

Моделирование потерь энергии VHE-мюонов в воде

Thursday, 19 November 2020 17:15 (15 minutes)

Моделирование потерь энергии VHE-мюонов в воде

С.В. Мальцева, С.С. Хохлов

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

E-mail: Svetlana-malceva-1997@mail.ru

Спектр мюонов сверхвысоких энергий (VHE-мюоны выше 100 ТэВ) представляет особый интерес для физики высоких энергий. Надежное измерение спектра позволит проверить существующие модели ядро-ядерных взаимодействий, используемых для моделирования прохождения космических лучей через атмосферу, и в случае существенного отличия экспериментального и расчётных спектров явится серьезным свидетельством включения какого-то нового процесса генерации мюонов при таких энергиях. В то же время измерение спектра мюонов с энергиями выше 100 ТэВ является нетривиальной экспериментальной задачей, которая, по всей видимости, может быть решена на больших нейтринных телескопах группы VLvT: IceCube, Baikal-GVD и KM3Net. В нейтринных телескопах спектр VHE-мюонов может быть измерен по спектру каскадных ливней; однако эта задача осложняется тем, что высокоэнергичный мюон приходит в сопровождении большой группы мюонов меньших энергий. Для определения параметров отбора высокоэнергичных каскадов в таких условиях и оценки ожидаемой статистики необходимо детальное изучение процессов потерь энергии мюонами различных энергий, в том числе VHE-мюонами.

Для моделирования потерь мюонов высоких энергий была написана программа на языке C++, в которой учитываются четыре процесса: ионизационные потери, рождение $e+e-$ пар, тормозные потери и неупругое взаимодействие мюонов с ядрами. Все четыре процесса потерь энергии разделены на непрерывные, с относительной передачей энергии меньше 0.1 %, и дискретные, с относительной передачей энергии больше 0.1 %. Принцип работы программы заключается в следующем: сначала разыгрывается пробег мюона, затем рассчитываются непрерывные потери, далее происходит выбор процесса дискретных потерь, а затем разыгрывается переданная во взаимодействии энергия, вычисляется оставшаяся энергия мюона, и все действия повторяются до тех пор, пока мюон не потеряет свою энергию полностью. Программа была протестирована на тонких слоях, полученные результаты сравнивались с ожидаемым распределением.

Для проведения пробного моделирования в программе разыгрывались мюоны, начиная от энергии 2 ТэВ с показателем дифференциального спектра 3.7, и рассматривались спектры мюонов на глубине, спектры всех каскадов и спектры максимальных каскадов. Кроме того, с помощью данной программы были получены энерговыделения и рассчитаны медианы энерговыделений для мюонов с энергией 31.6 ТэВ, 100 ТэВ, 316 ТэВ и 1000 ТэВ. В докладе обсуждается алгоритм работы программы, результаты ее тестирования и результаты моделирования мюонов фиксированных энергий и мюонов со степенным энергетическим спектром.

Primary author: MALTSEVA, Svetlana (MEPhI)

Co-author: Mr KHOKHLOV, Semen

Presenter: MALTSEVA, Svetlana (MEPhI)

Session Classification: Физика элементарных частиц

Track Classification: Физика элементарных частиц