

**Об одном подходе к решению обратной задачи оценки эффективных свойств метаматериалов-ауксетиков в двумерном случае методами машинного обучения**

**Научный руководитель – Яковлев Максим Яковлевич**

*Ухин Илья Алексеевич*

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Механико-математический факультет, Москва, Россия

*E-mail: ukhin.ilya@mail.ru*

Доклад посвящён решению обратной задачи оценки эффективных (осреднённых) механических характеристик метаматериалов с ауксетическими свойствами (т.е. с отрицательным коэффициентом Пуассона) в двумерной постановке с использованием методов машинного обучения. Такая обратная задача заключается в поиске структуры представителя метаматериала (ячейки) с наперед заданными эффективными свойствами. В качестве метода решения такой задачи рассматриваются различные методы машинного обучения.

Ячейка метаматериала имеет вид воксельной или пиксельной модели (для трехмерного и двумерного случая соответственно). Каждый воксель или пиксель представляет либо простейшую ячейку, в которой нет никакого материала, и либо ячейку, в которой материал присутствует. Таким образом, его можно представить в виде двумерного или трехмерного массива чисел 0 или 1 (типа bool).

Оценка эффективных свойств таких структур проводится численно, с помощью программного модуля Fidesys Composite отечественного прочностного программного пакета «Фидесис». Программный пакет использует массив, представляющий структуру, и выводит в файл его эффективные свойства.

В исследовании рассматриваются глубокие генеративные алгоритмы, которые позволяют генерировать структуры метаматериалов, используя в качестве целевой функции одно из эффективных свойств. В качестве такого эффективного свойства в исследовании рассматривается коэффициент Пуассона для двумерной структуры и глубокие генеративные алгоритмы (похожие на автокодировщики и генеративные модели, которые используются в генеративно-состязательных нейронных сетях).

В докладе описаны ячейки метаматериалов с ауксетическими свойствами, полученные при помощи методов машинного обучения, и приведены их эффективные коэффициенты Пуассона, вычисленные с помощью САЕ «Фидесис».

**Источники и литература**

- 1) 1. Левин В.А., Зингерман К.М., Яковлев М.Я., Курденкова Е.О., Немтинова Д.В. О численной оценке эффективных характеристик периодических ячеистых структур с использованием балочных и оболочечных конечных элементов с помощью САЕ Fidesys // Чебышёвский сборник. Т. 20, №2, 2019. – С. 528–541.
- 2) 2. Vershinin A.V., Levin V.A., Zingerman K.M., Sboychakov A.M., Yakovlev M.Ya. Software for estimation of second order effective material properties of porous samples with geometrical and physical nonlinearity accounted for // Advances in Engineering Software, Vol. 86, 2015. – P. 80–84.
- 3) 3. Jinwon An, S. Cho. Variational Autoencoder based Anomaly Detection using Reconstruction Probability // Special Lecture on IE, V. 2, 2015. - Article ID 36663713.