

## Применение нейронных сетей к решению одного класса обратных задач для трехслойной упругой полосы

Научный руководитель – Бобылев Александр Александрович

*Окунев Фёдор Алексеевич*

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра теории упругости, Москва, Россия  
*E-mail: okunev229@yandex.ru*

Рассматривается применение нейронной сети для решения задачи идентификации упругих свойств трехслойной полосы на основе индентирования. При моделировании процесса вдавливания индентора с регулярным поверхностным рельефом, состоящим из 16 микровыступов, применяется вычислительный алгоритм, предложенный в работе [1]. Для вычисления передаточной функции трехслойной упругой полосы используется алгоритм, разработанный в [2].

При построении обучающей выборки генерация точек производилась в узлах регулярной сетки кубической области пространства параметров. Проверочный и тестовый наборы формировались случайным образом из равномерного распределения в этой же области пространства параметров. Для нормализации входных данных применялось центрирование и масштабирование.

При построении нейросетевой модели использовалась библиотека Keras. Нейронная сеть состояла из 16 входных и 3 выходных нейронов и содержала 7 скрытых слоев по 17 нейронов с функцией активации гиперболический тангенс. На входной слой сети подавался массив усилий, вычисленных на микровыступах индентора, а выходной слой возвращал массив модулей Юнга слоев полосы. Для обучения нейронной сети использовался алгоритм обратного распространения ошибки. В качестве функции потерь была выбрана средняя логарифмическая ошибка, а обучение проводилось с помощью оптимизатора Adam. Для автоматизации подбора шага оптимизатора использовался алгоритм постепенного затухания.

Нейронная сеть обучалась порядка 400 тысяч эпох. Средняя относительная ошибка предсказаний модулей Юнга слоев полосы составила 0,02% на тестовых данных.

### Источники и литература

- 1) Бобылев А. А. Алгоритм решения задач дискретного контакта для упругой полосы // Прикладная математика и механика. 2022, том 86, № 3. С. 404-423.
- 2) Бобылев А. А. Численное построение трансформанты ядра интегрального представления оператора Пуанкаре-Стеклова для упругой полосы // Дифференциальные уравнения. 2023, том 59, № 1. С. 115-129.