ДИМИТРОВГРАДСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
НИЯУ МИФИ

САПР ТП
Лекция 1.

Автоматизация проектирования технологических процессов

- Автоматизация проектирования — синтетическая дисциплина, ее составными частями являются многие другие современные информационные технологии

- Математическое обеспечение САПР отличается богатством и разнообразием используемых методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта. Программные комплексы САПР относятся к числу наиболее сложных современных программных систем, основанных на операционных системах Unix, Windows 95/NT, языках программирования. C, C++, Java и других, современных CASE технологиях, реляционных и объектно-ориентированных системах управления базами данных (СУБД), стандартах открытых систем и обмена данными в компьютерных средах.

ДИМИТРОВГРАДСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
НИЯУ МИФИ

- Предприятия, ведущие разработки без САПР или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными как из за больших материальных и временных затрат на проектирование, так и из за невысокого качества проектов. Появление первых программ для автоматизации проектирования за рубежом и в СССР относится к началу 60 х гг. Тогда были созданы программы для решения задач строительной механики, анализа электронных схем, проектирования печатных плат.
- Дальнейшее развитие САПР шло по пути создания аппаратных и программных средств машинной графики, повышения вычислительной эффективности программ моделирования и анализа, расширения областей применения САПР, упрощения пользовательского интерфейса, внедрения в САПР элементов искусственного интеллекта.
- К настоящему времени создано большое число программно методических комплексов для САПР с различными степенью специализации и прикладной ориентацией. В результате автоматизация проектирования стала необходимой составной частью подготовки инженеров разных специальностей; инженер, не владеющий знаниями и не умеющий работать в САПР, не может считаться полноценным специалистом.

- К настоящему времени создано большое число программно методических комплексов для САПР с различными степенью специализации и прикладной ориентацией. В результате автоматизация проектирования стала необходимой составной частью подготовки инженеров разных специальностей; инженер, не владеющий знаниями и не умеющий работать в САПР, не может считаться полноценным специалистом.
- Подготовка инженеров разных специальностей в области САПР включает базовую и специальную компоненты. Наиболее общие положения, модели и методики автоматизированного проектирования входят в программу курса, посвященного основам САПР, более детальное изучение тех методов и программ, которые специфичны для конкретных специальностей, предусматривается в профильных дисциплинах.
-

Понятие инженерного проектирования

НИЯУ МИФИ

- Проектирование технического объекта — создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Об раз объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ. В любом случае инженерное проектирование начинается при наличии выраженной потребности общества в некоторых технических объектах, которыми могут быть объекты строительства, промышленные изделия или процессы. Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) технического задания (ТЗ), отражающих эти потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации.
- Обычно ТЗ представляют в виде некоторых документов. Результатом проектирования, как правило, служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения для изготовления объекта в заданных условиях. Эта документация и есть проект или точнее описание объекта. Более коротко, проектирование — процесс, заключающийся в получении и преобразовании исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера.

- Преобразование исходного описания в окончательное порождает ряд промежуточных описаний, подводящих итоги решения некоторых задач и используемых для обсуждения и принятия проектных решений для окончания или продолжения проектирования.
- Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют ***автоматизированным*** в отличие от *ручного* (без использования ЭВМ) или ***автоматического*** (без участия человека на промежуточных этапах). Система, реализующая автоматизированное проектирование, представляет собой ***систему автоматизированного проектирования*** **(в англоязычном написании *CAD System — Computer Aided Design System*).**
- Автоматическое проектирование возможно лишь в отдельных частных случаях для сравнительно несложных объектов. Превалирующим в настоящее время является автоматизированное проектирование.
- Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является системный подход, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

Системный подход к проектированию

НИЯУ МИФИ

- Основные идеи и принципы проектирования сложных систем выражены в системном подходе. Для специалиста в области системотехники они являются очевидными и естественными, однако, их соблюдение и реализация зачастую сопряжены с определенными трудностями, обусловливаемыми особенностями проектирования. Как и большинство взрослых образованных людей, правильно использующих родной язык без привлечения правил грамматики, инженеры используют системный подход без обращения к пособиям по системному анализу. Однако интуитивный подход без применения правил системного анализа может оказаться недостаточным для решения все более усложняющихся задач инженерной деятельности.
- Основной общий принцип системного подхода заключается в рассмотрении частей явления или сложной системы с учетом их взаимодействия. ***Системный подход выявляет структуру системы ее внутренние и внешние связи.***
- Системы автоматизированного проектирования и управления относятся к числу наиболее сложных современных искусственных систем. Их проектирование и сопровождение невозможны без системного подхода. Поэтому идеи и положения системотехники входят составной частью в дисциплины, посвященные изучению современных

Системы автоматизированного проектирования и их место среди других автоматизированных систем

Структура САПР. Как и любая сложная система, САПР состоит из подсистем»: Различают подсистемы проектирующие и обслуживающие.

Проектирующие подсистемы непосредственно выполняют проектные процедуры. Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, изготовления конструкторской документации, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.

Обслуживающие подсистемы обеспечивают функционирование проектирующих подсистем, их совокупность часто называют системной средой (или оболочкой) САПР. Типичными обслуживающими подсистемами являются подсистемы управления проектными данными (PDM — Product Data Management), управления процессом проектирования (DesPM — Design Process Management), пользовательского интерфейса для связи разработчиков с ЭВМ, CASE (Computer Aided Software Engineering) для разработки и сопровождения программного обеспечения САПР, обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР.

Виды обеспечения: САПР

Структурирование САПР по различным аспектам обусловливает появление видов обеспечения: В САПР принято выделять семь видов обеспечения:

Техническое **(ТО),** включающее различные аппаратные средства (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое коммутационное оборудование, линии связи, измерительные средства);

Математическое **(МО),** объединяющее математические методы, модели и алгоритмы для выполнения проектирования;

Программное **(ПО),** представляемое компьютерными программами САПР;

Информационное **(ИО),** состоящее из баз данных (БД), систем управления базами данных (СУБД), а также других данных, используемых при проектировании; отметим, что вся совокупность используемых при проектировании данных называется информационным фондом САПР, а БД вместе с СУБД носит название банка данных (БнД);

Виды обеспечения: САПР

Лингвистическое **(ЛО),** выражаемое языками общения между проектировщиками и ЭВМ, языками программирования и языками обмена данными между техническими средствами САПР;

Методическое **(МетО),** включающее различные методики проектирования, иногда к МетО относят также математическое обеспечение;

Организационное **(ОО),** представляемое штатными расписаниями, должностными инструкциями и другими документами, регламентирующими работу проектного предприятия.

Разновидности САПР

Классификацию САПР делают по приложению, целевому назначению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы и т. д.

По ***приложениям*** наиболее представительными и широко используемыми являются следующие группы САПР:

САПР для применения в отраслях общего машиностроения. Их часто называют машиностроительными САПР или MCAD (Mechanical CAD) системами;

САПР для радиоэлектроники. Их названия — ECAD (Electronic CAD) или EDA (Electronic Design Automation) системы.

САПР в области архитектуры и строительства;

Кроме того, известно большое число более специализированных САПР, или выделяемых в указанных группах, или представляющих самостоятельную ветвь в классификации. Примерами таких систем являются САПР больших интегральных схем (БИС); САПР летательных аппаратов; САПР электрических машин и т.п.

Разновидности САПР

По ***целевому назначению*** различают САПР или подсистемы САПР, обеспечивающие разные аспекты проектирования. Так, в составе MCAD появляются CAE/CAD/CAM системы:

САПР функционального проектирования, иначе САПР-Ф или CAE (Computer Aided Engineering) системы.

Конструкторские САПР общего машиностроения — САПР-К, часто называемые просто CAD системами;

Технологические САПР общего машиностроения — САПР-Т, иначе называемые автоматизированными системами технологической подготовки производства АСТПП или системами CAM (Computer Aided Manufacturing).

По ***масштабу*** различают отдельные программно-методические комплексы (ПМК) САПР, например, комплекс анализа прочности механических изделий в соответствии с методом конечных элементов (МКЭ) или комплекс анализа электронных схем; системы ПМК; системы с уникальными архитектурами не только программного (software), но и технического (hardware) обеспечений.

НИЯУ МИФИ

По *характеру базовой подсистемы* различают следующие разновидности САПР:

-САПР *на базе машинной графики и математического моделирования.* Эти САПР ориентированы на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование, т.е. определение пространственных форм и взаимного расположения объектов. Поэтому к этой группе систем относится большинство графических ядер САПР в области машиностроения.

-САПР *на базе* СУБД. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Такие САПР преимущественно встречаются в технико-экономических приложениях, например, при проектировании бизнес-планов, но имеют место также при проектировании объектов, подобных щитам управления в системах автоматики.

-САПР *на базе конкретного прикладного пакета*. Фактически это автономно используемые программно-методические комплексы, например, имитационного моделирования производственных процессов, расчета прочности по методу конечных элементов, синтеза и анализа систем автоматического управления и т.п. Часто такие САПР относятся к системам CAE. Примерами могут служить программы логического проектирования на базе языка VHDL, математические пакеты типа MathCAD.

-*Комплексные (интегрированные)* САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются CAE/CAD/CAM-системы в машиностроении или САПР БИС. Так, САПР БИС включает в себя СУБД и подсистемы проектирования компонентов, принципиальных, логических и функциональных схем, топологии кристаллов, тестов для проверки годности изделий. Для управления столь сложными системами применяют специализированные *системные среды.*

Техническое обеспечение САПР

С точки зрения системной модели САПР, техническое обеспечение представляет собой самый нижний уровень, в который “погружается” и реализуется операционно-программное и другие виды обеспечений САПР.

Задача проектирования технического обеспечения, таким образом, может быть сформулирована как задача оптимального выбора состава технических средств САПР. Исходной информацией при этом являются результаты анализа задач внутреннего проектирования и ресурсные требования к техническим средствам в виде критериев и ограничений.

Основные требования к техническим средствам САПР состоят в следующем:

- эффективность;
- универсальность;
- совместимость;
- надежность.

Технические средства (ТС) в САПР решают задачи:

- ввода исходных данных описания объекта проектирования;
- отображения введенной информации с целью ее контроля и редактирования;
- преобразования информации (изменения формы и структуры представления данных, перекодировки и др.);
- хранения информации;
- отображения итоговых и промежуточных результатов решения;
- оперативного общения проектировщика с системой в процессе решения задач.

Для решения этих задач ТС должны содержать:

- процессоры,
- оперативную память,
- внешние запоминающие устройства,
- устройства ввода- вывода информации,
- технические средства машинной графики,
- устройства оперативного общения человека с ЭВМ,
- устройства, обеспечивающие связь ЭВМ с удаленными терминалами и другими машинами.

- При необходимости создания непосредственной связи САПР с производственным оборудованием в состав ТС должны быть включены устройства, преобразующие результаты проектирования в сигналы управления станками.

  ТС САПР могут одно- и многоуровневыми.

- ТС, в состав которых входит одна ЭВМ, оснащенная широким набором периферийного оборудования, носят название одноуровневых. Они широко применяются при проектировании изделий общепромышленного применения с установившейся конструкцией, имеющих узкоспециализированные математические модели и фиксированную последовательность этапов проектно-технологических работ

- Развитие САПР предполагает расширение набора терминальных устройств, представление каждому проектировщику возможности взаимодействия с ЭВМ, обработку технической информации непосредственно на рабочих местах. С этой целью терминальные устройства снабжаются мини - и микроЭВМ, имеющими специальное математическое обеспечение интеллектуальные терминалы. Они соединяются с ЭВМ высокой производительностью с помощью специальных или обычных телефонных каналов.
- Для использования информации отдельных ЭВМ распределенных на относительно большой территории особый эффект дает применение вычислительных сетей.

Отличительные признаки вычислительной сети состоят в следующем:

- большое число взаимодействующих друг с другом вычислительных машин, выполняющих функции сбора, хранения, передачи, обработки и выдачи информации;
- чрезвычайно большие вычислительные мощности;
- распределенная обработка информации;
- надежная и гибкая связь пользователя с вычислительными мощностями;
- возможность взаимного обмена информацией между вычислительными машинами;
- расширение до любой мощности и протяженности.