

ВИРТУАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ



ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ

- Традиционная разработка продукта основывается на **итерационном** процессе проектирования и построения прототипов.
- Для обеспечения конкурентоспособности необходимо **минимизировать время разработки** продукта.
- Развитие систем геометрического моделирования привнесло новую **парадигму проектирования** и анализа

ВИРТУАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ (ВИ)

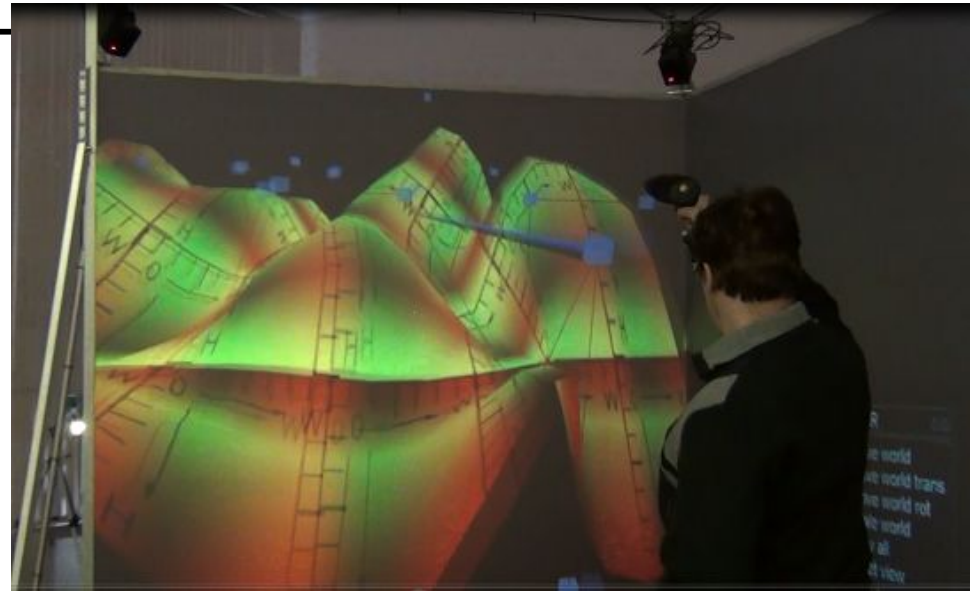
- Виртуальная инженерия – разработка, основанная на **имитации**.
- Охватывает весь **цикл производства изделия**: моделирование детали – имитация обработки и сборки - тестирование виртуального прототипа – внесение необходимых изменений – производственная система – физическая система.
- **Результат применения** – оптимальный конечный продукт и производящие процедуры.



ВИРТУАЛЬНАЯ СРЕДА

Виртуальная среда – вычислительная структура, позволяющая имитировать геометрические и физические свойства реальных систем.

- Виртуальная и материальная реальность имеют одинаковый **бытийный статус**, являясь отражением мира идей.



ВИРТУАЛЬНАЯ СРЕДА

- **Умвельт** – окружающий мир живого существа. Определяется спецификой его органов чувств и действия.
- **«Знаковый мир»** - совокупность возможных стимулов.
- **Активный мир** – совокупность возможных ответных реакций.



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДОЙ

- **Пассивное** включение в реальность предполагает только наблюдение, а
- **Активное** – манипулирование объектами и влияние на ход развития событий.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИ

- Сокращение **времени проектирования** изделия и отладки производственных процессов,
- Сокращение **расходов** на натурное моделирование и физические **эксперименты**,
- Возможность проверки большего числа **альтернативных вариантов** конструкции,
- Возможность проверки **эргономичности** обслуживания проектируемого изделия,
- Обеспечение **взаимодействия с клиентом**

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ВИ

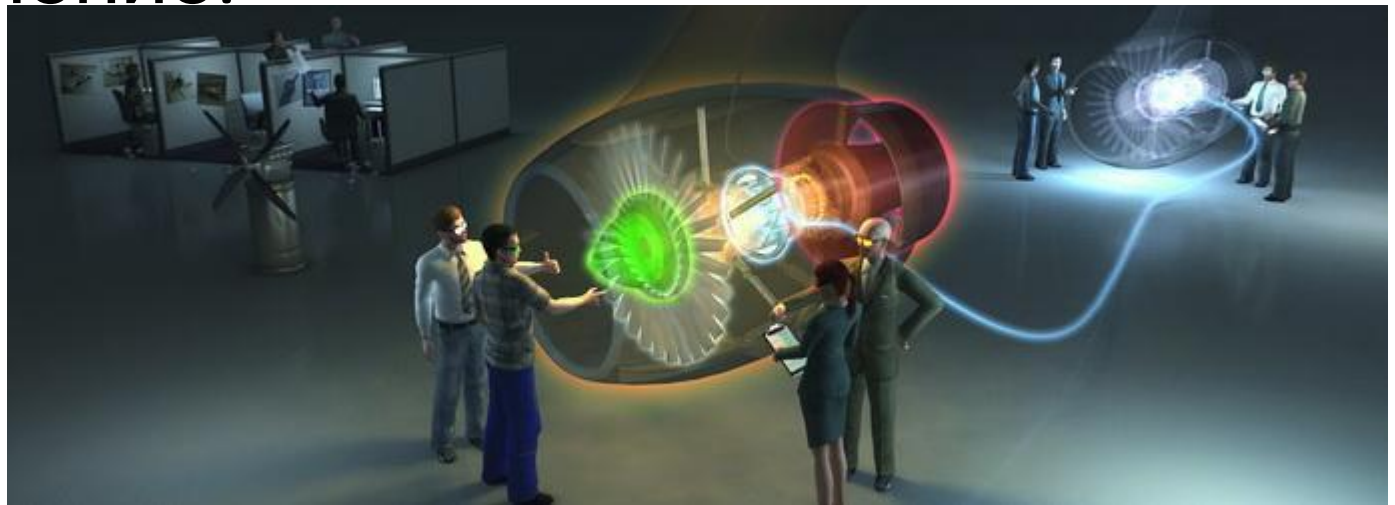
- Необходимы **новые** интуитивные **подходы** и **средства** конструирования.
- **Ограниченность вычислительных ресурсов** не позволяет имитировать сложные динамические системы в реальном времени.
- **Унификация** характеристик производственных процессов для количественной оценки в ВИ.
- Недостаточное **быстродействие** вычислительных систем и сетей связи.
- Отсутствие **стандартных интерфейсов** данных и закрытая **архитектура** программных комплексов.

ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

– интегрированная синтетическая

производственная среда,

используемая на всех уровнях принятия решений. Может быть ориентировано на проектирование, производство и управление.

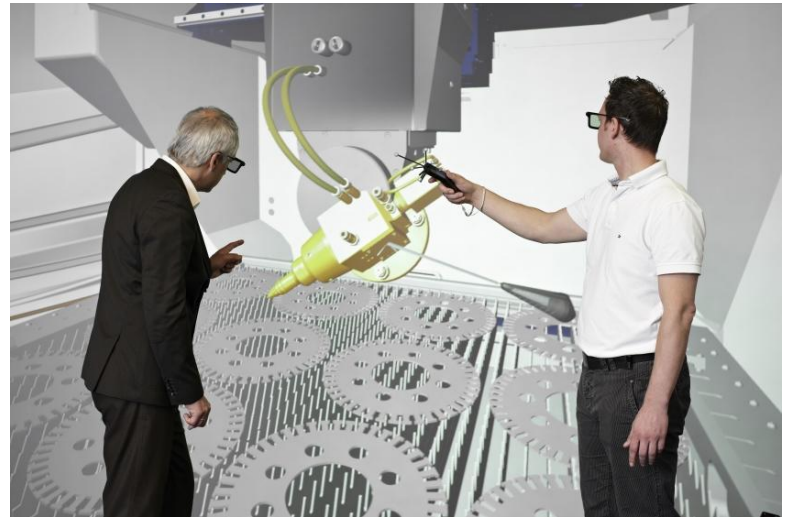


КОМПОНЕНТЫ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- **Виртуальное проектирование** – проектирование с помощью альтернативного пользовательского интерфейса.
- **Цифровая имитация** – проверка и оптимизация производственных процессов без применения физических прототипов.
- **Виртуальное прототипирование** – построение модели с геометрией и физическим поведением реального продукта.
- **Виртуальный завод** – имитация полной производственной системы.

ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

- Создание конструкций и манипулирование ими в виртуальной среде с использованием средств виртуальной реальности, в т.ч. с обратной связью.
- Требуется новых средств моделирования: интерфейсов ПО и устройств ввода-вывода.



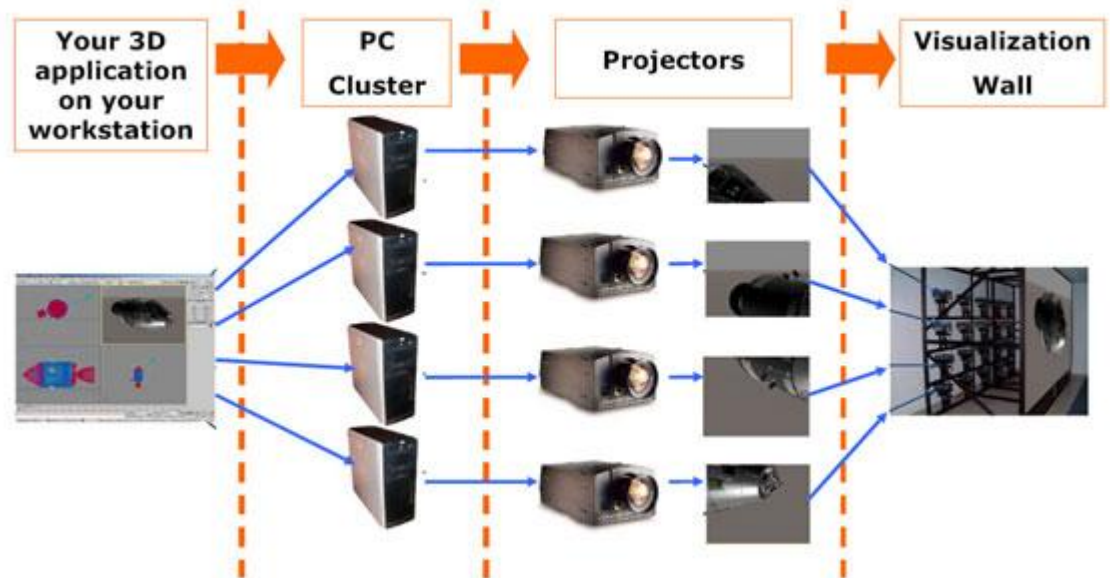
ЦЕЛИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ:

- Позволить конструктору действовать **естественным и интуитивным образом** путем исключения ограничений обзора и ввода информации в CAD.
- Позволить на ранних стадиях проектирования учесть **точку зрения** потенциального **пользователя**.
- Позволить учесть трудно формализуемый **опыт экспертов** по эксплуатации изделия.

ИНТЕГРАЦИЯ С САД

- Используется для подготовки **геометрических моделей** изделий.
- Встроенные в САПР модули **анализа и имитации** позволяют избежать потери данных при конвертации.
- **Все этапы** виртуального производства реализуются **в единой среде**.

Графические генераторы создаются для всех приложений, основанных на **OpenGL**



ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ВИ

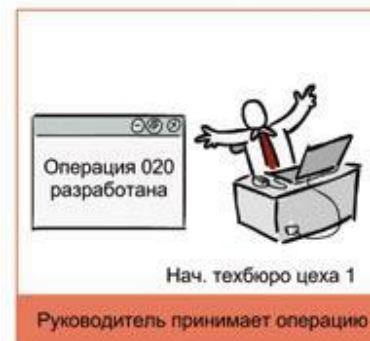
- **Модульная структура** программного пакета: проектирование и создание прототипов, цифровая имитация процессов обработки.
- **Обширные библиотеки** типовых производственных компонентов (станков с ЧПУ, роботов, компонентов машин).

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ВИ ПРИМЕРЫ

- **ADAMS** от Mechanical Dynamics – имитация и анализ автомобилей.
- **Deneb Robotics** – все компоненты ВИ, включая имитацию и анализ эргономики.
- **Division** – система виртуального прототипирования с открытой и распределяемой архитектурой.
- **Engineering Animation, Silma** – визуальная имитация последовательности сборки.

КОЛЛЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Работа в виртуальной среде позволяет **глобализовать** процесс проектирования: привлекать к одному проекту специалистов из различных точек мира, а также задействовать одного специалиста в нескольких **территориально разнесенных проектах**.



ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

- При последовательном проектировании процесс поиска технического решения путем перебора вариантов и их уточнения является **итерационным**.
- При параллельном проектировании над вариантом проекта **одновременно** работают специалисты в самых **различных областях**.
- Позволяет выявить ошибки конструирования **на ранних стадиях** проекта.

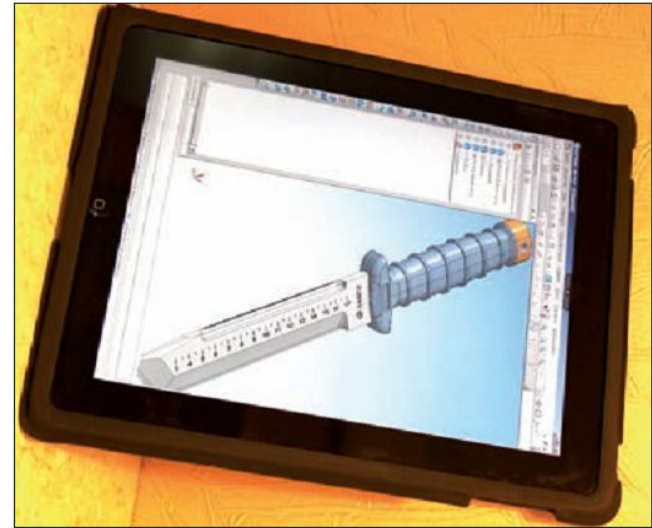
«ОБЛАЧНЫЕ СЕРВИСЫ»:

SaaS (Soft as a Service – ПО как услуга) – доступ к программному пакету с любого цифрового устройства с доступом в Internet.

«Облачное» хранение данных – позволяет избавиться от собственных громоздких и сложных в обслуживании файловых серверов.

SaaS САПР

- Предусматривает не приобретение, а **аренду ПО.**
- Приспособлено для удаленного запуска через **браузер;**
- Возможно подключение нескольких клиентов;
- Модернизация ПО за счет поставщика;
- Мультиплатформенность.



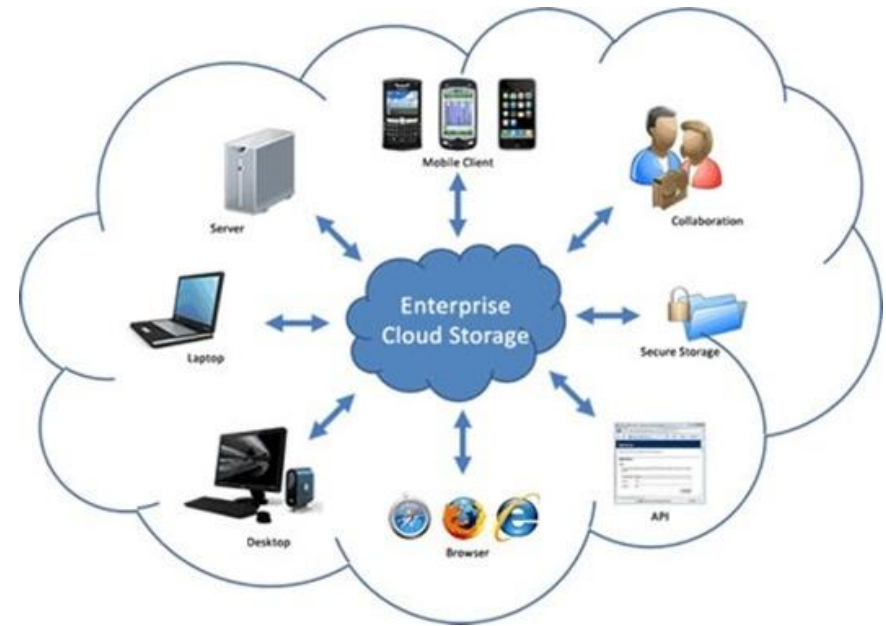
- Неэффективно для **индивидуальных нишевых** решений;
- Спорное обеспечение **безопасности;**
- Требуется стабильный широкий интернет-канал.

ОБЛАЧНОЕ ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ

Преимущества

использования:

- Оплата **фактически использованного** места, а не аренда сервера;
- Сокращение издержек на обслуживание собственной **инфраструктуры и резервирования** данных;
- Работает с различными **операционными системами**



Первым
пользовательским
облачным сервисом
был **Dropbox**.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА

- совокупность распределенных **баз данных**, содержащих **сведения** об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных тем субъектам, участвующим в **осуществлении ЖЦИ**, которым это необходимо и разрешено.

Единая интегрированная модель изделия – иерархически организованная модель, содержащая всю информацию об **изделии**, требуемую на любом из этапов **ЖЦИ**, при построении каждого из фрагментов которой использовались единые средства и методы построения

ЦИФРОВОЙ МАКЕТ ИЗДЕЛИЯ

Содержит

- трехмерные модели и/или электронные чертежи изделия и его компонент,
- модели и/или чертежи необходимой оснастки и приспособлений для изготовления компонент изделия,
- различную атрибутивную информацию,
- нормативные документы,
- технические требования,
- техническую, эксплуатационную и любую другую документацию связанную с изделием.

ЦМИ – набор электронных документов, описывающих изделие, его создание, эксплуатацию, обслуживание, модернизацию, утилизацию.



PDM-СИСТЕМЫ

- **PDM** – product data management
- **Цель** – координация команды «проектирование-изготовление».
- **Исходными данными** для PDM являются:

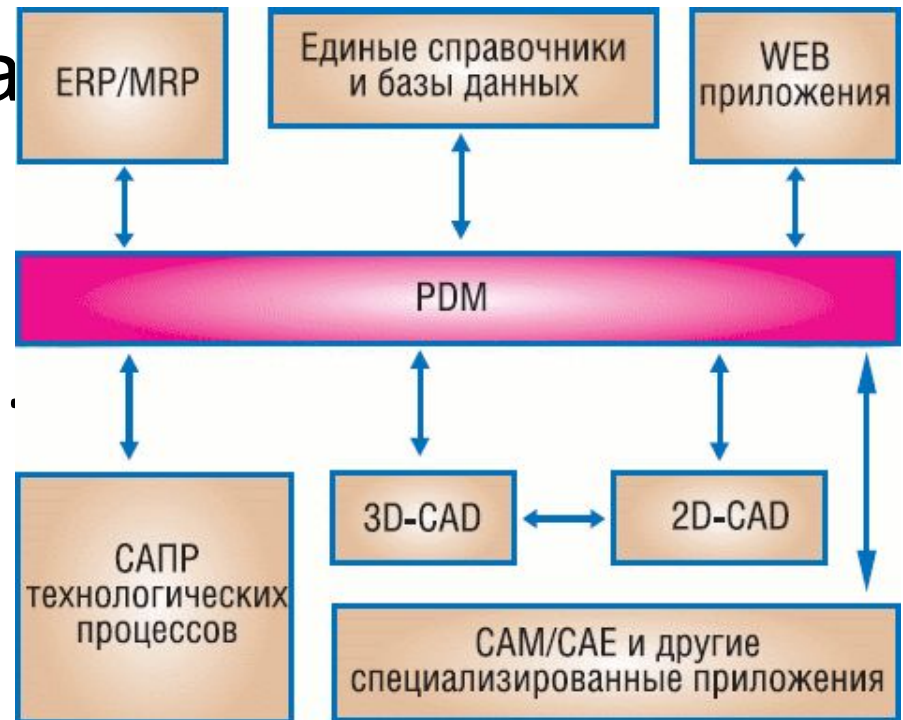
Структура изделия;

Структура отношений между участниками процесса изготовления

- PDM эффективно только при использовании сетевого **единого информационного пространства**.
- В отличие от БД структурирует информацию различных типов **согласно производственным задачам**.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ PDM

- Первые системы PDM появились в 80е годы.
- Задачи:
 - отслеживание состава
 - всех файлов проекта
 - их целостности,
 - актуальности и
 - непротиворечивости.



СОВРЕМЕННЫЕ PDM - СИСТЕМЫ ПОЗВОЛЯЮТ:

- **Выполнять ведение проектов;**
- **Планировать работы и контролировать этапы их выполнения;**
- **Определять права доступа;**
- **Вести архив;**
- **Выполнять интеграцию с CAD/CAM;**
- **Реализовывать поисковые запросы;**
- **Осуществлять доступ через Web**

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ PDM

- Легкое внедрение новых изделий с использованием **шаблонов**,
- **Сопровождение** не требует привлечения сторонних консультантов,
- Сокращение человеческих **ошибок** и рутинной работы,
- Минимизация сроков проведения **изменений**,
- **Индивидуальные** разработки для каждого предприятия,
- Информационное оснащение методики **параллельного проектирования**.

ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ PDM

- Создание **БД**, реализация связей с **САПР**, структуризация существующих **данных**, введение параллельного **электронного документооборота**.
- Создание электронных версий **бизнес-процессов** согласования и утверждения, подключение отдельных **основных подразделений**.
- Интеграция с **ERP** (система планирования ресурсов), подключение **всех подразделений** основного производства.
- Внедрение **ЭЦП**, создание единого информационного пространства с **эксплуатантами**.

ВНЕДРЕНИЕ PDM

- **Подходы к внедрению PDM:**
 - По подразделениям;
 - По процессам.
- **Проблемы внедрения PDM:**
 - Обоснование **экономической** эффективности,
 - Необходимость изменения **организации производства,**
 - Для разработки индивидуальной стратегии внедрения и функционирования PDM требуется **глубокое исследование предприятия.**

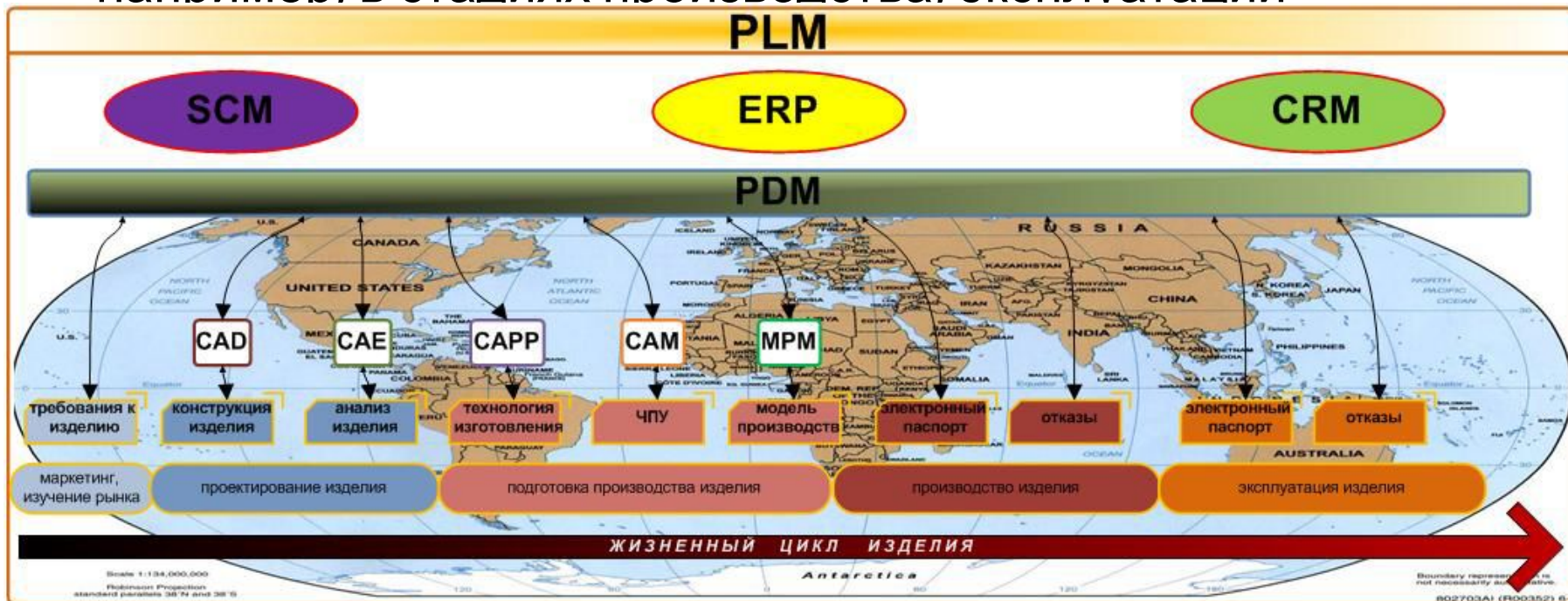
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

ИЗДЕЛИЯ

ЖЦИ - Совокупность

взаимосвязанных процессов последовательного изменения состояния продукции от формирования исходных требований к ней до окончания ее эксплуатации или применения (по Р 50-605-80-93 СРППП).

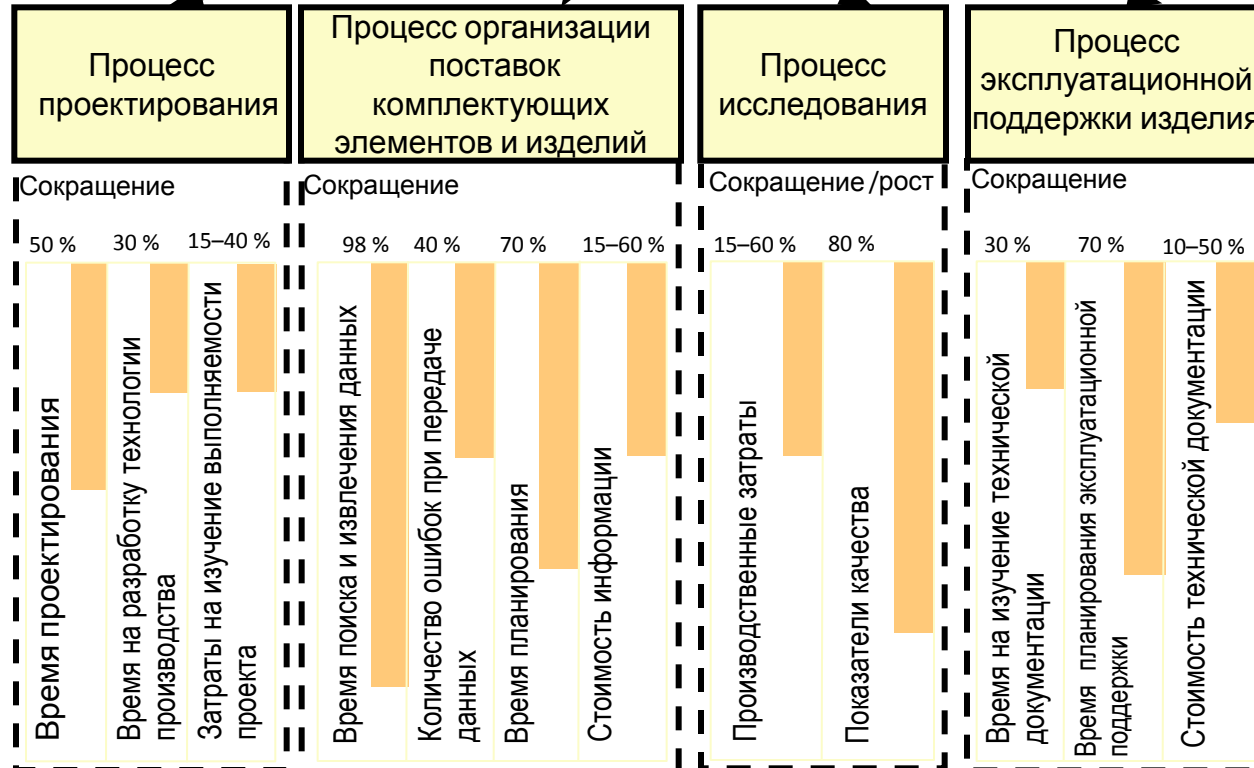
При этом продукция конкретного типа может одновременно находиться в нескольких стадиях жизненного цикла, например, в стадиях производства, эксплуатации



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ

Методические основы CALS-идеологии:

- международные стандарты;
- интегрированная логическая поддержка;
- электронный обмен данными;
- многопользовательская (интегрированная) база данных



TEAMCENTER

- Решает задачи управления требованиями, проектами, процессами проектирования, составом изделия, документами, поставщиками, ТПП, расчетными данными.

TEAMCENTER

The image displays a grid of 14 icons representing various Teamcenter modules, arranged in two rows of seven. Below the grid are three horizontal banners representing different aspects of the software's capabilities.


Module Name	Module Name	Module Name	Module Name	Module Name	Module Name	Module Name
Systems Engineering & Requirements Management	Portfolio, Program & Project Management	Engineering Process Management	Bill-of-Materials Management	Compliance Management	Content & Document Management	Formulation & Recipe Management
Supplier Relationship Management	Mechatronics Process Management	Manufacturing Process Management	Simulation Process Management	Maintenance, Repair & Overhaul	Reporting & Analytics	Community Collaboration

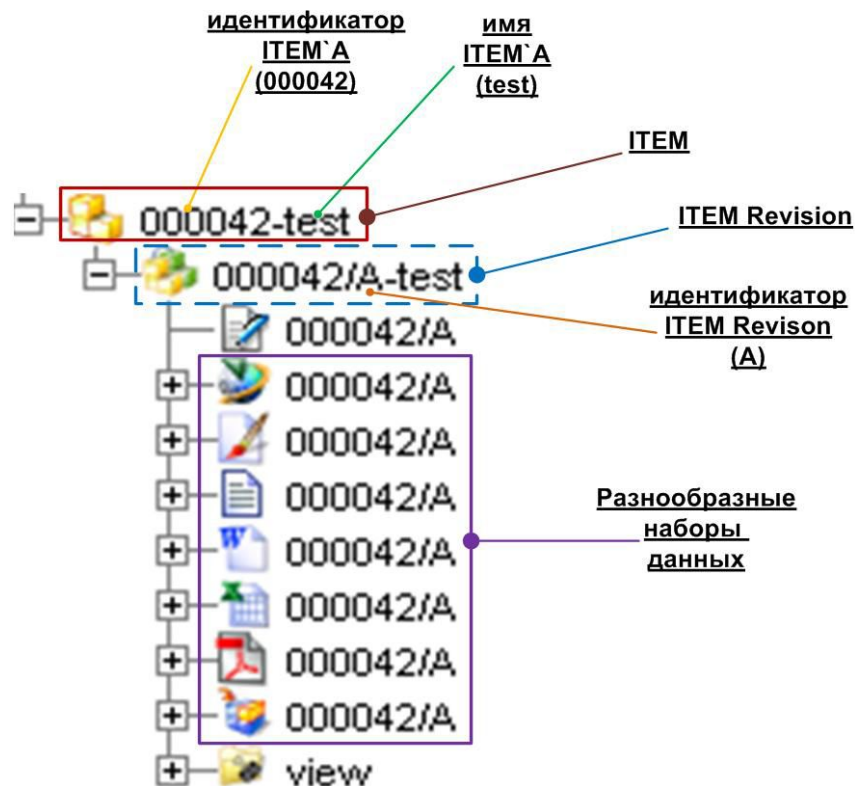
Lifecycle Visualization

Platform Extensibility Services

Enterprise Knowledge Foundation

ОБЪЕКТ ИТЕМ (ИЗДЕЛИЕ)

- *Item* – это контейнер, который хранит и объединяет данные : от данных САД-системы до текстовой заметки и изображения.
- Объект *Item* по умолчанию имеет иконку  .
- Каждый *Item* имеет цифровой идентификатор - *Item ID*, классическое имя и ревизию (модификацию)



АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВИ

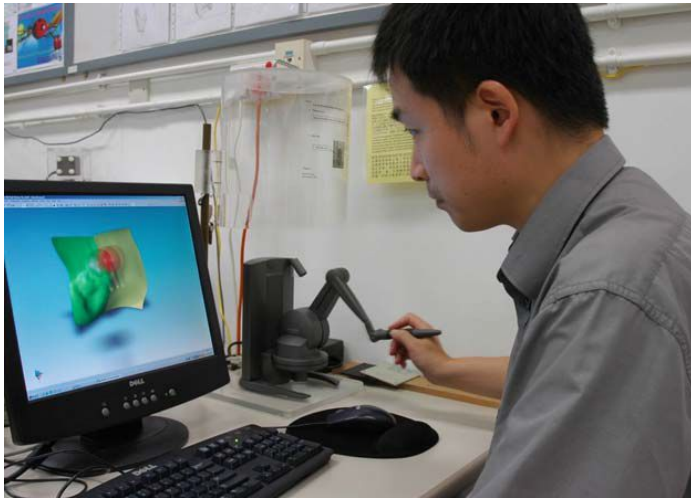
- Сама по себе виртуальная среда оснащается только компьютерной техникой.
- Все специфическое аппаратное обеспечение – устройства ввода и вывода информации для интерактивного взаимодействия с пользователем.



УСТРОЙСТВА ВВОДА

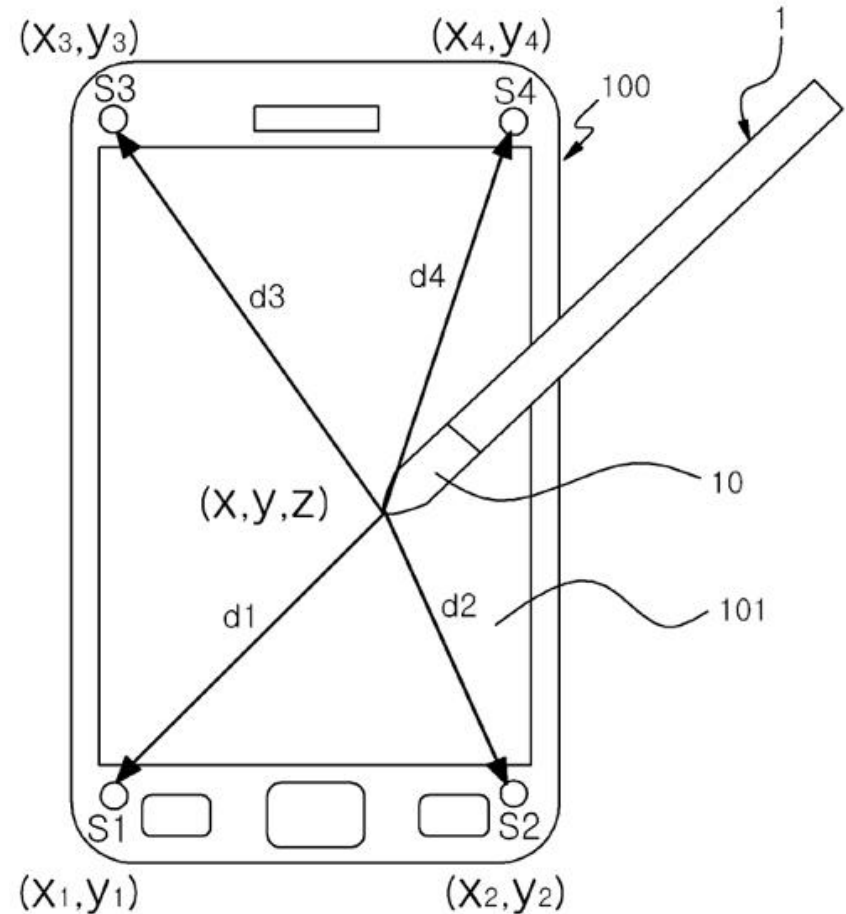
- **Следящие системы** – электромагнитная, ультразвуковая, оптическая или механическая система для отслеживания положения и ориентации объекта. Может быть прикреплена к любой части тела.
- **Джойстики.**
- **Информационные перчатки** – информация с датчиков, соответствующих каждому суставу руки преобразуется обратно в изображение в виртуальной среде и изменяется динамически. Могут дополняться звеньями обратной связи.

УСТРОЙСТВА ВВОДА. ПРИМЕРЫ



УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ БЕСКОНТАКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ВВОДА

- Система включает один или два излучателя волн с частотой 40 ± 8 кГц и массива микрофонов.
- При этом угол обзора чувствительной зоны составляет до 180° , а ее толщина до 0,5 метра.



УСТРОЙСТВА ВЫВОДА. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

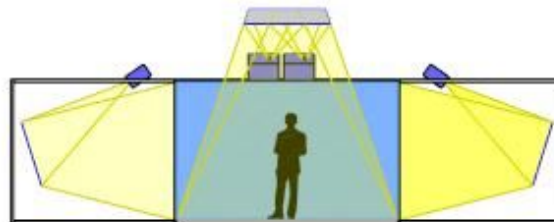
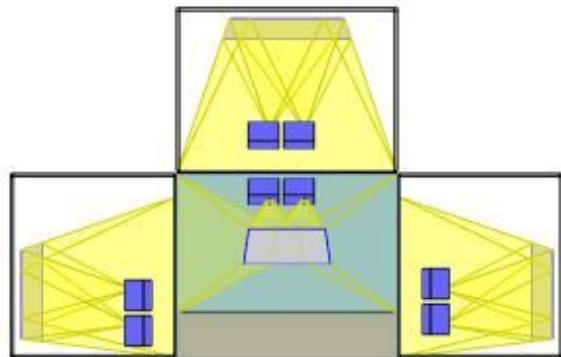
**Устройства визуального отображения –
основной компонент систем
виртуальной реальности.**

**Обеспечение стереоскопического
обзора.**

**Дисплеи пространственного
погружения – панорамный видеозэкран,
размер которого перекрывает поле
зрения человека,**

УСТРОЙСТВА ВЫВОДА. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

CAVE – cave automatic virtual environment. Предусматривает согласованное проецирование изображений на основе захвата положения головы оператора.



НОСИМЫЕ УСТРОЙСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Головные дисплеи – экран расположен близко к глазам, изображение на мониторе изменяется вслед за положение головы пользователя.

Биноккулярные всенаправленные мониторы – вариант головного дисплея с механической следящей системой.

Специальные очки – работают в комплекте с синхронизированным монитором, поле зрения ограничено размерами монитора/проектора.

ПРИМЕР СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ IC.IDO



УСТРОЙСТВА ВЫВОДА. ЗВУК И ОСЯЗАНИЕ

- **Звук:** наушники с пространственной звуковой системой.
- **Осязание:** следящие системы, джойстики и информационные перчатки с силовой обратной связью.
- Тактильная обратная связь впервые **запатентована** в Америке в 1993 году.
- Для реализации устройств с тактильной обратной связью (**haptic**) используются различные принципы от вибромоторов до ультразвуковых полей.

НАРТИС - СИСТЕМЫ

Rendering Volumetric Haptic Shapes
in Mid-Air using Ultrasound

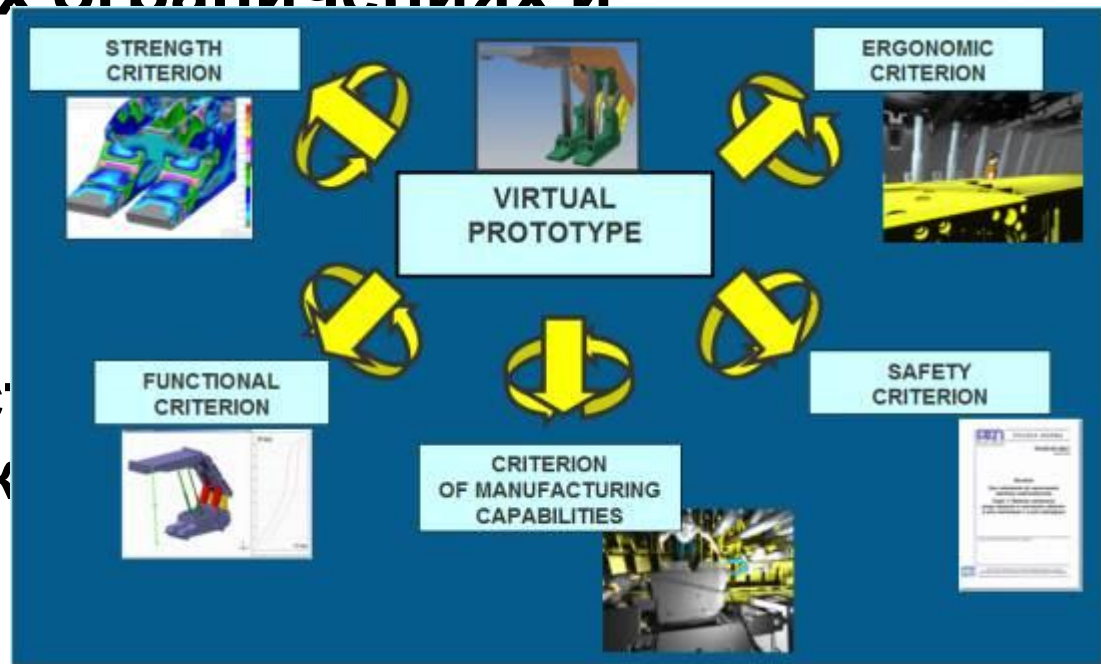
Benjamin Long, Sue Ann Seah, Tom Carter, Sriram Subramanian

Department of Computer Science, University of Bristol, UK

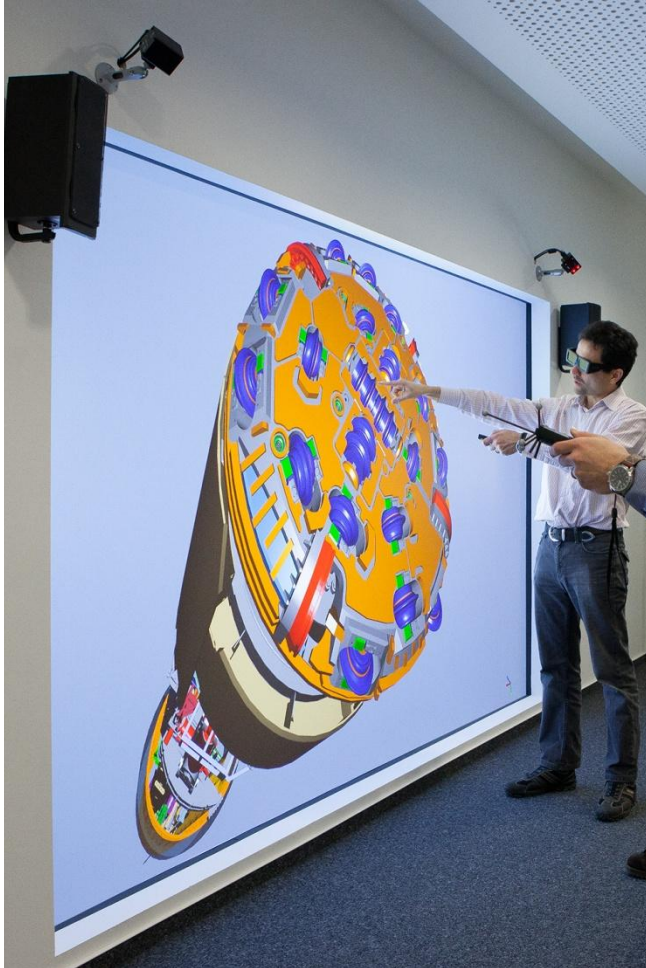
BIG <http://big.cs.bris.ac.uk>
[youtube.com/BristolIG](https://www.youtube.com/BristolIG)
Bristol Interaction and Graphics @BristolIG

ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ

- Построение прототипа агрегата из геометрических моделей его частей – **цифрового макета**.
- Исследование виртуальной **сборки**.
- Оценка собираемости выполняется на основе данных о **сборочных ограничениях и допусках**.
- Позволяет определить оптимальные **последовательности и траектории сборки**

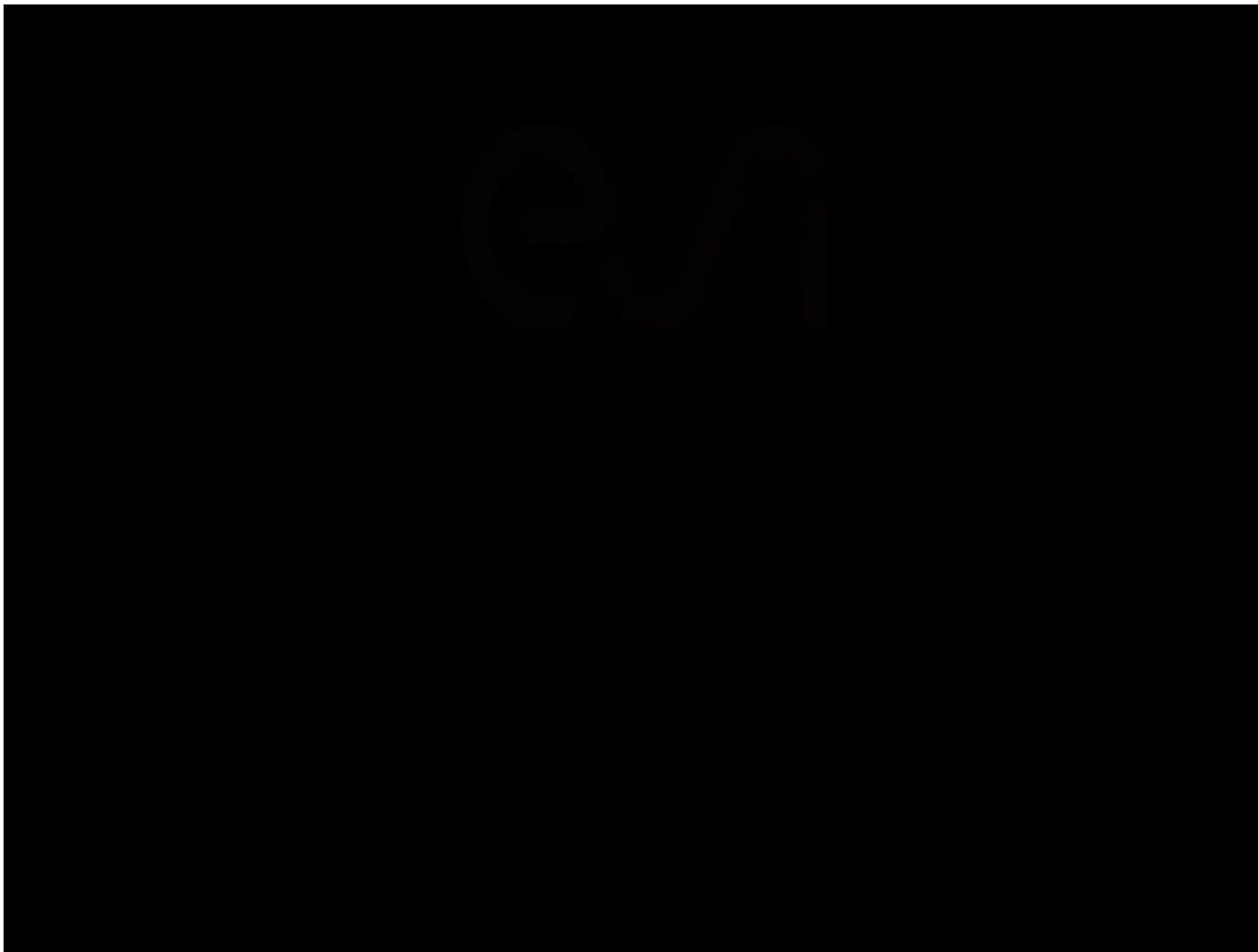


ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ

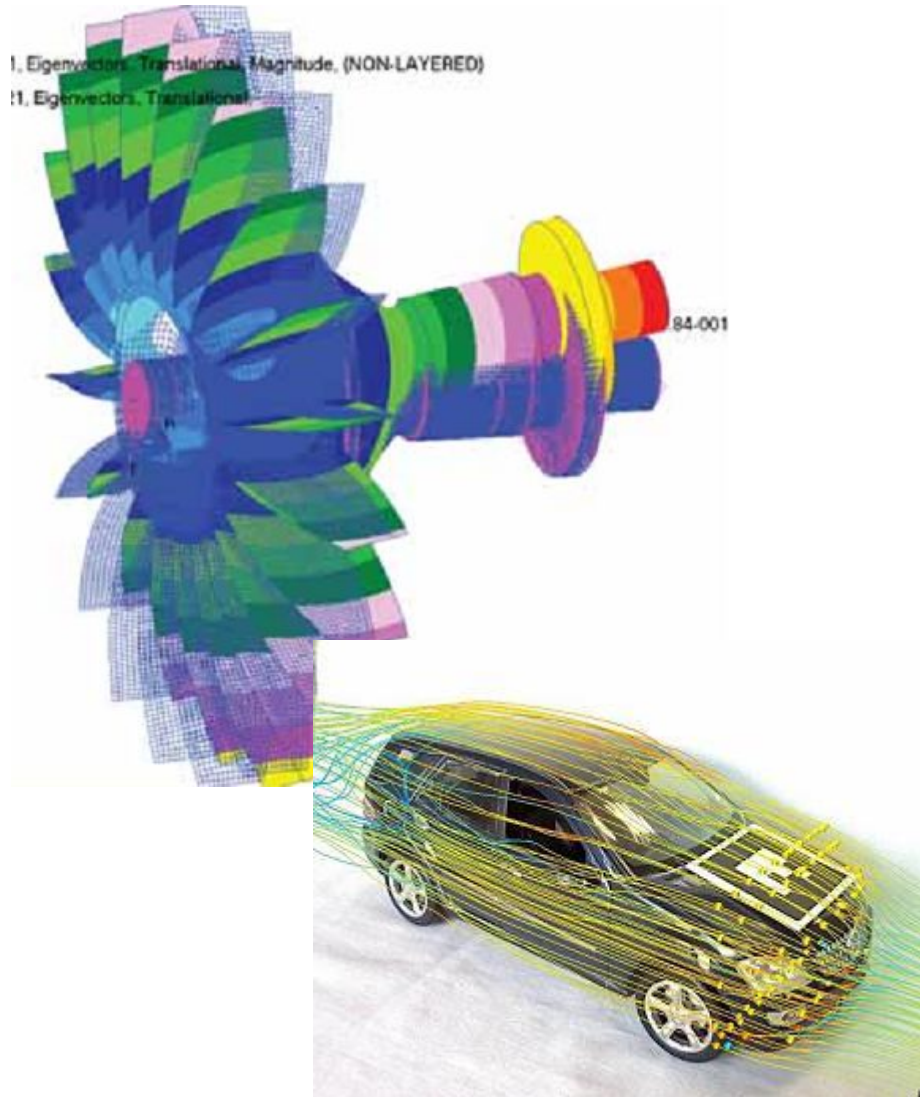


- Структурный и функциональный анализ прототипа.
- Кинематическая и динамическая имитация процессов функционирования прототипа.
- Быстрая и экономичная итерационная оптимизация конструкции.
- Идеальный прототип имеет всю совокупность

ПРИМЕР ПРОТОТИПА



ВИРТУАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ



- Основывается на представлении деталей по **МКЭ**.
- Осуществляется с использованием методов и процедур **натурного эксперимента**.
- Не позволяет найти **аналитическое решение** задачи.
- Ограничения применимости связаны с **условностью** математической модели.

ИНТЕРАКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

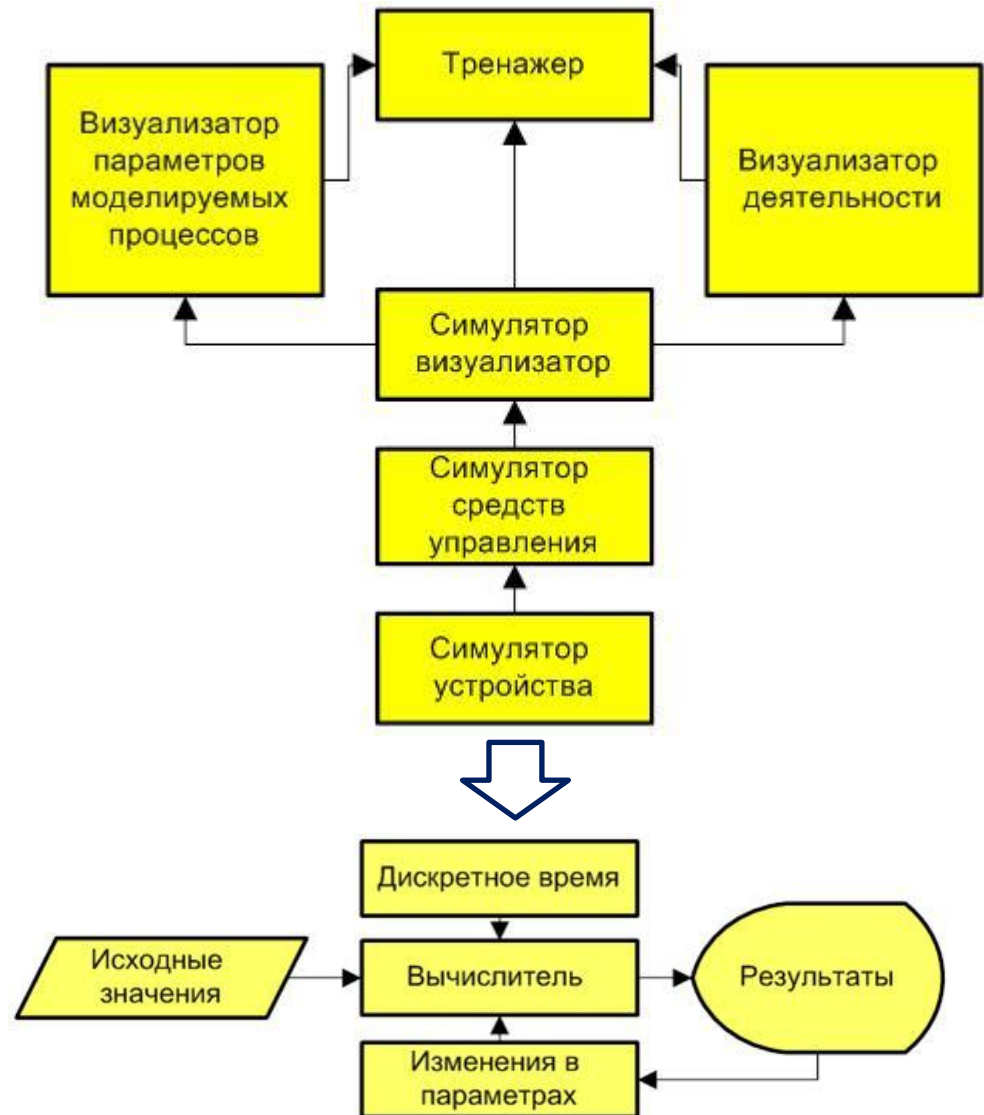
- Структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных, предназначенный для представления в интерактивном режиме справочной и описательной информации об эксплуатационных и ремонтных процедурах.
- Определяется стандартами **Р 50.1.029-2001, ГОСТ Р 54088-2010.**

КЛАССЫ ИЭТР

- 1й** – набор **изображений** (в т.ч. растровых) страниц бумажной документации с **индексированием**.
- 2й** – линейно-**структурированные**, содержащие перекрестные ссылки, аудио-, видеоданные.
- 3й** – совокупность взаимосвязанных **информационных объектов**, имеющих иерархическую структуру без разметки на страницы.
- 4й** – дополнительно: интерфейсное взаимодействие с программно-аппаратными **средствами контроля и диагностики** изделий.
- 5й** – дополнительно: средства накопления данных о процессе эксплуатации и формирования рекомендаций (элементы **экспертных систем**)

ВИРТУАЛЬНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ

- Тренажеры и симуляторы могут быть разработаны для любого устройства имеющего **ручное** управление.
- Применяются в первую очередь для **обучения персонала**, занятого на опасных участках производства.



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВП

- Эффективное средство оптимального проектирования в т.ч. **«сверху-вниз»** с высокой **интерактивностью** и учетом человеческого фактора.
- Итеративная **имитация** эксплуатационных характеристик.
- Интерактивный интерфейс **для заказчика.**
- Составление **баз экспертных данных.**
- **Коллективные** разработки.