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.

** Реже – Система автоматизации проектных работ*

Основные современные информационные технологии

CALS

Информационная поддержка изделий (ИПИ) и информационная поддержка управления (ИПУ)

CAD/CAM, ERP

Автоматизированные системы (САПР, АСУ...)

Этапы развития ИТ при проектировании и производстве изделий

1960-е годы — автоматизация выполнения простейших функций (CNC, ЧПУ);

1970-е годы — интеллектуальная направленность информационных технологий;

1980-е годы — расширение областей применения информационных технологий ;

- информационные технологии в бизнесе оказали влияние на деятельность руководителей верхнего звена;
- информационные технологии в промышленности оказали влияние на производственный процесс и логистическую поддержку;

1990-е годы — стремление к объединению информационных технологий

- совместное использование информации;
- создание виртуальных предприятий;
- информация стала основным товаром.

CALS-технологии

Государственная программа США по компьютеризации промышленных предприятий **CIM** (**Computer-Integrated Manufacturing** - комплексная компьютеризация производства) в конце **70-х** – начале **80-х** годов **XX века** придала мощный импульс развитию ИТ в области машиностроения и других отраслях промышленности.

Процессы компьютеризации открыли широкие возможности **повышения эффективности промышленного производства** засчёт:

- *параллельного проектирования,*
- *широкомасштабной кооперации и рациональной специализации,*
- *унификации и стандартизации проектной*

CALS-технологии. Продолжение

Необходимость повсеместной реализации таких возможностей повышения эффективности промышленного производства обусловила активное развитие совокупности методов и средств, получивших название **CALS-технологий** и представленных в серии международных стандартов **STEP, PLIB, MANDATE, EDIFACT** и др.

STEP — это совокупность стандартов, состоящих из нескольких томов.
Тома имеют свои номера N и обозначаются как «часть N» или ISO 10303-N.

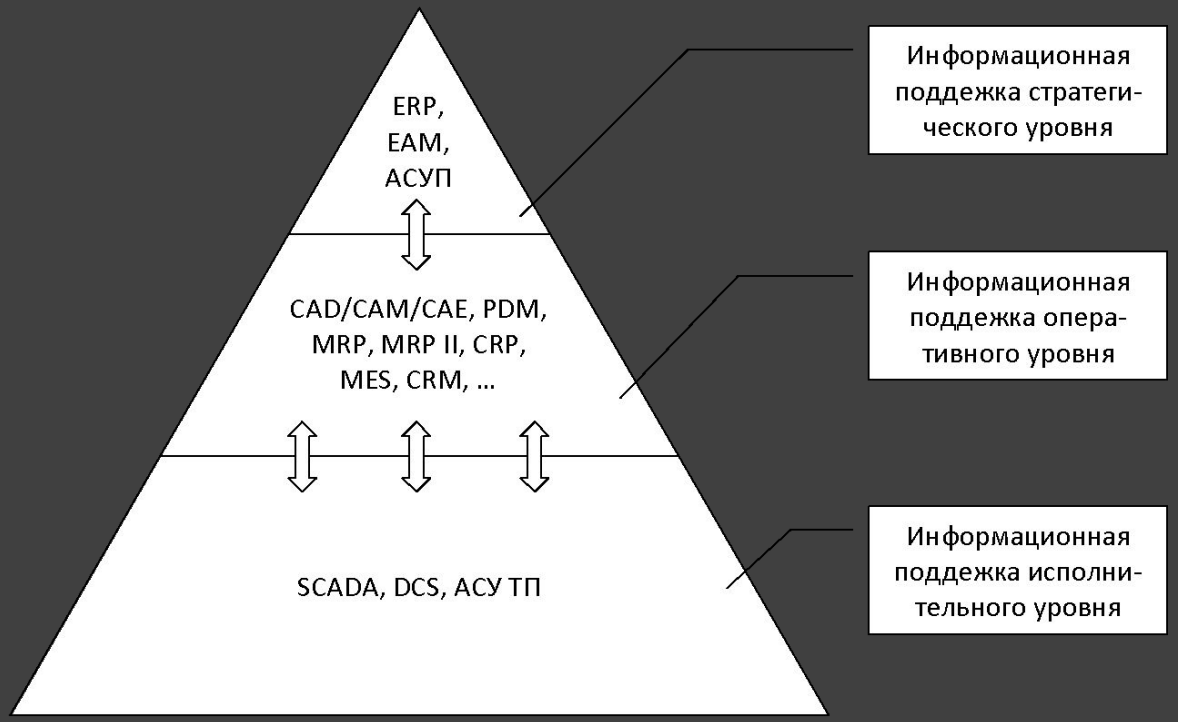
CALS-технологии. Продолжение

К настоящему времени разработано более сотни томов.

В рамках совокупности стандартов **STEP** определено важное понятие — **SDAI** — **Standard Data Access Interface**; это программный интерфейс к источникам данных (репозиториям) прикладных систем (в том числе к библиотекам моделей систем **CAD/CAM**) с переводом моделей в **STEP-файлы**, используется в **STEP-средах** для организации обменов между приложениями через общую базу данных **STEP**.

Классификация по уровням применения промышленных информационных систем

Классификация по уровням применения промышленных информационных систем, составляющих единую информационно-технологическую среду производственного предприятия



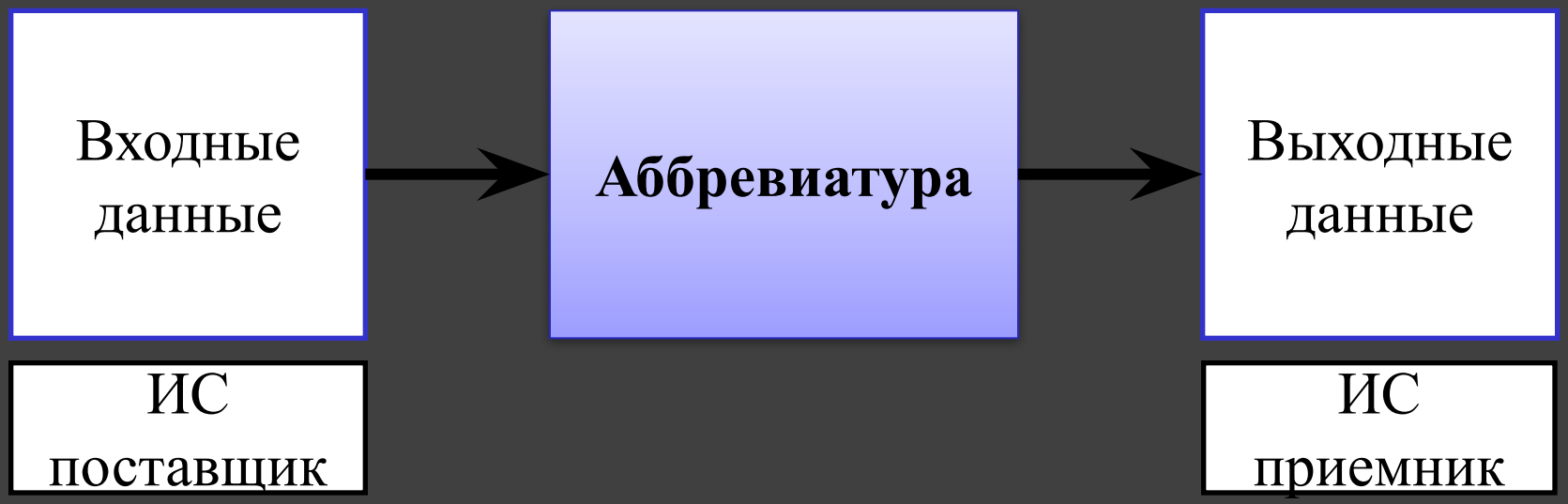
Обмен информацией между автоматизированны ми системами классов ERP/CAD/CAM/CAE/PL M/PDM/SCADA

	Нормативный документ	Структурные элементы, характеризующие периоды в пределах жизненного цикла продукта и его состояние системного развития во времени										
Процессы жизненного цикла продукции	ГОСТ Р ИСО 9001 – 2008	Планирование процессов жизненного цикла продукции										
		Процессы, связанные с потребителями		Проектирование и разработка		Закупки		Производство и обслуживание				Управление устройствами для мониторинга и измерений
Стадии жизненного цикла	ГОСТ В 15.004-84	Исследование и обоснование разработки		Разработка		Производство				Эксплуатация	Капитальный ремонт	—
	ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288	Замысел		Разработка		Производство				Применение	Поддержка применения	Прекращение применения и списание
Этапы жизненного цикла	Р 50.1.031 – 2001	Маркетинговые исследования	Составление технического задания	Проектирование	Технологическая подготовка производства	Изготовление		Поставка		Эксплуатация	Ремонт	Утилизация
Технические процессы	ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 – 2005	Определение требований заказчика (правообладателей)	Анализ требований	Проектирование архитектуры	Реализация	Комплексирование	Верификация	Передача заказчику	Валидация	Функционирование	Сопровождение	Списание

Аббревиатура

Расшифровка аббревиатуры

Перевод расшифровки аббревиатуры на русский язык



Основная функция ИС:
XXX

Примеры (ПО фирмы «1С»): «1С:XXX»

ERP

Enterprise Resource Planning

Планирование ресурсов предприятия

Основная функция ИС:

Планирование процессов производства, ресурсов, активов

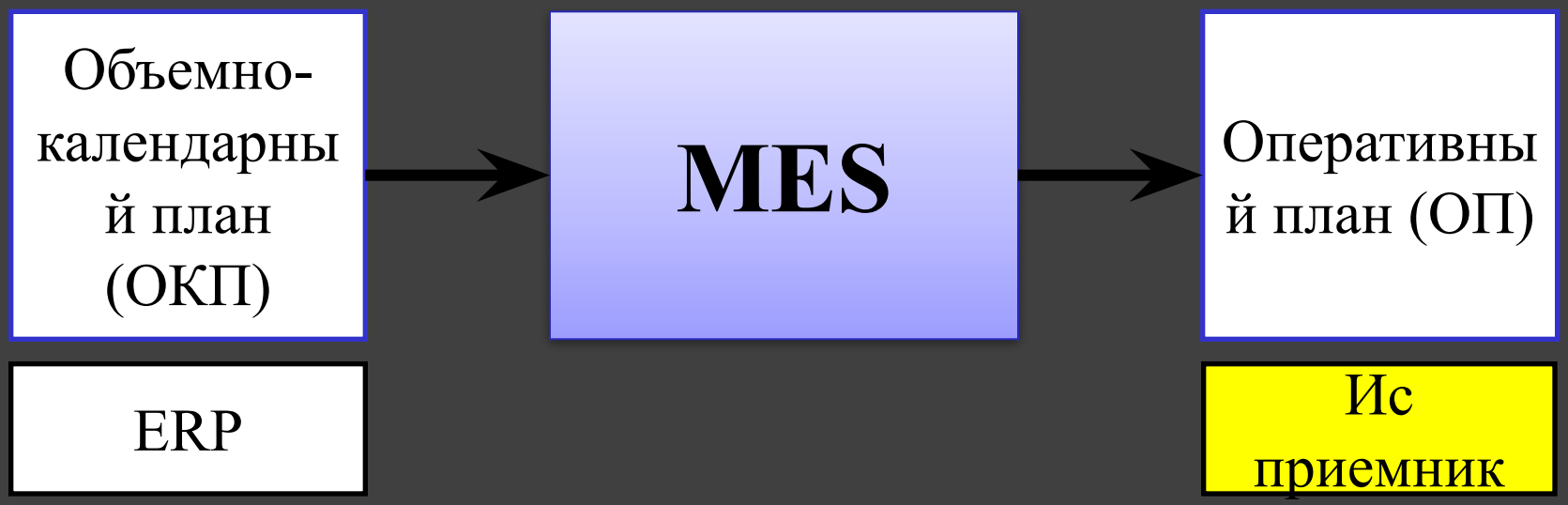
Использование единой транзакционной модели для всех сфер деятельности предприятия

Примеры (ПО фирмы «1С»): «1С:УПП» , «1С: Управление проектной организацией»

MES

Manufacturing Execution System

Система управления производственным процессом



Основная функция ИС:
Управление и оптимизация производственной деятельности в режиме реального времени (инициирует, отслеживает, оптимизирует, документирует производственные процессы)

Примеры (ПО фирмы «1С»): 1С:MES

CRM

Customer Relationship Management

Управления взаимоотношениями с клиентами

Основная функция ИС:
Автоматизация процессов взаимоотношений с клиентами

Примеры (ПО фирмы «1С»): «1С:CRM» (Рарус), 1С: ITIL, «УПП: Договоры»

CAD

Computer-aided design

Система автоматизированного проектирования (САПР)

Основная функция ИС:

Автоматизация процесса проектирования изделия

Примеры (ПО фирмы «1С»):

CAE
Computer-aided engineering

Основная функция ИС:
Оценка поведения компьютерной модели изделия в реальных условиях эксплуатации

Примеры (ПО фирмы «1С»):

CAM

Computer-aided manufacturing

Автоматизированная система технологической подготовки производства

Основная функция ИС:

Автоматизация процесса проектирования

Примеры (ПО фирмы «1С»):

PLM

Product Lifecycle Management

Управление жизненным циклом изделия

Основная функция ИС:
Управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации

Примеры (ПО фирмы «1С»):

PDM

Product data management

Управление данными об изделии

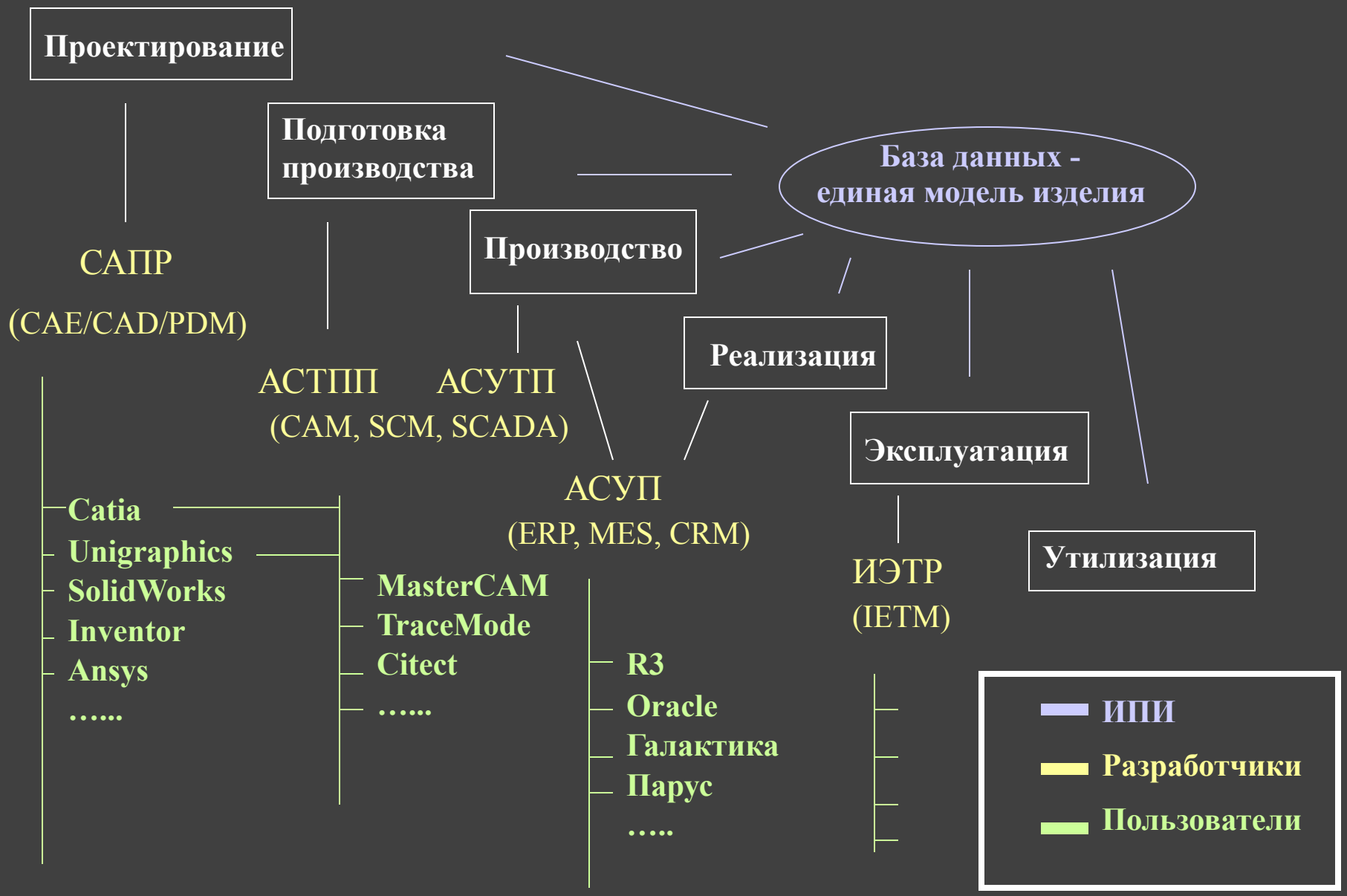
Основная функция ИС:

Управление всеми данными об изделии

Примеры (ПО фирмы «1С»): «1С:PDM»

Классы компьютерных систем информационной поддержки процессов жизненного цикла изделий

Жизненный цикл изделий и поддерживающие системы



CAD/CAM, ERP

1. САПР в машиностроении

1.1. Системы автоматизированного проектирования CAD/CAM

Компьютерная графика и геометрическое моделирование.

Программное обеспечение:

1) 3D твердотельное и поверхностное моделирование;
2) Высокая размерность сборок;
3) Многомодульность (большое число модулей, в том числе для особых конструкций и технологий).
4) Требования к аппаратному обеспечению.

CAD/CAM высокого или среднего уровня?

Catia, Unigraphics, ProE;
Inventor, SolidWorks, SolidEdge, T-Flex, Компас

1.2. Системы анализа и инженерных расчетов (CAE)

Численные методы, основы математического моделирования.

Программное обеспечение:

а) **Анализ прочности, температурных и электромагнитных полей, течений жидкостей и газов, акустика,...**

б) **Анализ динамики сложных механических систем.**

Примеры программ САПР :

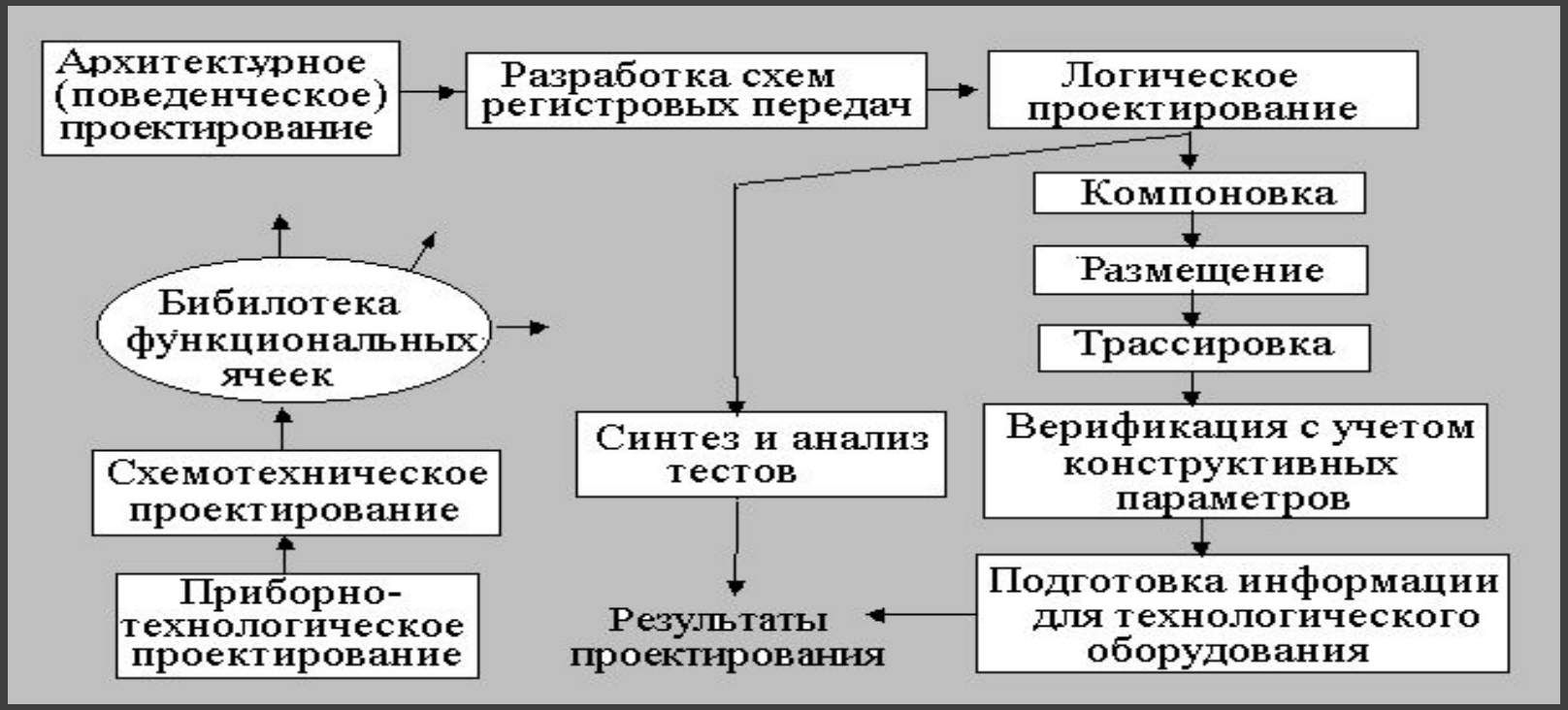
Ansys, Cosmos, Nastran, Adams, ПА9 и др.

Математические пакеты :

MathLAB, MathCAD, Labview,...

2. ECAD: автоматизация проектирования в электронике

2.1. Проектирование СБИС (на стандартных ячейках)

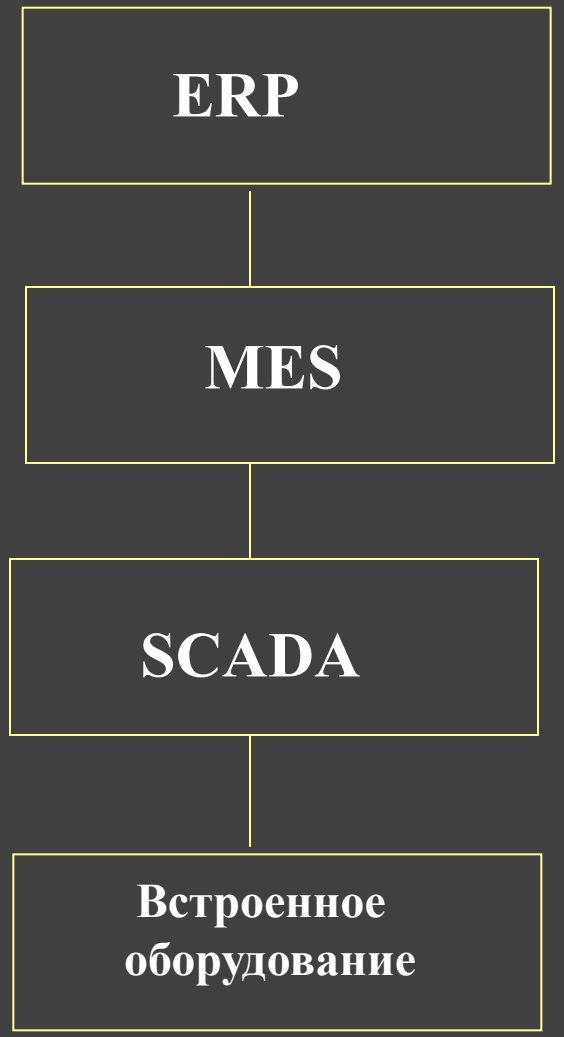


Планирование кристалла, VHDL описание, синтез и верификация на RTL и вентильном уровнях, синтез тестов, размещение, трассировка, компоновка и др.

Полнофункциональные системы проектирования СБИС -

Synopsis, Mentor Graphics, Cadence.

3. Автоматизированные системы управления



3.1. ERP/MRP/SCM/CRM

- Календарное планирование производства;
- Оперативное управление производством *(MRP);*
- Финансово-экономическое управление, бухгалтерия;
- Логистика *(MRP);*
- Управление проектами;
- Управление персоналом;
- Управление информационными ресурсами и др.

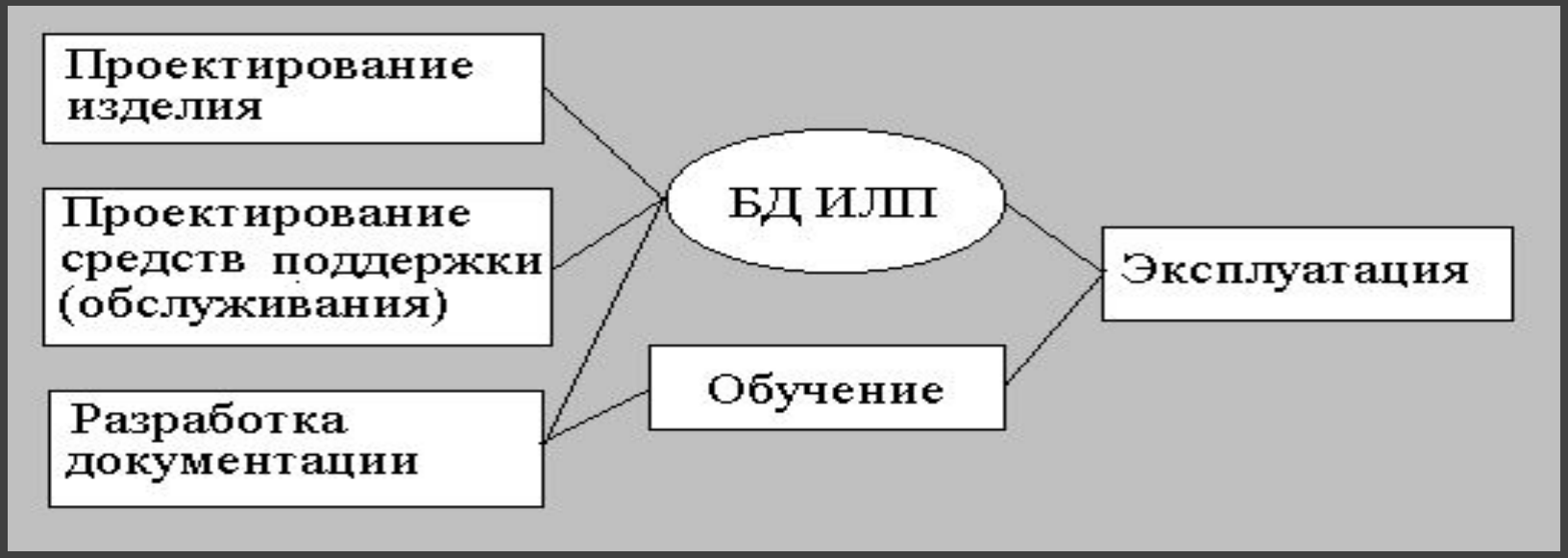
MES - производственная исполнительная система.

SCADA*:*

управление контроллерами; алармы; тренды; разработка прикладного ПО; анализ процессов и отчеты.

4. Интегрированная логистическая поддержка

(связь этапов разработки, изготовления и эксплуатации)



Средства эксплуатации, диагностика, расчет надежности, заказ запасных деталей, упаковка и транспортировка, управление поставками, кодификация,...

Пример: стандарт Великобритании DEF-CTAN-0060.

CALS

Математическое обеспечение CALS

Математический аппарат, используемый в интегрированных ресурсах и в важнейших прикладных протоколах (AP203), - геометрическое моделирование, МКЭ.

Модели и методы имитационного моделирования сложных интегрированных систем - системы массового обслуживания, сети Петри.

Методы структурного синтеза и принятия решений, включая логистические задачи и управление проектами, - дискретное математическое программирование (в т.ч. генетические алгоритмы)

Программное обеспечение CALS-технологий

Виды ПО:

1) Системы управления проектными данными PDM (включая программы управления документооборотом);

2) Редакторы, верификаторы, конверторы языка Express;

3) Инструментальные средства разработки ИЭТР;

4) Средства поддержки работы в сетевой среде (SOAP, CORBA, RPC и т.п.), включая средства ЭЦП;

5) Средства ИЛП.

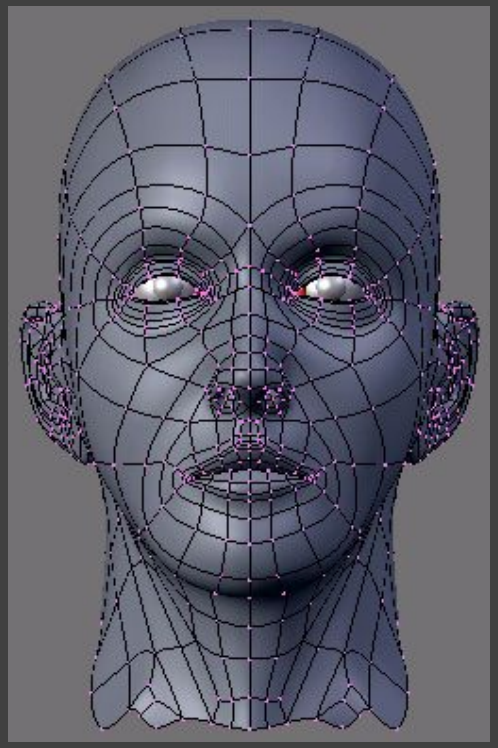
Функции PDM:

- Поддержка структурирования данных и навигации по дереву изделия, визуализация данных;
- Управление версиями и внесением изменений;
- Управление документами и документооборотом;
- Управление потоком работ;
- Поддержка электронной подписи;
- Конвертирование форматов данных.

Основные понятия трехмерной графики

Сетки, полигоны, вершины

Существуют несколько способов рисования 3D графики, в большинстве случаев это построение фигур из *сетки полигонов*. *Полигональная сетка* представляет собой объект состоящий из одного или нескольких многоугольников (*полигонов*), построенных *из вершин* (X, Y, Z тройки значений) определяемых координаты расположения в 3D пространстве. *Полигональная сетка* чаще всего строится из треугольников (группы из трех вершин) и прямоугольников (группы из четырех вершин).



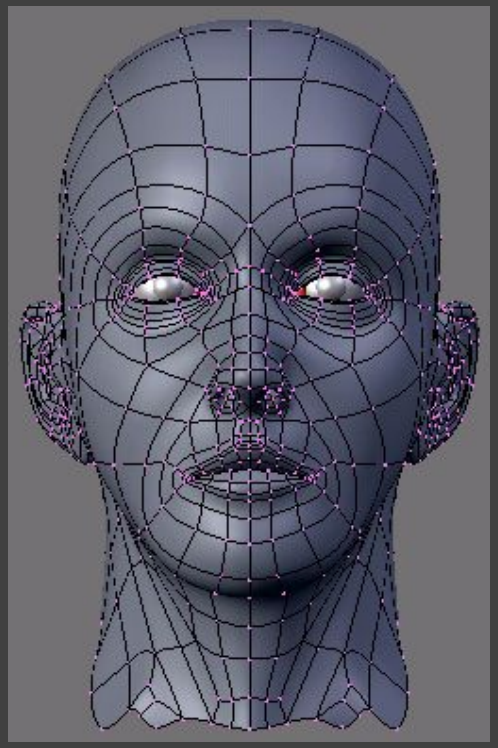
Материалы, текстуры и свет

Поверхность сетки определяется с помощью дополнительных атрибутов. Атрибуты поверхности могут быть простыми, как просто один сплошной цвет, или они могут быть сложными, состоящий из нескольких частей, которые определяют, например, как свет отражается от объекта и добавление блеска. Поверхностная может быть представлена с помощью одного или более растровых изображений, известных как текстурные карты (или просто текстуры). Текстуры можно наложить на поверхность (например, изображение печатается на футболке), или они могут быть объединены с другими текстурами для достижения более сложных эффектов, таких как взбалтывание или радужный эффект.

Материалы, текстуры и свет (продолжение)

В большинстве графических систем, свойства поверхности сетки именуются как материалы. Материалы обычно полагаются на присутствие одного или более источника света, который (как вы уже догадались) определяют, как сцена освещена.

Голова на рисунке выше имеет материал с пурпурным затемненным цветом определяемым источником света, исходящих из левой стороны объекта (обратите внимание на тени на правой стороне лицо).



Матрицы и преобразования

Так как полигональные 3D сетки строятся по координатам своих вершин, то было бы весьма ужасно и утомительно изменять их положение каждый раз при изменении положения объекта, особенно если объект участвует в анимации. По этой причине большинство 3D систем поддерживают преобразования, операции которые перемещают объект представленный полигональной сеткой, без отдельной прорисовки каждой его вершины. Преобразования такого рода выполняются с помощью матриц преобразований, применяя которые можно изменять размеры объекта, выполнять повороты и движение без фактического изменения значений в его вершинах

Камеры, перспективы, области видимости и проекции

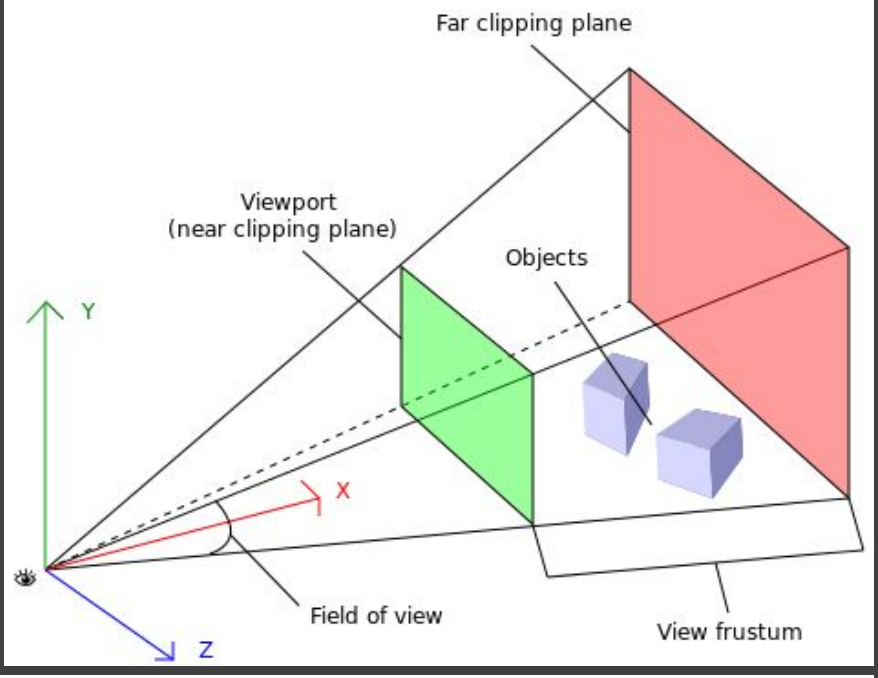
Каждая сцена для рисования обладает точкой просмотра, из которой пользователь может за ней наблюдать. В 3D системах обычно используются камеры, для объекта, которые определяют, где (по отношению к сцене) позиционируется и ориентируется объект для его наблюдения пользователем, другие камеры обладают свойствами, такими как размер поля зрения, которые определяют перспективу (объекты которые дальше, становятся меньше). Свойства камер объединяются и получается конечный результат рендеринга 3D сцены на 2D экране или канве.

Камеры, перспективы, области видимости и проекции (продолжение)

Рисунок ниже изображает основные концепции камеры, просмотра, и проекции. В левом нижнем углу, мы видим иконку глаза, это показано расположение камеры. Красный вектор, направленный вправо (на этой схеме обозначен как ось x) представляет собой направление, в котором направлена камера. Синие кубики объекты 3D-сцены. Зеленые и красные прямоугольники, соответственно, ближняя и дальняя плоскости отсечения. Эти две плоскости определяют границы подмножества 3D-пространства. Плоскость отсечения эквивалентна области просмотра, где мы можем видеть результирующее изображение.

Камеры, перспективы, области видимости и проекции (продолжение)

Камеры являются чрезвычайно мощными средством, так как они в конечном счете определяют отношение зрителя к 3D-сцены и обеспечивают чувство реализма.



Камеры являются чрезвычайно мощными средством, так как они в конечном счете определяют отношение зрителя к 3D-сцены и обеспечивают чувство реализма. Они также предоставляют особое оружие в арсенале аниматора: динамически перемещая камеру вокруг, вы можете создать кинематографический эффект.

Шейдеры

Шейдер — это программа, выполняемая на графическом процессоре в процессе обработки кадра, используемая в трёхмерной графике для определения окончательных параметров объекта или изображения. Она может включать в себя произвольной сложности описание поглощения и рассеяния света, наложения текстуры, отражение и преломление, затенение, смещение поверхности и эффекты пост-обработки. Программируемые шейдеры гибки и эффективны. Сложные с виду поверхности могут быть визуализированы при помощи простых геометрических форм. Например, шейдеры могут быть использованы для рисования поверхности из трёхмерной керамической плитки на абсолютно плоской поверхности. В OpenGL ES 2.0 существует два типа шейдеров — вершинные и пиксельные (vertex & fragment соответственно).

Базовые понятия

Gizmo (Гизмо) — Некий фиктивный объект или подобъект, оболочка, в пределах которого действует модификатор или тот или иной эффект.

Material (Материал) — Совокупность параметров поверхности, определяющих вид объекта после визуализации. Следует помнить о том, что понятие «материал» относится только к поверхности, но отнюдь не к объему объекта, по той простой причине, что объема в 3ds max нет.

Transformation Matrix (Матрица трансформаций) — Когда вы создаете объект в 3ds max, создается матрица трансформации, в которую записываются все трансформации (поворот, масштабирование, движение) относительно исходного положения объекта.

Базовые понятия (продолжение)

Modifier (Модификатор) — Процедура, применяется к объекту или нескольким объектам в целом или выделенным подобъектам. Модификаторы наделяют объекты новыми свойствами.

Normal (Нормаль) — Каждая поверхность является ориентированной, т.е имеет лицевую или обратную сторону. Обратная сторона, как правило, не визуализируется, за исключением применения двухстороннего материала. Нормаль определяет, какая сторона является лицевой. В 3ds max есть команда Flip Normals который дает возможность вывернуть нормали.

Object (Объект) — Объектом в 3ds max является любой элемент в сцене. Объекты могут быть визуализируемые или невизуализируемыми.

Базовые понятия (продолжение)

Viewport (Окна проекции) — Окна программы, в котором происходит редактирование объекта. Изображение в окне может быть представлено в виде каркаса или затененном виде.

Sub-Object (Подобъект) — Это одно из основных понятий 3ds max. Каждый объект состоит из набора подобъектов, например, вершин, граней, и т.д. В пределах объекта вы можете редактировать подобъекты независимо друг от друга, но подобъекты всегда принадлежат объекту. Для каждого типа объекта определен свой набор подобъекты. Кроме того, модификаторы также имеют свои подобъекты.

Rendering (Визуализация, рендеринг) — Процесс формирования изображения на основе геометрии объектов, параметров материалов, освещения и камеры.

Базовые понятия (продолжение)

Modifier Stack (Стек модификаторов) — Список, модификаторов, примененных к объекту. 3ds max последовательно, снизу вверх, выполняет модификаторы, примененные к объекту. Вы всегда можете вернуться по стеку модификаторов и изменить параметры текущего модификатора. Любой модификатор в стеке можно переносить из стека одного объекта в стек другого.

Scene (Сцена) — Сценой в 3ds max является совокупность объектов, материалов, анимации и некоторых настроек самой программы — короче, всего того, что записывается в файл проекта.

Базовые понятия. Полигональное моделирование

Vertex (Вершина) — Точка в трехмерном пространстве. На основе вершин строится вся геометрия объекта.

Border (Граница) — Группа открытых ребер, т.е ребер, к которым примыкает только один полигон. Только для полигональных объектов.

Face (Грань) — Минимальная поверхность, построения на базе трех вершин.

Polygon (Полигон) — для сетчатого объекта — это несколько граней, объединенных «невидимыми» ребрами. Для полигонального объекта это действительно поверхность, ограниченная ребрами.

Базовые понятия. Полигональное моделирование (продолжение)

Edge (Ребро) — Линия, соединяющая две вершины. В сетчатом объекте ребра могут быть «невидимыми» или «видимыми». В любом случае, ребра существуют. В полигональном объекте нет понятия видимое или невидимое ребро — ребра или есть, или их нет.

Editable Poly (Редактируемый полигональный объект) — Базовое состояние полигонального объекта.

Editable Mesh (Редактируемый сетчатый объект) — Базовое состояние сетчатого объекта. В среде специалистов трехмерной графики принято употреблять слово «меш».

Базовые понятия. Полигональное моделирование (продолжение)

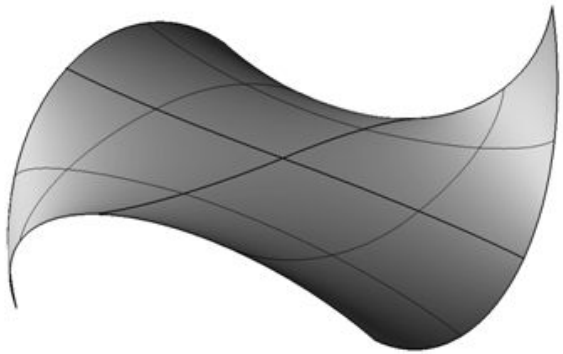
Smooth/Smoothing Group (Сглаживание/группа сглаживания) — Каждая модель имеет ограниченное количество граней. Для того чтобы при окончательной визуализации создавалось впечатление, что модель действительно гладкая (например, шар), а не составлена из плоских граней, как зато есть на самом деле, предусмотрена операция сглаживания.

Element (Элемент) — Несколько граней или полигонов, составляющих единое целое друг с другом и не имеющих общих вершин или ребер с другими элементами. Элементы возникают, например, при присоединении одного объекта к другому.

Базовые понятия. Полигональное моделирование (продолжение)

Билинейный лоскут (***bilinear patch***) – гладкая поверхность, построенная по 4-м точкам.

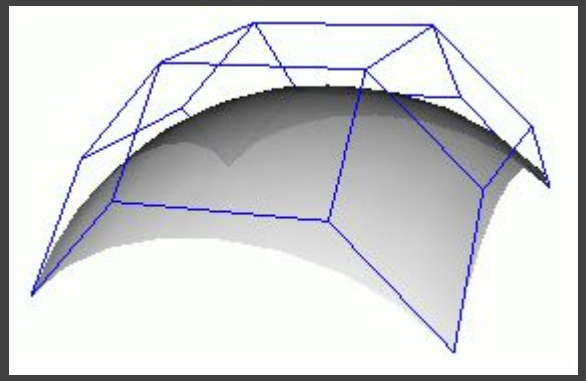
Билинейный лоскут Кунса (поверхность Кунса –***Coons patch***) – гладкая поверхность, построенная по 4-м граничным кривым – автор ***Стивен Кунс*** – профессор MIT – 1967г. ***Кунс*** предложил использовать рациональный полином для описания конических сечений



Сазерленд – ученик ***Кунса*** разработал ***структуры данных*** для будущих геометрических моделей, предложил ряд алгоритмов, решающих задачу визуализации

Базовые понятия. Полигональное моделирование (продолжение)

Создание поверхности, контролирующей гладкость между граничными кривыми, ***поверхность Безье – автор Пьер Безье*** – инженер компании Renault – 1962г. Основой для разработки таких поверхностей были кривые и поверхности ***Эрмита***, описанные французским математиком - ***Шарлем Эрмитом*** (середина 19 века)



Базовые понятия. Полигональное моделирование (продолжение)

Использование сплайнов (кривые, степень которых не определяется числом опорных точек, по которым она строится) в геометрическом моделировании. ***Исаак Шенберг (1946г.)*** дал их теоретическое описание. ***Карл де Бур и Кокс*** рассмотрели эти кривые применительно к геометрическому моделированию – их название B-сплайны – ***1972г***.

Базовые понятия. Полигональное моделирование (продолжение)

Использование NURBS (рациональные В-сплайны на неравномерной сетке параметризации) в геометрическом моделировании – ***Кен Версприл*** (Сиракузский Университет), затем сотрудник ***Computervision -1975г.***NURBS впервые использовал ***Розенфельд*** в системе моделирования ***Alpha1*** и ***Geomod – 1983г.***

Возможность описания всех типов конических сечений с помощью рациональных В-сплайнов – ***Юджин Ли – 1981г.*** Данное решение найдены при разработке САПР ***TIGER,*** используемой в авиастроительной компании ***Boeing.*** Этой компанией было предложено включить ***NURBS*** в формат ***IGES***

Разработка ***принципов параметризации*** в геометрическом моделировании, введение понятия ***фичерс*** (future) – ***С. Гейзберг***.

Первопроходцы – ***PTC (Parametric Technology Corporation)***, первая система, поддерживающая параметрическое моделирование – ***Pro/E -1989г***.

Базовые понятия. Кривые Безье

Vertex (Вершина) — Точка в трехмерном пространстве, на базе которой строится кривая. В отличие от вершины полигонального объекта, вершина кривой может иметь несколько типов: гладкая (Smooth), Безье (Bezier), угол (Corner). Тип вершины влияет на форму кривой.

Editable Spline (Редактируемая кривая) — Одно из базовых состояний объекта в 3ds max. Редактирование кривых в 3ds max очень напоминает редактирование в пакетах векторной графики. Единственное отличие заключается в том, что редактирование происходит в трехмерном пространстве.

Базовые понятия. Кривые Безье (продолжение)

Segment (Сегмент) — Отрезок кривой, соединяющий две вершины. Сегмент может быть прямолинейный (line) или криволинейный (Curve)

Spline (Сплайн) — Несколько сегментов, последовательно объединенных общими вершинами.

Handle (Узел) — Для каждой вершины типа Безье Существуют два узла, которые позволяют редактировать форму кривой.

Базовые понятия. Лоскутное моделирование

Vertex (Вершина) — В отличие от вершины кривой, вершины лоскутов имеют три или четыре узла, определяющих форму поверхности. Вершины и поверхности могут быть внешними, принадлежащими ребрам, и внутренними. И те, и другие определяют форму лоскута.

Patch (Лоскут) — Минимальная редактируемая поверхность.

Edge (Ребро) — Аналог ребра в полигональной модели с той лишь разницей, что ребро, в данном случае, представляет собой отрезок кривой.

Editable Patch (Редактируемая поверхность лоскутов) — Одно из базовых состояний объекта. В двух словах, лоскуты — это поверхности, построенные по тем же принцапам, что и кривая Безье.

Базовые понятия. Материалы

Supersampling (Суперсглаживание) — Улучшение вида объекта при визуализации за счет применения более скрупулезного алгоритма. Полезен, например, для улучшения вида при применении очень мелкой текстуры на канале шероховатости (Bump)

Shader (Затенитель) — Алгоритм закраски поверхностей в зависимости от параметров источника света.

Mapping Coordinates (Координаты наложения текстуры) — Совокупность параметров, необходимых для определения того, как текстура будет наложена на поверхность объекта.

Highlight graph (Кривая блика) — Это кривая определяет, в каких пропорциях происходит смешивание цветов в зависимости от угла падения луча света на поверхность.

Базовые понятия. Материалы (продолжение)

Ambient Color (Общий свет) — Параметр, определяющий цвет граней объекта, не освещенных прямыми источниками света. Насыщенность цвета этих граней зависит только от общего света в сцене. Также этот цвет применяется при использовании глобального освещения.
Diffuse Color (Рассеянный свет) — Основной параметр, определяющий цвет граней, освещенных прямыми источниками света. Насыщенность цвета таких граней зависит от угла падения луча на поверхность этих граней.
Filtering (Сглаживание текстуры) — Применяется для улучшения вида растровой текстуры при визуализации.

Базовые понятия. Материалы (продолжение)

Map (Текстура) — Любое изображение, наложенное на тот или иной параметр. В зависимости от типа параметра, текстура может определять цвет объекта или любой другой параметр, например шероховатость (Bump). В последнем случае используется только канал яркости текстуры (Level). Текстурой может быть как изображение, взятое из растрового файла, так и процедурная, «автоматическая» текстура, построенная на основе математического алгоритма и рассчитываемая в процессе визуализации.

Specular Color (Цвет блика) — Параметр определяющий цвет граней, освещенных прямыми источниками света под углом, близкими к прямому.

Базовые понятия. Анимация

Keyframe (Ключевой кадр) — В ключевых кадрах записываются параметры объектов. Ключевых кадров для анимации должно быть по крайне мере два — в начале и конце анимации.

Controller (Контроллер) — Алгоритм, управляющий анимацией того или иного параметра. Существуют контролеры, основанные на ключевых кадрах и определяющие промежуточные значения параметров в интервалах между ключевыми кадрами, и контроллеры, построенные на математических алгоритмах (например, Noise) или внешних воздействий (Sound).

Pivot point (Точка привязки) — Точка, принадлежащая объекту, относительно которой происходят все трансформации объекта в процессе анимации. Точка привязки может быть расположена в любом месте, даже

Базовые понятия. Рендеринг

Global Illumination (Глобальное освещение) — Процесс расчета света, переотраженного от объектов в сцене.
Antialiasing (Сглаживание) — Удаление с изображения эффекта «ступенчатости» при визаулизации.
Motion blur (Размытость движения) — Эффект размытия движущегося объекта относительно неподвижной камеры или наоборот, в реальной жизни возникающий из-за ненулевого времени экспозиции камеры. В графике применяется для повышения реализма.