

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.

Необходимо графическое представление временных рядов, как архивных данных (с 1993 по 2024 г), так и онлайн мониторингирование.

Задачи

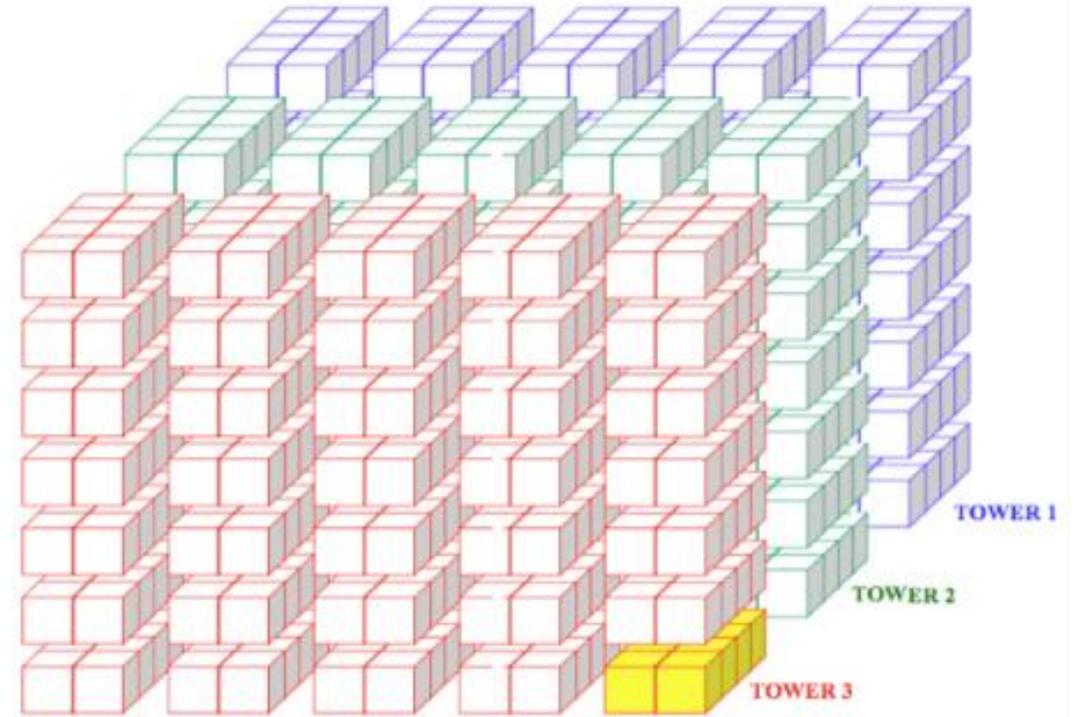
- Изучить работу детектора LVD, его характеристики и физику экспериментальных исследований
- Изучить особенности формирования данных по программе исследований вариаций гамма-квантов для нахождения критериев предвестников землетрясений в центральной Италии
- Создание сервера, включающего в себя пакет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

Описание LVD

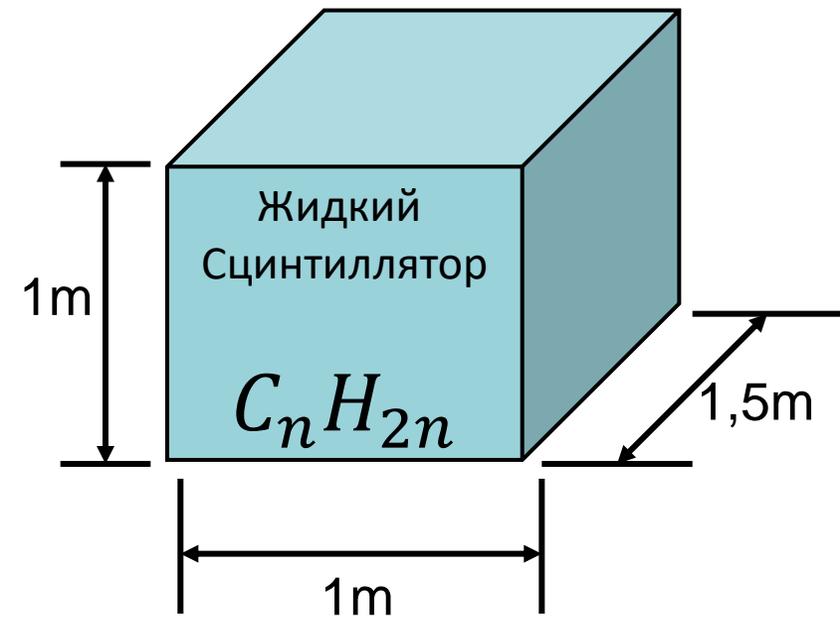


Глубина залегания – 3650 м в.э.

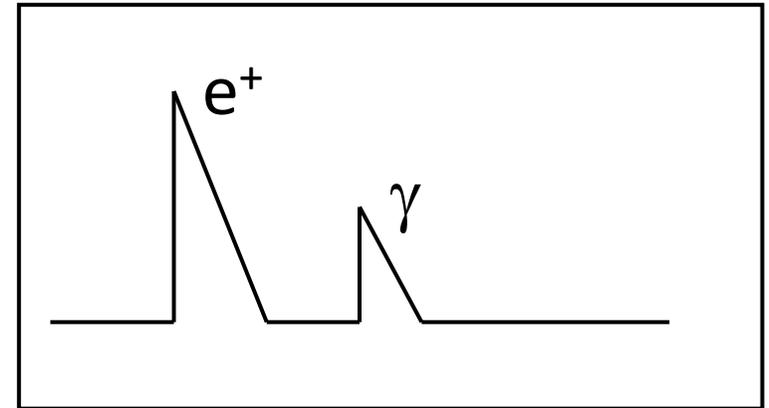
Назначение: поиск разных типов нейтрино от гравитационных коллапсов звездных ядер в нашей Галактике.



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):



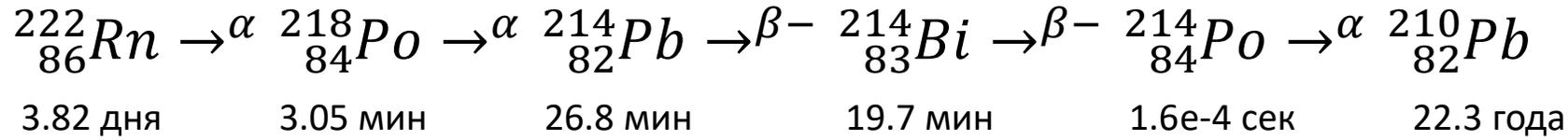
Два порога регистрации:

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



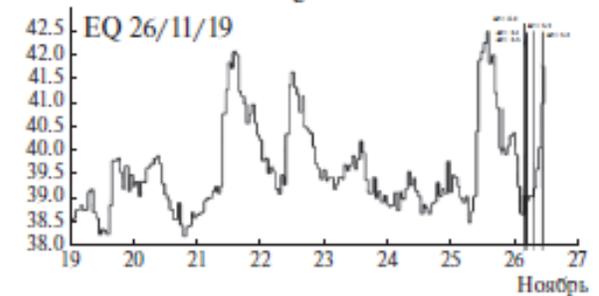
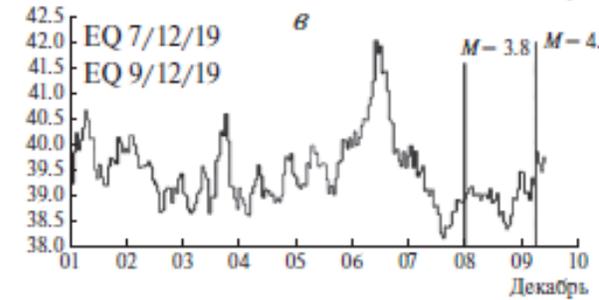
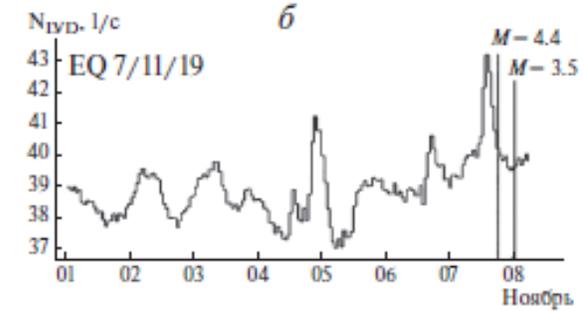
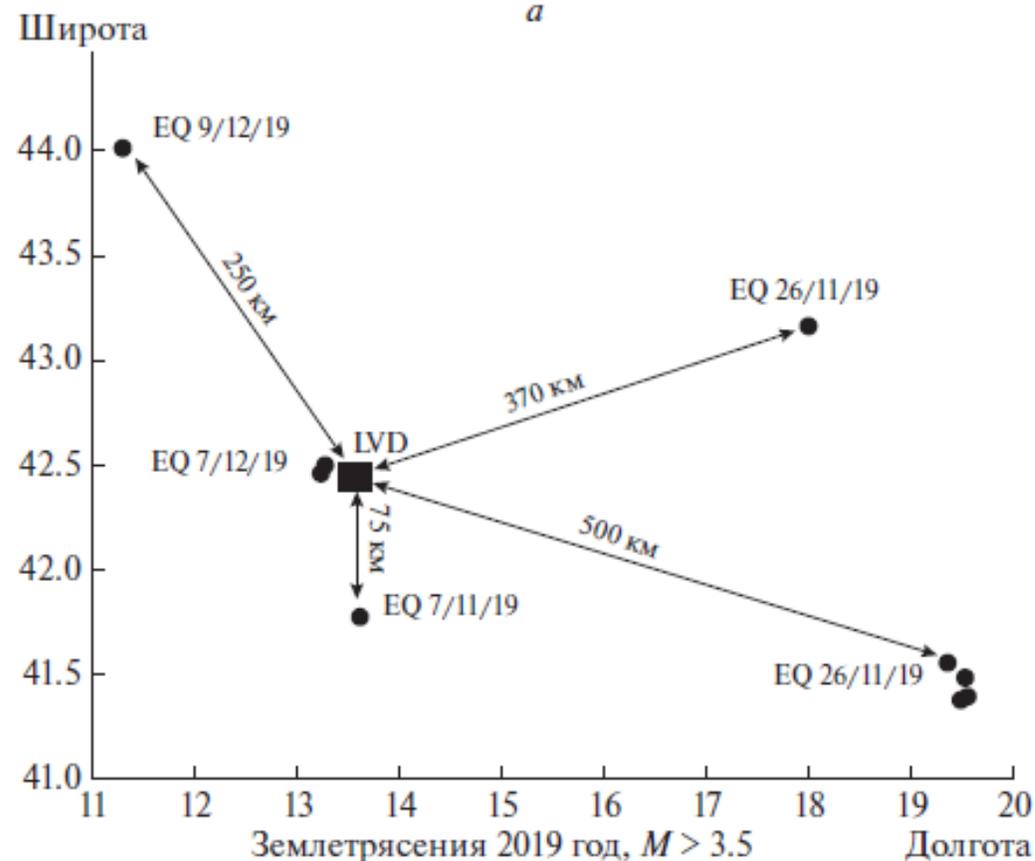
Фон: атмосферные мюоны (средняя энергия которых около 280 ГэВ, скорость счёта мюонов на счетчик $\sim 10^{-4} \text{сек}^{-1} \text{счётчик}^{-1}$), и естественная радиоактивность скального грунта и материалов установки (для внутренних счетчиков первой башни ($\sim 45 \text{сек}^{-1} \text{счётчик}^{-1}$)).

Радоновый фон и предвестники землетрясений



Гамма-излучение создается 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.



Требуемый функционал веб-приложения

- Визуализации данных эксперимента по регистрации гамма-квантов от распада радона: как отображение архивных данных, так и онлайн мониторинг за последние 2-3 суток.
- Возможность простого и быстрого удалённого доступа

Используемый инструментарий

Разработка веб-приложения ведётся с использованием фреймворка Flask на языке Python. Он включает в себя шаблонизатор Jinja2 для создания HTML шаблонов. Для настройки внешнего вида и части функционала веб-приложения задействуются CSS и JS. Однако для упрощения разработки визуальной составляющей рассматривается возможность использования фреймворка Bootstrap, предоставляющего широкий перечень шаблонов из компонентов веб-интерфейса. Само flask-приложение планируется устанавливать на веб-сервер Apache. Также одной из промежуточных задач является обработка и подготовка к визуализации «сырых» данных с установки, она решается с использованием соответствующих библиотек Python, таких как Pandas и NumPy.

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
- Подобран набор инструментов для разработки решения по практической задаче и начато их освоение
- Разработана часть функционала для обработки данных с установки анализа временных рядов