

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»

# **САПР. Основные понятия. Классификация. Виды обеспечения**

Доцент кафедры ПМ и САПР  
Можегова Ю.Н.

# САПР как объект проектирования

**САПР** — это система *автоматизированного*, а не *автоматического* проектирования. Это значит, что часть операций проектирования может и всегда будет выполняться человеком. При этом в более совершенных системах доля работ, выполняемых человеком, будет меньше, но содержание этих работ будет более творческим, а роль человека в большинстве случаев — более ответственной.

Из определения САПР следует, что целью ее функционирования является проектирование.

**Проектирование** — это процесс переработки информации, приводящий в конечном счете к получению полного представления о проектируемом объекте и способах его изготовления.

**Проектирование** — процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта, на основе первичного описания данного объекта и (или) алгоритма его функционирования (ГОСТ 22487).

# Основные понятия

**Объектом автоматизации** в проектировании являются работы, действия человека, которые он выполняет в процессе проектирования. А то, что проектируют, называют **объектом проектирования**. Человек может проектировать дом, машину, технологические процессы. Такие же объекты призвана проектировать САПР.

**Автоматизированное проектирование** – проектирование, при котором отдельные преобразования описаний объекта и (или) алгоритма его функционирования ..., осуществляются взаимодействием человека и ЭВМ (ГОСТ 22487).

Преимуществом автоматизированного проектирования является возможность проводить на ЭВМ эксперименты на математических моделях. Это значительно сокращает дорогостоящее физическое моделирование. Математические модели при этом должны удовлетворять требованиям универсальности, точности, адекватности и экономичности.

# Основные этапы проектирования

На этапе разработки **технического задания** основными видами операций обработки информации являются: поиск и выбор необходимой научно-технической информации (о прототипах, патентных данных и т. д.) из соответствующей базы данных (хранилища информации), анализ выбранной информации и формулировка на его основе технических требований к проектируемому объекту, оформление технических требований в соответствии с установленными правилами. На данном этапе проектирования могут быть автоматизированы операции поиска информации и оформления документов. Может быть также автоматизирована некоторая часть вспомогательных действий проектанта по анализу выбранной информации, например группировка ее по заданным признакам, выбор наименее или наиболее сопоставимых друг с другом вариантов и т. п.

# Основные этапы проектирования

На этапе **эскизного проектирования** производят поиск и выбор более детальной информации, на основе ее анализа принимают предварительные проектные решения и оформляют первые проектные документы. Для выработки проектных решений производят различные расчеты, содержание, объем и трудоемкость которых зависят от характеристик проектируемого объекта. Работы этого этапа, как правило, в наибольшей степени поддаются автоматизации, и их автоматизация дает наибольший технико-экономический эффект за счет оптимизации проектных решений.

# Основные этапы проектирования

На этапе **разработки технического проекта** объекта детализируют и уточняют решения, принятые при эскизном проектировании, и создают новые, более насыщенные проектные документы. Следовательно, снова производят поиск, выбор и анализ исходной информации (в основном нормативно-технической и технико-экономической) и выполняют многочисленные расчеты, но уже, как правило, по другим, более точным методикам. Эти работы могут быть автоматизированы в значительной степени.

При этом, большинство документов, сформированных на этапах эскизного и технического проектирования, используются только для выполнения рабочего проектирования и не входят в состав рабочей и эксплуатационной документации.

Т.е., информация, наработанная на рассмотренных стадиях, служит исходной для рабочего проектирования. Это значит, что в условиях автоматизированного проектирования целесообразно создание хранилища временной информации по проектируемому объекту.

# Основные этапы проектирования

На стадии **рабочего проектирования** основным видом выполняемых работ является оформление проектных решений в виде чертежей и спецификаций к ним и эксплуатационной документации на объект.

Современные средства вычислительной техники уровня лучших зарубежных образцов позволяют полностью автоматизировать оформление чертежей и спецификаций и в определенной степени — формирование эксплуатационной документации.

# Основные этапы проектирования

Работы по **проектированию технологии изготовления спроектированного объекта** традиционно выполняют в процессе технологической подготовки производства изделия или его узлов и деталей на предприятии-изготовителе. На большинстве машиностроительных предприятий действует групповая организация производства и применяются методы групповой технологии.

В этих условиях неприемлемо индивидуальное проектирование технологии изготовления конкретного изделия, проектируемая технология должна учитывать требования групповых методов обработки и характеристики каждого изделия. Однако даже указанные особенности не мешают выделить в проектировании технологии типовые, с точки зрения обработки информации, операции.

# Основные этапы проектирования

При проектировании технологии производят:

- поиск и выбор исходной информации (об объекте, подлежащем изготовлению;
- о технологическом оборудовании предприятия;
- технологических и трудовых нормативах);
- анализ и обработку данных в целях определения маршрутов обработки, последовательности технологических операций и режимов их выполнения, потребности в инструменте, в создании специальной оснастки;
- оформление соответствующей технологической документации.

# Основные этапы проектирования

В целом для всех этапов проектирования изделий и технологии их изготовления можно выделить следующие основные виды типовых операций обработки информации:

- 1) поиск и выбор из всевозможных источников нужной информации;
- 2) анализ выбранной информации;
- 3) выполнение расчетов;
- 4) принятие проектных решений;
- 5) оформление проектных решений в виде, удобном для дальнейшего использования (на последующих стадиях проектирования, при изготовлении или эксплуатации изделия).

# Состав САПР

Материальной основой любой САПР является программно-технический комплекс (ПТК), состоящий из комплекса технических средств (КТС) и программно-методического комплекса (ПМК).

Под ПМК подразумевают программные средства САПР, базы данных и документацию по эксплуатации системы. Отметим, что ПТК и, следовательно, ПМК входят в состав комплекса средств автоматизации (КСА) САПР и относятся к продукции производственно-технического назначения (промышленной), подлежащей тиражированию.

# Технические средства САПР

В составе САПР следует предусмотреть **технические средства:**

- ввода информации в систему, т. е. различные виды периферийного оборудования ЭВМ (считыватели графической информации; устройства ввода с перфокарт, перфолент, магнитных носителей информации);
- хранения информации в системе (внешние запоминающие устройства ЭВМ);
- переработки информации (программное обеспечение и центральные процессоры ЭВМ);
- отображения и выдачи информации в удобной для проектантов форме (дисплеи, печатающие устройства, чертежные автоматы);
- управления процессами обработки информации при проектировании (операционные и мониторные системы, обеспечивающие исполнение команд пользователя или заданную последовательность выполнения операций, обмен необходимой информацией, включение в работу соответствующих технических устройств и т. д.).

# Функциональные составляющие САПР

**Функциональными составляющими САПР** являются проектирующие и обслуживающие подсистемы, обладающие свойствами системы и создаваемые как самостоятельные части.

К **проектирующим** относят подсистемы, выполняющие процедуры и операции проектирования отдельных частей объекта (например, фундамента или системы электроснабжения здания, технологии монтажа трубопроводов в здании), а также подсистемы, осуществляющие выполнение определенной стадии проектирования объекта (например, подсистемы выполнения эскизного проектирования, комплекса расчетных работ и т. п.).

Под **обслуживающими** понимают подсистемы, обеспечивающие функционирование проектирующих подсистем (например, подсистемы графического отображения объектов проектирования, информационно-поисковую, формирования текстовых документов и т. п.).

# Семь компонентов САПР

1) **методическое обеспечение САПР** — комплекс документов, содержащих: описание САПР, данные о составе комплекса средств автоматизации (КСА) и правилах их технического обслуживания и использования, аналогичный инструкциям по эксплуатации любого технического устройства;

2) **лингвистическое обеспечение САПР** — совокупность специальных проблемно-ориентированных языков проектирования;

3) **математическое обеспечение САПР** — совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, необходимых для выполнения проектных процедур;

4) **программное обеспечение САПР** — комплекс всех программ и эксплуатационной документации к ним в виде обычных текстовых документов или записанных на машинных носителях;

# Семь компонентов САПР

5) **техническое обеспечение САПР** — комплекс всех технических средств, используемых при автоматизированном проектировании и для поддержания средств автоматизации в работоспособном состоянии (кроме средств вычислительной оргтехники сюда входят аппаратура для диагностики и ремонта средств вычислительной техники, система кондиционирования и т. д.);

6) **информационное обеспечение САПР** — информация, используемая проектировщиками непосредственно для выработки проектных решений, а не эксплуатации средств САПР (данные о прототипах проектируемых объектов, комплектующих изделиях, материалах, типовых и стандартных проектных решениях, нормативные данные), основная часть которой содержится в машинных базах данных и незначительная — в обычных документах;

7) **организационное обеспечение САПР** — комплект документов (приказов, положений, штатных расписаний, инструкций, графиков работ и др.), устанавливающих правила выполнения автоматизированного проектирования, в том числе: взаимодействие всех проектирующих и обслуживающих подразделений; ответственность специалистов различных профиля и уровня за определенные виды работ; правила выпуска, использования и корректировки выходных документов САПР; правила доступа к базам данных; приоритеты пользования средствами САПР.

# Принципы проектирования

- **системного единства и совместимости**, т. е. установления между подсистемами связей и взаимодействия, обеспечивающих целостность системы: каждая подсистема должна работать на достижение цели системы, в которую она входит;
- **развития**, предусматривающего возможность совершенствования, пополнения и обновления подсистем и компонентов САПР без переработки и замены остальных ее элементов;
- **стандартизации**, т. е. максимальной унификации компонентов и подсистем и их инвариантности к широкому кругу проектируемых объектов (что будет способствовать снижению суммарных затрат на развитие автоматизации проектирования в народном хозяйстве).

# Математические модели САПР

В процессе проектирования с помощью САПР в качестве промежуточных и окончательных решений используют математические модели:

- формы и геометрических параметров;
- структуры;
- временных и пространственно – временных отношений;
- функционирования;
- состояний и значений свойств объекта;
- имитационные.

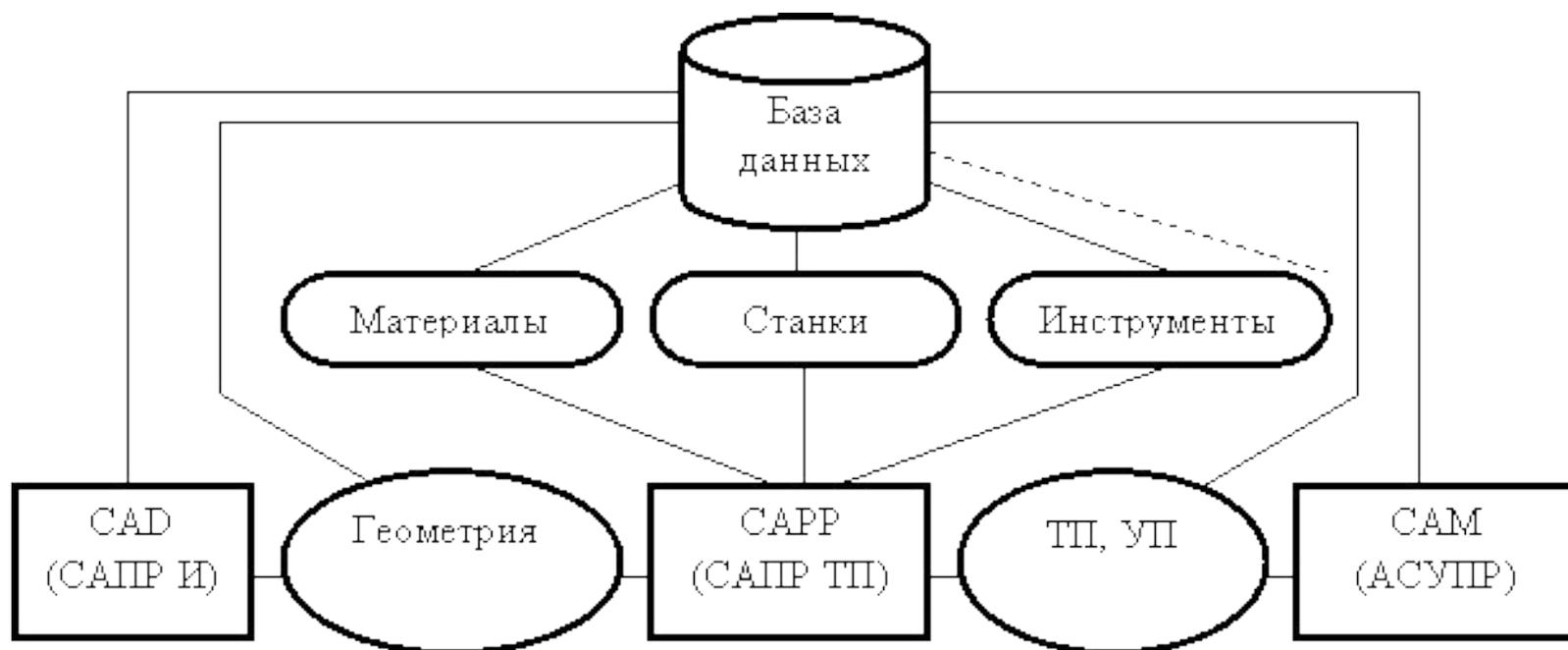
# Математические модели САПР

- **Модели формы и геометрических параметров** – это плоские и объемные изображения объектов проектирования, выполненные в соответствии с правилами ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП (чертежи, схемы, карты эскизов и т.д.).
- **Модели структуры** – это кинематические, гидравлические, электронные и др. схемы. Для технологического процесса – это его структура, представленная, например, в виде маршрутной, операционной карты, а в процессе проектирования – в виде графа.
- **Модели временных и пространственно – временных отношений** – это циклограммы, сетевые графики и т.д.

# Математические модели САПР

- **Модели функционирования** – это, например, динамические и кинематические схемы, выполненные в режиме анимации.
- **Модели состояний и значений свойств объекта** – это формальное (упрощенное) описание объекта (процесса) в виде отдельных формул, систем уравнений и т.д. Они предназначены для расчетов параметров объекта, проведения численных экспериментов (для технологического проектирования – это математические модели для расчета припусков и межпереходных размеров, режимов резания и т.д.).
- **Имитационные (статистические) модели** позволяют, учитывая большую совокупность случайных факторов проигрывать (имитировать) на ЭВМ многочисленные и разнообразные реальные ситуации, в которых может оказаться будущий объект проектирования.

# Интегрированная система CAD/CAM



# Основные системы компьютерно – интегрированного производства

