

NEURAL NETWORKS IN THE BAIKAL-GVD EXPERIMENT: SELECTION OF NEUTRINO EVENTS AND NEUTRINO ENERGY RECONSTRUCTION

A. V. Matseiko^{1,2,*}, *I. V. Kharuk*^{1,2,3}

¹ Institute for Nuclear Research, RAS, Moscow, Russia

² Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University),
Dolgoprudny, Russia

³ Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Baikal-GVD is a neutrino telescope with an effective volume of approximately 0.7 km^3 located in Lake Baikal. To facilitate observations within the framework of neutrino astronomy, two critical event processing challenges should be addressed:

1) the isolation of the neutrino-induced events from background events caused by extensive air showers;

2) the reconstruction of muon neutrino-induced event parameters, such as the energy of the corresponding muon.

We present a neural network-based approach to address these challenges. For the first problem, we show that convolutional neural networks can preserve 64% of neutrino-induced events while achieving the background suppression factor of 10^6 . This model could be instrumental in creating catalogs of neutrino-induced events. For the second problem, we develop a neural network model that reconstructs both the energy and its associated uncertainty for a given event. Based on Monte Carlo simulated data, we achieve an error factor of 3 for a wide range of energies (from 10 GeV and above) and a factor of 2 for high energies (from 10 TeV and above). The networks were trained and evaluated using Monte Carlo simulated data.

Baikal-GVD — это нейтринный телескоп с эффективным объемом примерно $0,7 \text{ км}^3$, расположенный на дне озера Байкал. Для проведения наблюдений в рамках нейтринной астрономии необходимо решить две важные задачи обработки событий:

1) выделение событий, вызванных нейтрино, на фоне событий, вызванных широкими атмосферными ливнями;

2) реконструкция параметров событий, вызванных мюонными нейтрино, таких как энергия соответствующего мюона.

Представлен подход, основанный на использовании нейронных сетей, для решения указанных задач. Для первой задачи моделирование методом Монте-Карло показало, что сверточные нейронные сети способны сохранить 64% событий, вызванных нейтрино, при подавлении фона в 10^6 раз. Эта модель может быть полезной для составления каталогов событий, вызванных нейтрино. Для второй задачи разработана нейронная сеть, которая реконструирует как энергию

* E-mail: matseiko.av@phystech.su

события, так и связанную с ней погрешность. С помощью данных, полученных методом Монте-Карло, оценена погрешность с коэффициентом 3 для широкого диапазона энергий (от 10 ГэВ и выше) и с коэффициентом 2 для высоких энергий (от 10 ТэВ и выше).

PACS: 02.90.+p