

**Разработка графического интерфейса создания  
дашбордов и визуализация событий в  
эксперименте BAIKAL-GVD**

**Студент : Сафронова М.А.**

**Научный руководитель: д.ф.-м.н. Наумов Д.В.**

## Цель работы

- обзор подводного нейтринного телескопа Байкал;
- ознакомление с пакетом NTSim;
- визуализация сгенерированных фотонов, полученных с помощью данного пакета;

# Введение

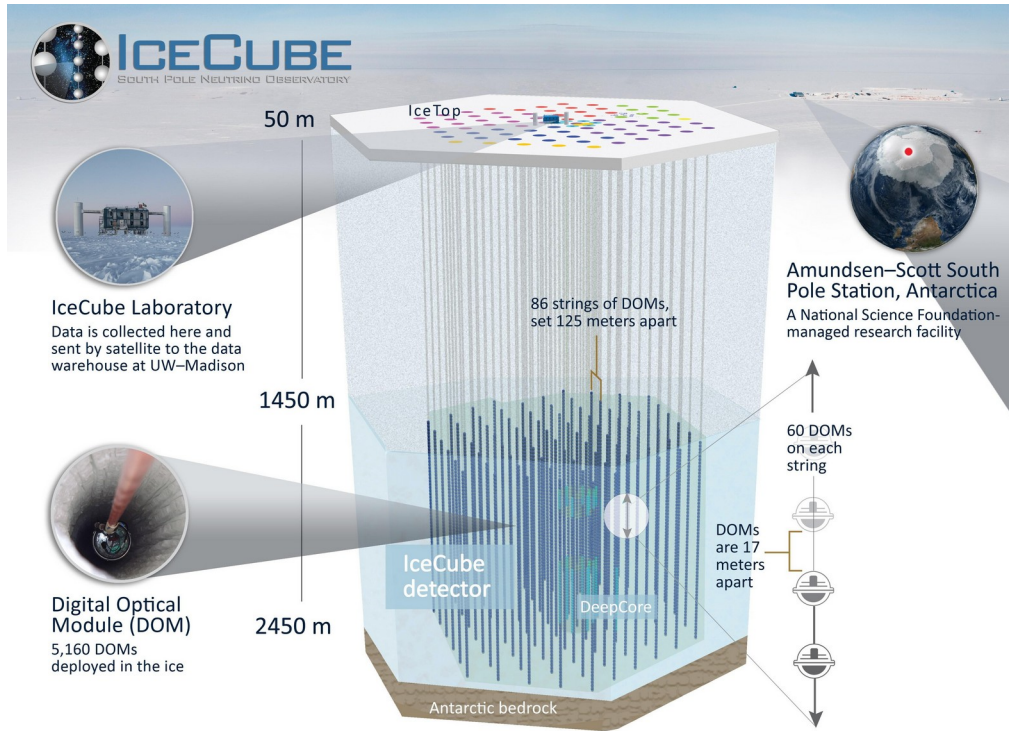


Рис.1 Эксперимент IceCube.

Идея создания гигатонного нейтринного телескопа в Северном полушарии появилась после обнаружения астрофизических нейтрино энергией около 1000 ТэВ детектором IceCube (расположен в Южном полушарии)

В результате создана глобальная нейтринная сеть обнаружения нейтрино со всей небесной сферы

Основная цель эксперимента - регистрация потоков астрофизических нейтрино от источников, расположенных в Северном полушарии Земли

## Выбор географического расположения



Байкальский нейтринный телескоп находится в южной части озера Байкал примерно в 3.5 км от берега. Максимальная глубина в этом месте составляет около 1.1 км

Причины выбора расположения:

- 1) большая глубина — естественная защита от фонового космического излучения;
- 2) ледовый покров в течение длительного времени — облегчает развёртывания детектора;
- 3) малая длина поглощения и рассеяния света

Рис2. Расположение Байкальского нейтринного телескопа

## Общая схема установки

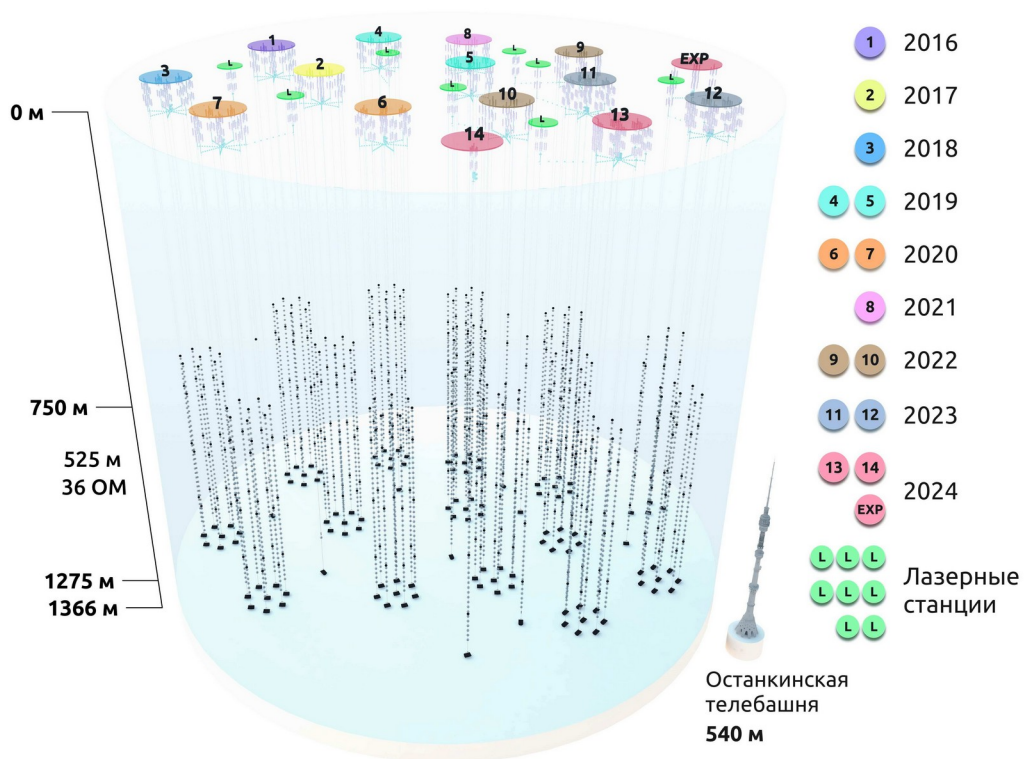


Рис3. Общая схема нейтринного телескопа Байкал

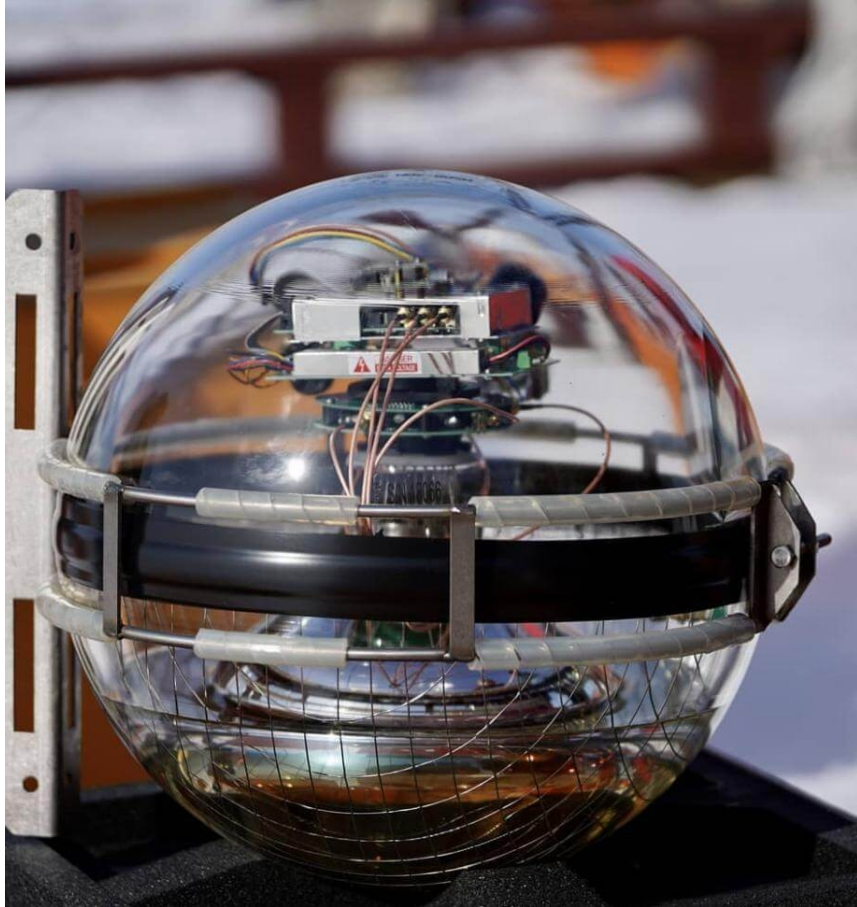
Основной структурной единицей установки являются кластеры. Каждый кластер представляет собой набор из восьми километровых струн, расположенных в виде семиугольника

Кластеры управляются береговой станцией и работают независимо друг от друга. Возможно проводить многокластерный и однокластерный анализ

Каждая крепится с одной ко дну озера, а с другой к буйам на поверхности, и содержит 36 оптических модулей, расположенных на расстоянии 15 м друг от друга начиная с глубины 90м. Таким образом, они покрывают глубину около 525м

В настоящее время установка состоит из 14 кластеров

## Оптические модули



Оптический модуль — основной элемент установки. Нейтрино не регистрируются непосредственно, при взаимодействии с веществом они образуют заряженные частицы. Одна из наиболее распространённых реакций:



В силу высоких энергий нейтрино скорости мюонов превосходят скорость света в воде. В результате возникает черенковское излучение, которое регистрируется ФЭУ, расположенных внутри герметичных и устойчивых к высокому давлению стеклянных сфер

Помимо ФЭУ оптические модули содержат большое количество датчиков (давления, температуры, влажности воздуха и тд)

Рис4. Оптический модуль Байкальского нейтринного телескопа

## Результаты визуализации.

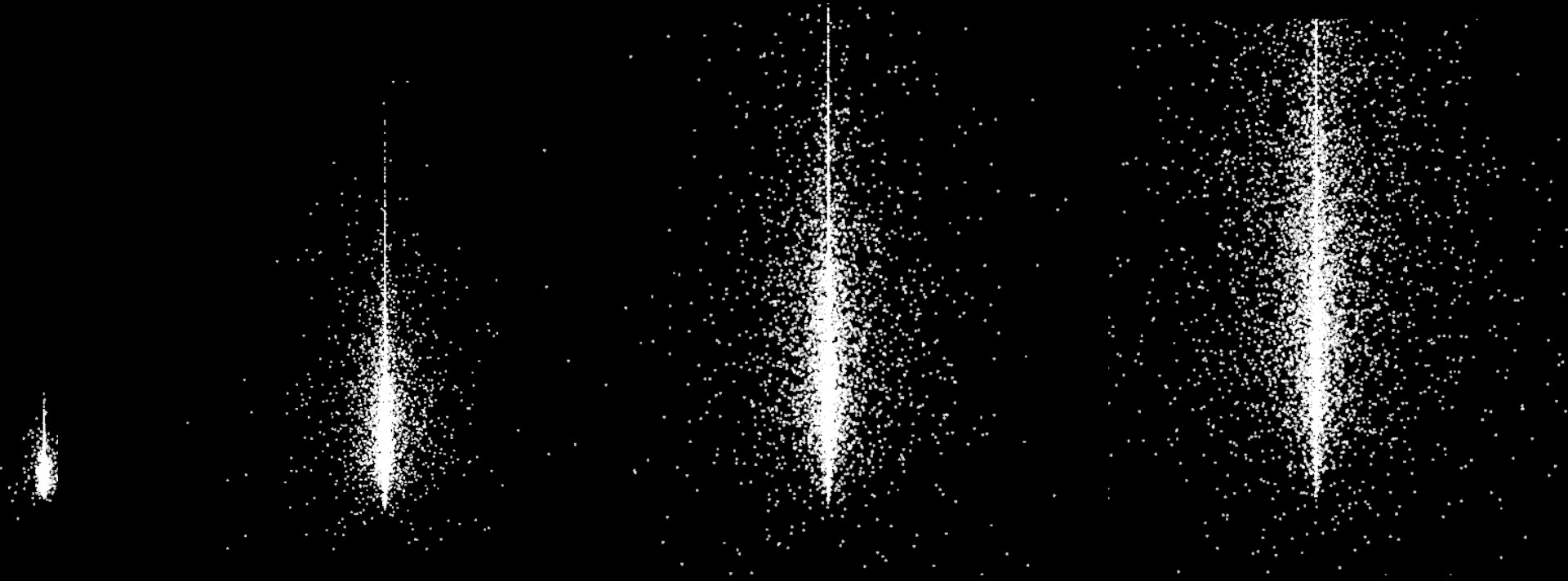


Рис5. Визуализация рассеяния фотон,  
полученных из моделирования, в воде.

Визуализация конусообразного и изотропного распределений.

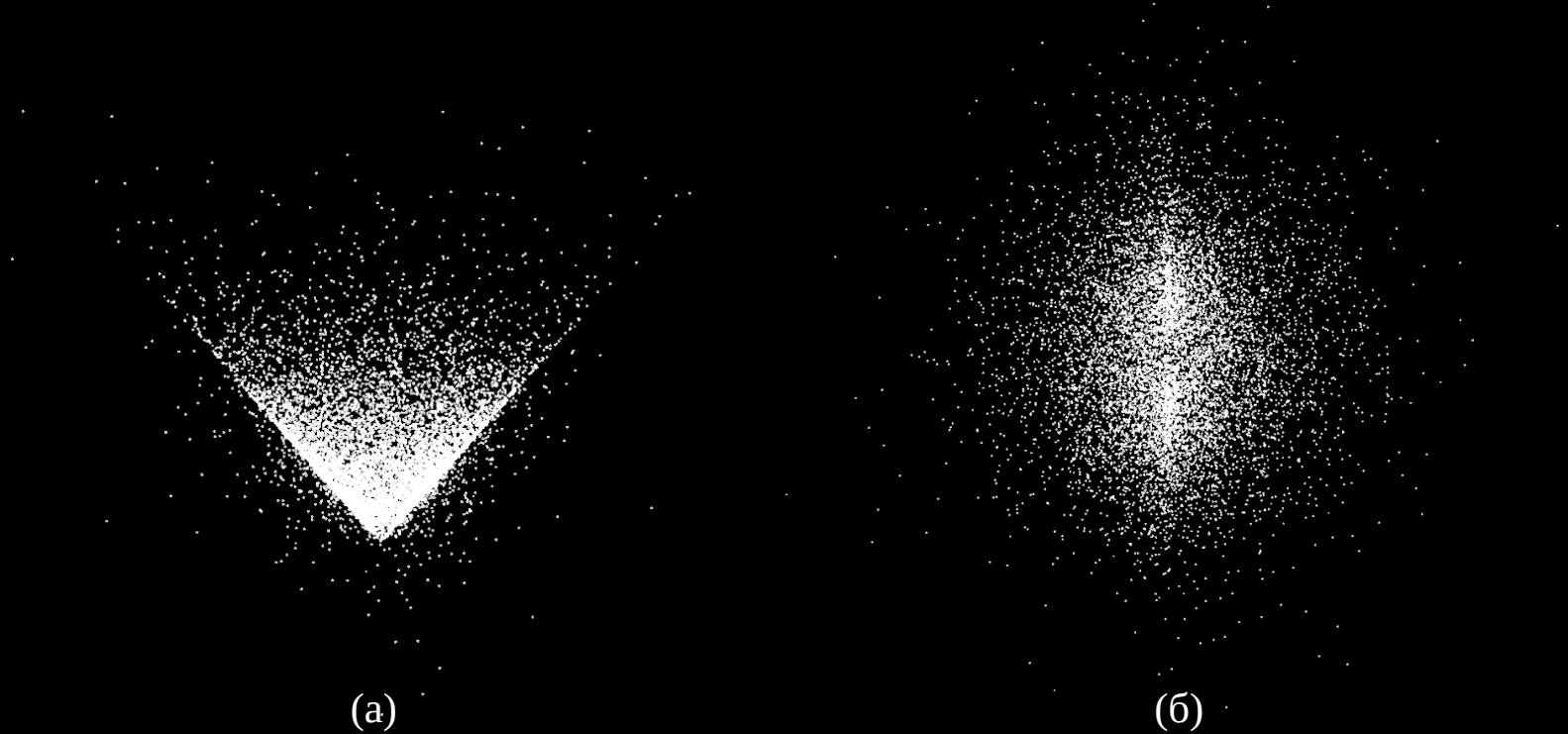


Рис6. Результат визуализации работы пропегатора по моделированию конусообразного и изотропного распределений: а) конусообразное распределение, б) изотропное.



## 4. Заключение

- В ходе работы было проведено ознакомление с основными нейтринными экспериментами, также были изучены принципы работы нейтринных детекторов, таких как IceCube, KM3NeT, BAIKAL-GVD.
- В рамках данной научной работы был изучен и использован пакет NTSim.
- Для решения задачи данной работы использованы генераторы первичных взаимодействий и пропагаторы частиц. С помощью генераторов смоделированы световые импульсы, которые далее были распространены в веществе пропагатором. На основании полученных данных осуществлена визуализация фотонов, движущихся в воде в определенном направлении.
- Также была реализована визуализация определенных распределений: конусообразного и изотропного распределений. Для этого использовались такие генераторы пакета NTSim как Laser и IsotropicSource.