

цесс, и улучшать качество преподавания различных дисциплин по специальности "Зоотехния".

### **Информационная технология анализа инженерных конструкций на основе метода конечных элементов**

**Фурунжиев Р. И.**, профессор., канд. техн. наук, БГАТУ, г. Минск

Расчет инженерных конструкций с использованием метода конечных элементов является в настоящее время фактически мировым стандартом для прочностных и других видов расчетов. Известно множество пакетов прикладных программ конечно-элементного анализа. Наибольшее распространение, как известно, получили программные продукты MSC/Nastran (фирмы MSC Corporation), Ansys (фирмы Ansys Corporation), Cosmos/Work (фирмы Structural Research) и некоторые другие.

Для сформулированной или импортированной из любой системы автоматизированного проектирования модели эти пакеты позволяют выполнять линейный и нелинейный прочностной расчеты при статическом нагружении, производить динамический и частотный, тепловой и термоч прочностной анализы конструкций, в том числе при случайном характере нагрузок, осуществлять расчет на общую и местную устойчивость, а также оптимизировать параметры конструкций при заданной системе ограничений.

Практически во всех современных технических вузах и университетах мира изучаются технологии автоматизированного расчета и проектирования конструкций, основанные на методе конечных элементов. В Белорусском аграрном техническом университете в 1996..1998 годах изучались эти технологии в рамках дисциплины «Методы компьютерного расчета конструкций сельскохозяйственных машин», выполнялись курсовые и дипломные работы. Для их выполнения использовался программный комплекс автоматизированного расчета и учебные пособия, подготовленные с участием автора статьи. Опыт изучения методов автоматизированного расчета показал, что важное место в этом процессе занимает предварительное изучение основ механики деформируемого тела и метода конечных элементов, а также интерфейсных элементов и приемов работы в Windows.

В настоящее время находится в стадии опытной проверки новая версия программного комплекса автоматизированного проектирования конструкций Skat-n, разработанная совместно с аспирантом А.Н. Кольцовым. Эта система создана в среде визуального программирования Delphi и оснащена удобным интерфейсом. Комплекс обеспечивает углубленный анализ напряженного и деформированного состояния объектов произвольной структуры с учетом существенной нелинейности прочностных и деформационных свойств материала и изменения физико-механических характеристик

(плотности, коэффициента демпфирования) в процессе колебаний. Для моделирования нелинейности в общем случае анизотропных материалов используются уравнения теории упругости, в матрице упругости  $[D]$  которых константы  $K$  и  $G$  зависят от уровня напряжений:  $K = K(\{\sigma\})$ ;  $G = G(\{\sigma\})$ , где  $K = E / (3*(1-2*\nu))$  – модуль объемного сжатия;  $G = E / (2*(1+\nu))$  – модуль сдвига;  $E$  – модуль упругости Юнга;  $\nu$  – коэффициент Пуассона;  $\{\sigma\}$  – вектор напряжений.

Предусматривается две формы связи напряжений и деформаций: с помощью секущих характеристик, которые связывают полные напряжения и деформации, и касательных характеристик, связывающих малые приросты напряжений и деформаций.

Учет упруго-пластической работы материалов предусматривается по одному из следующих критериев пластичности: Мизеса, Мора-Кулона, Друкера-Прагера, Муна-Ривлина. Для расчета по критерию Мизеса требуется задать начальный предел текучести – напряжение, при превышении которого для диаграммы деформирования данного материала при одноосном растяжении возникают пластические деформации. Для расчета по критерию Мора-Кулона или Друкера-Прагера вместо предела текучести задается значение коэффициента сцепления  $c$  и угол внутреннего трения  $\phi$  для материалов, свойства которых подобно грунтам.

Универсальность рассматриваемого подхода обеспечивает ясную постановку и решение задач оптимизации проектов. Оптимизацию можно проводить для задач статики, динамики и устойчивости. Задача решается путем вариации параметров геометрических размеров сечений, параметров формы и др. Расход материала, напряжения, перемещения, собственные частоты и другие характеристики могут рассматриваться либо в качестве целевых функций проекта, либо в качестве ограничений. Применяемые алгоритмы анализа чувствительности в объектно-ориентированной постановке позволяют исследовать влияние различных параметров на поведение целевой функции и управлять процессом поиска оптимального решения.

### **Применение программ объемного моделирования в изучении дисциплин “Прикладная механика” и “Детали машин”**

**Давидович И. Ю.**, доц., канд. техн. наук, **Пилипенко А. Е.**, Могилевский государственный университет продовольствия, г. Могилев

На кафедре «Прикладной механики» осуществляется разработка пакета учебных программ по дисциплинам “Прикладная механика” и “Детали машин”. Целями создания пакета учебных программ являются: - повышение качества учебного процесса; - использование современных компьютерных технологий в учебном процессе.