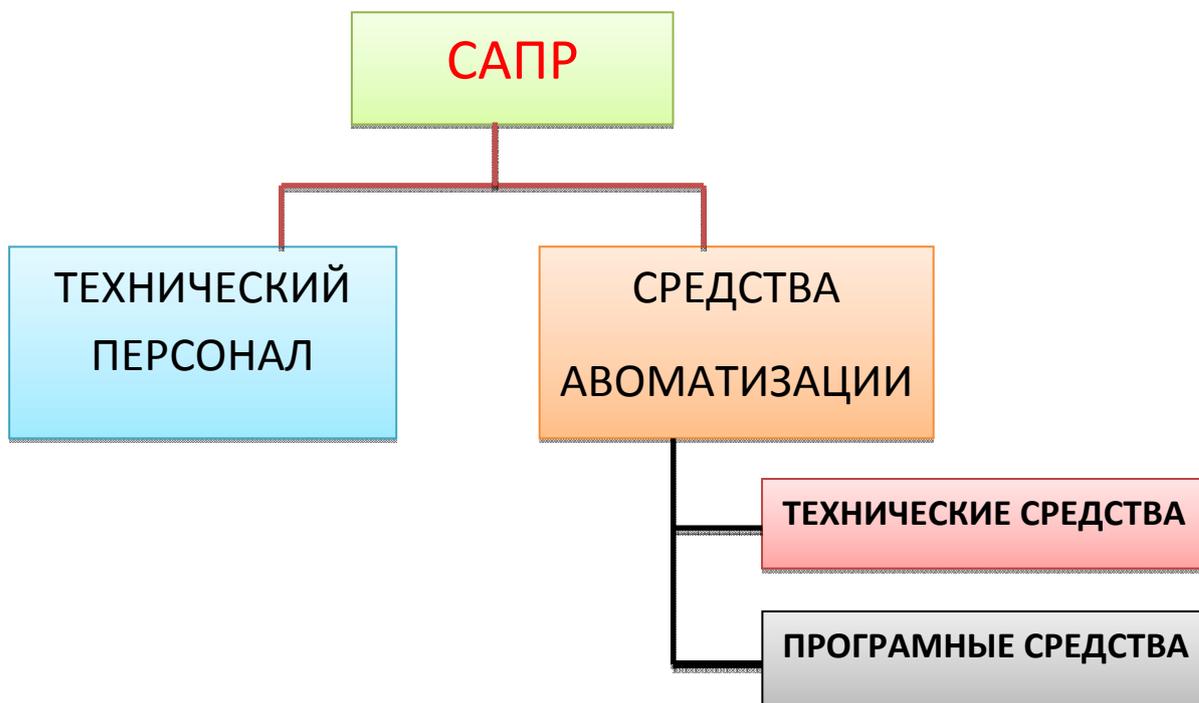


## ЛЕКЦИЯ № 1.1. САПР КАК ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.

Вопросы:

1. Цели и задачи САПР.
2. Состав и структура САПР
3. Классификация САПР
4. Развитие САПР

*Система автоматизированного проектирования — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.*



1. Цели и задачи САПР.

Свое начало существования термин САПР берет в 70-х годах прошлого столетия.

*Говоря простыми словами, Система Автоматизированного Проектирования предназначена для выполнения или создания проектных*

работ с помощью компьютерной техники, которая позволяет создавать технологическую и конструкторскую документацию на отдельные здания, сооружения, изделия.

### **1.1. Расшифровки и толкования аббревиатуры**

Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР.

- **Система автоматизированного проектирования.** Наиболее популярная расшифровка. В современной технической, учебной литературе и государственных стандартах аббревиатура САПР раскрывается именно так.

- **Система автоматизации проектных работ.** Такая расшифровка точнее соответствует аббревиатуре, однако более тяжеловесна и используется реже.

- **Система автоматического проектирования.** Это неверное толкование. Понятие «автоматический» подразумевает самостоятельную работу системы без участия человека. В САПР часть функций выполняет человек, а автоматическими являются только отдельные проектные операции и процедуры. Слово «автоматизированный», по сравнению со словом «автоматический», подчёркивает участие человека в процессе.

- **Программное средство для автоматизации проектирования.** Это излишне узкое толкование. В настоящее время часто понимают САПР лишь как прикладное программное обеспечение для осуществления проектной деятельности. Однако в отечественной литературе и государственных стандартах САПР определяется как более ёмкое понятие, включающее не только программные средства.

### **1.2. Иностранные эквиваленты**

Для перевода САПР на английский язык зачастую используется аббревиатура CAD (англ. computer-aided design), подразумевающая использование компьютерных технологий в проектировании. Однако в ГОСТ 15971-90 это словосочетание приводится как стандартизированный англоязычный эквивалент термина «автоматизированное проектирование». Понятие CAD не является полным эквивалентом САПР, как организационно-технической системы. Термин САПР на английский язык может также переводиться как CAD system, automated design system, CAE system.

В ряде зарубежных источников устанавливается определённая соподчиненность понятий CAD, CAE, CAM. Термин CAE определяется как наиболее общее понятие, включающее любое использование компьютерных технологий в инженерной деятельности, включая CAD и CAM.

Для обозначений всего спектра различных технологий автоматизации с помощью компьютера, в том числе средств САПР, используется термин CAx (англ. computer-aided technologies).

### **1.3. Цели создания и задачи САПР**

*В рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства.*

**Жизненный цикл** - совокупность взаимосвязанных процессов последовательного изменения состояния продукции от формирования исходных требований к ней до окончания ее эксплуатации или применения.

Жизненный цикл - это не временной период существования продукции данного типа (одного наименования и обозначения), а процесс последовательного изменения ее состояния, обусловленный видом производимых на нее воздействий. При этом продукция конкретного типа может одновременно находиться в нескольких стадиях жизненного цикла, например, в стадиях производства, эксплуатации и капитального ремонта. Началом жизненного цикла продукции условно считают формирование исходных требований к ней. И хотя на начальных этапах работ (при предварительных исследованиях, выполнении НИР или аванпроекта) продукция, как правило, существует только в виде замысла, требований, технической документации, считается, что ее жизненный цикл уже начался.

Этапы жизненного цикла

- маркетинговые исследования
- проектирование продукта
- планирование и разработка процесса
- закупка
- производство или обслуживание

- проверка
- упаковка и хранение
- продажа и распределение
- монтаж и наладка
- техническая поддержка и обслуживание
- эксплуатация по назначению
- послепродажная деятельность
- утилизация и (или) переработка

***Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:***

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

***Достижение этих целей обеспечивается путем:***

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;

- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

## **2. Состав и структура САПР**

Область применения системы САПР очень велика. Возможности САПР во многом определяются программным обеспечением, которое зачастую делят *на уровни*, опираясь на сложность системы и область ее возможностей.

### **1. САПР двумерного проектирования — «2D-3D Легкие — Нижний уровень»**

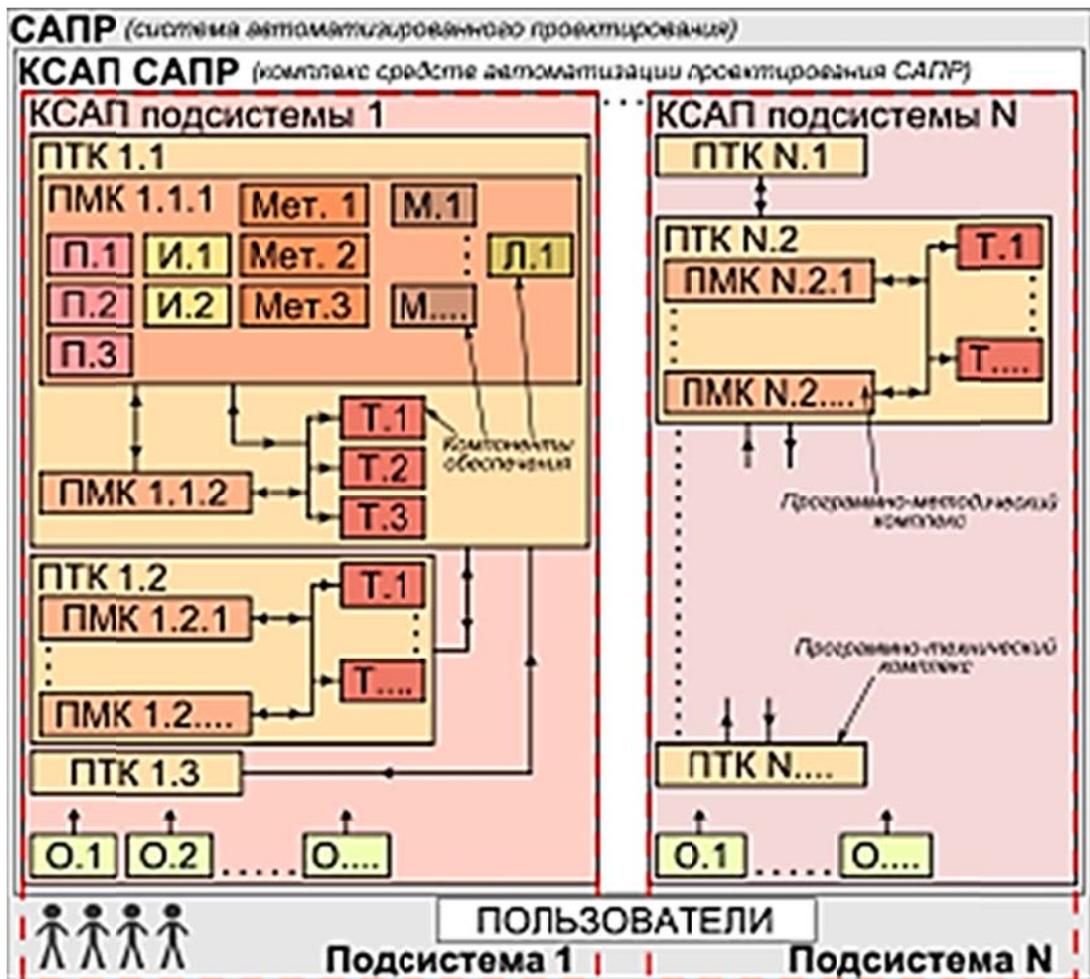
Эти САПР служат для выполнения почти всех работ с двумерными чертежами и имеют ограниченный набор функций по трехмерному моделированию. С помощью этих систем выполняются порядка 90% всех работ по проектированию. Хотя имеющиеся ограничения делают их не всегда довольно удобными. Область их работы — создание чертежей отдельных деталей и сборок. Платой за возросшие возможности является усложнение интерфейса и меньшее удобство в работе. Характерные представители таких САПР — AutoCAD, CADdy, CADMECH Desktop, MasterCAM, T-FlexCAD, OmniCAD, Компас-График.

### **2. САПР объемного моделирования «3D — Средний уровень»**

По своим возможностям они полностью охватывают САПР «легкого веса», а также позволяют работать со сборками, по некоторым параметрам они уже не уступают тяжелым САПР, а в удобстве работы даже превосходят. Обязательным условием является наличие функции обмена данными (или интеграции). Это не просто программы, а программные комплексы, в частности, SolidWorks SolidEdge, Cimatron, Form-Z, Autodesk Inventor, CAD SolidMaster, и все еще продолжающий развиваться, Mechanical Desktop, DesignSpace.

### **3. САПР объемного моделирования «3D Тяжелые — Верхний уровень»**

Эти системы применяются для решения наиболее трудоемких задач - моделирования поведения сложных механических систем в реальном масштабе времени, оптимизирующих расчетов с визуализацией результатов, расчетов температурных полей и теплообмена и т.д. Обычно в состав системы входят как чисто графические, так и модули для проведения расчетов и моделирования, постпроцессоры для станков с ЧПУ. К сожалению, эти самые мощные САПР наиболее громоздки и сложны в работе, а также имеют значительную стоимость. Примерами «тяжелых» САПР могут служить такие продукты, как ADAMS, ANSYS, CATIA, EUCLID3, Pro/ENGINEER, UniGraphics.

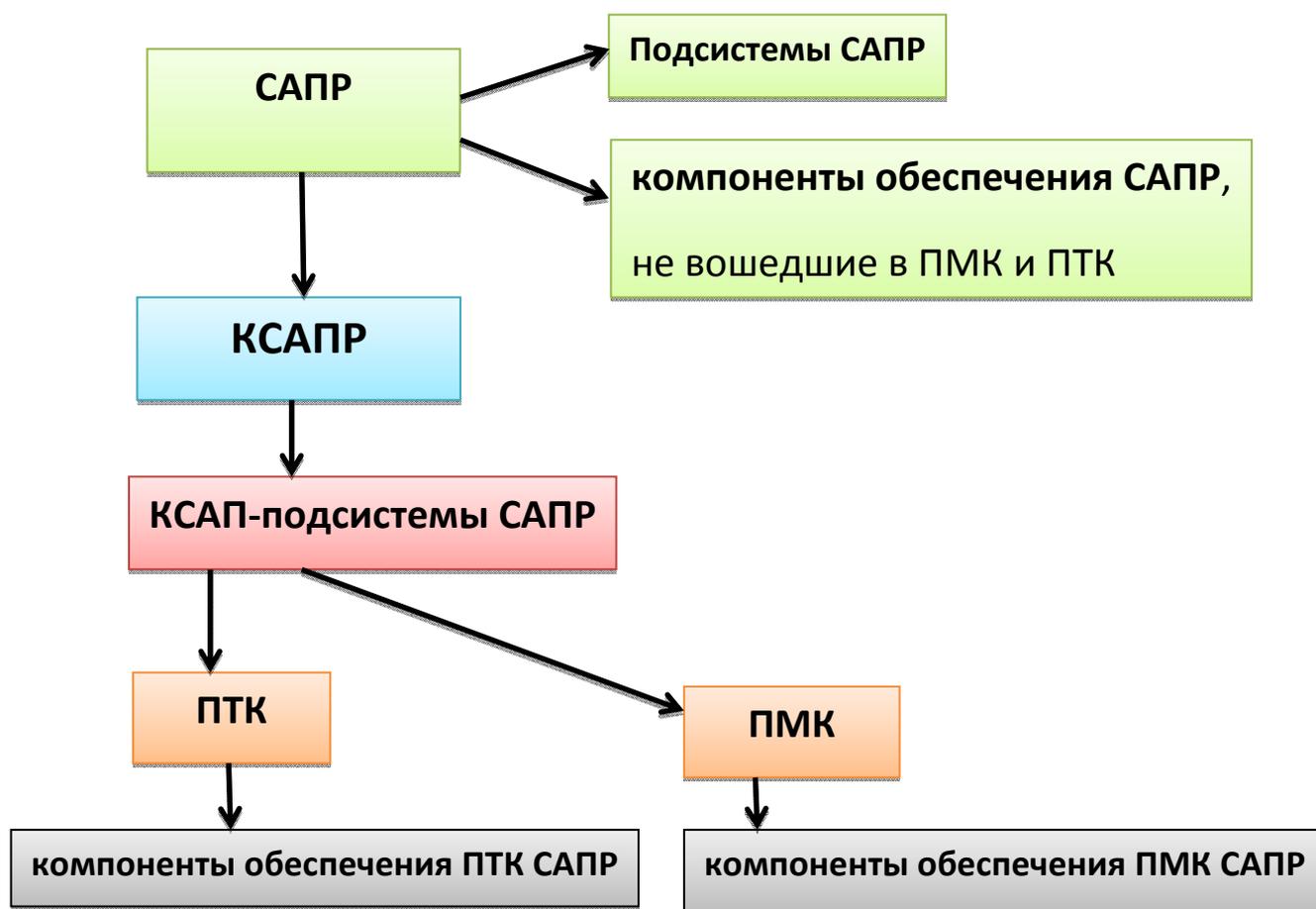


## 2.1. Структура САПР

В соответствии с ГОСТ, в структуре САПР выделяют следующие элементы:

- А) **КСАП САПР** — комплекс средств автоматизации проектирования САПР
- Б) **подсистемы САПР**, как элемент структуры САПР, возникают при эксплуатации пользователями КСАП подсистем САПР.
- В) **КСАП-подсистемы САПР** — совокупность ПМК, ПТК и отдельных компонентов обеспечения САПР, не вошедших в программные комплексы, объединённая общей для подсистемы функцией.
- Г) **ПТК** — программно-технические комплексы
- Д) **компоненты обеспечения ПТК САПР**
- Е) **ПМК** — программно-методические комплексы
- Ж) **компоненты обеспечения ПМК САПР**
- З) **компоненты обеспечения САПР**, не вошедшие в ПМК и ПТК

Совокупность КСАП различных подсистем формируют КСАП всей САПР в целом.



### Б.1) Подсистемы

*По ГОСТ 23501.101-87, составными структурными частями САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы.*

Каждая подсистема — это выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивающая выполнение некоторых функционально-законченных последовательностей проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов. По назначению подсистемы САПР разделяют на два вида:

- а) обслуживающие;

б) проектирующие.

**а) Обслуживающие подсистемы** — объектно-независимые подсистемы, реализующие функции, общие для подсистем или САПР в целом:

- обеспечивают функционирование проектирующих подсистем,
- оформление, передачу и вывод данных,
- сопровождение программного обеспечения и т. п.

Их совокупность называют *системной средой (или оболочкой)* САПР.

Типичными обслуживающими подсистемами являются:

- подсистемы управления проектными данными
- обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР
- подсистемы графического ввода-вывода
- система управления базами данных (СУБД).

**б) Проектирующие подсистемы** — объектно-ориентированные подсистемы, реализующие определенный этап проектирования или группу связанных проектных задач. В зависимости от отношения к объекту проектирования, делятся на:

- *Объектные* — выполняющие проектные процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов проектирования.
- *Инвариантные* — выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования.

Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.

## 2.2. Компоненты и обеспечение

Каждая подсистема, в свою очередь состоит из компонентов, обеспечивающих функционирование подсистемы.

Компонент выполняет определенную функцию в подсистеме и представляет собой наименьший (неделимый) самостоятельно разрабатываемый или покупной элемент САПР (программа, файл модели транзистора, графический дисплей, инструкция и т. п.).

Совокупность однотипных компонентов образует средство обеспечения САПР. Выделяют следующие виды обеспечения САПР:

**1) Техническое обеспечение (ТО)** — совокупность связанных и взаимодействующих технических средств (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи, измерительные средства).

**2) Математическое обеспечение (МО)** - объединяющее математические методы, модели и алгоритмы, используемые для решения задач автоматизированного проектирования.

По назначению и способам реализации делят на две части:

- математические методы и построенные на них математические модели;
- формализованное описание технологии автоматизированного проектирования.

**3) Программное обеспечение (ПО).** Подразделяется на общесистемное и прикладное:

- прикладное ПО реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Включает пакеты прикладных программ, предназначенные для обслуживания определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов (модуль проектирования трубопроводов, пакет схемотехнического моделирования, геометрический решатель САПР).
- общесистемное ПО предназначено для управления компонентами технического обеспечения и обеспечения функционирования прикладных программ. Примером компонента общесистемного ПО является операционная система.

**4) Информационное обеспечение (ИО)** — совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования.

Состоит из:

- описания стандартных проектных процедур,
- типовых проектных решений,
- комплектующих изделий и их моделей,
- правил и норм проектирования.

Основная часть ИО САПР — базы данных.

**5) Лингвистическое обеспечение (ЛО)** — совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, а также для осуществления диалога проектировщик - ЭВМ и обмена данными между техническими средствами САПР. Включает термины, определения, правила формализации естественного языка, методы сжатия и развертывания.

В лингвистическом обеспечении выделяют класс различного типа языков проектирования и моделирования (VHDL, VERILOG, UML, GPSS).

**6) Методическое обеспечение (МетО)** — описание технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов.

Включает в себя:

- теорию процессов, происходящих в проектируемых объектах,
- методы анализа, синтеза систем и их составных частей,
- различные методики проектирования.

Иногда к МетО относят также МО и ЛО.

**7) Организационное обеспечение (ОО)** — совокупность документов, определяющих:

- состав проектной организации,
- связь между подразделениями,
- организационную структуру объекта и системы автоматизации,
- деятельность в условиях функционирования системы,
- форму представления результатов проектирования.

В ОО входят штатные расписания, должностные инструкции, правила эксплуатации, приказы, положения и т. п.

**8) Эргономическое обеспечение** объединяет взаимосвязанные требования, направленные на согласование психологических, психофизиологических, антропометрических характеристик и возможностей человека с техническими характеристиками средств автоматизации и параметрами рабочей среды на рабочем месте.

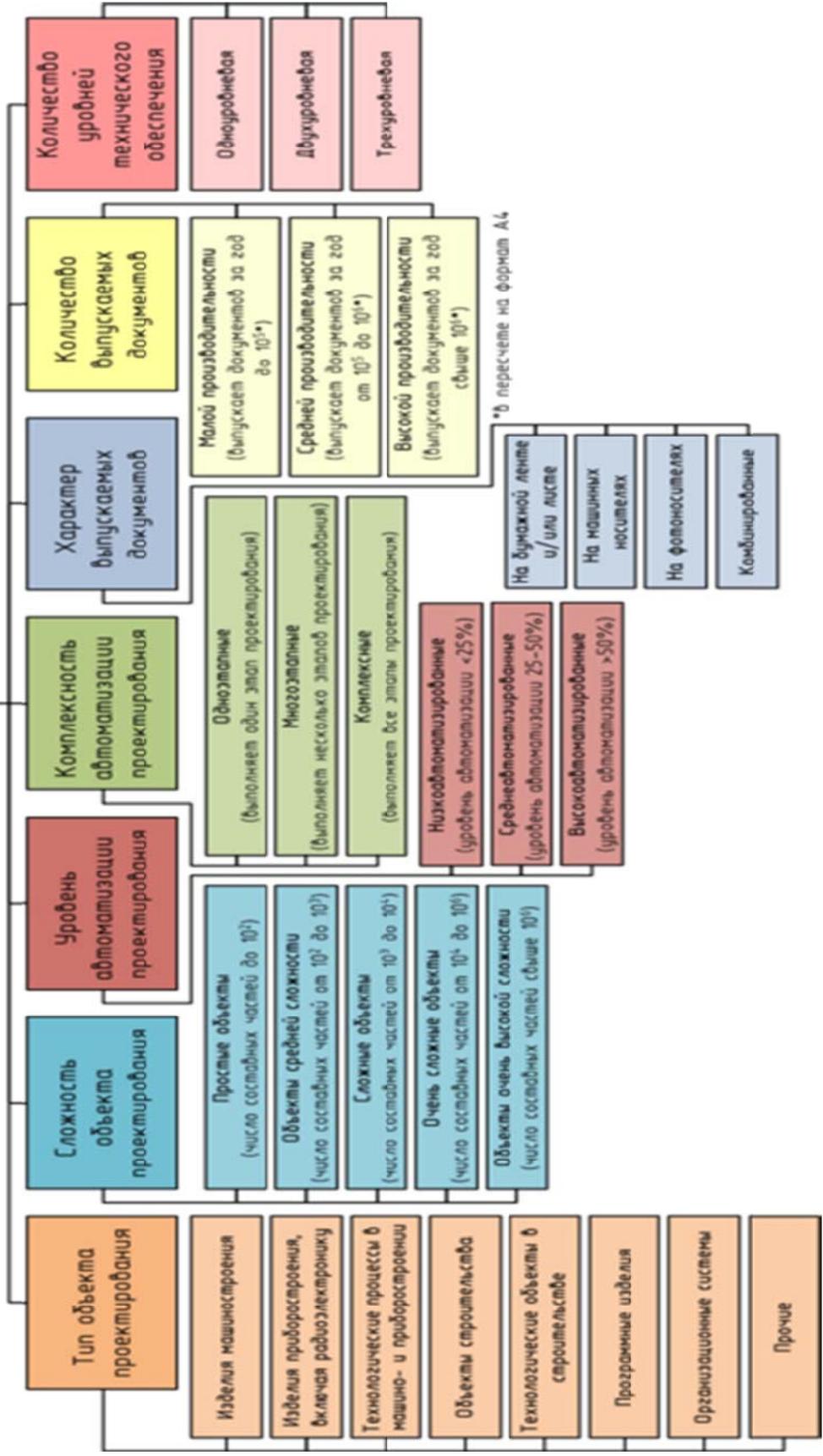
**9) Правовое обеспечение** состоит из правовых норм, регламентирующих правоотношения при функционировании САПР, и юридический статус результатов её функционирования.

### **3. Классификация САПР**

ГОСТ 23501.108-85 устанавливает следующие признаки классификации САПР:

- тип/разновидность и сложность объекта проектирования
- уровень и комплексность автоматизации проектирования
- характер и количество выпускаемых документов
- количество уровней в структуре технического обеспечения

**Классификация САПР  
ГОСТ 23501.108-85**



### 3.1. Классификация с использованием английских терминов

Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков, например, по приложению, целевому назначению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы — ядра САПР.

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

1. САПР для применения в отраслях общего машиностроения. Их часто называют машиностроительными САПР или MCAD (MechanicalCAD) системами.
2. САПР для радиоэлектроники. Их названия — ECAD (ElectronicCAD) или EDA (ElectronicDesignAutomation) системы.
3. 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.

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

1. САПР функционального проектирования, иначе САПР-Ф или CAE (ComputerAidedEngineering) системы.
2. *конструкторские* САПР общего машиностроения — САПР-К, часто называемые просто CAD системами;
3. *технологические* САПР общего машиностроения — САПР-Т, иначе называемые автоматизированными системами технологической подготовки производства АСТПП или системами CAW<sup>^</sup> (ComputerAidedManufacturing).

По *масштабам* 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.

**По характеру базовой подсистемы** различают следующие разновидности САПР.

1. САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического 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.

В настоящее время появились унифицированные графические ядра, применяемые более чем в одной САПР, это ядра Parasolid фирмы EDS Unigraphics и ACIS фирмы Intergraph.

2. 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.

3. 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 САЕ. Примерами могут служить программы логического проектирования на базе языка VHDL, математические пакеты типа MathCAD.

4. Комплексные (интегрированные) САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются САЕ/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.

### **3.2. Функции, характеристики и примеры САЕ/CAD/CAM-систем.**

Функции CAD-систем в машиностроении подразделяют на функции двухмерного (2D) и трехмерного (3D) проектирования. К функциям

2D относятся черчение, оформление конструкторской документации; к функциям 3D — получение трехмерных моделей, метрические расчеты, реалистичная визуализация, взаимное преобразование 2D и 3D моделей.

Среди САД-систем различают “легкие” и “тяжелые” системы. Первые из них ориентированы преимущественно на 2D графику, сравнительно дешевы и менее требовательны в отношении вычислительных ресурсов. Вторые ориентированы на геометрическое моделирование (3D), более универсальны, дороги, оформление чертежной документации в них обычно осуществляется с помощью предварительной разработки трехмерных геометрических моделей.

Основные функции САМ-систем: разработка технологических процессов, синтез управляющих программ для технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), моделирование процессов обработки, в том числе построение траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки, генерация постпроцессоров для конкретных типов оборудования с ЧПУ (*NC* — NumericalControl), расчет норм времени обработки.

Наиболее известны (к 1999 г.) следующие САЕ/САД/САМ-системы, предназначенные для машиностроения. “Тяжелые” системы (в скобках указана фирма, разработавшая или распространяющая продукт): Unigraphics (EDSUnigraphics); SolidEdge (Intergraph); Pro/Engineer (PTC — ParametricTechnologyCorp.), CATIA (DassaultSystemes), EUCLID (MatraDatavision), CADD5.5 (Computervision, ныне входит в PTC) и др.

“Легкие” системы: AutoCAD (Autodesk); АДЕМ; bCAD (ПроПро Группа, Новосибирск); Caddy (ZieglerInformatics); Компас (Аскон, С.Петербург); Спрут (SprutTechnology, Набережные Челны); Кредо (НИВЦ АСК, Москва).

Системы, занимающие промежуточное положение (среднемасштабные): Cimatron, Microstation (Bentley), EuclidPrelude (MatraDatavision), T-FlexCAD (Топ Системы, Москва) и др. С ростом возможностей персональных ЭВМ грани между “тяжелыми” и “легкими” САД/САМ-системами постепенно стираются.

Функции САЕ-систем довольно разнообразны, так как связаны с проектными процедурами анализа, моделирования, оптимизации проектных решений. В состав машиностроительных САЕ-систем прежде всего включают программы для следующих процедур:

- моделирование полей физических величин, в том числе анализ прочности, который чаще всего выполняется в соответствии с МКЭ;
- расчет состояний и переходных процессов на макроуровне;
- имитационное моделирование сложных производственных систем на основе моделей массового обслуживания и сетей Петри.

Примеры систем моделирования полей физических величин в соответствии с МКЭ: Nastran, Ansys, Cosmos, Nisa, Moldflow.

Примеры систем моделирования динамических процессов на макроуровне: Adams и Dyna — в механических системах, Spice — в электронных схемах, ПА9 — для многоаспектного моделирования, т.е. для моделирования систем, принципы действия которых основаны на взаимодействии физических процессов различной природы.

Для удобства адаптации САПР к нуждам конкретных приложений, для ее развития целесообразно иметь в составе САПР инструментальные средства адаптации и развития. Эти средства представлены той или иной CASE-технологией, включая языки расширения. В некоторых САПР применяют оригинальные инструментальные среды.

Примерами могут служить объектно-ориентированная интерактивная среда CAS.CADE в системе EUCLID, содержащая библиотеку компонентов, в САПР T-FlexCAD 3D предусмотрена разработка дополнений в средах Visual C++ и VisualBasic.

Важное значение для обеспечения открытости САПР, ее интегрируемости с другими автоматизированными системами (АС) имеют интерфейсы, представляемые реализованными в системе форматами межпрограммных обменов. Очевидно, что, в первую очередь, необходимо обеспечить связи между CAE, CAD и CAM-подсистемами.

В качестве языков — форматов межпрограммных обменов — используются IGES, DXF, Express (стандарт ISO 10303-11, входит в совокупность стандартов STEP), SAT (формат ядра ACIS) и др.

Наиболее перспективными считаются диалекты языка Express, что объясняется общим характером стандартов STEP, их направленностью на различные приложения, а также на использование в современных распределенных проектных и производственных системах. Действительно, такие форматы, как IGES или DXF, описывают только геометрию объектов, в

то время как в обменах между различными САПР и их подсистемами фигурируют данные о различных свойствах и атрибутах изделий.

Язык Express используется во многих системах интерфейса между CAD/CAM-системами. В частности, в систему CAD++ STEP включена среда SDAI (StandardDataAccessInterface), в которой возможно представление данных об объектах из разных систем CAD и приложений (но описанных по правилам языка Express). CAD++ STEP обеспечивает доступ к базам данных большинства известных САПР с представлением извлекаемых данных в виде STEP-файлов. Интерфейс программиста позволяет открывать и закрывать файлы проектов в базах данных, производить чтение и запись сущностей. В качестве объектов могут использоваться точки, кривые, поверхности, текст, примеры проектных решений, размеры, связи, типовые изображения, комплексы данных и т.п.

#### **4. Развитие САПР**

1) Одна из ключевых тем развития САПР - *"облачные" вычисления: удаленная работа с данными, размещенными на удаленных серверах, с различных устройств, имеющих выход в интернет.*

На сегодняшний день облака очень существенно продвинулись в сегменте легких приложений и сервисов — преимущественно в потребительском секторе. Возможны два варианта интеграции.

А) В первом случае в облако переносится вся инфраструктура инженерных служб, и соответственно необходимость в инженерном ПО, установленном на рабочем месте, исчезает вовсе.

Б) Во втором случае у конструктора по-прежнему остается графическая рабочая станция с установленной САПР, но при этом он получает из нее доступ к различным облачным сервисам, благодаря которым можно решать задачи, требующие весьма существенных ресурсов (например, проводить прочностной анализ).

Осуществлять облачное взаимодействие возможно двумя способами:

- публично, когда доступ к серверу, расположенному у провайдера, открыт через интернет,
- в частном порядке, когда сервер находится на предприятии и обращения к нему происходят по закрытой локальной сети.

В России развитие облаков в области САПР сдерживается необходимостью соблюдать в очень многих проектах излишнюю секретность. Поэтому скорее всего именно частные облака станут в ближайшее время основным драйвером рынка. Облака — это не только новые технологии, но еще и возможность экспериментировать с новыми бизнес-моделями.

## **II) Следующая важная тенденция — альтернативные ОС.**

Еще лет пять назад, когда заходились разговоры об альтернативе MicrosoftWindows, речь, как правило, шла о Linux. Данная тема актуальна и сегодня: отечественная национальная программная платформа, по всей видимости, будет сделана на базе ядра Linux; к этой ОС растет интерес в области образования и в госструктурах (есть примеры успешного перехода). Однако теперь уже можно говорить о существенном потенциале операционной системы GoogleChrome OS. И здесь упомянутый тренд смыкается с облачным трендом — ОС Google, как известно, не подразумевает установку приложений на локальном компьютере.

Немаловажную роль в продвижении этой ОС играет тенденция к уменьшению рыночной доли ПК. Очевидно, что если в облака перенести большинство громоздких и сложных вычислений, снижаются требования к аппаратному обеспечению и появляется возможность работать на любых устройствах. Например, на планшетах. В итоге разработчикам САПР-решений придется либо разрабатывать *платформонезависимые* решения (облачный вариант), либо делать их *мультиплатформенными*.

**III) Следующая тема — `железо`.** Здесь все опять же определяется неудовлетворенностью рынка решением монополиста — классической архитектурой Intel (темпами ее развития). В этой связи явно отмечается тренд на развитие архитектуры ARM. Ее сейчас поддерживает несколько производителей, среди которых одним из самых активных является компания Nvidia. Пока данная архитектура активно применяется только в мобильных устройствах, но в ближайшее время, судя по всему, она перейдет и на стационарные ПК. Косвенно об этом свидетельствует тот факт, что будущая ОС MicrosoftWindows 8 сможет работать и на ARM-архитектуре тоже (впервые не только на Intel).

**IV) Еще один тренд - это рост рынка мобильных устройств.** Наибольшее ускорение он получил с появлением iPad. Вначале, правда, казалось, что это устройство сугубо потребительское и в корпоративном

секторе оно не будет применимо. Однако выяснилось, что оно вполне подходит для решения многих задач.

В секторе САПР сегодня многие сотрудники являются мобильными — работают на выезде, на удаленных строительных объектах, перемещаются по стране, трудятся дома. (Все это требует удобного мобильного устройства.)

Так или иначе за рубежом о том, что планшет скоро будет у каждого сотрудника инженерной службы, сегодня говорят как о свершившемся факте. Уже появились привлекательные для разработчиков мобильные платформы IOS Apple и AndroidGoogle, а также существенное количество САПР-приложений под них.

Сейчас весьма сложно сказать, уйдут ли через десять лет из нашего арсенала клавиатура и мышь. Но факт в том, что интерфейсы, ориентированные на *работу с мультитач-экранами (пальцеориентированные)*, явно набирают популярность. В мобильных устройствах они уже практически стали стандартом. На сегодняшний день вполне понятно, что этот интерфейс более чем подходит для потребления информации. Так же ли он хорош для ее создания, для работы с САПР, сказать пока сложно. Для массового перехода к подобным интерфейсам до сих пор не хватает технологической базы. Сейчас на рынке просто не существует достаточно больших мультитач-панелей с необходимым для САПР разрешением.

### **Заключение:**

Рынок САПР весьма консервативен. Даже замена одной такой системы на другую в рамках работы над одним проектом — задача довольно сложная. Что уж говорить о серьезной смене парадигмы, интерфейсов, поколений САПР. Поэтому данный рынок явно не входит в число лидеров технологической гонки — развитие есть, но очевидно не такое быстрое, как хотелось бы. Впрочем, в ближайшее десятилетие на предприятия придут инженеры, выросшие уже в эпоху интернета, новых технологий и мобильных устройств, и так или иначе они станут активно привносить на рынок элементы своей культуры.