**Классификация акустических источников инфразвука с применением глубокого машинного обучения  
*Закиров М.Н.***аспирант  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова Российской академии наук, радиоакустическая лаборатория, Москва, Россия  
e-mail: zakirov.mn16@physics.msu.ru

Множество процессов сопровождаются интенсивным излучением инфразвуковых сигналов. Низкочастотная составляющая акустических сигналов затухает слабо и способна распространяться на многие километры в атмосфере. Инфразвук может нести в себе информацию как о процессах большой мощности, происходящих на Земле, таких как взрывы, извержения вулканов, землетрясения, так и информацию о структуре атмосферы, от неоднородных слоев которой происходит отражение сигнала.

Обнаружение инфразвуковых сигналов на фоне шумов является достаточно сложной задачей [2]. Ее сложность связана с изменением параметров атмосферы, неопределенностью в форме сигналов, интересующих исследователя, нелинейными эффектами прохождения волн через атмосферу, влиянием фоновых помех. Первые попытки классификации сигналов от импульсных и непрерывных источников описаны в работе [1]. В настоящее время в основном используется частотный анализ их спектра [3].

В настоящей работе на основе экспериментальных данных, полученных в Подмосковье, решена задача классификации источников инфразвука на три класса: источник первого и второго типа, и фон. Данные были размечены вручную экспертом, кроме того, для увеличения объема выборки была проведена аугментация данных. Анализ данных показал, что полезные сигналы имеют мощность, существенно большую, чем мощность фона, и длительность примерно в 1 секунду. Поэтому обучалась нейросетевая модель, принимающая на вход акустические записи длиной в 1 секунду, и возвращающая метку класса, которому принадлежит данный участок сигнала.

Показана работа алгоритма на тестовой выборке, приведены графики точности и функции потерь от номера эпохи обучения нейросети для обучающей, валидационной и тестовой выборки. Обучение модели проведено на видеокартах, оказалось, что модель довольно быстро учится – полный цикл обучения занял около минуты. Начиная с некоторой эпохи модель выходит на насыщение по точности. Модель может быть расширена для классификации на большее количество классов. Продемонстрировано, как подход может быть полезен для классификации реальных сигналов. Приведенные результаты свидетельствуют об эффективности метода для классификации сигналов.

**Литература**

1. Цыбульская Н.Д., Куличков С.Н., Чуличков А.И. Исследование возможности классификации инфразвуковых сигналов от разных источников. Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2012. том 48, No.4, с.434-441
2. Чунчузов И.П., Куличков С.Н. Распространение инфразвуковых волн в анизотропной флуктуирующей атмосфере. М.: ГЕОС, 2020, 260 с.
3. Chulichkov, A., Tsybulskaya, N., Tsvetaev, S., & Surkont, O. (2009). Classification of acoustic signals of discharge processes in insulation based on the shape of their wavelet spectra. Moscow University Physics Bulletin, 64(2), 218–220. https://doi.org/10.3103/S0027134909020246