

Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

Численное моделирование стационарных и нестационарных задач линейной упругости с использованием метода конечных элементов

Станислав Кузаков Валериевич

Студент (магистр)

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск, Россия

E-mail: nitrox7@mail.ru

В работе рассматривается численное моделирование задачи стационарной линейной упругости, описывающей геометрическое и механическое состояние тела в процессе его деформации. В случае линейной теории упругости предполагается, что деформации тела являются достаточно малыми, а соотношения, связывающие деформированное и напряженное состояние тела, являются линейными.

В качестве двухмерной модельной задачи рассмотрено напряженно-деформированное состояние пластины под действием внешней силы на одной из его границ. Приводится математическая модель с соответствующими граничными условиями. Аппроксимация по пространству производится с использованием метода конечных элементов. Для нестационарной задачи проводится аппроксимация по времени с использованием схемы с весами. Вычислительная реализация осуществляется с помощью свободно-распространяемой вычислительной библиотеки FEniCS. Геометрия и расчетная сетка для задачи строятся с помощью программы Gmsh. Для визуализации полученных результатов используется программа Paraview.

Вычислительный эксперимент проводится с использованием различных параметров упругости, соответствующих разным материалам. Для стационарной задачи приведены результаты численного моделирования задачи с применением прямых и итерационных методов решения на расчетных сетках разного сгущения. Приводится сравнение быстродействия итерационных методов решения и количества итераций при решении задачи с использованием полиномов первой, второй и третьей степени. Проведено численное исследование влияния размерности расчетной сетки и степени полиномов на точность решения. Также в работе приведены результаты численного моделирования трехмерной модельной задачи с соответствующими граничными условиями. Расчеты для трехмерной задачи были проведены на вычислительном кластере Северо-Восточного Федерального Университета. Произведено численное сравнение зависимости времени счета и количества итераций при параллельном запуске с использованием итерационных методов на различных расчетных сетках. Для нестационарной задачи проведено исследование схемы аппроксимации по времени с весами.

Источники и литература

- 1) Вабищевич П. Н. , Самарский А. А. Численное моделирование. Изд-во МГУ, 1993.
- 2) Logg, Mardal, Wells. Automated Solution of Differential Equations by the Finite Element Method, Oslo and Cambridge , 2011
- 3) Zienkiewicz Olgierd Cecil , Taylor Robert Leroy ,Zhu Jian Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Butterworth-Heinemann, 2005
- 4) Страница проекта FEniCS : <http://fenicsproject.org/>