

Аннотация к проекту:

Моделирование прототипа подземной водной черенковской установки для гамма-обсерватории TAIGA

М.Ю. Терновой

Совместная работа широкоугольной черенковской установки TAIGA-HiSCORE и атмосферных черенковских телескопов (АЧТ) установки TAIGA-IACT, входящих в состав астрофизического комплекса TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic ray physics and Gamma Astronomy), нацелена на детальное исследование космических гамма-квантов с энергией выше 40 ТэВ методом регистрации черенковского излучения широких атмосферных ливней (ШАЛ). Оптические станции TAIGA-HiSCORE ведут эффективную регистрацию событий начиная с энергии 100 ТэВ и имеют надежную методику восстановления параметров ШАЛ и энергии первичной частицы. Изучение формы изображения ШАЛ ведется с помощью АЧТ.

Для эффективного использования черенковских установок при поиске астрофизических гамма-квантов в составе астрофизического комплекса планируется развернуть систему водных черенковских детекторов, ведущих регистрацию мюонной компоненты ШАЛ начиная с энергии 0.5 ПэВ. Водные детекторы будут расположены под слоем грунта толщиной 2 м, достаточной для экранирования электромагнитной компоненты ШАЛ. Предполагаемая высота отдельного детектора составит 1.5 м, а площадь – порядка 40 м². Пороговая энергия для вертикальных мюонов при этом составит около 1 ГэВ. Предполагается, что данные черенковских установок будут использоваться для восстановления параметров ШАЛ и энергии первичной частицы, а данные водных детекторов – для выделения ШАЛ от первичных гамма-квантов из фона ШАЛ, инициированных заряженными космическими лучами (КЛ). Основная идея такого

метода заключается в том, что число мюонов зависит от типа первичной частицы, породившей ШАЛ.

Данный проект нацелен на решение задачи по оценке эффективности регистрации и выделения гамма-квантов из фона заряженных космических частиц при работе новых водных детекторов. Для этого будет проведено компьютерное моделирование их работы методом Монте-Карло. С помощью программы CORSIKA будут смоделированы наборы событий ШАЛ при различных первичных частицах, при первичных энергиях 0.5–10 ПэВ и углах прихода ливня 0–45°. Затем информация о вторичных частицах расчётных ШАЛ будет использоваться для симуляции отклика детекторов, в том числе средствами программного инструментария Geant4, на основе которого будет разработана программа полного физического моделирования работы детекторов. Будет также рассмотрено несколько вариантов конфигурации детекторов на площади 1 км².

Компьютерное моделирование водной черенковской установки позволит оценить эффективность метода выделения гамма-квантов из фона заряженных КЛ при её работе за счёт регистрации мюонной компоненты ШАЛ в диапазоне энергий первичных частиц 0.5–10 ПэВ. Будет изучено, при каких конфигурациях водной установки будет возможна её наиболее эффективная работа. В 2025 году предполагается изготовить прототип детектора и запустить его в набор экспериментальных данных в составе астрофизического комплекса TAIGA.