

Баранникова Ирина Владимировна

канд. техн. наук, доцент

Баранников Павел Александрович

горный инженер

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

технологический университет «МИСиС»

г. Москва

DOI 10.21661/r-530769

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СДВИЖЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

***Аннотация:** в статье предложен подход к прогнозированию сдвижений земной поверхности на основе нейронных сетей. Авторами рассмотрены некоторые методы прогнозирования.*

***Ключевые слова:** прогнозирование сдвижений земной поверхности, методы прогнозирования, нейронные сети.*

Ведение горных работ всегда сопряжено с влиянием на земную поверхность, которое проявляется как в явных, так и в скрытых её сдвижениях и деформациях. Прогнозирование таких явлений в зоне ведения горнопроходческих работ и в любых горногеологических условиях является актуальной задачей.

Прогнозирование представляет собой процесс определения состояния объекта на предстоящий (или заданный) временной интервал и основывается на использовании методов экстраполяции явлений на будущее время по полученным результатам наблюдений за состоянием земной поверхности в предыдущий период. Принято различать краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное прогнозирование. Продолжительность каждого вида может быть установлена исследователем (или заказчиком), но она не должна сильно отличаться от рекомендуемых значений: краткосрочное – временной прогноз на $1,5 \div 2$ года; среднесрочное – $5 \div 10$ лет; долгосрочное от 10 до $15 \div 20$ лет.

При составлении прогноза сдвижения земной поверхности следует учитывать общую продолжительность процесса сдвижения. Период опасных деформаций характеризуется скоростью оседания земной поверхности не менее 60 см в год при пологом или наклонном залегании пластов, при крутом залегании около 40 см в год.

При решении прогнозных задач в зависимости от применяемого математического аппарата обычно выделяют следующие методы и пути прогнозирования:

- экстраполяция (например, сдвижение земной поверхности в пространстве);
- моделирование (построение цифровой модели рельефа земной поверхности);
- опрос экспертов, прогнозирование состояния объекта исследования на основании знаний, полученных от экспертов;
- статистическая классификация, когда в результате прогнозирования определяется класс диагностируемого участка земной поверхности по результату изменения ландшафта, например степени влажности растительного покрова.

Также к методам прогнозирования можно отнести адаптивный метод авторегрессии с переменными коэффициентами, метод экспоненциального сглаживания, регрессионный анализ, прогноз на основе нейронных сетей. Каждый из методов имеет свои особенности и область применения.

Адаптивный метод авторегрессии с переменным коэффициентом даёт довольно точный прогноз при простоте построения, но имеет большую вероятность ошибок (если в ряде нет авторегрессионного характера), а сущностью данного метода является схема адаптивного фильтра.

В свою очередь методом экспоненциального сглаживания можно выявить, а также проанализировать характер изменения динамического ряда путем расчета экспоненциальных средних. Данный метод отличается простотой построения, но подходит только для не долгосрочных прогнозов.

Методом регрессионного анализа проводятся исследования влияния одной или нескольких независимых переменных на зависимую. Также данный метод

позволяет количественно оценить величину влияния того или иного фактора, но отличается сложностью отбора влияющих факторов.

Но одной из самых передовых и эффективных считается система оценки и прогнозирования на базе нейронных сетей, которая даёт возможность воспроизводить сложные зависимости. Её главной чертой является возможность исследовать зависимость прогнозируемой величины от независимых переменных. К возможным трудностям можно отнести сложность отбора параметров, а также подготовительный процесс обучения системы, который является продолжительным по времени.

Математически нейронную сеть можно представить в виде:

$$y = f(S) = f\left(\sum_{i=1}^N w_i x_i\right),$$

где $f(S)$ – функция активации; $S = \sum_{i=1}^N w_i x_i$ – взвешенная сумма.

Все имеющееся многообразие методов не позволяет получить точный прогноз из-за нелинейных и сложно определяемых факторов, которые влияют на деформации земной поверхности в зоне интенсивного ведения горных работ.

Использование нейронных сетей позволит получить наиболее точный прогноз о сдвигениях и деформациях земной поверхности.

Список литературы

1. Баранникова И.В. Прогнозирование отказов одноковшовых экскаваторов на основе методов искусственного интеллекта / И.В. Баранникова, И. Мажидова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – №1. – С. 37–46.
2. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
3. Орлов Г.В. Сдвигение горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки. – М.: Горная книга, 2010. – 199 с.