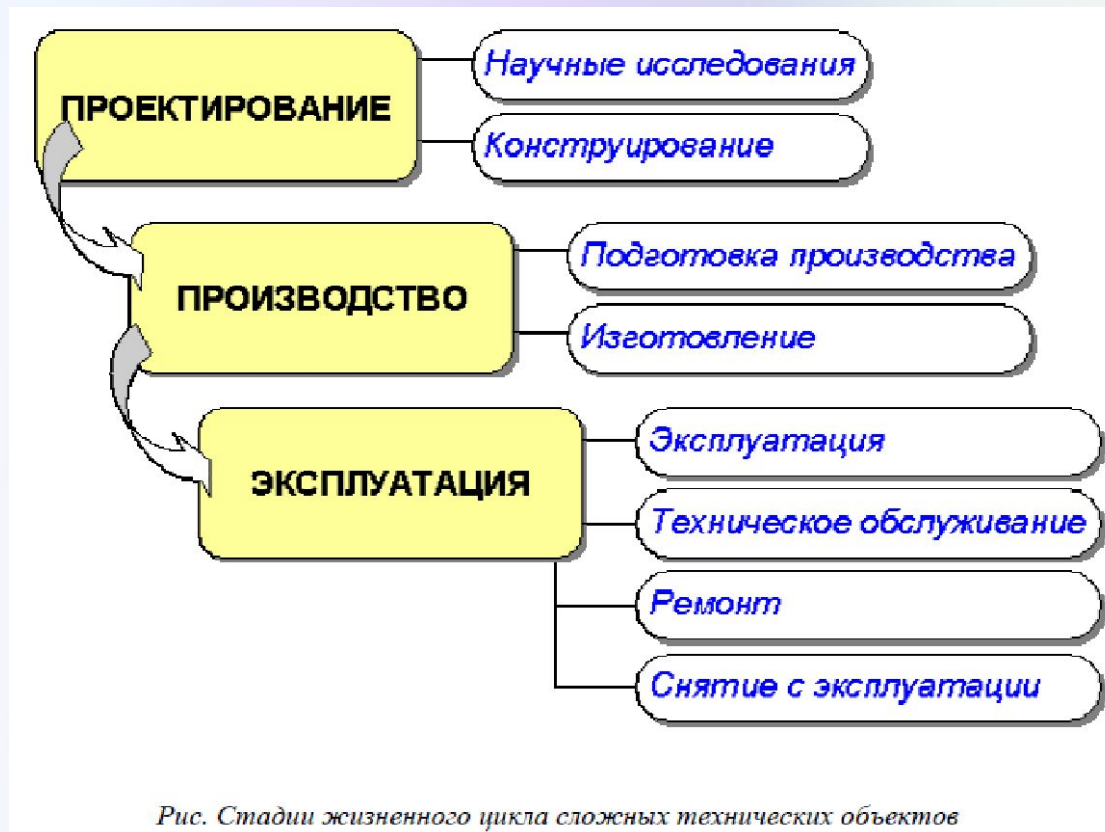


# 1.1. Информация об изделии и процессы жизненного цикла изделия

*Основные стадии жизненного цикла (ЖЦ)  
сложных технических объектов*



*Рис. Стадии жизненного цикла сложных технических объектов*

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ** – это набор данных, которые порождаются и используются на всем его жизненного цикла (ЖЦ) и включают:

- информацию о конфигурации и структуре изделия,
- характеристики и свойства,
- организационную информацию (описание процессов, связанных с изменением данных об изделии, необходимые ресурсы – люди, материалы, т.д.),
- информацию о проведенных контрольных испытаниях,
- документы, которыми обрастает изделие с момента его проектирования до его продажи и дальнейшего обслуживания, и т.д.

## ЕДИНАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ИЗДЕЛИЯ –

- содержит всю информацию об изделии (его свойства, знания о нем и его производстве), требуемую на любом из этапов ЖЦИ;
- сопровождает изделие на всем протяжении его ЖЦ от замысла до утилизации;
- при построении каждого модуля модели должны использоваться единые средства и методы построения моделей и обеспечение целостности всей модели, описывающей изделие.

## Упрощенная общая структура интегрированной модели

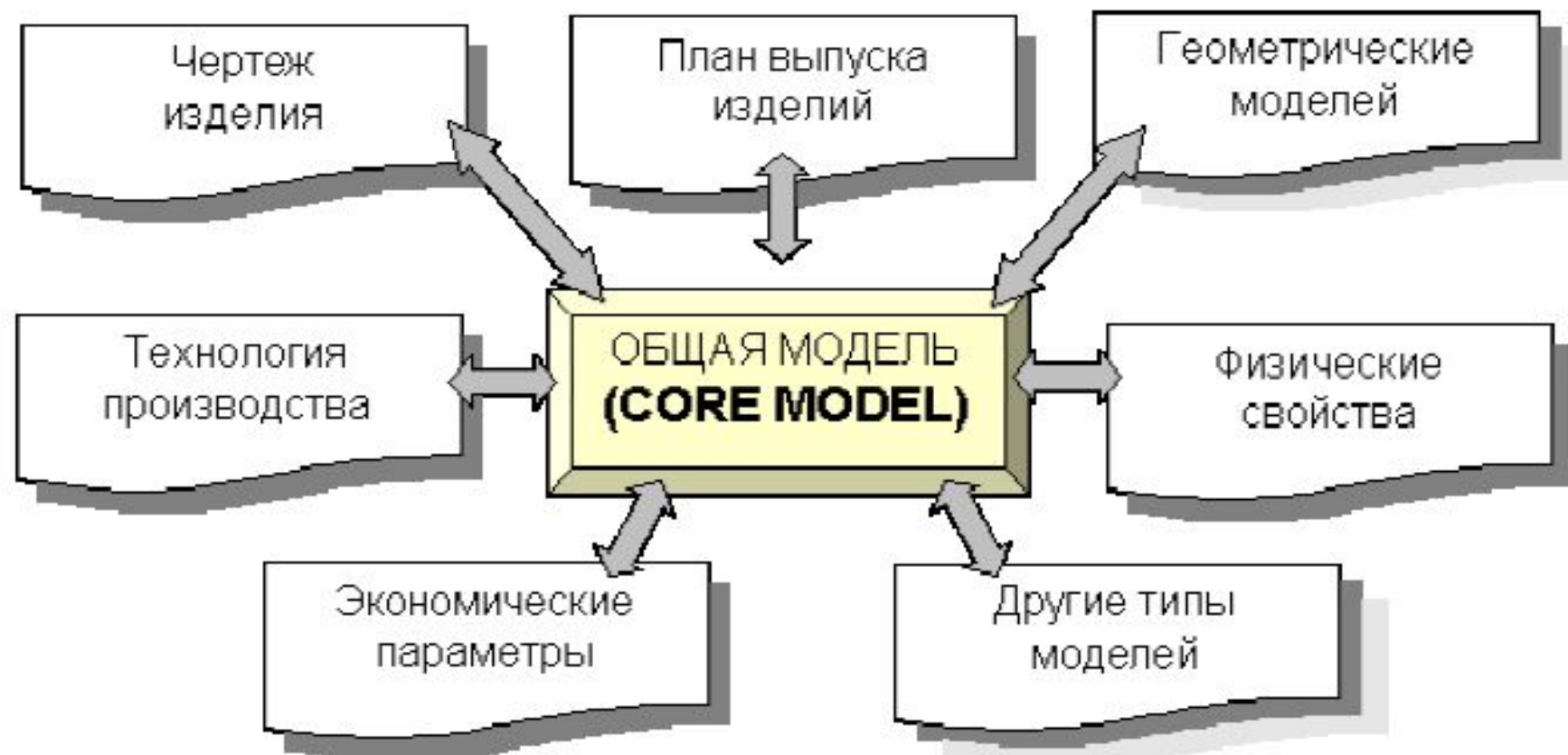


Рис. Интегрированная модель изделия

## 1.2. Стратегия CALS

Для обеспечения согласованной работы всех предприятий, участвующих в проектировании, производстве, реализации и эксплуатации сложной техники, используется соответствующая информационная поддержка этапов жизненного цикла промышленных изделий.

CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта) – это стратегия систематического внедрения современных методов информационного взаимодействия участников жизненного цикла продукта.

Международное определение CALS – это стратегия промышленности и правительства, направленная на эффективное создание, обмен, управление и использование электронных данных, поддерживающих полный жизненный цикл изделия с помощью международных стандартов, реорганизацию бизнес-процессов и передовые технологии.

Цель реализации CALS-стратегии – качественное повышение эффективности деятельности за счет ускорения процессов исследования, разработки и модернизации продукции.

**CALS – это не конкретный программный продукт и не набор правил, а именно концепция. Суть концепции CALS –в создании единой интегрированной модели изделия. Концепция CALS реализуется виде соответствующих CALS-технологий и определяет набор правил, регламентов, стандартов, взаимодействия участников процессов проектирования, произ-водства, испытаний и т.д.**

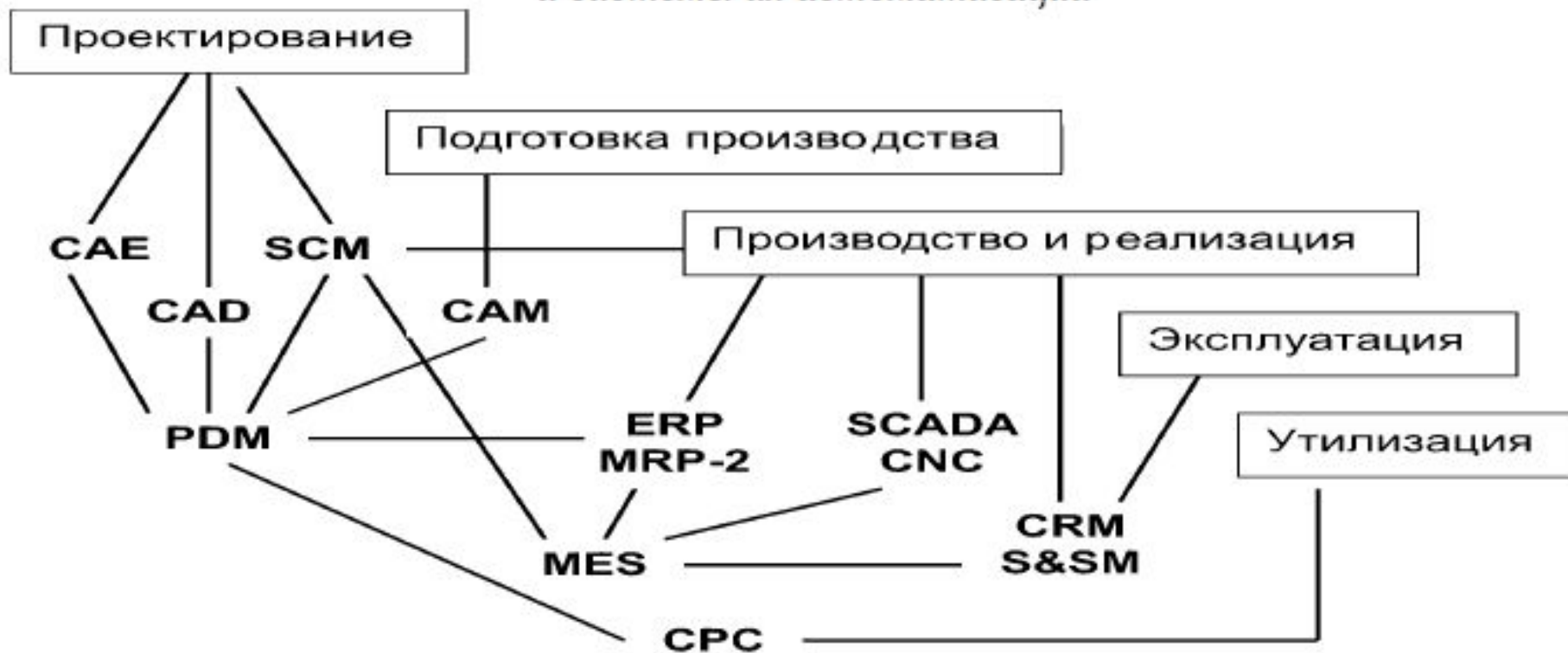
**Назначение CALS-технологий – обеспечивать предоставление необходимой информации в нужное время, в нужном виде, в кон-кретном месте любому из участников жизненного цикла про-мышленных изделий.**

Построение открытых распределенных АС для проектирования и управления в промышленности составляет основу современной CALS-технологии. Главная проблема их построения — обеспечение единообразного описания и интерпретации данных, независимо от места и времени их получения в общей системе, имеющей масштабы вплоть до глобальных. Структура проектной, технологической и эксплуатационной документации, языки ее представления должны быть стандартизованными. Одна и та же проектная документация может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же техно-логическая документация — в разных производственных условиях



## Автоматизированные системы на этапах жизненного цикла технических объектов

Рис. Этапы жизненного цикла промышленных изделий и системы их автоматизации



- CAD – Computer Aided Design  
(автоматизированное проектирование);
- CAM – Computer Aided Manufacturing  
(автоматизированная технологическая подготовка производства);
- CAE – Computer Aided Engineering  
(автоматизированные расчеты и анализ);
- PDM – Product Data Management (управление проектными данными);
- ERP – Enterprise Resource Planning  
(планирование и управление предприятием);
- MRP-2 – Manufacturing (Material) Requirement Planning (планирование производства);
- MES – Manufacturing Execution System  
(производственная исполнительная система);

- SCM – Supply Chain Management (управление цепочками поставок);
- CRM – Customer Relationship Management (управление взаимоотношениями с заказчиками);
- SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление производственными процессами);
- CNC – Computer Numerical Control (компьютерное числовое управление);
- S&SM – Sales and Service Management (управление продажами и обслуживанием);
- CPC – Collaborative Product Commerce (совместный электронный бизнес).

Современные САПР (или системы CAE/CAD), обеспечивающие сквозное проектирование сложных изделий или, по крайней мере, выполняющие большинство проектных процедур, имеют многомодульную структуру. Модули различаются своей ориентацией на те или иные проектные задачи применительно к тем или иным типам устройств и конструкций. При этом возникают естественные проблемы, связанные с построением общих баз данных, с выбором протоколов, форматов данных и интерфейсов разнородных подсистем, с организацией совместного использования модулей при групповой работе.

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения разрабатываются системы управления проектными данными - системы PDM. Они либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР. Уже на этапе проектирования требуются услуги системы SCM, иногда называемой системой управления поставками комплектующих (Component Supplier Management), которая на этапе производства обеспечивает поставки необходимых материалов и комплектующих.

# Управление предприятием

**Функции управления на промышленных предприятиях выполняются автоматизированными системами на нескольких иерархических уровнях.**

**Автоматизацию управления на верхних уровнях от корпорации (производственных объединений предприятий) до цеха осуществляют АСУП, классифицируемые как системы ERP или MRP-2.**

Наиболее развитые системы ERP выполняют различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т.п. Системы MRP-2 ориентированы главным образом на бизнес-функции, непосредственно связанные с производством.

АСУТП контролируют и используют данные, характеризующие состояние техно-логического оборудования и протекание технологических процессов. Именно их чаще всего называют системами промышленной автоматизации.

Для выполнения диспетчерских функций (сбора и обработки данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и разработки программного обеспечения для встроенного оборудования в состав АСУТП вводят систему SCADA. Для непосредственного программного управления технологическим оборудованием используют системы CNC на базе контроллеров (специализированных компьютеров, называемых промышленными), встроенных в технологическое оборудование.



## Проектирование и конструирование

Проектирование – сложный творческий процесс, являющийся неотъемлемой составной частью инженерной деятельности, он не сводится к разработке чертежей, а рассматривается как начальный этап создания нового изделия.

Разработка нового объекта осуществляется не только путем проектирования, но и путем конструирования.

Цель проектирования и конструирования – разработка нового изделия, которое не существует или существует в другой форме и имеет иные размеры и параметры (в виде прототипа).

### Этапы проектирования

Сложный процесс инженерного проектирования может быть представлен в виде логически связанной структуры, включающей в себя этапы и методы проектирования.

Техническое задание (ТЗ) является первичным, основополагающим документом, которым руководствуются приступая к разработке нового изделия. ТЗ отражает технические, технико-экономические характеристики будущего изделия, определяет основные характеристики конструкции и принципы работы. Требования ТЗ основываются на современных достижениях науки и техники, на выполнении научно-исследовательских и экспериментальных работах.

**Техническое предложение** – начальный этап проектирования. Основная задача этого этапа – проверка совместимости требований ТЗ с возможностями реализации технических решений. Техническое предложение содержит анализ возможных вариантов технических решений и обоснование предлагаемого варианта решения.

Эскизный проект – конструкторская проработка оптимального варианта изделия до уровня принципиальных конструкторских решений, дающих общее представление об устройстве и принципах работы изделия. В эскизном проекте закладываются основы применения типовых, стандартизованных и унифицированных составных частей разработки, формируются требования к специальным комплектующим.

**Технический проект** выполняют на основе согласованного и утвержденного эскизного проекта, а в тех случаях, когда последний не разрабатывается, - на основе согласованного и утвержденного технического задания (утвержденного технического предложения).

Технический проект должен полностью определять проектируемую конструкцию и содержать окончательный технико-экономический расчет.

Технический проект содержит технические решения и данные, достаточные для полного представления об устройстве и принципах работы двигателя. В техническом проекте должны быть решены все вопросы,

**Разработка рабочей документации** составляет заключительный этап проектирования, задачей которого является полная детализация проектных решений, обеспечивающая возможность осуществления всех производственных операций, связанных с реализацией этих решений и созданием двигателя. Рабочая конструкторская документация разрабатывается для изготовления опытного образца и дальнейшего производства двигателя. На этом этапе выполняются не принципиальные конструкторские разработки (они окончательно разработаны на проектных этапах), а конструкторско-технологические разработки оригинальных деталей.

# Структура САПР





**ПРОЕКТИРУЮЩИЕ ПОДСИСТЕМЫ –**  
непосредственно выполняют проектные  
процедуры:

- подсистемы геометрического моделирования объектов (ГМ);
- подсистемы машинной графики (МГ) для визуализации геометрических моделей;
- подсистемы изготовления конструкторской документации;
- подсистемы кинематического анализа;
- подсистемы схемотехнического анализа, трассировки ...

**ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ ПОДСИСТЕМЫ –**  
обеспечивают функционирование проектирующих под-систем (системная среда или оболочка САПР).

- подсистемы управления проектными данными;

- подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения CASE – Computer Aided Software Engineering;

# Виды обеспечения САПР

1. Математическое обеспечение – формульные модели, полученные на основе анализа закономерностей предметной области

1.1. Методы.

1.2. Алгоритмы.

1.3. Математические модели.

**Лингвистическое обеспечение** – языки описания и обмена данными. Разрабатывается на основе математического обеспечения и включает:

2.1. Языки разработки систем (чаще всего это языки программирования и языки инструментальных средств).

2.2. Языки проектирования, предназначенные для записи моделей предметной области, формирование исходных данных, диагностики процессов проектирования и представления результатов проектирования.

**Информационное обеспечение – состоит из баз данных и СУБД, назы-ваемых информационным фондом САПР. Включает:**

**3.1. Данные представленные в традиционной форме (бумажные носите-ли).**

**3.2. Данные в электронной форме.**

**Информационная модель отражает информационные взаимосвязи элементов АСТПП, возникающие в процессе выполнения ее функций.**

## Программное обеспечение.

4.1. Общесистемное программное обеспечение.

4.2. Инвариантные информационные, тестовые и графические системы различных систем управления, базы данных.

4.3. Программное обеспечение пользователей, включающее программно-методические комплексы и программы пользователей.

Техническое обеспечение – необходимые аппаратные средства, периферийные устройства, телекоммуникации.

6. Методическое обеспечение – стандарты, нормативы и др. документы.

6.1. Документы, определяющие порядок создания, адаптации, развития подсистем, средств обеспечения и их компонентов.

6.2. Документы, определяющие правила эксплуатации основных подсистем.

7. **Организационное обеспечение** – рациональное распределение труда.

7.1. Документы, по организации работы по созданию и эксплуатации подсистем.

7.2. Техничко-экономические документы создания и эксплуатации объекта