

# ОСНОВЫ САПР

## ПРЕДПОСЫЛКИ АВТОМАТИЗАЦИИ

- Последовательное увеличение объема информации
- Противоречие между качеством проектных работ и сроками их выполнения
- Сложность современной техники и устаревшие методы проектирования

## Автоматизация проектирования (отличительные особенности)

1. синтетическая дисциплина -- ее составными частями являются современные информационные технологии
2. знание основ автоматизации проектирования и умение работать со средствами САПР требуется практически любому инженеру-разработчику
3. Предприятия, ведущие разработки без САПР или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными

# Понятие инженерного проектирования

**Проектирование** технического объекта — создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта

Образ 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.

## ТИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют *автоматизированным*
2. Проектирование, при котором все проектные решения получают с использованием ЭВМ без участия человека называют *автоматическим*
3. Проектирование, при котором все проектные решения получают без использования ЭВМ при участии человека называют *ручным*

# Принципы системного подхода

**Основной общий принцип системного подхода заключается в рассмотрении частей явления или сложной системы с учетом их взаимодействия**

*Системный подход включает в себя выявление структуры системы, типизацию связей, определение атрибутов, анализ влияния внешней среды*

**Теория систем** — дисциплина, в которой конкретизируются положения системного подхода; она посвящена исследованию и проектированию сложных экономических, социальных, технических систем, чаще всего слабоструктурированных

**Предметом системотехники** являются:  
1 - организация процесса создания, использования и развития технических систем,  
2 - методы и принципы их проектирования и исследования.

# конкретизация системного подхода

структурный, блочно-иерархический, объектно-ориентированный

**1** *Структурный подход предполагает* синтезировать варианты системы из компонентов (блоков) и оценивать варианты при их частичном переборе с предварительным прогнозированием характеристик компонентов

**2** *Блочно-иерархический подход* к проектированию использует идеи декомпозиции сложных описаний объектов и соответственно средств их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие стиля проектирования (восходящее и нисходящее), устанавливает связь между параметрами соседних иерархических уровней

# 3

## *Объектно-ориентированный подход :*

- 1) вносит в модели приложений большую структурную определенность, распределяя представленные в приложении данные и процедуры между классами объектов;
- 2) сокращает объем спецификаций, благодаря введению в описания иерархии объектов и отношений наследования между свойствами объектов разных уровней иерархии;
- 3) уменьшает вероятность искажения данных вследствие ошибочных действий за счет ограничения доступа к определенным категориям данных в объектах. Описание в каждом классе объектов допустимых обращений к ним и принятых форматов сообщений облегчает согласование и интеграцию ПО.

## Особенности проектирования сложных систем

- *Структуризация* процесса проектирования, выражаемая декомпозицией проектных задач и документации, выделением стадий, этапов, проектных процедур. Эта структуризация является сущностью блочно-иерархического подхода к проектированию.
- *Итерационный* характер проектирования.
- *Типизация и унификация* проектных решений и средств проектирования.

# Основные понятия системотехники

***Система*** — множество элементов, находящихся в отношениях и связях между собой

***Элемент*** — такая часть системы, представление о которой нецелесообразно подвергать при проектировании дальнейшему членению.

***Сложная система*** — система, характеризующаяся большим числом элементов и, что наиболее важно, большим числом взаимосвязей элементов.

Сложность системы определяется также видом взаимосвязей элементов, свойствами ***целенаправленности, целостности, членимости, иерархичности, многоаспектности.***

***Подсистема*** — часть системы (подмножество элементов и их взаимосвязей), которая имеет свойства системы.

***Подсистема*** — система, по отношению к которой рассматриваемая система является подсистемой

# Основные понятия системотехники

**Структура** — отображение совокупности элементов системы и их взаимосвязей;

(понятие структуры отличается от понятия самой системы также тем, что при описании структуры принимают во внимание лишь типы элементов и связей без конкретизации значений их параметров)

**Параметр** — величина, выражающая свойство или системы, или ее части, или влияющей на систему среды

Параметры подразделяют на **внешние, внутренние и выходные**

**Фазовая переменная** — величина, характеризующая энергетическое или информационное наполнение элемента или подсистемы

**Состояние** — совокупность значений фазовых переменных, зафиксированных в одной временной точке процесса функционирования

**Поведение (динамика) системы** — изменение состояния системы в процессе функционирования

# Основные понятия системотехники

**Система без последействия** — ее поведение при  $t > t_0$  определяется заданием состояния в момент  $t_0$  и вектором внешних воздействий  $Q(f)$ .

**В системах с последействием, кроме того, нужно знать предысторию поведения, т.е. состояния системы в моменты, предшествующие  $t_0$**

**Вектор переменных  $V$ , характеризующих состояние** (вектор переменных состояния), — не избыточное множество фазовых переменных, задание значений которых в некоторый момент времени полностью определяет поведение системы в дальнейшем

**Пространство состояний** — множество возможных значений вектора переменных состояния

**Фазовая траектория** — представление процесса (зависимости  $V(t)$ ) в виде последовательности точек в пространстве состояний

## Характеристики сложных систем

**Целенаправленность** — свойство искусственной системы, выражающее назначение системы. Это свойство необходимо для оценки эффективности вариантов системы.

**Целостность** — свойство системы, характеризующее взаимосвязанность элементов и наличие зависимости выходных параметров от параметров элементов, при этом большинство выходных параметров не является простым повторением или суммой параметров элементов.

**Иерархичность** — свойство сложной системы, выражающее возможность и целесообразность ее иерархического описания, т.е. представления в виде нескольких уровней, между компонентами которых имеются отношения целое - часть.

## Составные части системотехники

- иерархическая структура систем, организация их проектирования;
- анализ и моделирование систем;
- синтез и оптимизация систем.

# Составные части системотехники

## Моделирование

1 — создание моделей сложных систем (в англоязычном написании — *modeling*);

2 — анализ свойств систем на основе исследования их моделей (*simulation*)

## Синтез

1 — синтез структуры проектируемых систем (*структурный синтез*);

2 — выбор численных значений параметров элементов систем (*параметрический синтез*).

# Структура процесса проектирования

## Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования

□ **Системный** уровень, на котором решают наиболее общие задачи проектирования систем, машин и процессов; результаты проектирования представляют в виде структурных схем, генеральных планов, схем размещения оборудования, диаграмм потоков данных и т.п.;

□ **Макроуровень**, на котором проектируют отдельные устройства, узлы машин и приборов; результаты представляют в виде функциональных, принципиальных и кинематических схем, сборочных чертежей и т.п.;

□ **Микроуровень**, на котором проектируют отдельные детали и элементы машин и приборов.

В зависимости от последовательности решения задач иерархических уровней различают **нисходящее, восходящее и смешанное** проектирование (стили проектирования). Последовательность решения задач от нижних уровней к верхним характеризует **восходящее** проектирование, обратная последовательность приводит к **нисходящему** проектированию, в **смешанном** стиле имеются элементы как восходящего, так и нисходящего проектирования.

# Классификация проектируемых объектов на аспекты

**Аспект описания (страта)** — описание системы или ее части с некоторой оговоренной точки зрения, определяемой функциональными, физическими или иного типа отношениями между свойствами и элементами.

Функциональный

**Функциональное** описание относят к функциям системы и чаще всего представляют его функциональными схемами

Информационный

**Информационное** описание включает в себя основные понятия предметной области (сущности), словесное пояснение или числовые значения характеристик (атрибутов) используемых объектов, а также описание связей между этими понятиями и характеристиками

Структурный

**Структурное** описание относится к морфологии системы, характеризует составные части системы и их межсоединения и может быть представлено структурными схемами, а также различного рода конструкторской документацией

Поведенческий  
(процессный)

**Поведенческое** описание характеризует процессы функционирования (алгоритмы) системы и (или) технологические процессы создания системы

## дополнительное выделения аспектов

*функциональное* (разработка принципов действия, структурных, функциональных, принципиальных схем),

*конструкторское* (определение форм и пространственного расположения компонентов изделий),

*алгоритмическое* (разработка алгоритмов и программного обеспечения) и *технологическое* (разработка технологических процессов) проектирование систем.

Примерами страт в случае САПР могут служить также виды обеспечения автоматизированного проектирования

# Стадии проектирования

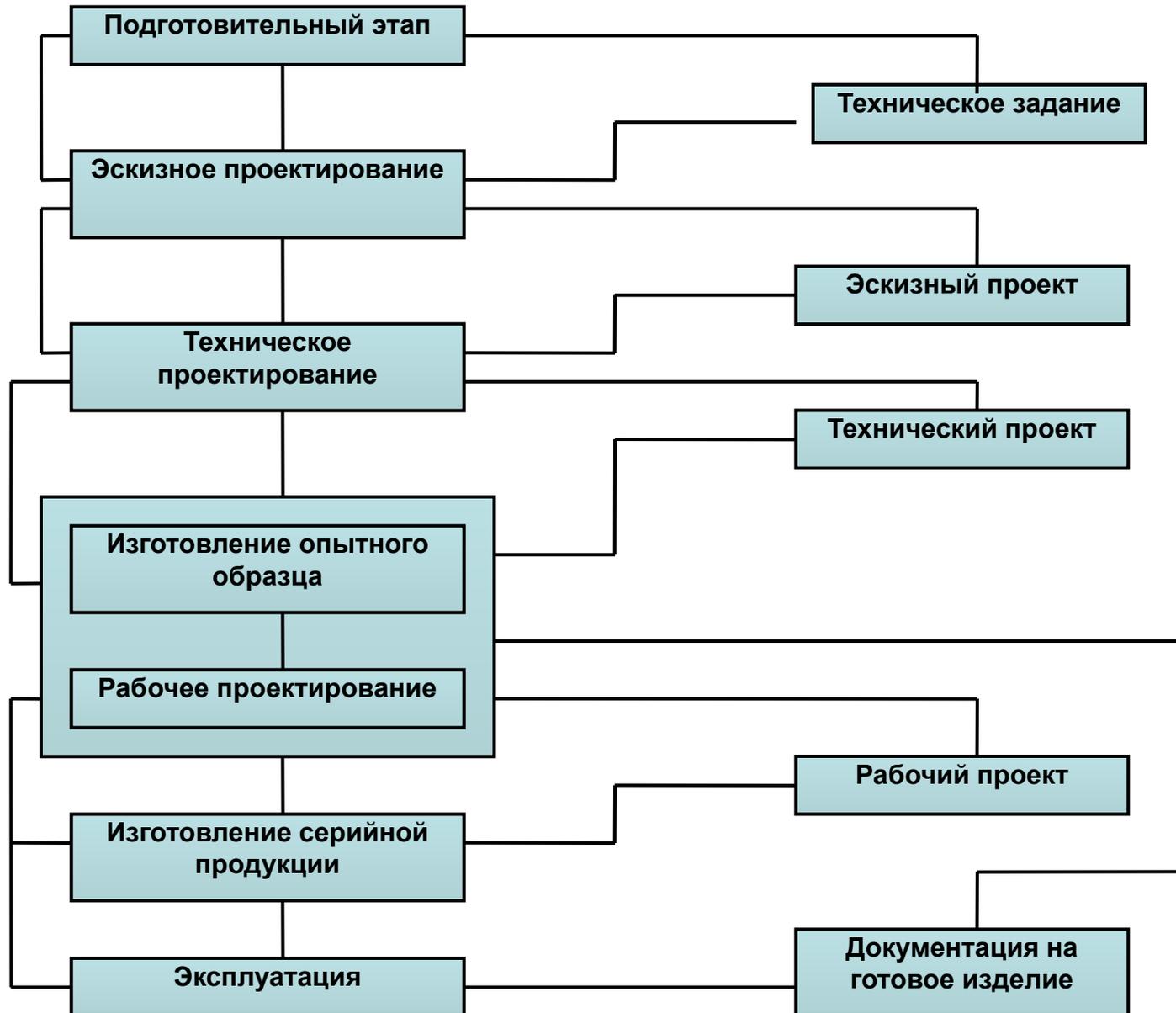
*Стадии* проектирования — наиболее крупные части проектирования, как процесса, развивающегося во времени

Научно-исследовательские работы (НИР),  
Эскизный проект или опытно-конструкторские работы (ОКР),  
Технический проект,  
Рабочий проект,  
Испытание опытных образцов или опытных партий.

Стадии (этапы) проектирования подразделяют на составные части, называемые *проектными процедурами*

Проектные процедуры подразделяются на более мелкие компоненты - *проектные операции*

# Этапы проектных процедур и проектная документация



# Этапы проектных процедур и проектная документация

## Подготовительный этап (предпроектный)

- Основная задача - изучение назначения изделия, условий эксплуатации и производств, на которых предполагается его изготовление.
- Цель этапа - разработка технического задания (ТЗ), в котором содержится информация о назначении, основных технических характеристиках, условиях эксплуатации, транспортировки и хранения

## Эскизное проектирование.

- Основная задача – определение возможности разработки изделия в соответствии требованиям ТЗ.
- Цель этапа определение технической основы изделия (физические элементы и детали), ориентировочной оценки состава и количества оборудования, разработка структуры, определение технических характеристик изделия и устройств, входящих в его состав.

## Техническое проектирование.

- Задачи: - подробная разработка принципа работы изделия и его составных блоков;
- уточнение технических характеристик;
  - разработка конструкции блоков, узлов и всего изделия;
  - получение конструкторских характеристик;
  - согласование взаимодействия всех составных частей изделия;
  - разработка технологии их изготовления;
  - определение технологии сборки и наладки, методики и программных испытаний.

# Этапы проектных процедур и проектная документация

## 4. Рабочее проектирование.

Основная задача - разработка технологической оснастки и оборудования для серийного выпуска изделия

**Внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР) не изменяет сути процесса проектирования.**

**Однако**, характер деятельности разработчика с внедрением САПР существенно меняется, так как разработка изделия в автоматизированном варианте предполагает согласованное взаимодействие оператора и ЭВМ. Это обеспечивает существенное повышение производительности труда и повышение качества проекта

# Процедурная модель проектирования

## Типовые проектные процедуры

Разработка (или выбор) структуры объекта есть проектная процедура,

*структурного синтеза*

Расчет (или выбор) значений параметров элементов  $X$  — процедура

*параметрического синтеза.*

Задача структурного синтеза формулируется в системотехнике как *задача принятия решений* (ЗПР), т.е. определении цели, множества возможных решений и ограничивающих условий.

### Классификация ЗПР

**По числу критериев:**

задачи одно- и многокритериальные

**По степени неопределенности:**

детерминированные, ЗПР в условиях риска

# Типовые проектные процедуры



## Процедуры анализа

Цель *анализа* — получение информации о характере функционирования и значениях выходных параметров при заданных структуре объекта, сведениях о внешних параметрах и параметрах элементов

При фиксированных значениях внешних параметров и параметров элементов имеет место процедура ***одновариантного анализа***

В процедурах ***многовариантного анализа*** определяется влияние внешних параметров, разброса и нестабильности параметров элементов на выходные параметры.

# Классификация проектных процедур



# Модели и параметры используемые при автоматизированном проектировании

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

*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.

# Модели и параметры используемые при автоматизированном проектировании

*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

*Имитационные (статистические) модели.* Они позволяют, учитывая большую совокупность случайных факторов имитировать на ЭВМ многочисленные и разнообразные реальные ситуации, в которых может оказаться будущий объект проектирования

# Системы автоматизированного проектирования (САПР)

САПР – комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации или специалистами, выполняющих автоматизированное проектирование

**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.

(подсистемы управления проектными данными, управления процессом проектирования, обучающие подсистемы и т.д.)

# Виды обеспечения САПР

**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 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

# Классификация САПР

## ***По приложению***

- 1. САПР для применения в отраслях общего машиностроения. Их часто называют машиностроительными САПР или MCAD (Mechanical CAD) системами***
- 2. САПР для радиоэлектроники. Их названия — ECAD (Electronic CAD) или EDA (Electronic Design Automation) системы.***
- 3. САПР в области архитектуры и строительства.***

## ***По целевому назначению***

- 1. САПР инженерных расчетов, иначе CAE (Computer Aided Engineering).***
- 2. Конструкторские САПР общего машиностроения — CAD-системы.***
- 3. Технологические САПР общего машиностроения: АСТПП, САПР ТП (CAPP), Cam-системы***

# Классификация САПР

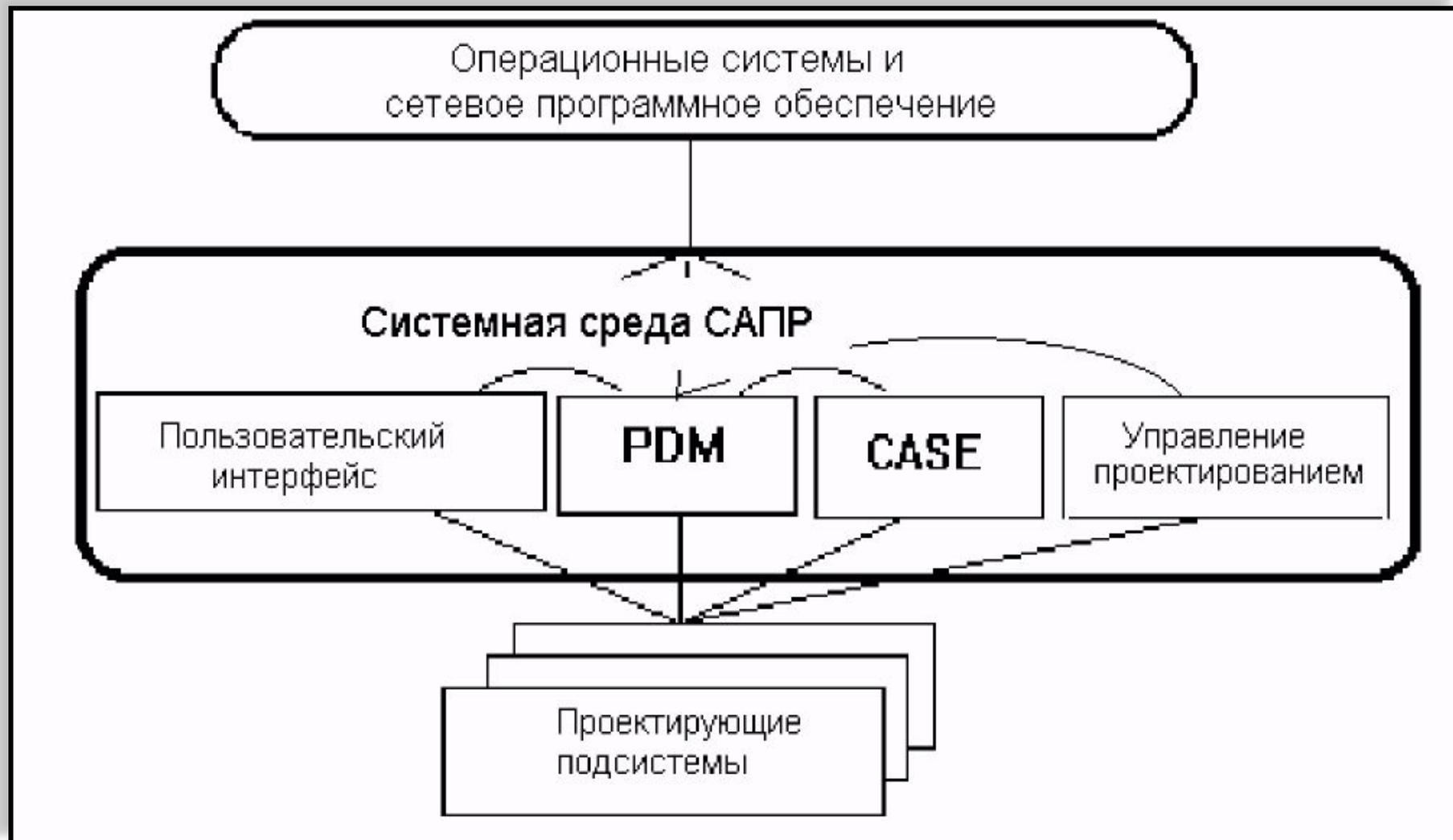
## *По масштабам*

1. Отдельные программно-методические комплексы (ПМК) САПР;
2. Системы ПМК;
3. Системы с уникальными архитектурами

## *По характеру базовой подсистемы*

1. САПР на базе подсистемы геометрического моделирования.
2. САПР на базе СУБД.
3. САПР на базе конкретного прикладного пакета
4. Интегрированные САПР

# Системы автоматизированного проектирования и их место среди других автоматизированных систем



# Принципы построения САПР

## ***САПР — это человеко-машинная система.***

Коллектив разработчиков и пользователей системы является ее основной частью и, взаимодействуя с техническими средствами САПР, выполняет проектирование. При этом часть проектных процедур не может быть автоматизирована и решается при участии человека.

## ***САПР — развивающаяся система.***

Суть положения состоит в том, что САПР должна создаваться и функционировать с учетом пополнения, совершенствования и обновления ее подсистем и компонентов

## ***Принцип системного единства САПР.***

При создании, функционировании и развитии САПР связи между подсистемами должны обеспечивать целостность всей системы. Наибольший эффект от САПР достигается при комплексной (сквозной) автоматизации проектирования на всех уровнях.

# Принципы построения САПР

## ***Принцип совместимости компонентов САПР.***

Языки, символы, коды, информационные и технические характеристики структурных связей между подсистемами, средствами обеспечения САПР должны обеспечивать совместное функционирование подсистем. Особенно важным является информационная и программная согласованность отдельных подсистем.

## ***Принцип стандартизации САПР.***

Проведение унификации, типизации и стандартизации подсистем и компонентов, инвариантных к проектируемым объектам, а также в установление правил с целью упорядочения деятельности в области создания и развития САПР.

## ***Принцип независимости отдельных подсистем (программ) САПР***

Определяет возможность для подсистем (программ) введения в действие и функционирования их независимо от других подсистем. Этот принцип называется также модульным принципом построения САПР.

# Принципы построения САПР

## *Принцип открытости САПР.*

Возможность внесения изменений в систему во время ее разработки и эксплуатации. Изменения могут заключаться в добавлении новых или замене старых элементов программного, информационного, технического и лингвистического обеспечения.

## *Принцип согласованности автоматизированного (традиционного) проектирования и САПР*

*Должно учитываться при внедрении САПР на уже действующем предприятии со сложившейся структурой, взаимоотношениями, формами и способами использования проектной документации*

## **Пути создания САПР**

**Создание множества частных автоматизированных систем, охватывающих отдельные виды деятельности предприятия а затем их интеграция**

**Создания автоматизированных систем с построением на единой основе, на базе которой могут гибко и оперативно формироваться ее подмножества**

# Состав и назначение интегрированных САПР

**Под интеграцией САПР** понимают объединение некоторых их основных частей и элементов. Основой эффективной интеграции систем является объединение иерархически сгруппированных, в значительной степени самостоятельных, целесообразно связанных и взаимодополняющих друг друга систем проектирования.

## ***Интеграция систем проектирования включает:***

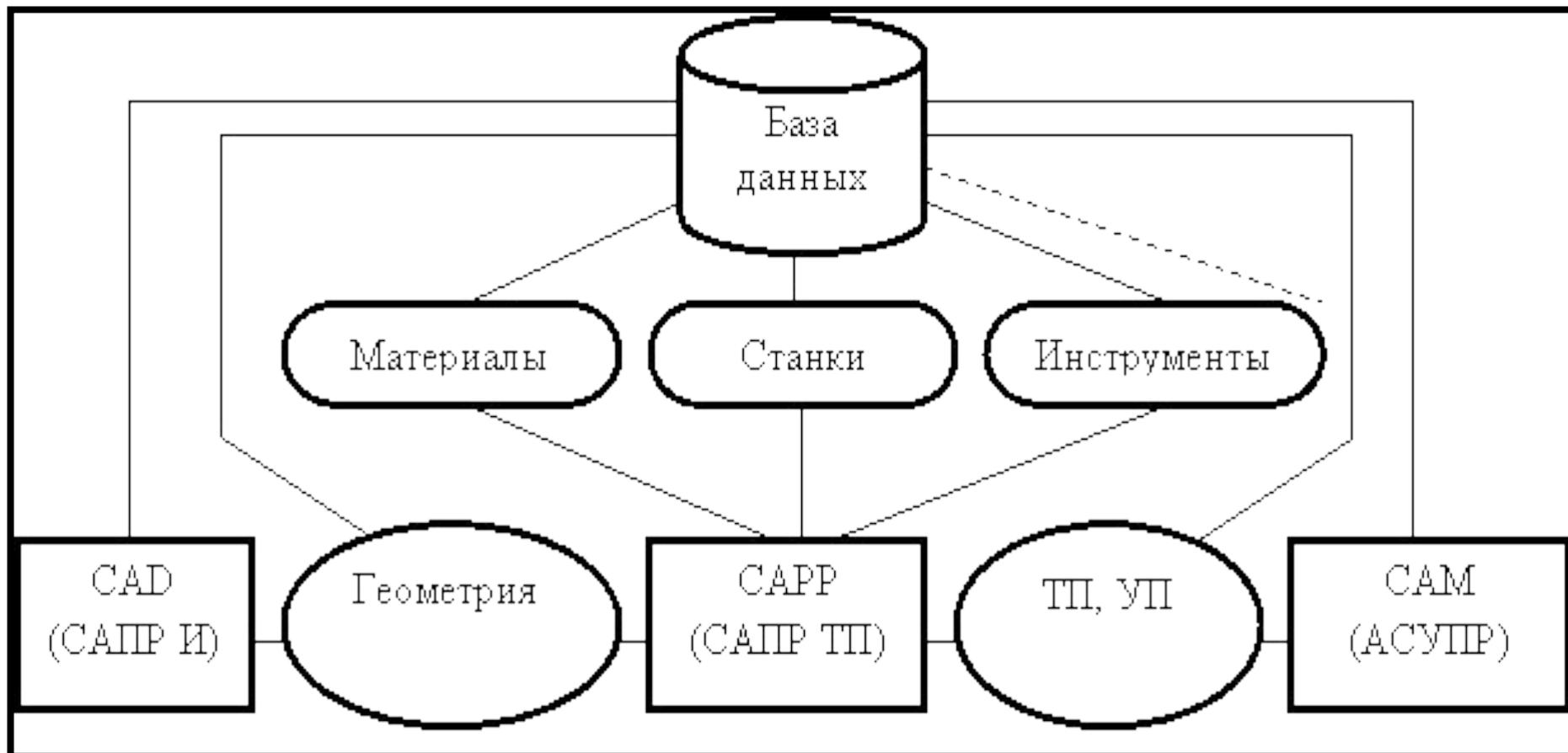
1. интеграцию информации (единая классификация, единая система документации);
2. организационную интеграцию (единая система сбора, поиска и передачи информации);
3. технико-математическую интеграцию (унифицированные технико-математические методы анализа решаемых задач);
4. программную интеграцию (унификация программного обеспечения);
5. техническую интеграцию (унификация используемой вычислительной техники, копировально-множительного оборудования и средств связи).

## Состав и назначение интегрированных САПР

**Разрабатываемые интегрированные САПР должны отвечать следующим требованиям:**

1. Охватывать все этапы проектирования — от ввода описания проектируемого объекта до получения проектной документации в виде технологических карт, эскизов и управляющих программ для станков с ЧПУ;
2. Отличаться модульным принципом построения, позволяющим изменять и наращивать системы;
3. Обладать развитой иерархией языков проектирования, развитой операционной системой управления, а также развитыми банками данных;
4. Иметь управляющий программный комплекс по выбору и генерированию прикладных программ, оптимальных применительно к конкретному проектируемому объекту;
5. Характеризоваться возможностью моделирования и контроля на различных этапах процесса проектирования;
6. Отличаться хорошей приспособляемостью к тиражированию и использованию на различных типах ЭВМ.

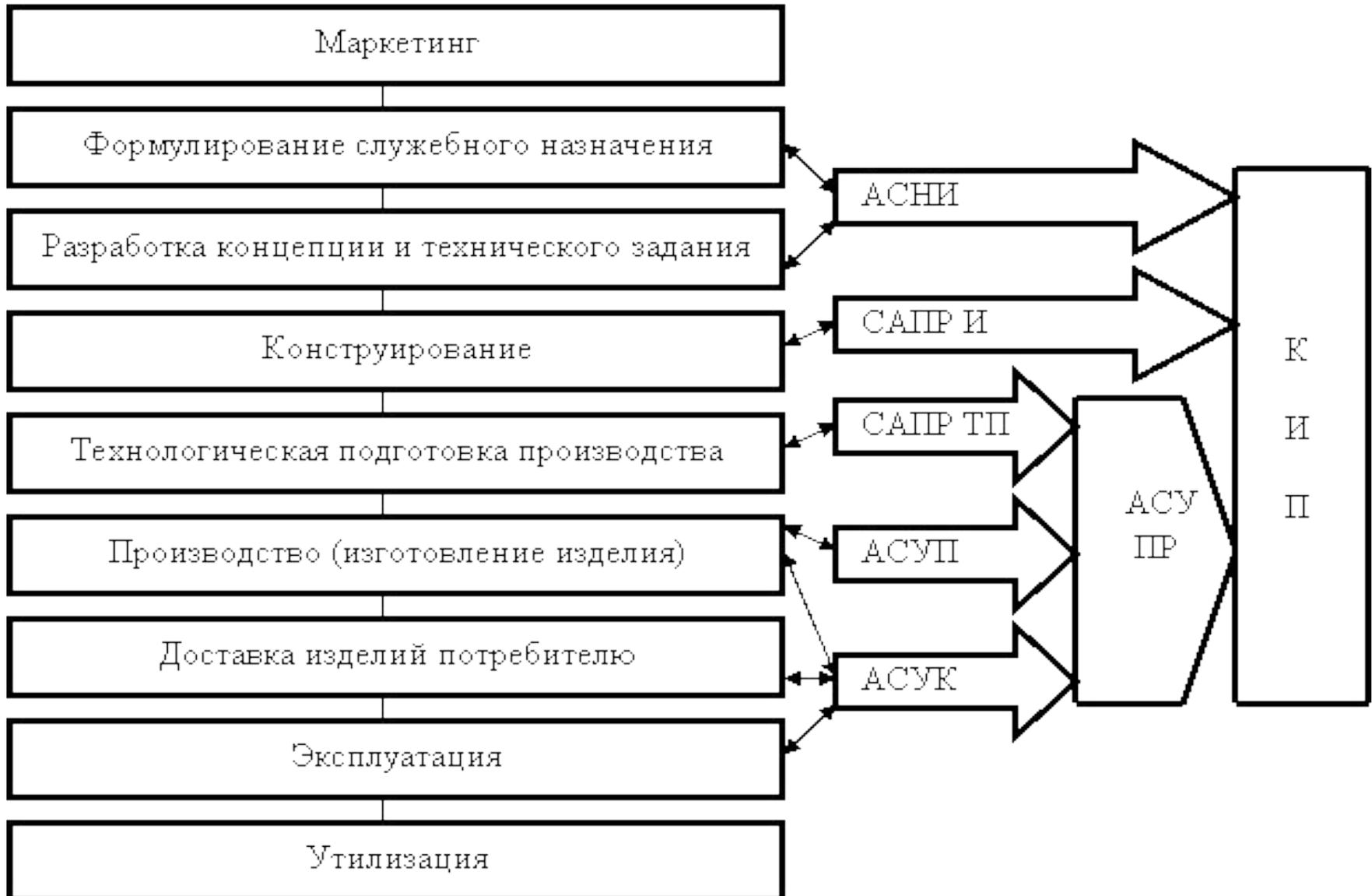
# Элементы интегрированной системы



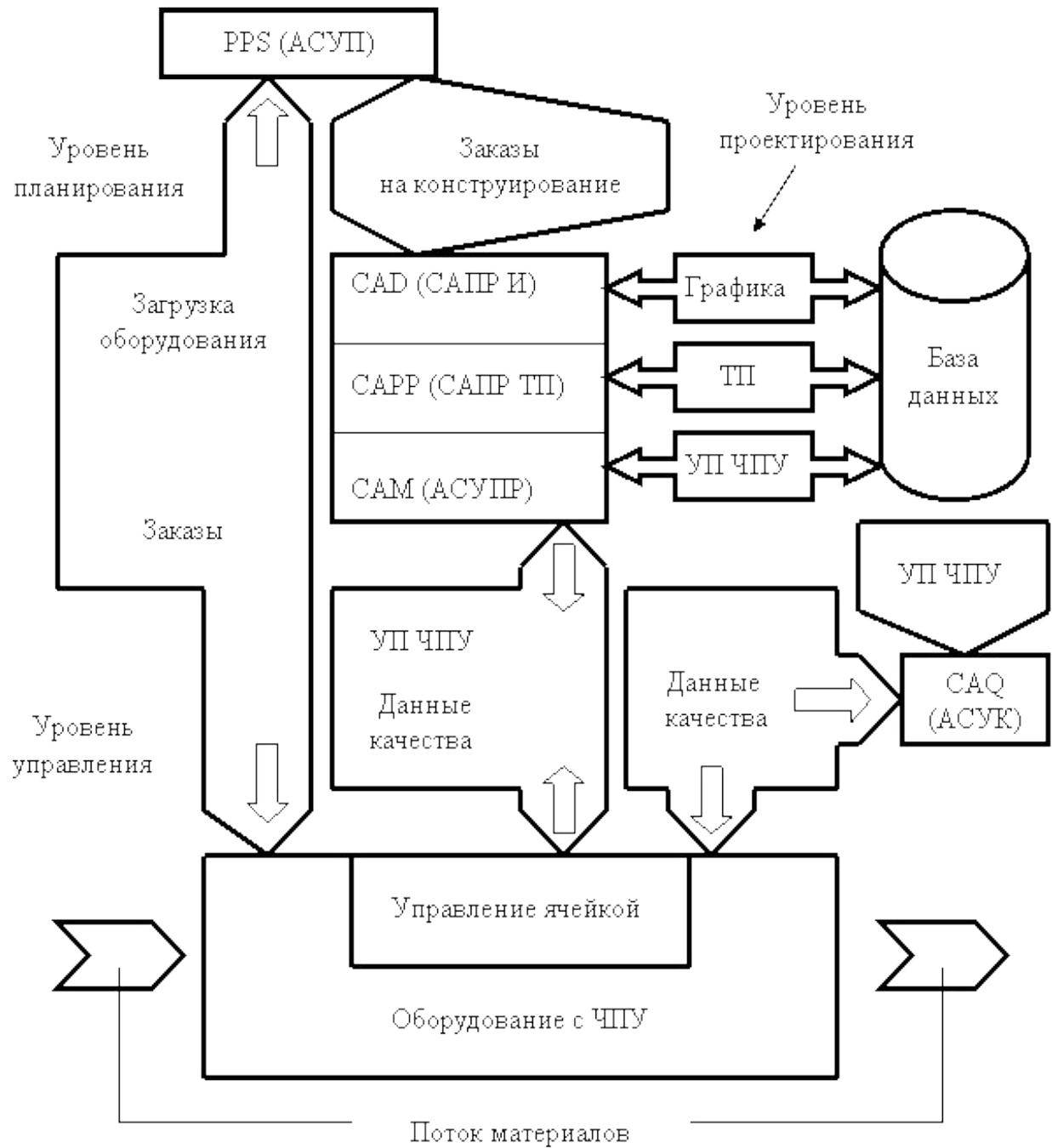
# Основные системы компьютерно-интегрированного производства

Основные этапы жизненного цикла изделий

Автоматизированные системы



**Информационная структура компьютерно-интегрированного производства**



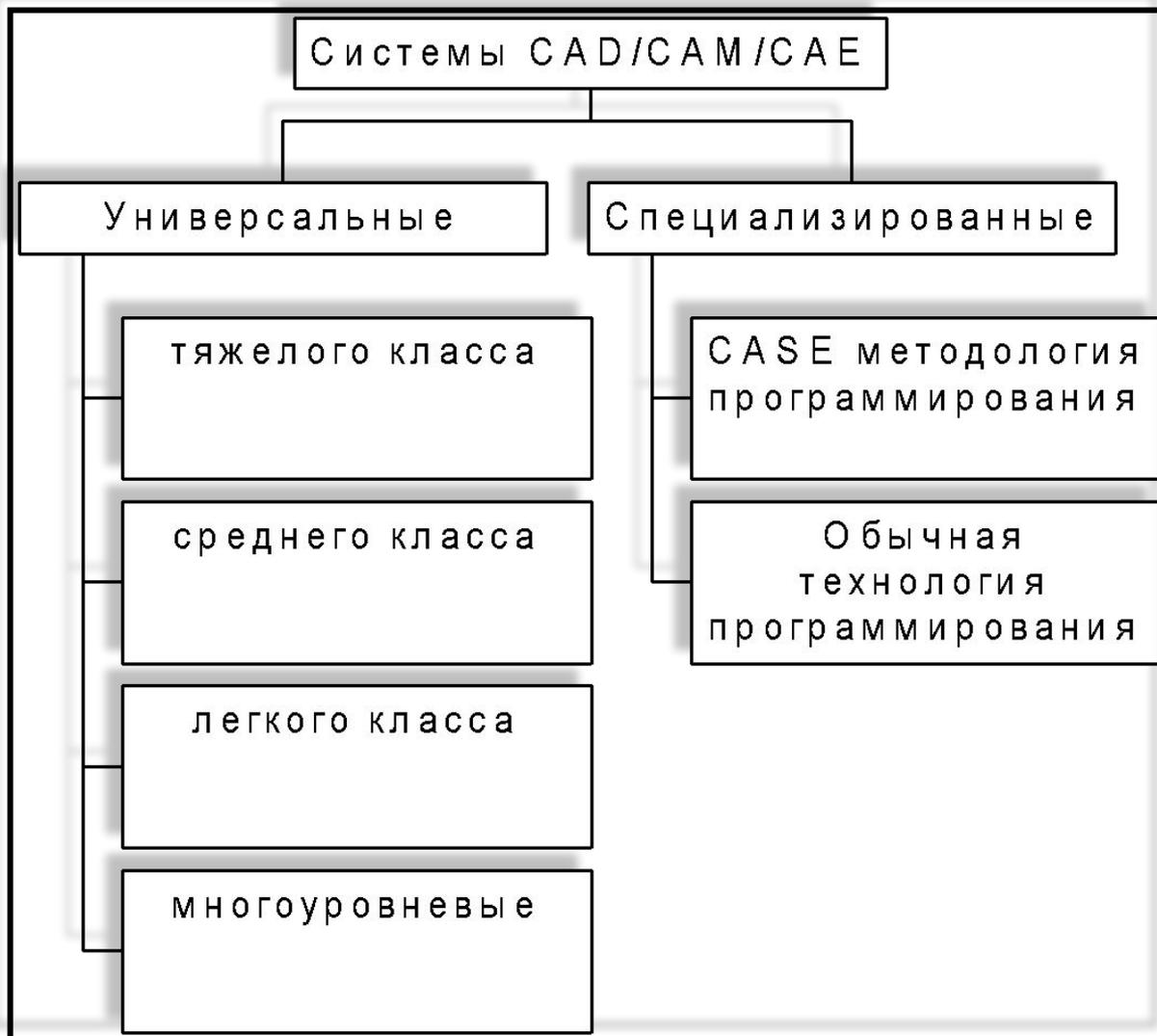
# Основные стадии разработки и выпуска на рынок нового изделия

Разработка конструкторской документации		Разработка технологической документации		Изготовление технологической оснастки	Изготовление технологической оснастки
Маркетинговые исследования, проектирование конструкций, разработка чертежей, строчных (СП, ВС, ВМ, ВП) и текстовых документов (инструкций и др.)	Согласование чертежей, ВМ, (обработка конструкций на технологичность), копирование чертежей и ВМ, выдача синек в цеха и отделы	Разработка техпроцессов, нормирование их, расчеты трудоемкости, мощности, заказ оборудования и оснастки	Проектирование станочных приспособлений, стандов, штампов, прессформ и инструментов	Изготовление штампов, прессформ, приспособлений, стандов, мерительного и режущего инструмента	Изготовление опытного (головного) образца (партии) изделий, проведение предварительных испытаний, корректировка документации, изменение конструкции опытного образца, проведение приемочных испытаний

## Основные функции современных CAD/CAM/CAE систем

Для развитой CAD/CAM/CAE - системы характерно сочетание следующих свойств (функций):

- параллельность проектирования и изготовления;
  - твердотельное моделирование деталей и сборок;
  - точное моделирование сложных поверхностей;
  - автоматическое черчение и оформление чертежей;
  - генерация программ изготовления изделий и технологической оснастки на оборудовании с ЧПУ;
  - автоматизация расчетов, анализа и оптимизации конструкций;
  - концептуальное проектирование новых изделий;
  - прокладка и разводка соединительных систем в трехмерном пространстве;
  - получение фотореалистических изображений изделий;
- использование вычислительных средств специализированных на машинную графику.



# Системы тяжелого класса

## Типовые Модули:

- графическое ядро для создания геометрических моделей деталей, узлов и изделия в целом;
- модуль создания и оперирования процессами сборки;
- модули для расчетного анализа с использованием методов конечных элементов, моделирования кинематики и динамики механизмов;
- модуль конструирования гидравлических, пневматических, электрических и др. систем обеспечения и управления;
- модули технологической подготовки производства, в основном - для генерации управляющих программ станков с ЧПУ, разработки литья, штамповки и технологической оснастки; техпроцессов;
- модули создания фотореалистических изображений проектируемых изделий, дизайн проектирования;
- модули обмена данными в различных графических форматах (IGES, STEP, DXF и др.);
- модули управления проектом в целом;
- собственная или приобретенная СУБД;
- модули подготовки и выпуска проектной и конструкторской документации (выпуск чертежей, спецификаций и текстовой документации).

# СОЗДАНИЯ МНОГОУРОВНЕВЫХ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ

## Проблемы внедрения САПР

Практическая невозможность комплексной компьютеризации всех процессов подготовки производства на базе CAD/CAM/CAE из-за очень высокой стоимости такого рода интегрированных проектов

Отсутствие реальной необходимости применения мощных и дорогих CAD/CAM/CAE систем на этапе технологической подготовки производства (из-за малой доли оборудования с ЧПУ, разработки большого количества простых карт технологических процессов, несложности проектируемой технологической оснастки и др.)

Двухуровневая  
система CAD/CAM/CAE

Верхний уровень

CIMATRON

Конструирование узлов и  
изделий

Нижний уровень

ТЕХНОКЛАСС 2000

Технологическая подготовка  
производства

Трехуровневая  
система CAD/CAM/CAE

Верхний уровень

PRO/ENGINEER

Концептуальное проектирование  
моделирования сложных сборок

Средний уровень

MICRO STATION MODELER

Моделирование отдельных узлов

Нижний уровень

MICRO STATION

Создание детализованных чертежей и  
подготовка документов

# CALS-технологии

Этапы жизненного цикла	Деятельность
Замысел и проектирование	<ul style="list-style-type: none"><li>- Маркетинг</li><li>- Формирование портфеля заказов</li></ul>
Производство	<ul style="list-style-type: none"><li>- Планирование производства</li><li>- Организация производства</li><li>- Оперативное управление производством</li></ul>
Эксплуатация и ремонт	<ul style="list-style-type: none"><li>- Хранение</li><li>- Сбыт</li><li>- Обеспечение и подтверждение соответствия изделия заданным характеристикам</li><li>- Сервисное обслуживание</li></ul>
Утилизация	<ul style="list-style-type: none"><li>- Демонтаж</li><li>- Переплавка</li><li>- Захоронение</li></ul>

**Под CALS-технологией** понимается принципиально новая компьютерная система электронного описания процессов разработки, комплектации, производства, модернизации, сбыта, эксплуатации, сервисного обслуживания и утилизации продукции военного, гражданского и двойного назначения

# Информация об изделии по этапам его ЖЦ



# Информация об изделии по этапам его ЖЦ

**Конструкторские данные об изделии** - совокупность информационных объектов, порождаемых в процессе проектирования и разработки изделия, содержащая сведения о составе изделия, о геометрических моделях изделия, его компонентах и их технических характеристиках, об их отношениях в структуре изделия, о результатах расчетов и моделирования, о допусках на изготовление деталей и т.д.

**Технологические данные об изделии** - совокупность информационных объектов, порождаемых на стадии технологической подготовки производства и ассоциированных с информационными объектами, описывающими изделие и его компоненты. Содержит сведения о способах изготовления и контроля изделия и его компонентов в процессе производства (в том числе входного контроля покупных изделий и материалов). Включает описание маршрутных и операционных технологий, нормы времени и расхода материалов, управляющие программы для станков с ЧПУ, а также данные для проектирования приспособлений и специального режущего и мерительного инструмента и т.д.

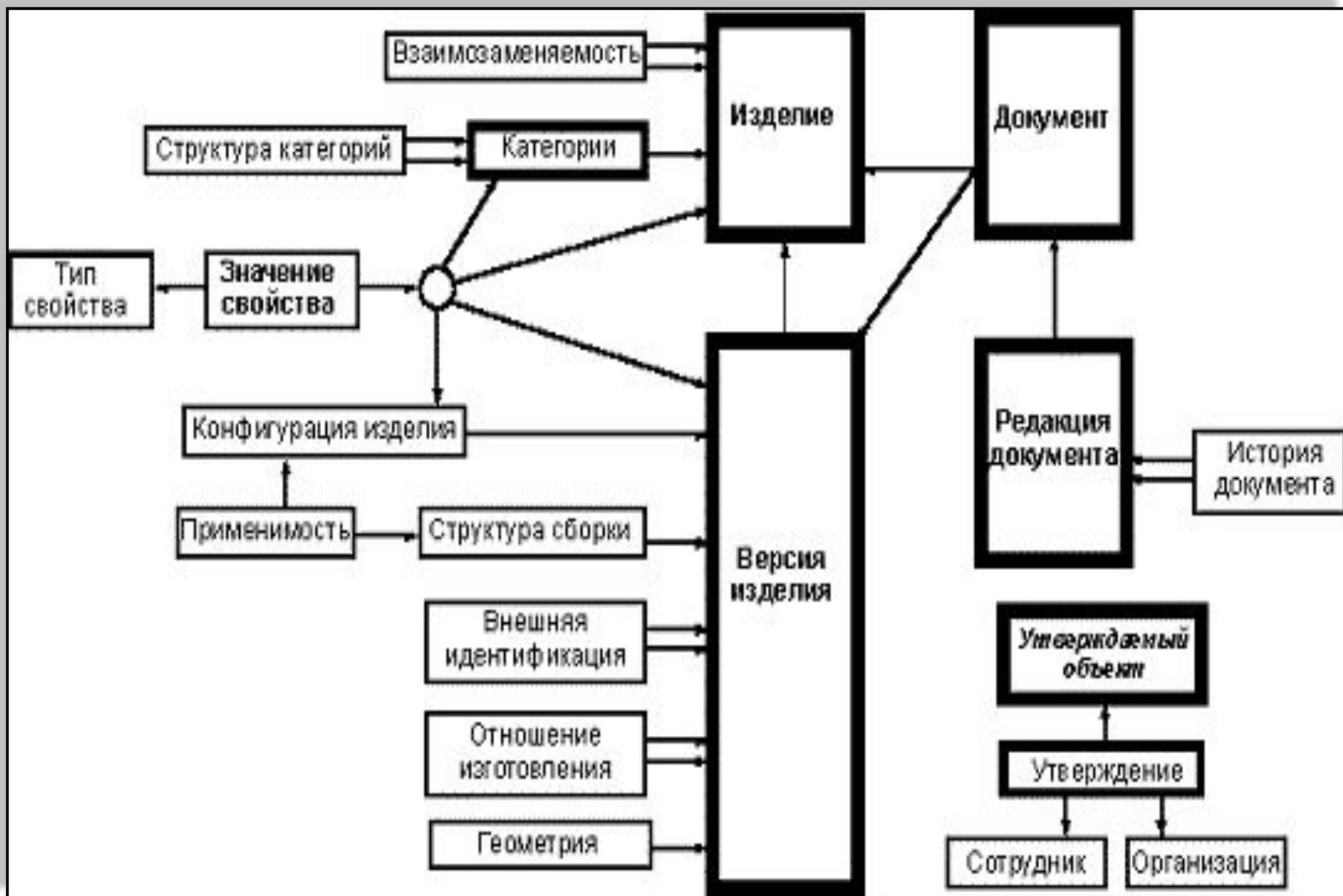
**Производственные данные об изделии** - совокупность информационных объектов, порождаемых в процессе производства, ассоциированная с информационными объектами, описывающими изделие и его компоненты, содержащая сведения о статусе конкретных экземпляров изделия и его компонентов в производственном цикле

**Данные о качестве изделия** - совокупность информационных объектов, порождаемых при выполнении всех видов контроля, ассоциированная с информационными объектами, описывающими изделие и его компоненты, содержащая сведения о степени соответствия конкретных экземпляров изделия и его компонентов заданным техническим требованиям, техническим условиям, требованиям стандартов и других нормативно-технических документов.

Логистические данные об изделии - совокупность информационных объектов, порождаемых в процессе проектирования и разработки, ассоциированная с информационными объектами, описывающими изделие и его компоненты, содержащая сведения, необходимые для интегрированной логистической поддержки изделия на постпроизводственных стадиях ЖЦИ.

Эксплуатационные данные об изделии - совокупность информационных объектов, порождаемых в процессе проектирования и разработки, содержащая сведения, необходимые для организации обслуживания, ремонта и других действий, обеспечивающих работоспособность изделия. Включает интерактивное электронное техническое руководство по эксплуатации и ремонту (ИЭТР).

# Схема описания изделия в соответствии со стандартом ISO 10303



# Современные направления развития CALS

В настоящее время в CALS выделяют следующие направления:

- методы анализа бизнес-процессов;
- методы и средства параллельного проектирования;
- технологии логистики;
- практическое использование технологий Интернет;
- электронная документация на изделие;
- информационная безопасность;
- унифицированная модель изделия от проектирования до утилизации (ISO 10303-STEP);
- юридические вопросы информационного взаимодействия предприятий.