

## Использование бесконечных элементов для численного решения двумерных и трехмерных задач теории упругости в неограниченных областях на неструктурированных сетках

Научный руководитель – Вершинин Анатолий Викторович

*Комолова Мария Михайловна*

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,  
Россия

*E-mail: marykom@mail.ru*

В докладе рассматривается применение бесконечных элементов для численного решения двумерных и трехмерных задач теории упругости в неограниченных областях на неструктурированных сетках.

В основе лежит метод конечных элементов. Модель разбита неструктурированной сеткой на треугольные или четырехугольные элементы (в случае двумерной задачи) и на тетраэдры (в случае трехмерной задачи). Построение модели, сетки, задание граничных условий происходит с помощью САЕ Fidesys. Также, в программу, в качестве входных данных, подаются грани, на которых будут располагаться бесконечные элементы.

Каждый бесконечный элемент отображается в квадрат с координатами от -1 до 1 с помощью функции (для координат  $y, z$  аналогично):

$$x = \frac{1}{2}(1 + \eta) \left[ -\frac{\xi}{1 - \xi} x_C + \left( 1 + \frac{\xi}{1 - \xi} \right) x_Q \right] + \frac{1}{2}(1 - \eta) \left[ -\frac{\xi}{1 - \xi} x_{C_1} + \frac{\xi}{1 - \xi} x_{Q_1} \right]$$

Для каждого бесконечного и конечного элементов строятся локальные матрицы жёсткости и вектора граничных нагрузок, суммированием которых получается глобальная матрица жёсткости и вектор граничных нагрузок. В итоге получается система линейных уравнений  $[K] \{U\} = [F]$ , из которой находим вектор перемещений. Зная вектор перемещений, можно найти тензоры деформаций и напряжений.

Полученные численные результаты сравниваются с аналитическими решениями, а также с результатами САЕ Fidesys.

Целью работы является продемонстрировать эффективность применения бесконечных элементов в работе с неограниченными областями

### Источники и литература

- 1) Левин В.А., Вершинин А.В: Численные методы. Параллельные вычисления на ЭВМ. Т. 2 Физматлит, 2015г.
- 2) Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Мир 1975г.
- 3) Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. The finite element method: its basis and fundamentals (7ed., Elsevier, 2013)
- 4) Hom Nath Gharti, Leah Langer, Jeroen Tromp Spectral-infinite-element simulations of coseismic and post-earthquake deformation, 2018
- 5) Седов Л. И. Механика сплошной среды. Т. 1,2 – М.: Наука, 1970г