

Кличенко Анна Александровна

преподаватель подготовительных курсов, аспирант
Запорожский национальный университет
г. Запорожье, Украина

ИЕРАРХИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В САПР: МИКРОУРОВЕНЬ

Аннотация: в данной статье автором рассматривается понятие САПР, на чем основано техническое обеспечение САПР, также описаны математическая модель, иерархия математической модели и особенности микроуровня.

Ключевые слова: САПР, математическая модель, иерархия, микроуровень.

Система автоматизированного проектирования (САПР) – это автоматизированная система, которая реализует информационные технологии использования функций проектирования. Данная система предназначена для автоматизации процесса проектирования. В САПР часть функций выполняет человек, но автоматическими есть только отдельные проектные операции и процедуры. Слово «автоматизированный» по сравнению со словом «автоматический» подчеркивает участие человека в процессе.

Техническое обеспечение САПР основано на использовании вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий. В САПР используются персональные компьютеры и рабочие станции и т. д. [1].

Математическое обеспечение САПР отличается богатством и разнообразием используемых методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта [1, с. 9]. К математическому обеспечению анализа относятся математические модели, численные методы, алгоритмы использования проектных процедур. Компоненты математического обеспечения определяются базовым математическим аппаратом, специфическим для каждого из иерархических уровней проектирования.

Под математической моделью понимают систему математических соотношений, описывающих с требуемой точностью изучаемый объект и его поведение

в производственных условиях. При построении математической модели используют различные математические средства описания объекта: теорию множеств, теорию графов, теорию вероятностей, математическую логику, математическое программирование, дифференциальные или интегральные уравнения и др. [2, с. 237].

Математическое моделирование можно разбить на такие уровни:

1. Микроуровень. На этом уровне математические модели представлены дифференциальными уравнениями в частных производных вместе с краевыми условиями [1, с. 85].
2. Макроуровень. Используется подход, основанный на принятии некоторых предположений [1, с. 85].

3. Функционально-логический уровень. Используют аппарат передаточных функций для исследования аналоговых (беспрерывных) процессов или аппарат математической логики и конечных автоматов, если объектом исследования выступает дискретный процесс, то есть процесс с дискретным множеством состояний [1, с. 86].

4. Системный уровень. На этом уровне используют аппарат теории массового обслуживания, возможно использование и некоторых других подходов, например, сетей Петри [1, с. 86].

Особенностью математического моделирования на микроуровне является отображение физических процессов в непрерывном пространстве и времени [2, с. 240]. Характерными примерами моделей могут служить уравнения математической физики вместе с заданными краевыми условиями. Краевые условия включают в себя начальные условия, характеризующие пространственное распределение зависимых переменных в начальный момент времени, и граничные, задающие значения этих переменных на границах рассматриваемой области в функции времени.

В САПР решение дифференциальных или интегро-дифференциальных уравнений с частными производными выполняется численными методами. Эти методы основаны на дискретизации независимых переменных – их представлении конечным множеством значений в выбранных узловых точках исследуемого пространства. Эти точки рассматриваются как узлы некоторой сетки, поэтому

используемые в САПР методы – это сеточные методы [1, с. 114]. Самыми популярными методами решения уравнений являются метод конечных элементов и метод конечных разностей.

В методе конечных разностей алгебраизация производных по пространственным координатам базируется на аппроксимации производных конечно-разностными выражениями. При использовании метода нужно выбрать шаги сетки по каждой координате и вид шаблона. Под шаблоном понимают множество узловых точек, значения переменных в которых используются для аппроксимации производной в одной конкретной точке [1, с. 115].

Метод конечных элементов основан на аппроксимации не производных, а самого решения. Но поскольку оно не известно, то аппроксимация выполняется выражениями с неопределенными коэффициентами заданных так, что удовлетворяются граничные условия. При этом речь идет об аппроксимациях решения в пределах конечных элементов, а с учетом их малых размеров можно говорить об использовании сравнительно простых аппроксимирующих выражений (например, полиномы низких степеней). В результате подстановки в исходное дифференциальное уравнение и выполнения операций дифференцирования получаем систему невязок из которой требуется найти вектор [1, с. 116].

Уровни математического моделирования взаимодействуют между собой. Основным достоинством микроуровня является решение дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения широко используются при разработке и запуске ракет. Поэтому микроуровень следует считать основным идейным вдохновителем при решении разного уровня задач на основе метода конечных элементов и метода конечных разностей.

Список литературы

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования [Текст]: Учеб. для вузов / И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336.
2. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст]: Учеб. для вузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе [и др.]; под ред. Н.М. Капустина. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.