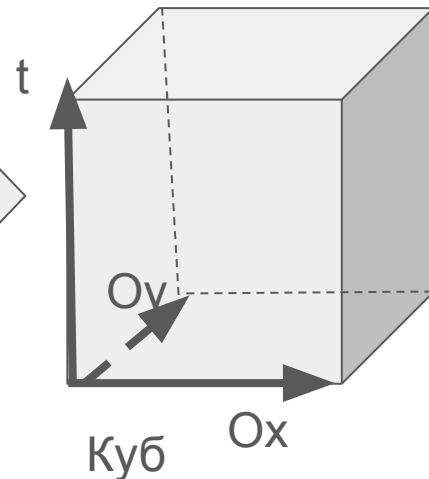
Решение уравнения  
эйконала



Когерентное суммирование по значениям  
сейсмограмм для каждого  
предполагаемого источника и  
предполагаемого начального времени

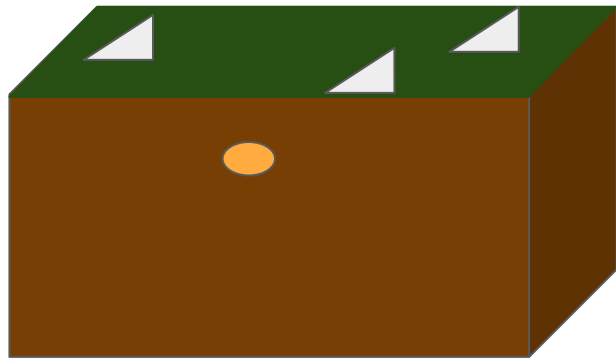


Сейсмограммы

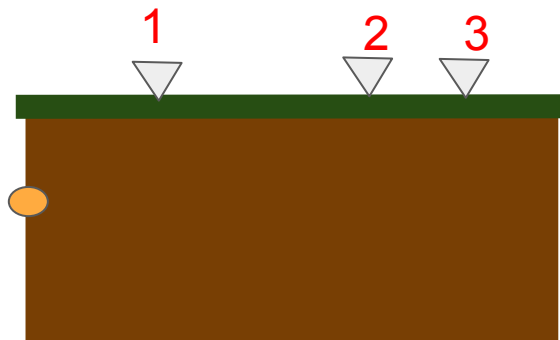


Куб  
когерентности

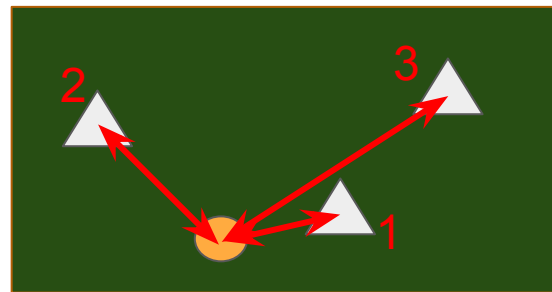
# Переход к 2D представлению данных для расчета скоростной модели



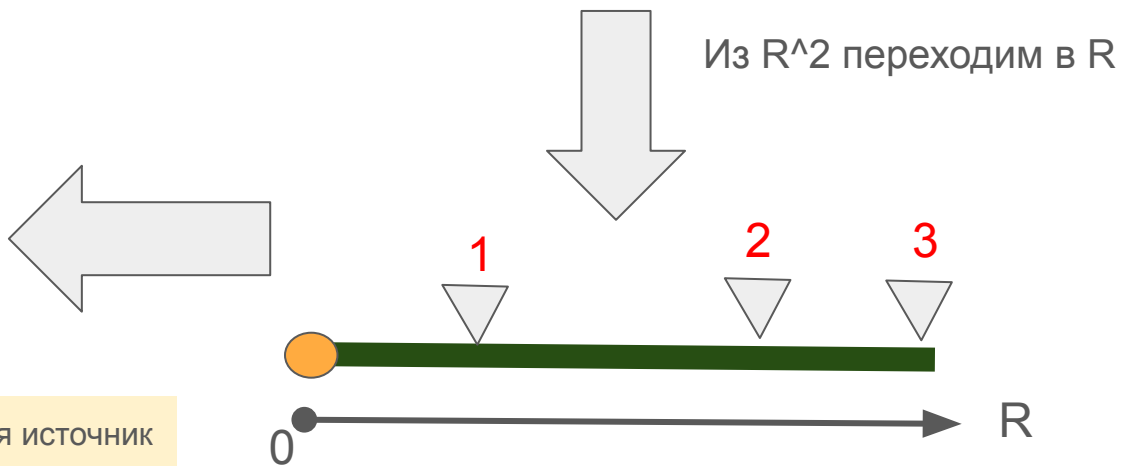
3D регион, в котором находится источник



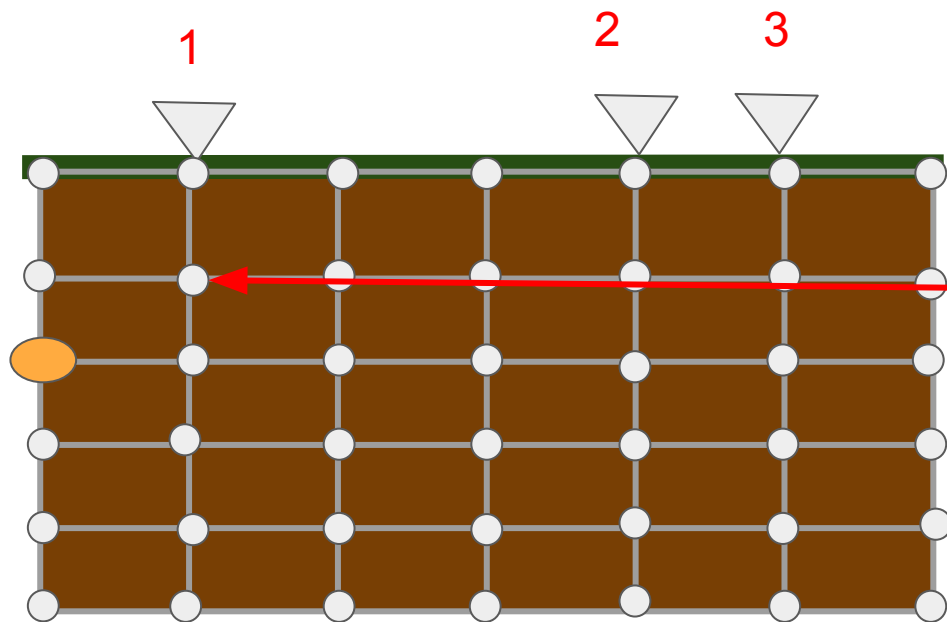
2D представление региона, в котором находится источник



Считаем расстояния от предполагаемого источника до каждого приемника



Расчет скоростной модели: скорость прохождения волны в каждой точке сетки



V1	V1	V1	V1	V1	V1
V2	V2	V2	V2	V2	V2
V3	V3	V3	V3	V3	V3
V4	V4	V4	V4	V4	V4
V5	V5	V5	V5	V5	V5

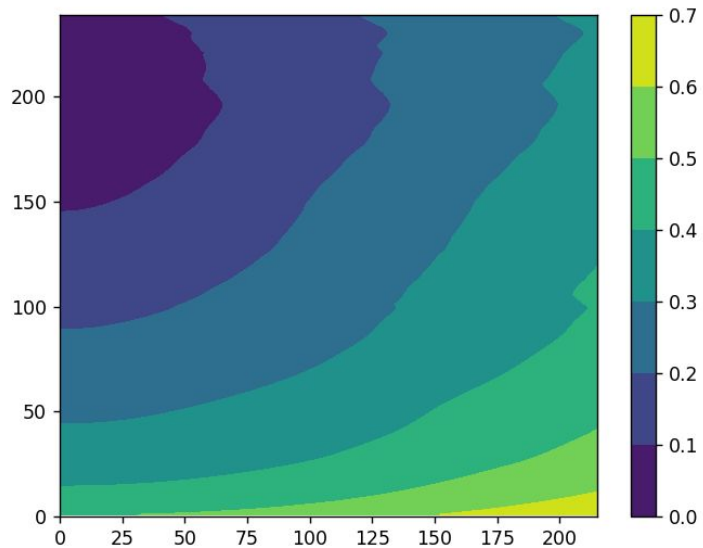
Скоростная модель

Сетка на 2D представлении региона

# Время пробега волны от пробной точки

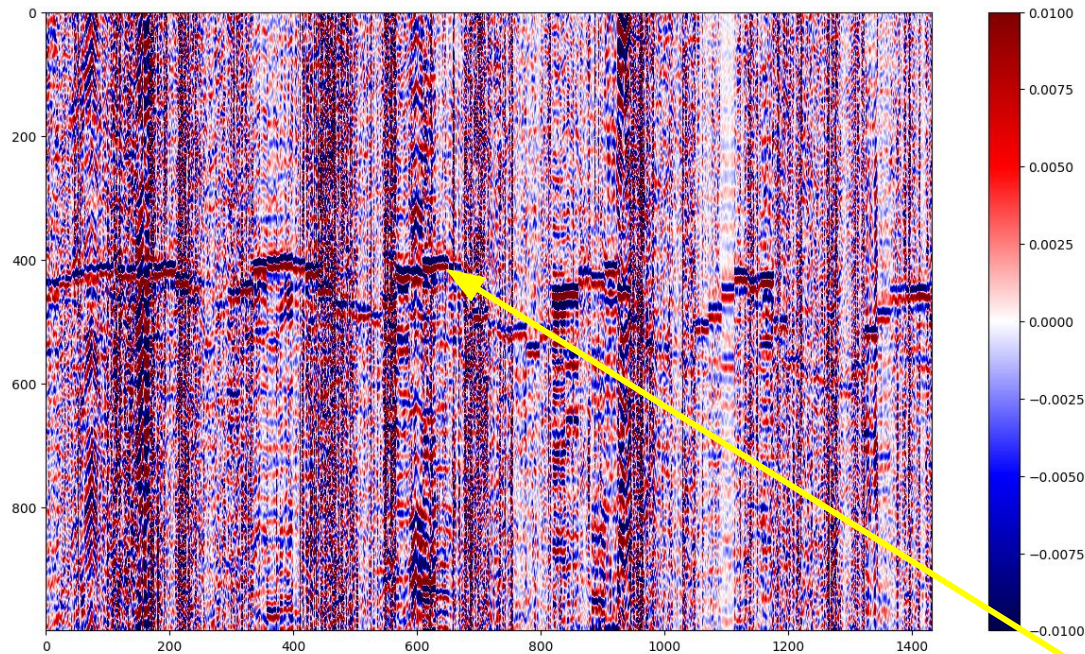
V1	V1	V1	V1	V1	V1
V2	V2	V2	V2	V2	V2
V3	V3	V3	V3	V3	V3
V4	V4	V4	V4	V4	V4
V5	V5	V5	V5	V5	V5

Скоростная модель



Решение уравнения эйконала  
Время пробега волны до каждой  
точки сетки от пробного источника с  
координатами (0,225)

# Когерентное суммирование



1. Предполагаем  $t_0$

2.

t1	t2	t3	t4	t5	t6
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

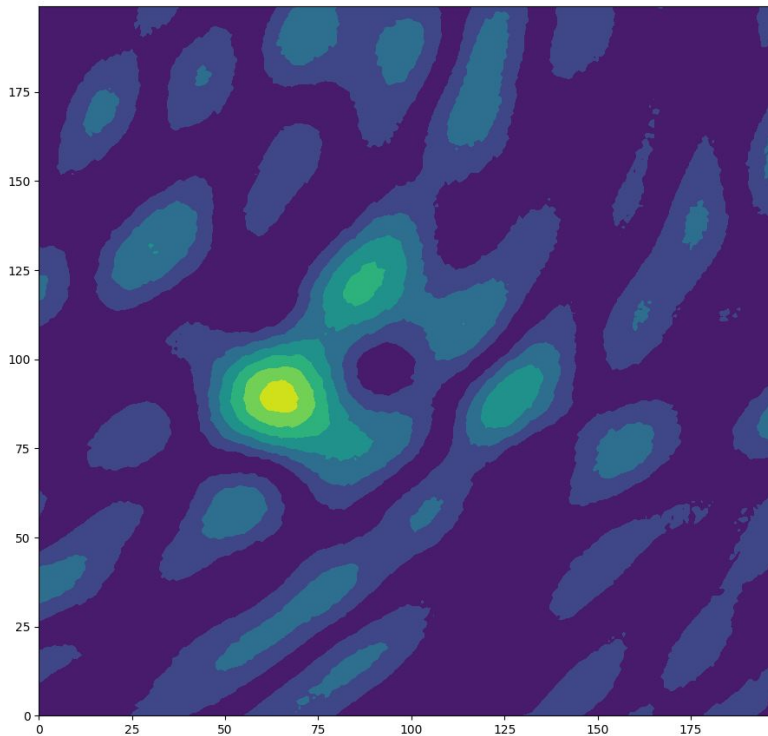
$$t = t_0 + t_2$$

3. Суммируем по каждому источнику

По горизонтали: приемники, по вертикали время, цвет – амплитуда сигнала.

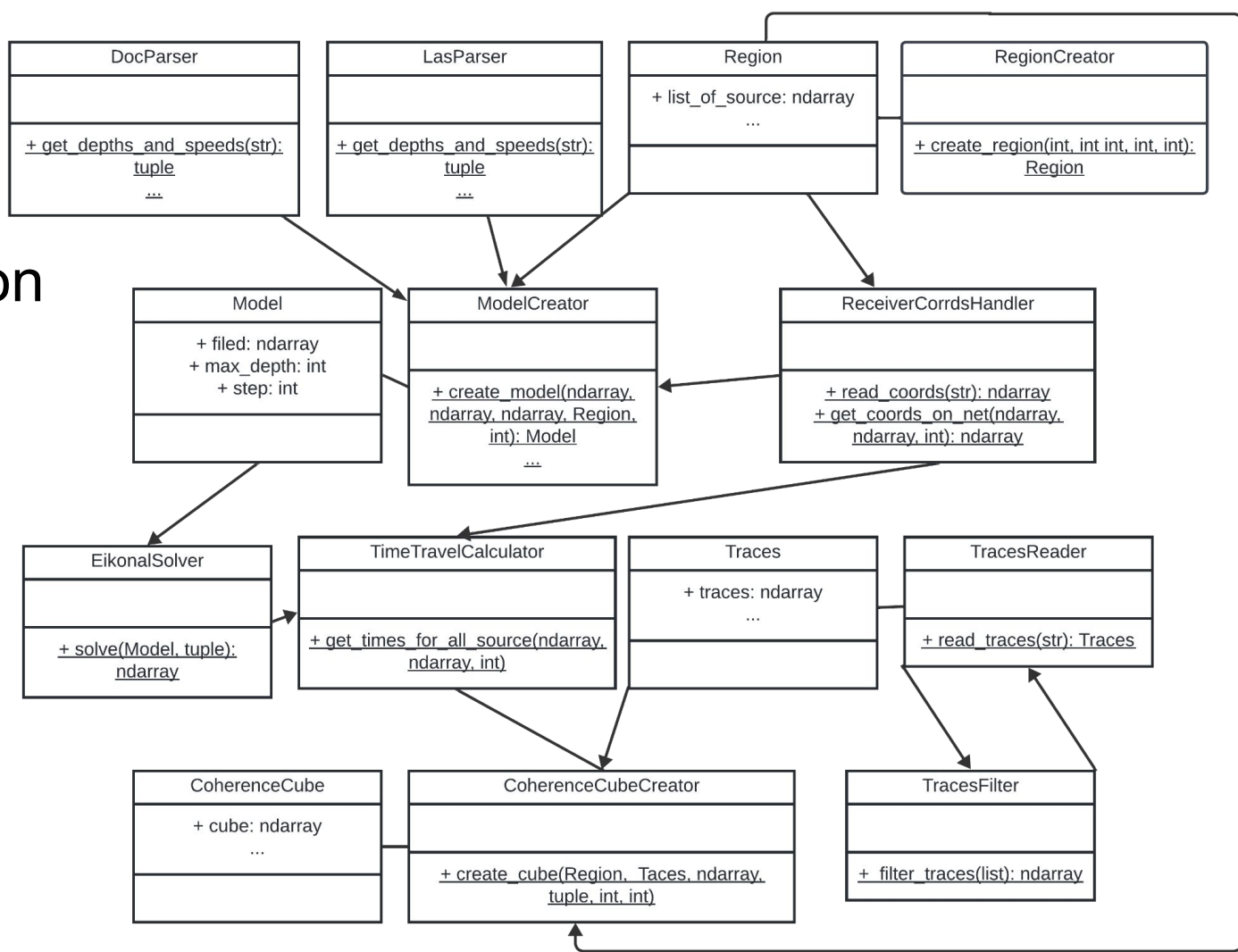
# Определение местоположения источника

Местоположение источника -  
максимум куба когерентности по  
всем точкам и по всем  
предполагаемым начальным  
временам

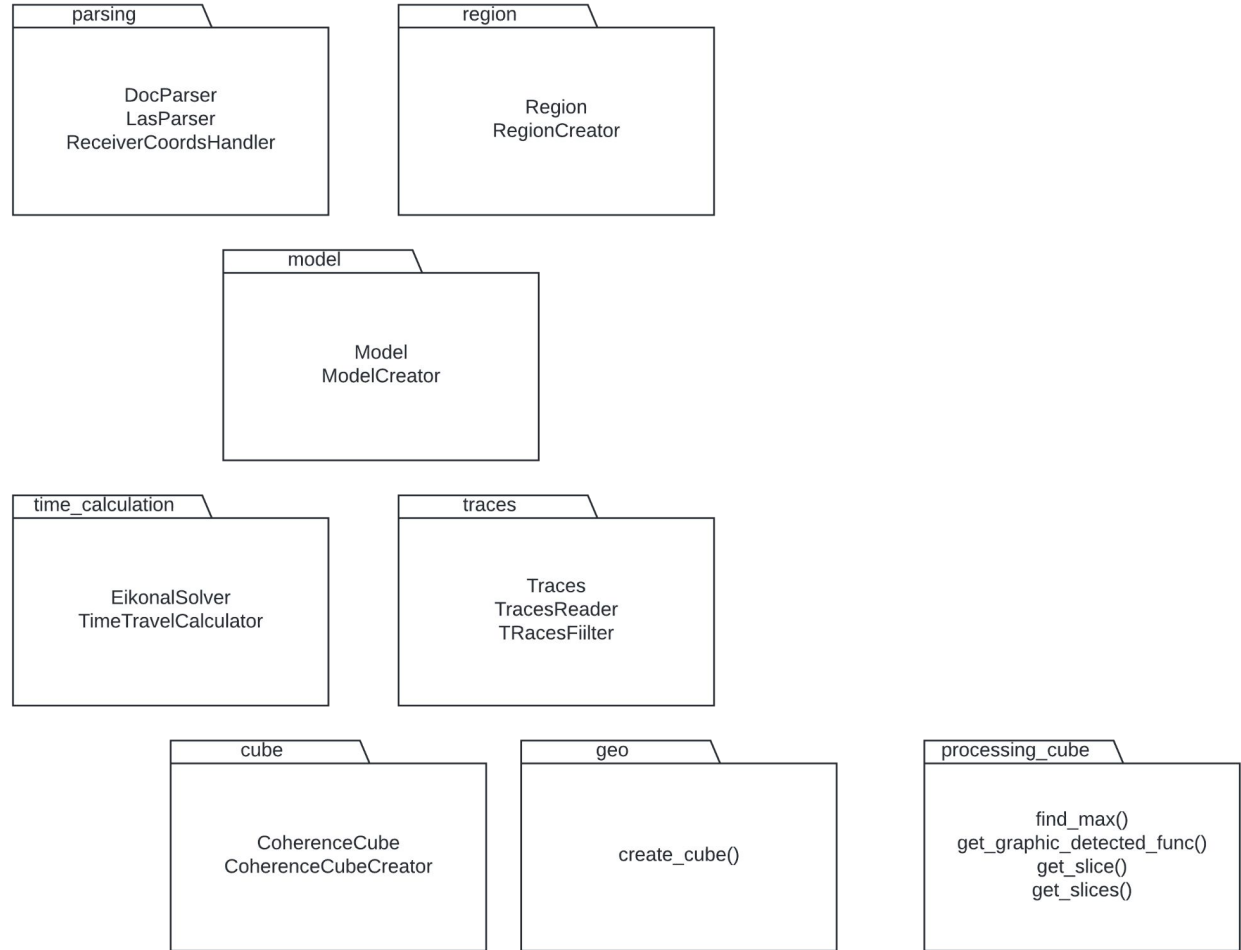


Срез куба когерентности

# Реализация: диаграмма классов Python



# Реализация: диаграмма КОМПОНЕНТОВ



# Экспериментальное исследование разработанной библиотеки

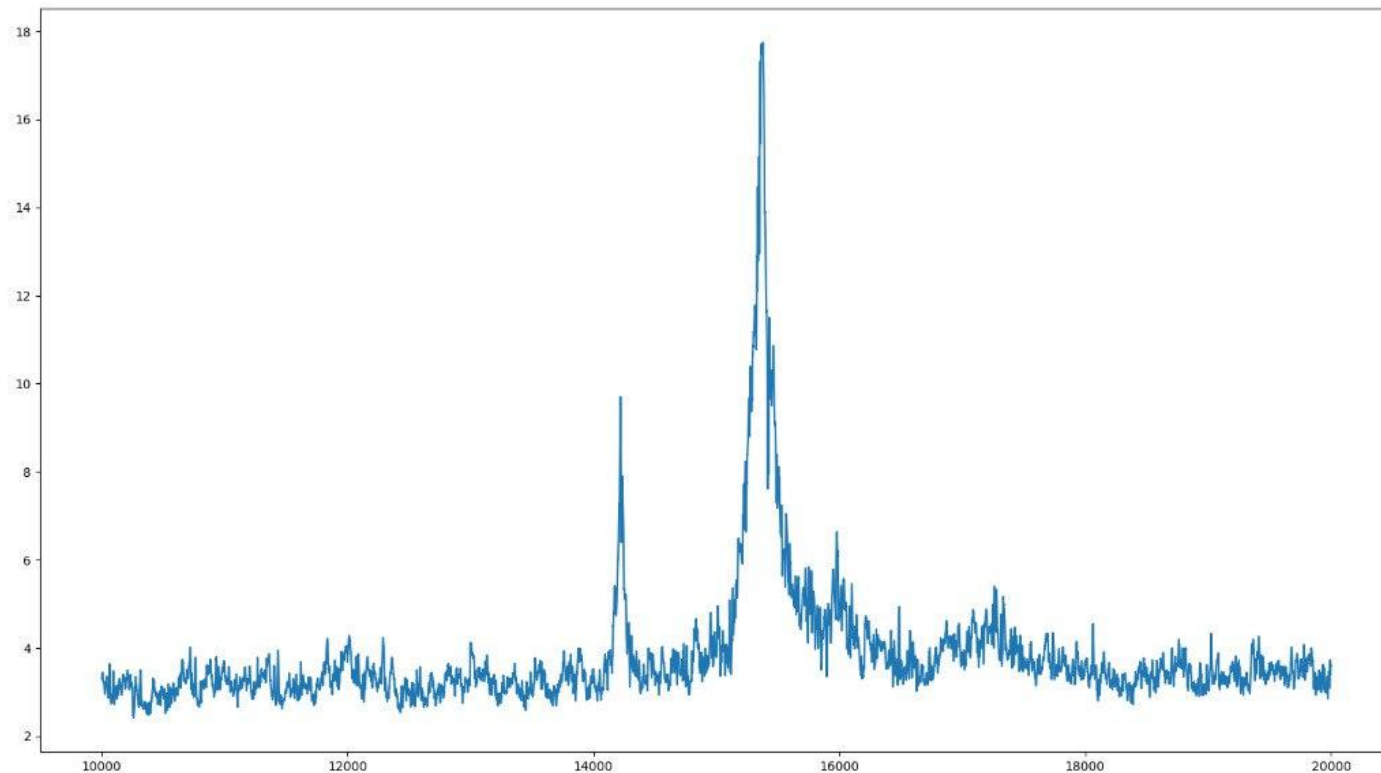
Входные данные:

- координаты 1533 сейсмоприемников
- 1533 сейсмотрассы для каждого приемника, каждая длительностью 30 секунд
- скорости распространения волны на глубинах от уровня Земли в диапазоне от 170 м до 2407 м

Параметры вычислений:

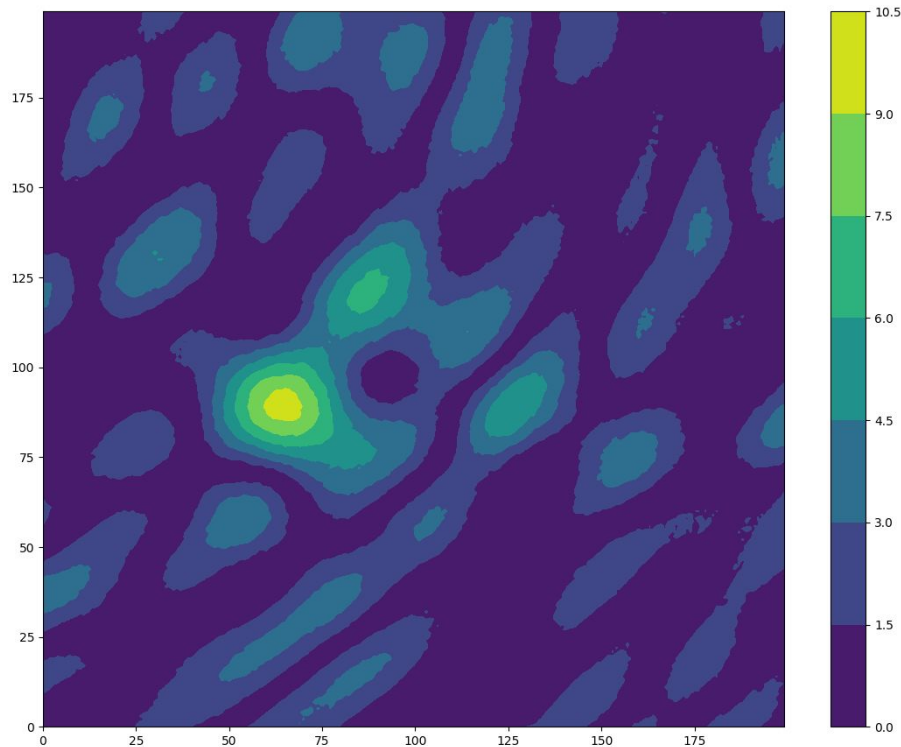
- начальные времена в диапазоне от 10 с до 20 с
- глубина 1410 м от уровня Земли
- площадь региона 1 км<sup>2</sup>, шаг выбора точечного источника 5 метров
- шаг сетки для построения скоростной модели 5 м

# График функции детекции на интервале от 10 с до 20 с, время в мс



t\_max = 14219 мс

# Срез куба когерентности для $t = 14219$ мс

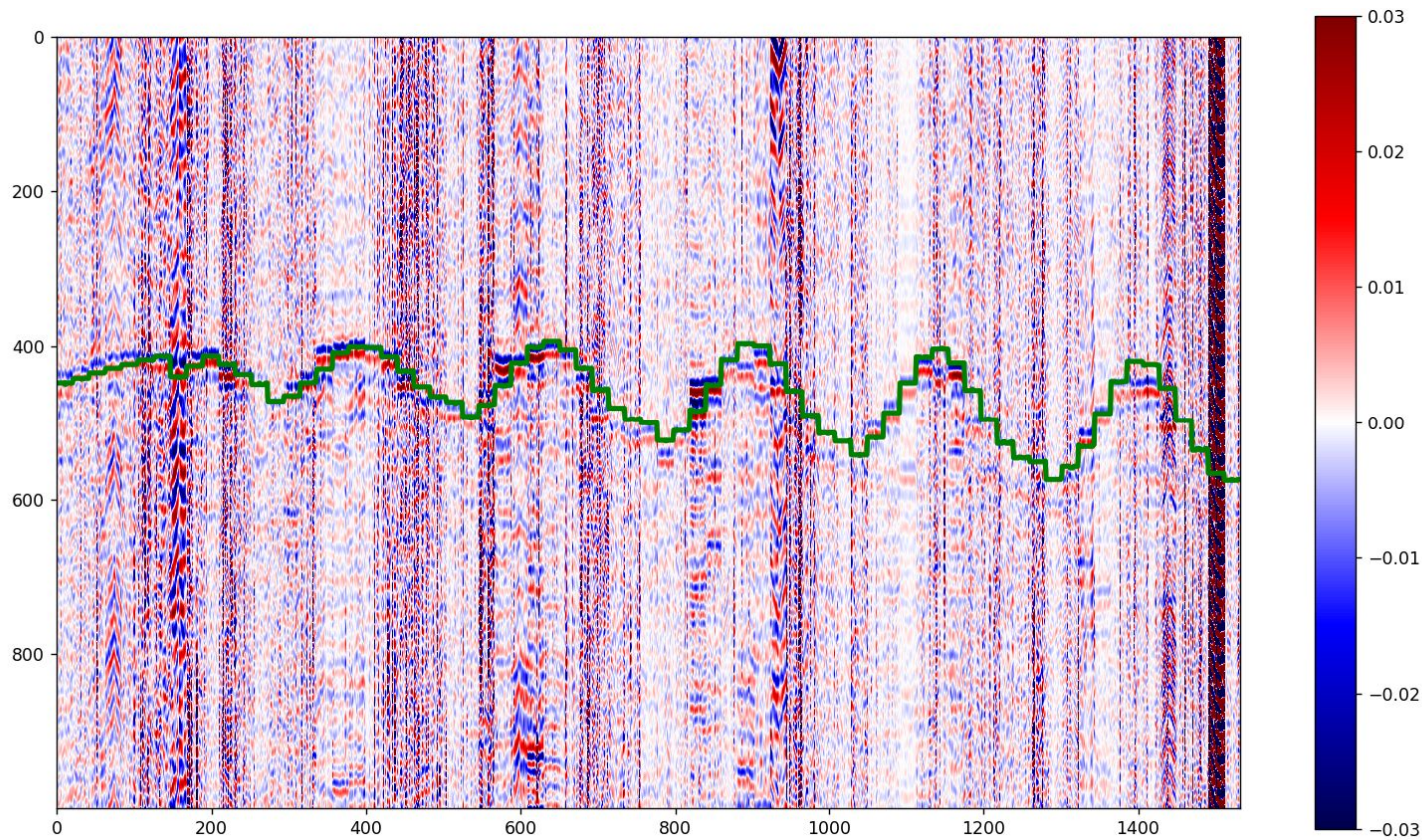


Цвет - значение функции  
детекции

Координаты максимума на  
графике:  
 $x = 64$ ,  $y = 89$

В координатах Гаусса-Крюгера:  
 $x = 9658320$ ,  $y = 5857450$   
Ожидаемое значение:  
 $x = 9658370$   $y = 5857280$

# Сейсмотрассы с наложенным на них графиком времени пробега волны



# Заключение

Что было выполнено:

- Сформулирована задача обнаружения источника сейсмического события
- Данная задача была реализована на языках Python и C++ с поддержкой модульности

# Заключение

Что было выполнено:

- Сформулирована задача обнаружения источника сейсмического события
- Данная задача была реализована на языках Python и C++ с поддержкой модульности

Что планируется сделать:

- Распараллелить на уровне потоков основной цикл когерентного суммирования
- Построить вычислительную модель для данной задачи
- Добавить наши модули в базу знаний по предметной области микросейсмика, которая будет размещена на платформе HPC Community Cloud и позволит строить высокоуровневые веб приложения с реализацией расчетов на суперкомпьютерах