

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КАК СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Ю.С. Засялов

(Новосибирск).

Свойства вычислительных систем: реализация параллельных алгоритмов, большая оперативная память и обмен с внешней памятью сразу по нескольким каналам - делает их особенно эффективными при решении задач, связанных не только с большим объемом вычислений, но и переработкой большого объема исходной информации. К таким задачам относятся задачи конструирования, проектирования и технической подготовки производства.

Как известно, процесс проектирования сложных систем распадается на два этапа: 1) нахождение принципиальной схемы проектируемого объекта и 2) выбор наиболее подходящего варианта схемы.

Первый этап основывается на всем объеме знаний данной отрасли техники и предшествующем опыте проектировщика. С его выполнением современные вычислительные машины пока эффективно справиться не могут.

Второй этап - перебор по некоторому правилу, или даже случайно, различных вариантов схемы и выбор оптимального варианта или близкого к нему. При ручном проектировании поиск осуществляется на какой-либо модели или на опытном образце изделия. Эта трудоемкая работа поддается автоматизации и может быть поручена ЭЦВМ.

Однако, при большом числе варьируемых параметров (порядка $10^2 - 10^4$) проведение вычислений на одной машине требует большого времени, или даже становится практически невозможным. В

этом случае ВС оказывается незаменимым средством.

В Отделении вычислительной техники Института математики СО АН СССР созданы методы решения оптимальных задач для двух видов проектируемых объектов на ВС "Минск-222", состоящей из машин "Минск-22".

Разработан метод оптимизации динамических систем, понятие которых включает широкий круг явлений, как-то: различные механические системы, движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях (дискретная теория), переходные процессы в электрических цепях, в том числе, в блоках вычислительных машин.

Движение динамической системы (ход процесса, работа устройства) во времени зависит от параметров системы и начальных условий. Возникает задача: варьированием параметров и, может быть, начальных условий добиться оптимального в каком-либо смысле движения системы. Обычно при проектировании эта задача исследуется на электрической модели с помощью аналоговой вычислительной машины, что иногда бывает неудобно из-за малой точности АВМ и небольших допустимых размеров задачи. В предлагаемом способе она решается методами нелинейного программирования на ЭЦВМ. На каждом шаге поиска оптимального варианта приходится решать задачу о движении системы при фиксированных параметрах и начальных условиях (задача Коши), и это занимает большую часть времени. Поэтому для задачи Коши создана стандартная программа на ВС "Минск-222", которая присоединяется к управляющему блоку, что позволяет решить задачу целиком на указанной ВС. В частности, ВС может состоять и из одной машины, если объем задачи невелик.

Для машиностроения разработана автоматизированная система проектирования агрегатных поверхностей (АСПАП) таких, как корпуса судов, поверхности летательных аппаратов, обтекатели автомобилей. С её помощью можно проектировать также штампы или отдельные детали сложной геометрической формы.

При разработке проектов вручную затрачивается большое количество труда конструкторов на изготовление чертежей или плазов (наборов плоских сечений поверхности) и их увязке в проектантенной схеме, что приводит к удлинению срока создания всего проекта машины на несколько месяцев.

В АСПАП конструктор должен задавать лишь основные жесткие условия (габариты агрегата, некоторые размеры, связанные с размещением оборудования и др.) и условия гладкости - обтекае-

мости поверхности, которые отражают технические требования и эстетические взгляды конструктора. Иначе говоря, он должен задавать принципиальную схему конструкции. Задача проектирования состоит в построении некоторой кусочно-полиномиальной поверхности, аппроксимирующей задуманную в смысле минимизации суммы модулей уклонений в вершинах отдельных ячеек. Её решение на каждом шаге приближений распадается (распараллеливается) на более простые задачи такого рода для кривых с небольшим заключительным счетом.

Каждая из них решается методом линейного программирования. Возможность распараллеливания позволяет эффективно и вместе с тем просто использовать для проектирования поверхностей ВС. Составлена программа для ВС "Минск-222". Она может применяться и на одной ЭЦВМ, но при этом увеличивается время вычислений из-за недостатка оперативной памяти.

Применение АСПАП на стадии конструирования облегчает задачу автоматизации проектирования технологической оснастки. Имеющееся математическое описание агрегата является основой для решения связанных с этим геометрических задач.

ВС являются эффективным средством и для расчета управляющей информации для изготовления деталей и технологической оснастки на станках с программным управлением. При этом геометрическая её часть может быть основана на указанном выше представлении поверхностей. Как видно, плазовые работы при такой организации совершенно исключаются.

Таким образом, АСПАП на базе ВС "Минск-222" дает возможность автоматизировать всю инженерную подготовку производства деталей и агрегатов, начиная от проектирования и кончая выпуском готовой продукции.

Новые возможности открываются в деле применения ЭЦВМ для автоматизации проектно-конструкторских работ в связи с появлением устройств оперативной связи между человеком и машиной типа светового пера, планшетов и т.п., в том числе, устройств ввода и вывода графической информации на электронно-лучевую трубку и чертежный прибор. Это позволяет конструктору удобно вводить в машину принципиальную схему проекта, наглядно видеть рассчитанный машиной вариант, оперативно вносить изменения в схему.

Весьма привлекательной выглядит перспектива организации работы целого конструкторского бюро на вычислительной системе, состоящей из большого числа машин. Все машины системы распре-

деляются и перераспределяются в ходе работы на подсистемы между отдельными конструкторами в соответствии с временным графиком сетевого планирования проекта. Каждый конструктор работает за пультом своей подсистемы (в частности, одной машины) и выполняет определенную часть проекта. Результаты работы хранятся в памяти его машины. После завершения какого-то этапа он может вызвать на свои выводные устройства по каналам коммутации ВС результаты смежного конструктора и проверить согласованность работы.

Главный конструктор аналогичным образом контролирует работу всего бюро, вызывая на свой пульт результаты любого из работников или всех сразу, чтобы получить представление о ходе проектирования.

Это показывает, какие широкие перспективы открываются в деле автоматизации проектно-конструкторских работ с помощью вычислительных систем уже в ближайшее десятилетие.