

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНОЙ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СИНТЕЗА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛНОВЫХ ФОРМ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ ОБЪЕМЕ ДАННЫХ

И. А. Абзалилов*

Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия

**E-mail: abzalilov.ia@phystech.edu*

Методы микросейсмического мониторинга позволяют отследить множество процессов, происходящих в районах с естественной и индуцированной сейсмичностью. Современные подходы на основе методов машинного обучения в значительной степени позволяют улучшить результаты обработки данных мониторинга. Большую роль при обучении играет качество данных и их объем. Поэтому отдельное место в процессе обучения моделей нейронных сетей занимают подготовка обучающей выборки и дальнейшая валидация результатов. Несмотря на то, что существующие в открытом доступе наборы данных содержат большое количество размеченных волновых форм для обучения глубоких моделей, это не решает проблему недостаточного объема обучающей выборки для обучения нейронных сетей на данных локальных сетей или сетей с небольшим числом станций. Одним из подходов, позволяющих минимизировать дефицит размеченных данных, являются методы генерации на основе нейронных сетей.

В настоящее время предложено несколько основных подходов к генерации синтетических волновых форм. К ним можно отнести модели на основе сверточных слоев, различные варианты автоэнкодеров, генеративные модели. В данной работе применен подход с обучением условной генеративно-сопоставительной модели (cGAN). Выбор обусловлен возможностью обучения подобных моделей на малом объеме обучающей выборки. Достаточным объемом данных являются выборки объемом от нескольких сотен волновых форм.

Для обучения использовались данные экспериментов HFTS-2. Модель обучалась для каждой станции отдельно, что позволяет синтезировать соответствующие волновые формы с заданными длиной записи и разницей между временами вступления P и S волн. Предварительные результаты позволяют говорить о применимости данного подхода для данных микросейсмического мониторинга. В дальнейшем предполагается их применение для улучшения качества моделей нейронных сетей, предназначенных для решения задач анализа микросейсмических сигналов и их источников.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 125012100531-7).

APPLICATION OF A GENERATIVE NEURAL NETWORK MODEL TO SYNTHESIZE MICROSEISMIC WAVEFORMS WITH LIMITED DATA

I. A. Abzalilov*

Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**E-mail: abzalilov.ia@phystech.edu*

Microseismic monitoring methods enable the tracking of numerous processes occurring in areas with natural and induced seismicity. Modern approaches based on machine learning methods significantly improve the results of monitoring data processing. Data quality and volume play a major role in training. Therefore, the preparation of a training set and subsequent validation of results play a special role in the training of neural network models. Although existing publicly available datasets contain a large number of labeled waveforms for training deep models, this does not solve the problem of insufficient training sets for training neural networks on data from local networks or networks with a small number of stations. One approach to minimizing the shortage of labeled data is neural network-based generation methods.

Several main approaches to generating synthetic waveforms have been proposed. These include models based on convolutional layers, various types of autoencoders, and generative models. In this paper, we used an approach using training a conditional generative adversarial model (cGAN). The choice was driven by the ability to train such models on a small training set. A sufficient data volume is typically a few hundred waveforms

Data from the HFTS-2 experiments was used for training. The model was trained separately for each station, allowing for the synthesis of corresponding waveforms with a given record length and difference between P- and S-wave arrival times. Preliminary results suggest the applicability of this approach to microseismic monitoring data. Further application is expected to improve the quality of neural network models designed to analyze microseismic signals and their sources.