

# Мониторирование скорости счета гамма-квантов, регистрируемых в подземном детекторе LVD, с целью предсказания сильных сейсмических событий

Студент:

Комлык Егор Романович

Научный руководитель:

Агафонова Наталья Юрьевна

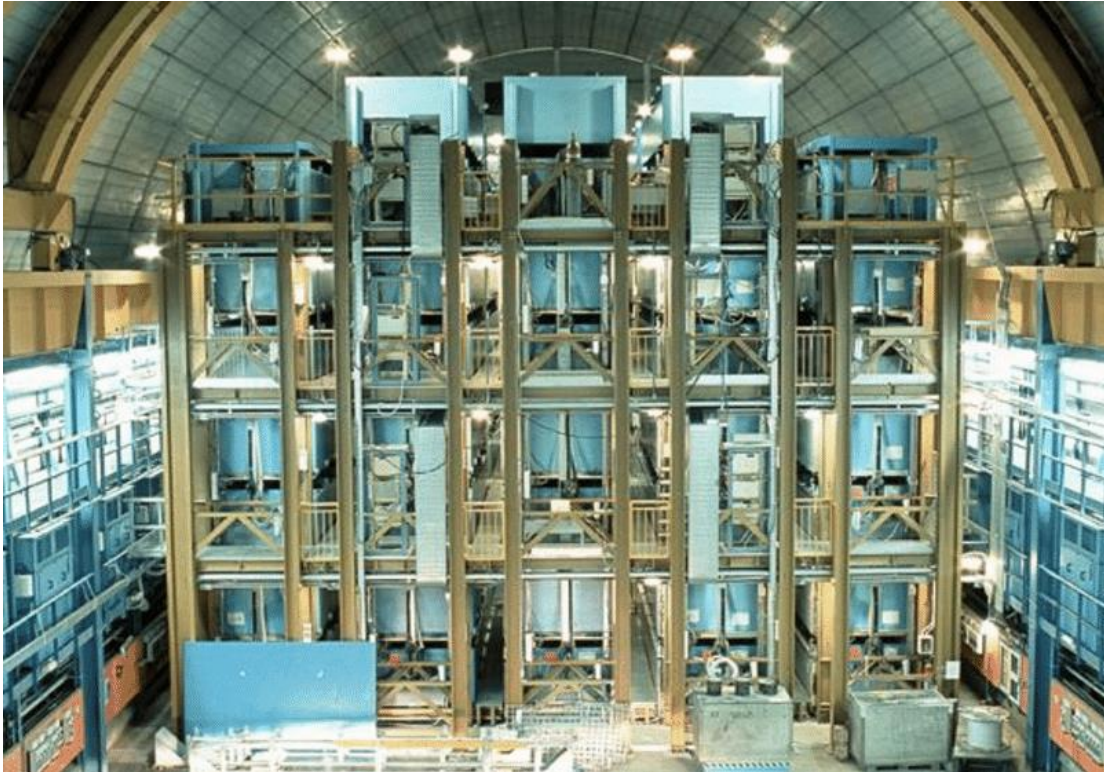
# Цели

Целью работы является разработка веб-приложения для визуализации данных по скорости счета гамма-квантов от естественной радиоактивности, регистрируемых детектором LVD.

# Задачи

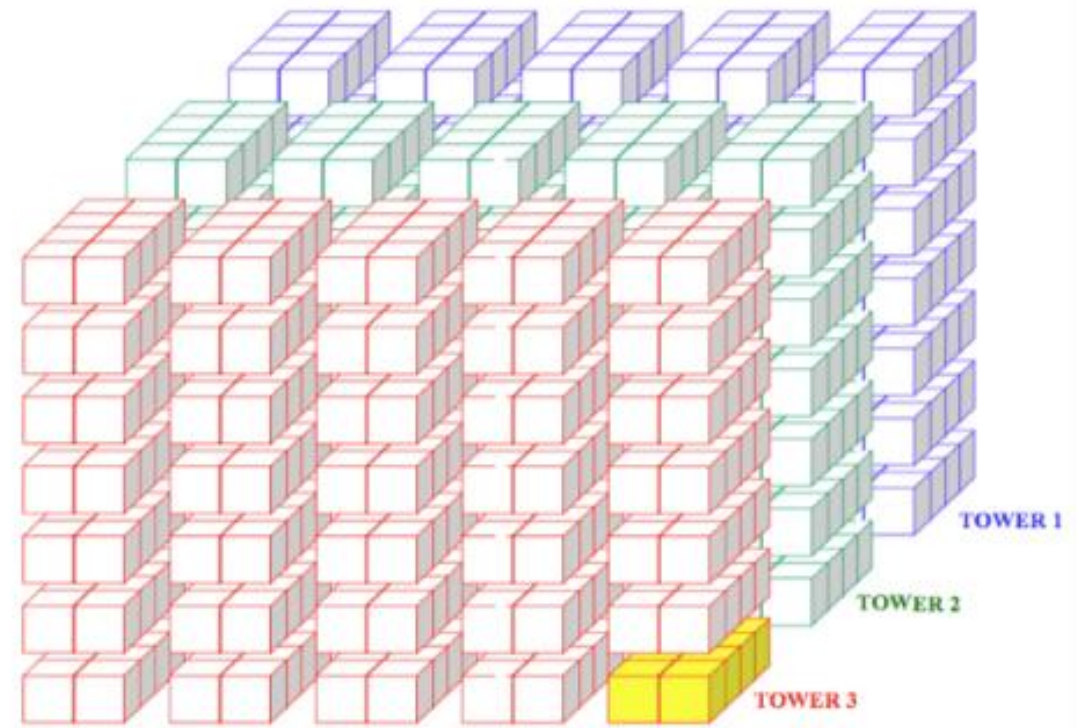
- Изучить работу детектора LVD, его характеристики и физику экспериментальных исследований
- Изучить особенности формирования данных по программе исследований вариаций гамма-квантов для нахождения критериев предвестников землетрясений в центральной Италии
- Создание сервера, включающего в себя пакет подпрограмм, с возможностью удалённого доступа

# Описание LVD

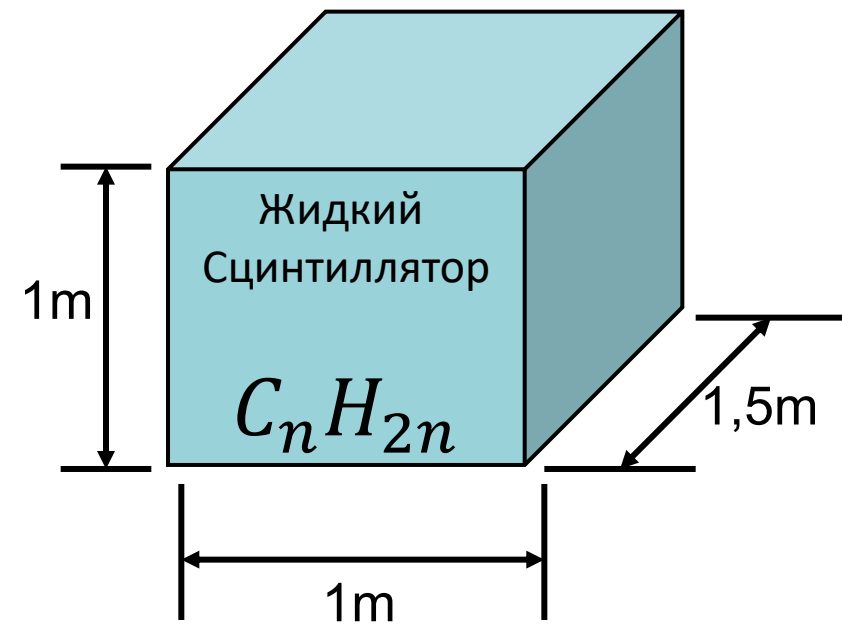


Глубина залегания – 3650 м в.э.

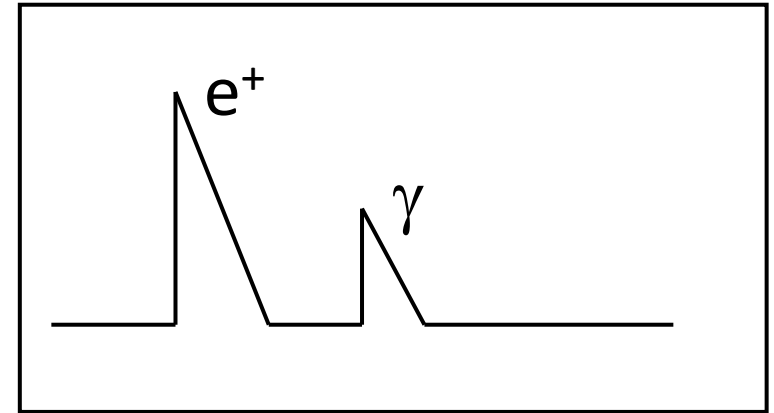
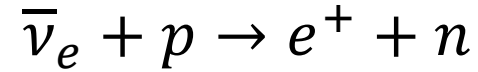
Назначение: поиск разных типов нейтрино от гравитационных коллапсов звездных ядер в нашей Галактике.



|                     |        |
|---------------------|--------|
| Длина               | 22.7 м |
| Ширина              | 13.2 м |
| Высота              | 10.0 м |
| Масса сцинтиллятора | 1008 т |
| Число счётчиков     | 840    |
| Число ФЭУ           | 2520   |

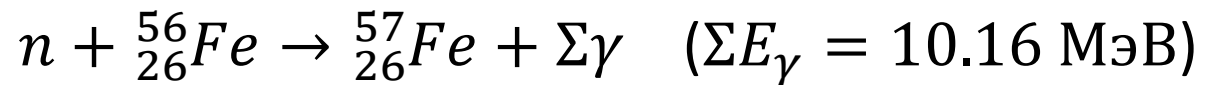


Основная реакция – обратный бета-распад (IBD):



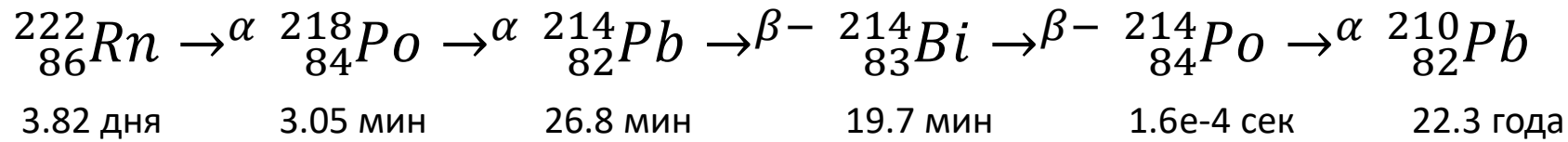
Два порога регистрации:

Триггерный  $E_{HET} = 4$  МэВ,  
низкоэнергетичный  $E_{LET} = 0.5$  МэВ



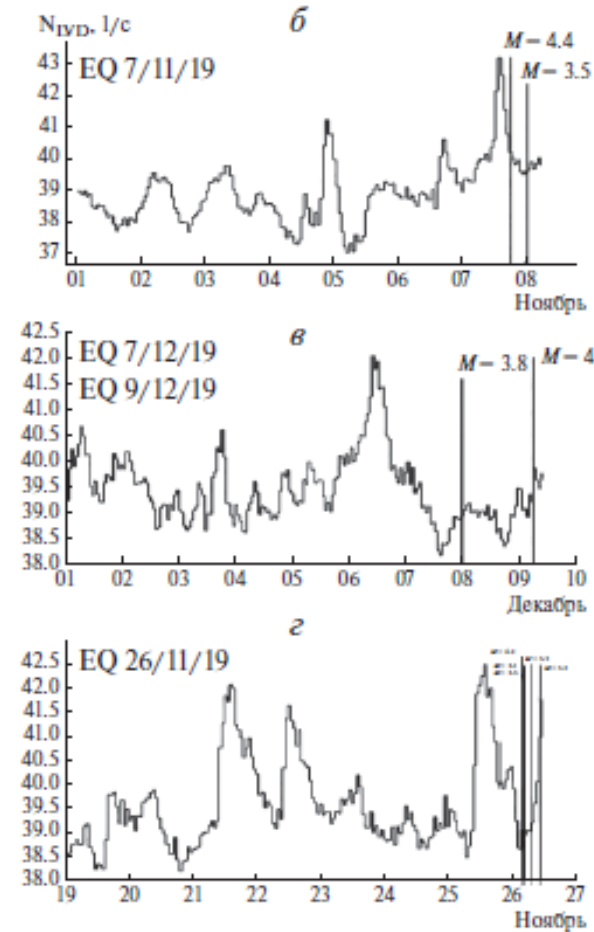
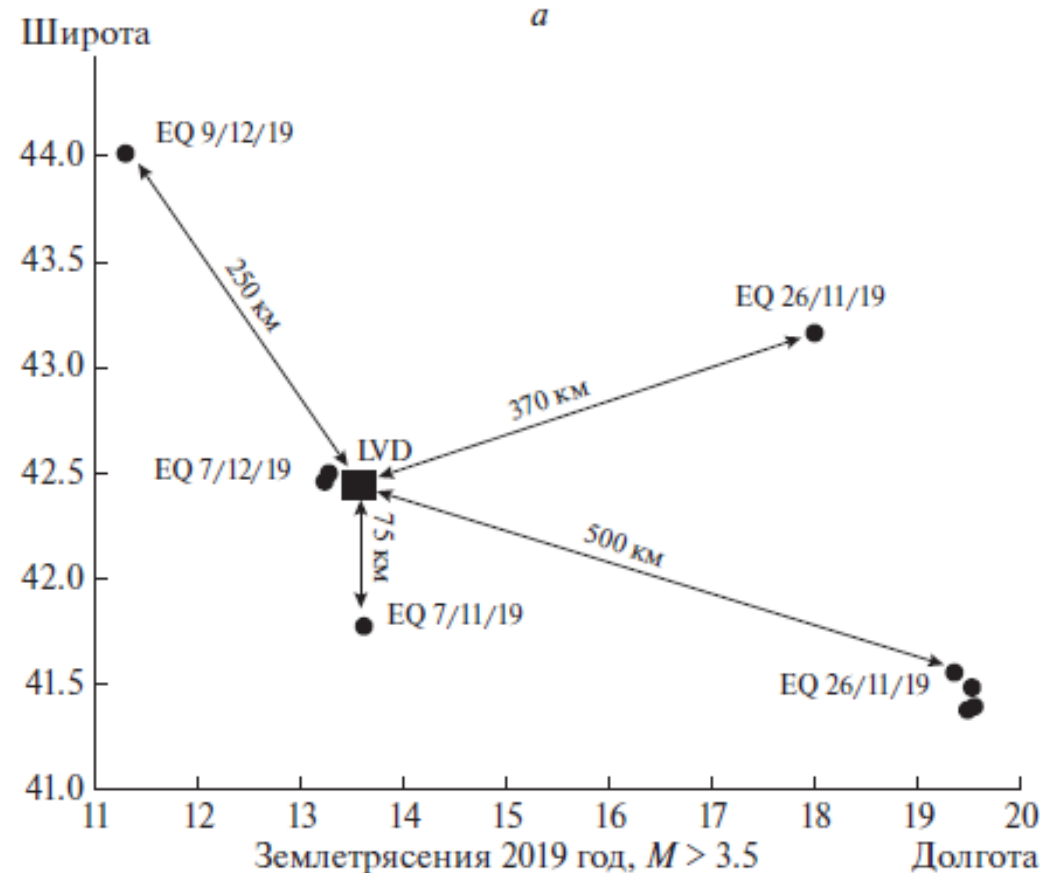
Фон: атмосферные мюоны (средняя энергия которых около 280 ГэВ, скорость счёта мюонов на счетчик  $\sim 10^{-4} \text{сек}^{-1} \text{счётчик}^{-1}$ ), и естественная радиоактивность скального грунта и материалов установки (для внутренних счетчиков первой башни ( $\sim 45 \text{сек}^{-1} \text{счётчик}^{-1}$ )).

# Радоновый фон и предвестники землетрясений



Гамма-излучение создаётся в основном ядрами  ${}^{214}_{83}\text{Bi}$ ,  
 $E_\gamma = 0.6 - 2.5 \text{ МэВ}$

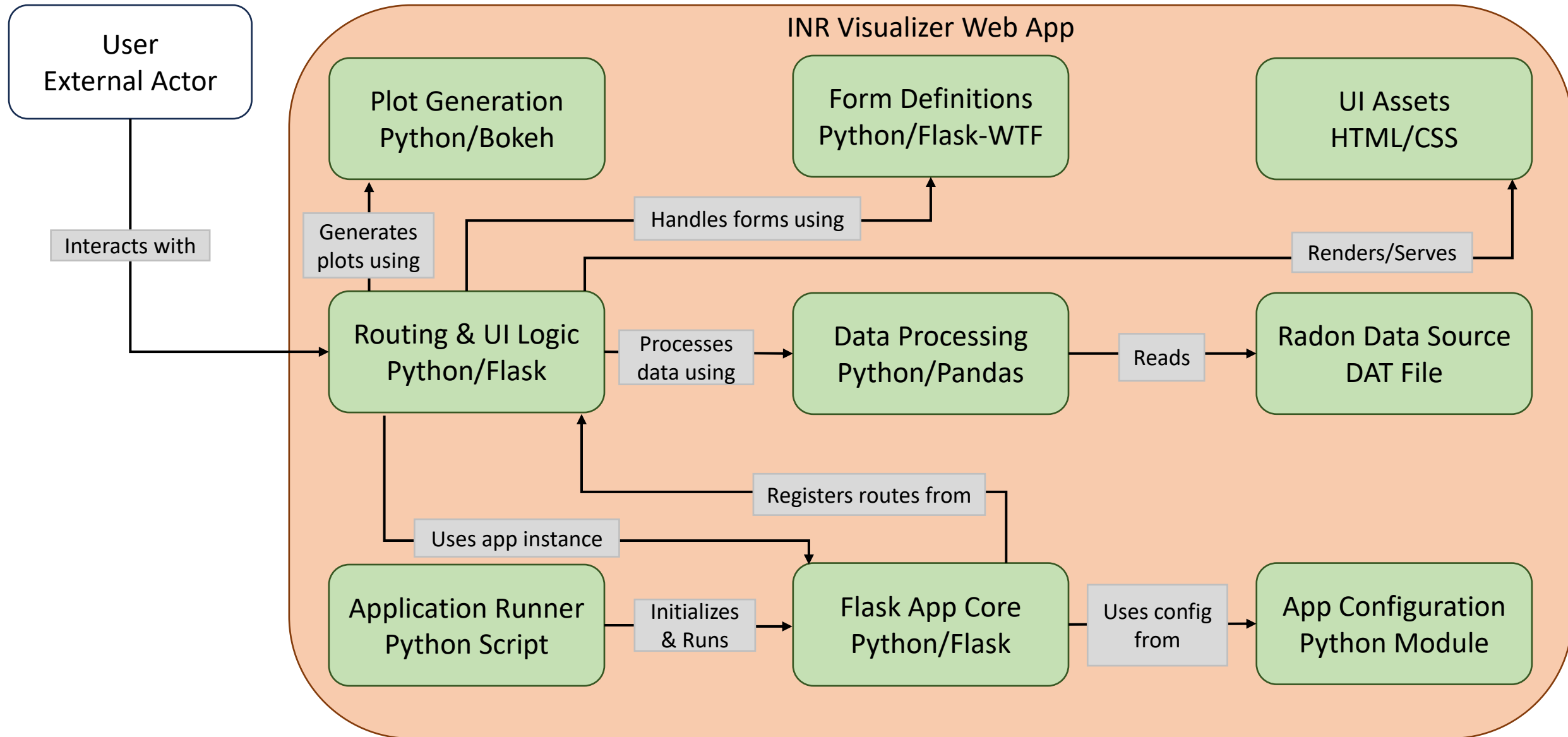
Сейсмические события 2019 г. с магнитудой больше 3.5 и отклик установки LVD:  
 слева (а) – показаны эпицентры сильных толчков и их расположение относительно установки LVD;  
 справа (б, в, г) – данные установки по нижнему порогу (по оси абсцисс – дата, по оси ординат – темп счета в секунду на счетчик).  
 Линиями обозначены моменты сильных толчков.



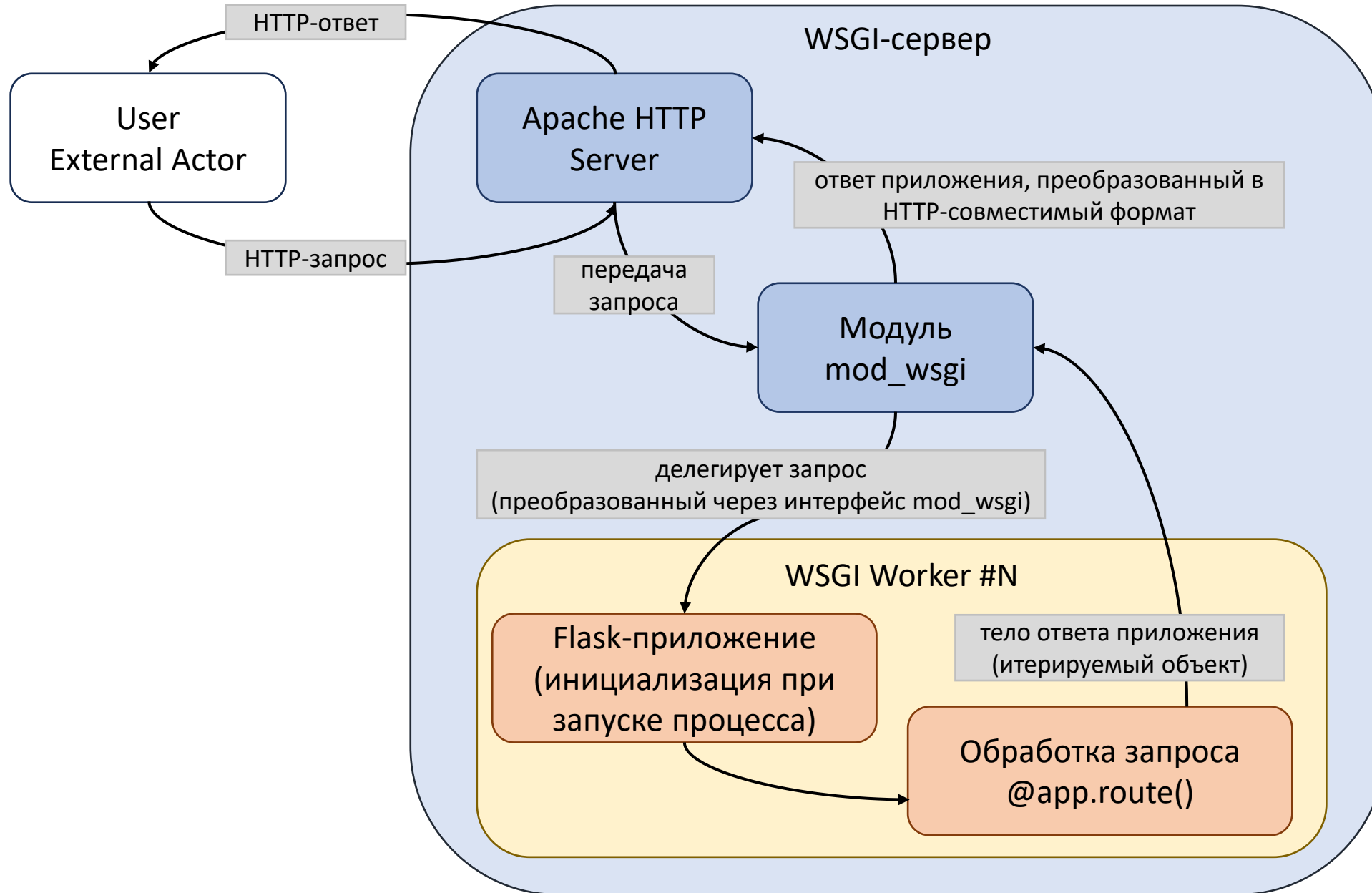
# Мотивация разработки и требования

- Необходимость в представлении изучаемых данных в наглядном виде
- Доступность: возможность подключения через браузер по сети интернет без установки дополнительного ПО
- Интерактивность: возможность гибко работать с графиком, быстро перемещаться по временному ряду и изменять масштаб
- Гибкость: возможность включать новые источники данных, обновлять графики в реальном времени и интегрировать методы анализа

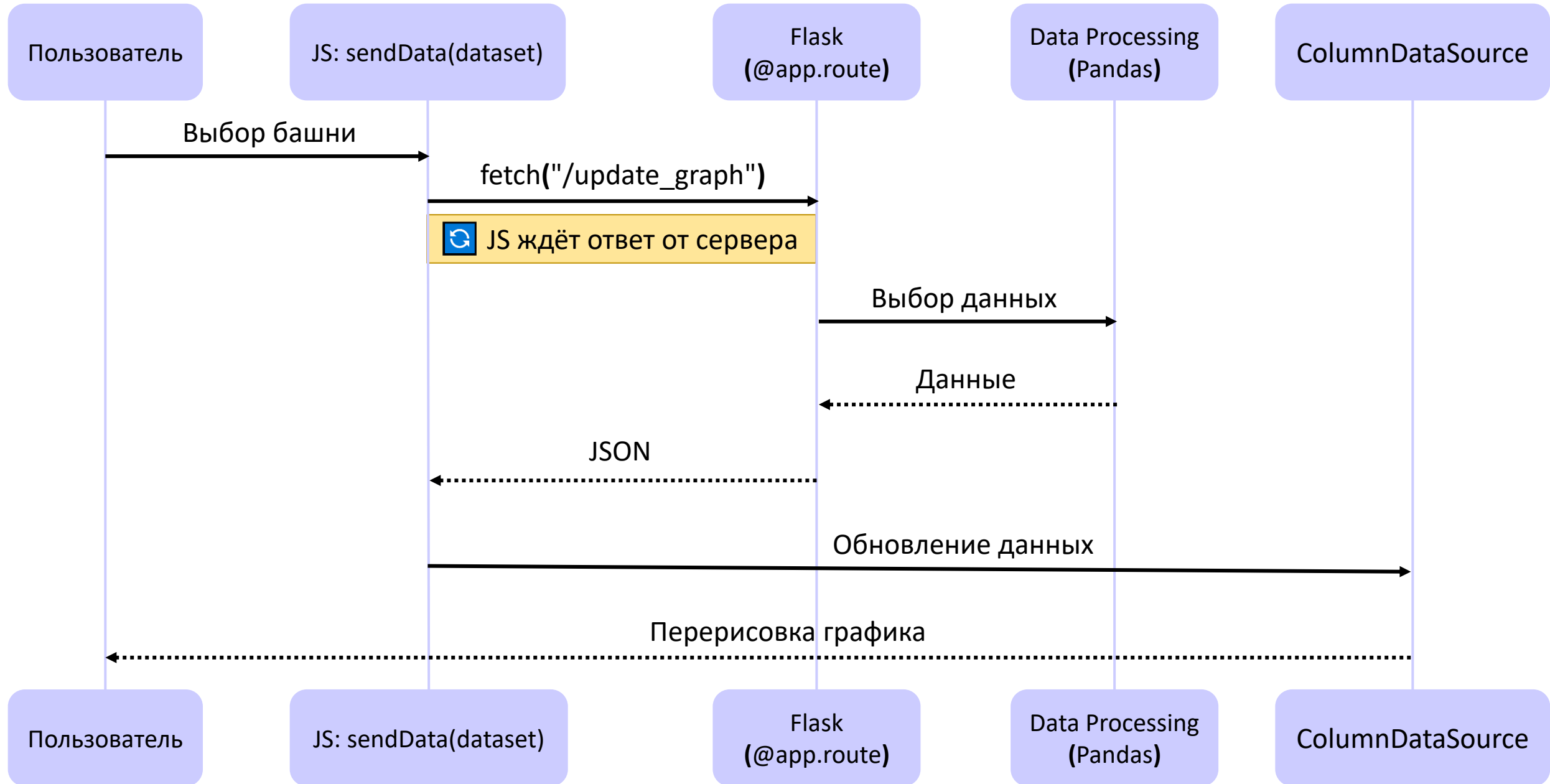
# Архитектура приложения



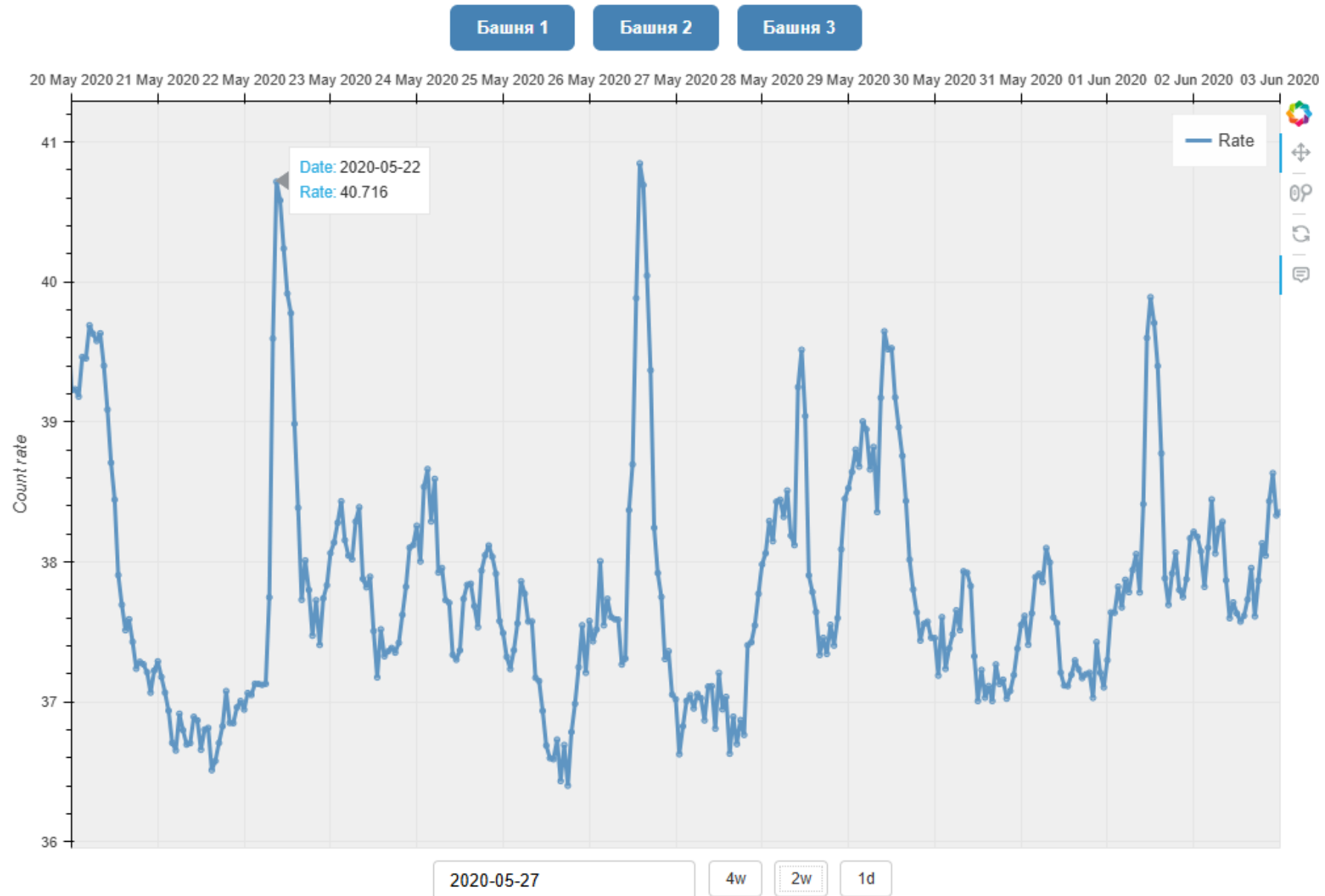
# Схема взаимодействия



# Алгоритм работы



# Пользовательский интерфейс



# Заключение

- Изучена работа детектора LVD, его характеристики и физика экспериментальных исследований
- Изучены особенности сбора данных по программе исследований вариаций гамма-квантов для нахождения критериев предвестников землетрясений в центральной Италии
- Разработано веб-приложение для визуализации данных эксперимента



