

## **БЕССЕТОЧНЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ САПР**

*асп. О.С. Козлова, Запорожский национальный университет,  
г. Запорожье*

В современном машиностроении процедуры построения и анализа математической модели инженерной конструкции или физического процесса выполняют системы автоматизированного проектирования (САПР), в частности, системы, которые относятся к классу CAE.

Известные САПР с закрытым исходным кодом ANSYS, LS-DYNA, NASTRAN (MSC.Nastran), Patran, NX AdvancedSimulation, CreoParametric (Pro/ENGINEER), CATIA, ABAQUS, COSMOS, ADINA, HyperWorks, COMSOL Multiphysics, ЛИРА, МИРЕЛА+, FORTU позволяют моделировать разнообразные физические процессы, в частности, анализировать напряженно-деформированное состояние и прочность конструкций. Рассмотренные системы и модули используют в процессе расчета метод конечных элементов, с возможностью выбора типа элемента и редактирования параметров конечно-элементной сетки пользователем. Некоторые системы CAE (например, FORTU-FEM, MSC.Nastran, ABAQUS, HyperWorks) имеют встроенный язык программирования и позволяют пользователю разрабатывать собственные модули. Современная версия LS-DYNA позволяет использовать метод сглаженных частиц, бессеточный метод Галеркина и комбинировать сеточные и бессеточные области. Программные продукты MFree2D и Scan&Solve реализуют только бессеточные подходы к решению задач.

Следует отметить системы с открытым исходным кодом SALOME, Tahoe, Elmer, FreeFem++, CalculiX, которые используют метод конечных элементов для расчета и могут быть интегрированы с коммерческими системами, при этом открытый исходный код позволяет развивать данные системы и реализовывать дополнительные методы решения.

Рассмотрены численные методы, используемые современными САПР. Подавляющее большинство систем использует для расчета поставленных задач метод конечных элементов, что вызывает определенные трудности на этапе построения конечно-элементной сетки при моделировании сложных конструкций. Перспективным направлением развития САПР для таких задач является применение бессеточных технологий и их реализация на основе существующих систем.