

Разрабатываются логико-математические модели описания и модификации конструкций. К отличительным признакам моделей относятся:

- используется описание области проектирования, как области формирования и автоматического структурно-параметрического синтеза конструкций;
- создаются модели, не только проектируемых конструкций, но и процессов их преобразования или модификации;
- решаются задачи с нефиксированным количеством переменных проектирования и переменных состояния (под переменными проектирования понимаются переменные, подлежащие изменению для улучшения, оптимизации конструкции, переменные состояния характеризуют поведение конструкции при заданных воздействиях);
- используются переменные как для описания параметров и характеристик, так и для описания структуры;
- реализуются принципы композиции и декомпозиции моделей при автоматическом вычислении функций состояния.

Такой подход позволяет решать задачи автоматического структурно-параметрического синтеза конструкций, их модельного построения и исследования реакций на заданные воздействия [1].

На рисунке показано решение задачи вычисления формы несущей конструкции по заданному нагружению. Конечная форма используется для обоснования конструктивного исполнения рамы стойки авиационного тренажера. Конфигурация получена путем многократного вычисления напряженно-деформированного состояния и удаления материала, имеющего минимальную энергию формоизменения.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИМПЛИКАТИВНОЙ АЛГЕБРЫ ВЫБОРА

Курносков В.Е., Андреева Т.В., Бессонова А.К.,
Ведюшкина А.Е.

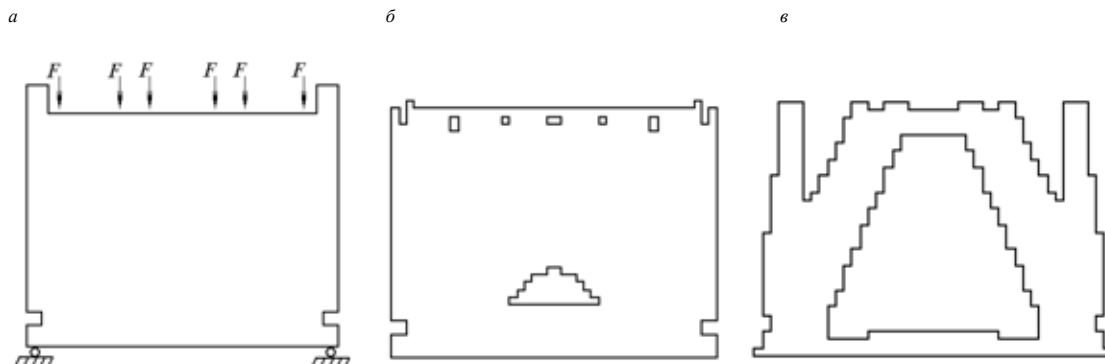
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, e-mail: vladimirkurnosov@rambler.ru

Построение интеллектуальных систем обучения связано с решением задач создания алгоритмов анализа и синтеза логико-алгебраических (ЛА) моделей объектов предметной области [1]. При построении логико-алгебраических моделей находит применение импликативная алгебра выбора (ИАВ). Логико-алгебраические модели включают бинарные операции ИАВ-конъюнкции ($\wedge$) и ИАВ-дизъюнкции ($\vee$), которые воспроизводят операции альтернативного выбора [2].

При создании комплексов обучения численным методам анализа и синтеза конструкций с использованием метода конечных элементов (МКЭ) необходимо формализовать задачу построения моделей конструкций. При решении двумерной задачи теплопроводности температурное поле описывается уравнением Лапласа:

$$\nabla^2 \theta = \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} = 0. \quad (1)$$

Решение $\theta(x, y)$ стационарной задачи совпадает с функцией, минимизирующей функционал



Решение задачи автоматического синтеза конфигурации рамы, устойчивой к заданным воздействиям:
а – исходная форма; б – удаление материала и образование отверстий; в – конечная форма

Автоматически создаются новые оптимальные конструктивные формы. Обеспечивается решение практических задач снижения материалоемкости конструкций, на этапе проектирования.

Список литературы

1. Курносков В. Е. Логико-математические модели в задачах проектирования электронной аппаратуры и приборов: Монография / В.Е. Курносков, В.И. Волчихин, В.Г. Покровский. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2014. — 148 с.
3. Курносков В.Е. Интеллектуальные программно-методические комплексы личностно-ориентированного обучения // Педагогическое образование и наука — М.: 2005. — №4. — С. 61-63.

$$\chi = \frac{1}{2} \iint_D \left[\left(\frac{\partial \hat{\theta}}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{\theta}}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy. \quad (2)$$

Здесь $\hat{\theta}(x, y)$ – функция, выбираемая из допустимого множества пробных функций.

Один из возможных фрагментов разбиения области решения показан на рис. 1. Индексы узлов «0 0», «+ –» соответствуют текущим значениям i, j , $i+1, j-1$ целочисленных координат по направлению осей X, Y .

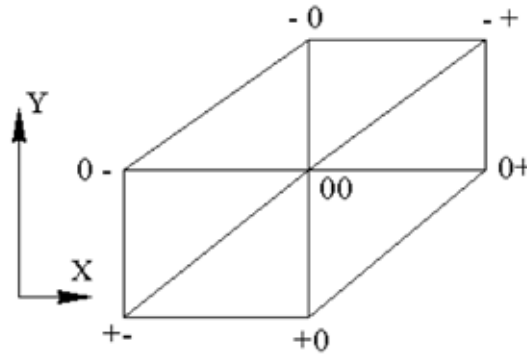


Рис. 1. Фрагмент области модельного построения конструкции

Используя соответствующую нумерацию, вводя переменные ИАВ распределения материала в области разбиения, выражение для объединения по узлам и соответственно для построения матрицы баланса конструкции можно представить в виде [6]:

$$\nu_{\alpha_0^{00}}(\theta^{00}) = \nu_{\alpha_0^{00}} \left\{ \begin{array}{l} \nu_{\alpha_0^{+-}} \left[\theta^{+-} \left(\nu_{\alpha^{\Delta 1}} k_{12}^{\Delta 1} + \nu_{\alpha^{\Delta 2}} k_{12}^{\Delta 2} \right) \right] - \\ - \nu_{\alpha_0^{-0}} \left[\theta^{-0} \left(\nu_{\alpha^{\Delta 1}} k_{13}^{\Delta 1} + \nu_{\alpha^{\Delta 6}} k_{21}^{\Delta 6} \right) \right] - \\ - \nu_{\alpha_0^{0+}} \left[\theta^{0+} \left(\nu_{\alpha^{\Delta 2}} k_{12}^{\Delta 2} + \nu_{\alpha^{\Delta 3}} k_{32}^{\Delta 3} \right) \right] - \\ - \nu_{\alpha_0^{+0}} \left[\theta^{+0} \left(\nu_{\alpha^{\Delta 3}} k_{31}^{\Delta 3} + \nu_{\alpha^{\Delta 4}} k_{32}^{\Delta 4} \right) \right] - \\ - \nu_{\alpha_0^{+-}} \left[\theta^{+-} \left(\nu_{\alpha^{\Delta 4}} k_{31}^{\Delta 4} + \nu_{\alpha^{\Delta 5}} k_{21}^{\Delta 5} \right) \right] - \\ - \nu_{\alpha_0^{0-}} \left[\theta^{0-} \left(\nu_{\alpha^{\Delta 5}} k_{23}^{\Delta 5} + \nu_{\alpha^{\Delta 6}} k_{21}^{\Delta 6} \right) \right] \end{array} \right\} \times \frac{1}{\sum_{l=1}^6 \nu_{\alpha^{\Delta l}}(k_{11}^{\Delta l})} \quad (3)$$

Здесь предикатная переменная α_0^{00} имеет смысл выбора узла сетки, которому ставится в соответствие узловое значение θ^{00} ; α^{ij} – выбор прилегающего элемента, «заполненного материалом». Пример решений краевой задачи при обучении или проектировании теплоотвода в интерактивном режиме показан на рис. 2.

Открываются направления дальнейших исследований по созданию конкурентных программных средств и изделий, решения актуальных задач теории и практики.

Список литературы

1. Курносов В.Е. Интеллектуальные программные комплексы проектирования и профессионального обучения / В.Б. Моисеев, В.Е. Курносов // Перспективные технологии и оборудование для материалообразования, микро- и нанoeлектроники: Материалы семинара / Под ред. проф. Л.В. Кожитова, проф. В.К. Карпасюка. – М.: МГИУ, 2006. – С.447-452.
2. Волгин Л.И. Импликативная алгебра выбора как основа информационных технологий и систем управления в континуальной области / Л.И. Волгин, А.Б. Климовский, А.И. Зарукин // Труды V Международной конференции «Алгебра и теория чисел. Современные проблемы и приложения»: Чебышевский сборник. Том 4, вып. 1 – 2003. – С.61-65.

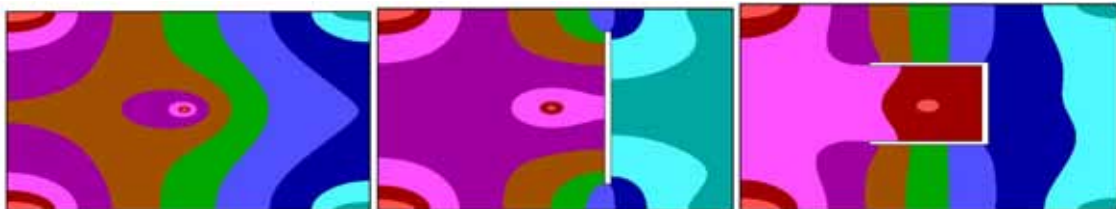


Рис. 2. Формирование области пониженной температуры путем удаления материала