# УДК 550.837

### М.И. Шимелевич1, Е.А. Оборнев1, И.Е. Оборнев2, Е.А. Родионов1

Методология нейросетевой инверсии при решении многомерных обратных задач геоэлектрики

**Аннотация.** В работе представлены результаты применения обратного нейросетевого оператора к модельным данным трехмерной задачи геоэлектрики. Нейросетевая инверсия проводится в несколько этапов на сужающихся подмножествах допустимых решений. Приводятся теоретические априорные и апостериорные оценки степени неоднозначности решений обратной задачи.

**Ключевые слова:** обратная задача, геоэлектрика, аппроксимационный нейросетевой метод, нейросетевая инверсия, нейросетевая палетка.

**Об авторах:**

*1 ‑ Российский Государственный Геологоразведочный Университет МГРИ-РГГРУ, Москва,*

*2 ‑ Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва.*

Обратная задача геоэлектрики в конечно-параметрическом классе сред сводится к операторному уравнению относительно вектора параметров среды :

, (1)

где  ‑ оператор прямой задачи,  ‑ вектор исходных данных,  ‑ множество допустимых решений. В работе рассматриваются конечно-параметрические классы сред, в которых обратная задача является практически устойчивой [1]. Критерием практической устойчивости являются численные априорные оценки степени неоднозначности решений уравнения (1) в рассматриваемом классе сред [1].

Приближенные решения обратной задачи (1) ищутся в виде заданной функции (трехслойной нейронной сети), зависящей от *М* переменных [3]:

 (2)

где  ‑ заданная монотонная функция, например, ,  ‑ параметр, который характеризует сложность нейросети,  ‑ матрицы свободных коэффициентов нейросети, определяемые в процессе обучения нейросети.

Нейросетевая инверсия проводится в несколько этапов [2]. На каждом этапе определяется ошибка инверсии обратного НС оператора. На основе ошибки инверсии нейросетевого оператора, получаемой на первом этапе, формируется новое, «суженное» множество  допустимых решений. После этого строится новый нейросетевой оператор и процедура повторяется. Так как каждое новое множество  допустимых решений «уже» предыдущего, можно ожидать, что искомое решение определяется с большей точностью. Процесс останавливается, когда невязка решения перестаёт значимо меняться.

В работе использовались ресурсы суперкомпьютерных кластеров МВС-100K МСЦ РАН, «Ломоносов» и «Чебышев» НИВЦ МГУ. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-11-00579, И.Е. Оборнев, НИИЯФ МГУ) и Российского Фонда фундаментальных исследований (проект 13-05-01135, Е.А. Оборнев, М.И. Шимелевич, Е.А. Родионов).

**Библиографический список**

1. Шимелевич М.И. Аппроксимационный метод решения обратной задачи МТЗ с использованием нейронных сетей / М.И. Шимелевич, Е.А. Оборнев, И.Е. Оборнев, Е.А. Родионов // Физика Земли. — 2013. — №3. — С. 58-64.

2. Шимелевич М.И. Методы повышения устойчивости инверсии данных геоэлек-трики на основе нейросетевого моделирования / М.И. Шимелевич // Геофизика. — 2013. — №4. — С. 49-55.

3. Шимелевич М.И. Аппроксимационный метод решения обратной задачи МТЗ с использованием нейронных сетей / М.И. Шимелевич, Е.А. Оборнев // Физика Земли. — 2009. — № 12. — С. 22-38.

**M.I. Simelevich, E.A. Obornev, I.E. Obornev, E.A. Rodionov**

**THE METHODOLOGY OF NEURAL NETWORK INVERSION IN SOLVING MULTIDIMENSIONAL INVERSE PROBLEMS OF GEOELECTRICS**

**Abstract.** The paper presents the results of applying the inverse neural network to model the data of the three-dimensional problem of geoelectrics. Neural network inversion is carried out in several stages in a shrinking subsets of feasible solutions. We present a theoretical a priori and a posteriori estimation of the degree of ambiguity of the solutions of the inverse problem.

**Keywords:** inverse problem, geoelectrics, neural network approximation method, neural network inversion, neural network reticulation.