

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

# **РЕФЕРАТ**

**ТЕМА «Система автоматизации  
проектных работ»**

**Выполнила: студентка 11- 07  
Тулаганова М.  
Приняла: доц. Нигматова Ф.У.**

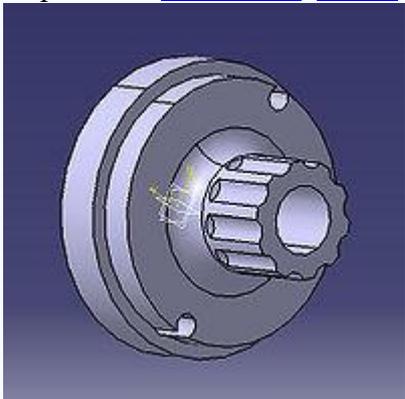
**Ташкент - 2010**

## Система автоматизации проектных работ

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

(Перенаправлено с [САПР](#))

Перейти к: [навигация](#), [поиск](#)



Деталь в процессе разработки

**Система автоматизированного проектирования (САПР)** или **CAD** ([англ.](#) *Computer-Aided Design*) — программный пакет, предназначенный для создания чертежей, конструкторской и/или технологической документации и/или 3D моделей. Современные системы автоматизированного проектирования обычно используются совместно с системами автоматизации инженерных расчётов и анализа [CAE](#) (Computer-aided engineering). Данные из CAD-систем передаются в [CAM](#) ([англ.](#) *Computer-aided manufacturing* — система автоматизированной разработки программ обработки деталей для станков с [ЧПУ](#) или [ГАПС](#) (Гибких автоматизированных производственных систем)).

Обычно охватывает создание [геометрических](#) моделей изделия (твердотельных, трёхмерных, составных), а также генерацию чертежей изделия и их сопровождение. Следует отметить, что русский термин «САПР» по отношению к промышленным системам имеет более широкое толкование, чем «CAD» — он включает в себя CAD, [CAM](#) и [CAE](#).

### Содержание

[\[убрать\]](#)

- [1 Компоненты САПР](#)
- [2 Выбор САПР](#)
- [3 Список САПР](#)
- [4 Виды САПР](#)
- [5 Периодические издания, посвящённые САПР](#)
- [6 Примечания](#)
- [7 См. также](#)

[\[править\]](#) **Компоненты САПР**

Выделяют следующие виды обеспечения:

- Математическое обеспечение САПР — [математические модели](#), методики и способы их получения
- Лингвистическое обеспечение САПР
- Техническое обеспечение САПР — [устройства ввода](#), обработки и вывода данных, средства поддержки архива проектных решений, устройства передачи данных
- Информационное обеспечение САПР — информационная база САПР, автоматизированные банки данных, системы управления базами данных ([СУБД](#))
- Программное обеспечение САПР
- Программные компоненты САПР (примером может служить [Геометрический решатель САПР](#))
- Методическое обеспечение
- Организационное обеспечение

Эти пакеты используются в работе конструкторов и технологов, связанных с разработкой чертежей, схем, диаграмм, то есть с обработкой графических изображений. Реализуют функции:

1. коллективная работа в сети;
2. экспорт — импорт файлов различных форматов;
3. масштабирование объектов;
4. группировка объектов, передвижение, растяжка, поворот, разрезание, изменение размеров, работа со слоями;
5. перерисовка;
6. управление файлами;
7. использование чертёжных инструментов, позволяющих рисовать кривые, эллипсы, линии произвольной формы, многоугольники и т. п.;
8. работа с цветом;
9. автоматизация отдельных процедур с использованием встроенного макроязыка.

Примерами пакетов этого класса являются: AutoCAD (AutoDesk), DesignCAD, Grafic CAD Professional, DrawBase, Microstation, TurboCAD.

### [\[править\]](#) **Выбор САПР**

Правильный выбор САПР — надёжное условие эффективного проектирования. Критерии выбора:

- Распространённость САПР
- Цена САПР, её сопровождения и модификации
- Широта охвата задач проектирования
- Удобство работы САПР и её «дружелюбность»
- Наличие широкой библиотечной поддержки стандартных решений
- Возможность и простота стыковки с другими САПР
- Возможность коллективной работы

### [\[править\]](#) **Список САПР**

*Основная статья:* [Список САПР](#)

### [\[править\]](#) **Виды САПР**

По области применения существует [4 основных вида САПР](#):

1. САПР, применяемые в электронике (ECAD, EDA)
2. САПР, применяемые в строительстве.
3. САПР, применяемые в машиностроении (MCAD)
4. САПР для проектирования одежды.

### [\[править\]](#) Периодические издания, посвящённые САПР

- [EDA Express](#) — Журнал о технологиях проектирования и производства электронных устройств. Первое издание — [2000 год](#). С [2007 года](#) выпускается только в электронном варианте.
- [CAD/CAM/CAE Observer](#) — информационно-аналитический журнал на русском языке, освещающий широкий спектр тем и вопросов разработки и применения новейших компьютерных технологий в сфере автоматизации процессов промышленного дизайна ([CAID](#)), конструирования ([CAD](#)), анализа, расчётов и симуляции ([CAE](#)), технологической подготовки производства ([CAPP](#) и [CAM](#)) и управления данными ([PDM](#)) на всех этапах жизненного цикла изделий.
- [CADmaster](#) — Журнал является единственным на сегодня бесплатным изданием для профессионалов в области САПР. Выпуск журнала осуществляется при поддержке [Consistent Software](#).
- [САПР и графика](#) — Ежемесячный журнал, посвящённый вопросам автоматизации проектирования, компьютерного анализа, технологической подготовки производства и технического документооборота. Выпускается с [1996 года](#)
- [isicad](#) — электронный журнал о [САПР](#), [PLM](#) и [ERP](#), выходящий с [2004 года](#) ([сайт](#)).
- [Каталог САПР](#) — первое русскоязычное периодическое издание в виде каталога по программам и производителям в [САПР](#). Выходит раз в 1,5 года. Есть интернет-поддержка.

### [\[править\]](#) Примечания

- [Все новинки программного и аппаратного обеспечения для САПР на «CADreview VIP. Технологии САПР 2009.»](#)
- [САПР на UNIX-подобных операционных системах](#)

## САПР для проектирования электрики, автоматике и систем автоматизации

Компания "САПР-АЛЬФА" предлагает комплексные САД-решения для проектирования электрики, автоматике и систем автоматизации. "САПР-АЛЬФА" - это:

### Комплексные решения для автоматизированного проектирования

- АЛЬФА СА: САПР Систем Автоматизации,
- АЛЬФА СЭ: САПР Силовой Электрики (силовых питающих и распределительных сетей),

- АЛЬФА НКУ: САПР Низковольтных Комплектных Устройств (НКУ), смешанных систем автоматики и электрики,
- АЛЬФА Технология: САПР расчетов теплообмена.

#### **Автоматизированный выпуск 100% готовой проектной документации.**

Вся выходная проектная документация, разработанная с помощью системы "САПР-АЛЬФА", соответствует требованиям ГОСТов РФ; нормативным, руководящим и информационным материалам Ассоциации "Монтажавтоматика", а также требованиям заводов-изготовителей оборудования и монтажных организаций.

#### **Автоматизированный подбор необходимого оборудования.**

Основой работы системы "САПР-АЛЬФА" является база данных систем контроля и автоматизации, низковольтных комплектных устройств и силового электрооборудования, благодаря которой обеспечивается автоматизированный подбор необходимого оборудования. Актуальность поставляемой базы данных поддерживается благодаря прямым контактам с производителями оборудования. Возможно ведение базы данных пользователями.

**Единственная в России САПР для Систем автоматизации и Силового электрооборудования, имеющая [сертификат соответствия](#) Госстандарта России.**

Мы провели успешные **проекты автоматизации** таких организаций, как АЭХК (Ангарск), Нефтехимпроект (Ангарск), Нефтехимпроект (Казань), НПО "Оргсинтез" (Казань), Союзхимпромпроект (Казань), ЯкутНипроАлмаз (Мирный), ТатНИПИнефть (Бугульма), ГПИ Строймаш (Брянск), Газпроектинжиниринг (Воронеж), Башнефтепроект (Уфа), Саратовпромпроект (Саратов), ВНИИСТ (Москва), Тверская генерирующая компания (Тверь), ИДЦ Челябэнерго (Челябинск), Уралазпроект (Челябинск), Укргипромез (Днепропетровск, Украина), Каспиймунайгаз (Атырау, Казахстан), ГИАП (Гродно, Белоруссия) и многие другие.

#### **5.02.10:**

Первое обновление в 2010 году.

1. Раздел **["Новости САПР"](#)** преобразован в Ленту новостей САПР, которая соответствует современным требованиям к публикации новостей. Для облегчения просмотра новости группируются по категориям, соответствующим их направленности и помечаются идентификаторами (тэгами), которые значительно упрощают поиск. Ранее опубликованные новости не удаляются, а остаются в архиве. Посетители сайта теперь имеют возможность комментировать новости, то

есть могут изложить свой взгляд на опубликованную информацию.

Для повышения актуальности новостей к сотрудничеству приглашаются лица заинтересованные в публикации новостей по тематике, представители компаний занимающихся распространением программного и аппаратного обеспечения САПР.

2. В разделе ["Документация по САПР"](#) - размещена ссылка на продвинутый видеокурс по AutoCAD 2010.
3. В разделе ["Обзорные статьи"](#) - размещена статья "Project Cooper - новая программа для 2D-черчения от Autodesk", в которой дается детальная оценка возможностей этой программы, ее характеристик и позиционирования.

## **22.12.09:**

Мини-обновление декабря.

1. В разделе ["Обзорные статьи"](#) - В целях систематизации информации о электротехнических САПР (EDA) размещена статья-обзор систем проектирования электронных устройств. В статью добавлены ссылки на документацию и полезные советы по электротехническим САПР, которые были размещены на сайте ранее.
2. В разделе ["Документация по САПР"](#) - выложены новые ссылки на документацию по российской САПР КОМПАС, архитектурной САПР ArCon, электротехническим САПР OrCAD, Cadence Allegro и Altium Designer.

## **14.11.09:**

Обновление за октябрь.

1. В разделе ["Новости САПР"](#) - информация о международной олимпиаде для любителей и мастеров-профессионалов SolidWorks, а так же о тестировании WINE@Etersoft CAD - средства адаптации КОМПАС-3D в Linux
2. В разделе ["Документация по САПР"](#) - выложены ссылки на учебный курс по AutoCAD 2009, руководство по проектированию мебели в AutoCAD, руководство по 3D-черчению в AutoCAD, учебный курс по ArchiCAD 11, быстрый старт в ArchiCAD 11, быстрый старт в ArchiCAD 11, в новом подразделе "Другая документация по САПР" размещена ссылка на руководство по применению САПР для частного ремонта и строительства.
3. В разделе ["Обзорные статьи"](#) - размещена статья о специальных видеокартах для САД. В ней вы можете найти ответ на вопрос "Чем отличаются видеокарты, оптимизированные для САД от видеокарт общего назначения?", также приводятся результаты сравнительных тестов и дается прогноз будущего видеокарт для САД.

**Универсальная программа конструирования**, которая позволяют автоматизировать подготовку в соответствии с ЕСКД чертежей различного назначения:

- конструкторские чертежи деталей;
- сборочные чертежи;
- строительные чертежи;
- эскизные чертежи;
- различные схемы с применением условных изображений и т.д.

Особенности программы:

- Ввод со сканера и обрисовка растрового изображения эскиза, нарисованного от руки [подробнее...](#);
- Раздельный ввод графики и размерных параметров, полная размерная параметризация, отсутствие необходимости работать с координатами, при этом возможность комбинировать использование размерной сети и работу с координатами, использование опорных осей с автоматической генерацией размеров ([пример](#));
- Чертежная графика приближена к требованиям для чертежей "ручного" исполнения;
- Параметризация размеров, как числовыми константами, так и переменными, взятыми из хранимой внутри файла чертежа программы модели, написанной пользователем на встроенном языке моделирования, который близок к языку БЭЙСИК [подробнее...](#);
- Поэтапное создание чертежа от раздельного создания описаний проекций, до компоновки их на нескольких листах чертежа разных форматов, создание многолистовых документов;
- Варианты программы, позволяющие выполнять синтез трёхмерного изображения объекта проектирования по его плоским проекциям и формирование из этого изображения развёртки на плоскости. Для синтеза трёхмерного изображения используются те же проекции объекта проектирования, что и для подготовки его чертежа [подробнее...](#);
- Автоматическое размещение размеров, автоматическое формирование контуров для штриховки, автоматическая компоновка чертежа;
- Большой набор инструментов для описания графики, размеров, элементов оформления (тексты, различные штриховки, обозначения шероховатости, допусков формы и расположения поверхностей, обозначения сечений, многообразие выносок) [подробнее...](#);
- Использование для вставки на проекции цветных растровых элементов графики с операциями отсечения прозрачного цвета и с преобразованиями масштабирования, поворота на произвольный угол и зеркального отображения [подробнее...](#);
- Возможность использования фрагментов для формирования сложных изображений, в том числе с постоянным отслеживанием обновления исходного образа каждого фрагмента [подробнее...](#);
- Работа с таблицами (спецификации в том числе): подготовка и хранение таблиц в текстовом виде, сортировка строк, экспорт-импорт, подготовка шаблонов для графического отображения, генерация таблиц для отображения на чертеже, взаимодействие с моделью (для excel) [подробнее...](#);
- Генерация шаблона таблиц и, на основе этого метода, возможность генерации сетки осей для строительных планов [подробнее...](#);
- Функции скрытия невидимых линий и исполнения разрывов на протяжённых частях проекций [подробнее...](#);

- Работа с "брусковыми" элементами графики ("бруски" вокруг прямых линий, окружностей, дуг окружностей, плавных кривых, волнистых линий, эллипсов и дуг эллипсов), объединение "брусков" в общие группы с очисткой линий пересечения, использование в качестве непрозрачных "экранов" для других линий чертежа [подробнее...](#);
- Возможность распечатки на принтерах различного формата и стыковки частей одного листа чертежа с использованием реперных знаков [подробнее...](#);
- Возможность совместного использования с другими графическими системами, обмен изображениями через интерфейсный формат DXF.

Подробнее с программой можно познакомиться, прочитав описание "[Технология работы с программой](#)" или [скачать](#) документацию к программе и демо-вариант, в котором, [соблюдая условия его применения](#), можно бесплатно создать полноценный чертёж. Разработчик по электронной почте оказывает консультации по использованию программы при активном её освоении пользователем.

Версии **3D** и **3D+** позволяют выполнять синтез трёхмерного изображения объекта проектирования по его плоским проекциям. Объект 3D представляет собой каркасную модель и отображается в проекцию перспективы с возможностью рассматривать его с любого ракурса и на различном удалении точки взгляда от этого объекта. [Почитать описание - как это делается?](#)

Версия **3D+** имеет функцию формирования управляемой развёртки трёхмерного каркасного изображения объекта проектирования. [Почитать описание - как это делается?](#)

С помощью этих функции программа, в частности, позволяет [конструировать одежду](#). Поверх [специально подготовленных фотографий](#) клиента, которые служат фоном плоских проекций, Вы рисуете контуры деталей одежды, затем синтезируете изображения 3D этих деталей одежды, а затем выполняете развёртку каждой детали на плоскости раскроя – выкройку проектируемой одежды.

Особенность этой технологии состоит в том, что с помощью программы **KEDRWIN 3D+** создаётся модель швейного изделия. Эту модель можно использовать для получения выкроек этого же изделия для других клиентов, с другой фигурой и, естественно, с другими размерными параметрами. Для этого надо только заменить фоновую фотографию клиента под рисунками проекций изделия, вывести графические элементы на новые позиции, повторно синтезировать трёхмерное изображение изделия простым нажатием кнопки "Выполнить" и обновить выкройки в автоматическом режиме. В созданную модель легко вносить изменения, создавая индивидуальный фасон для каждого нового клиента. [Подробнее](#). Предложенная технология проверена на реальных изделиях.

## Обзор CAD/CAM/CAE-систем

[Т. В. Синеокий](#)

Системы автоматизированного проектирования (САПР) или CAD (Computer-Aided Design) обычно используются совместно с системами автоматизации инженерных расчетов и анализа CAE (Computer-aided engineering). Данные из CAD-систем передаются в CAM (Computer-aided manufacturing) - систему автоматизированной разработки программ обработки деталей для станков с ЧПУ.

### Российские САПР

**ADEM** (Automated Design Engineering Manufacturing) - российская интегрированная CAD/CAM/CAPP-система, предназначенная для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП).

Разработка системы была начата в девяностых годах двумя основными группами разработчиков из Москвы (конструкторский САПР "CherryCAD" - лауреат премии Совета Министров СССР 1990 года) и Ижевска (технологический САПР "Катран").

**ADEM** был создан как единый продукт, включающий в себя инструментарий для проектантов и конструкторов (CAD), технологов (CAPP) и программистов ЧПУ (CAM). Поэтому он содержит нескольких различных предметно-ориентированных САПР под единой логикой управления и на единой информационной базе. **ADEM** позволяет автоматизировать следующие виды работ:

- объемное и плоское моделирование и проектирование;
- оформление проектно-конструкторской и технологической документации;
- проектирование технологических процессов;
- анализ технологичности и нормирование проекта;
- программирование оборудования с ЧПУ (фрезерное, токарное, электроэрозионное, лазерное и др.);
- ведение архивов документов;
- реновацию знаний (работа со сканированными чертежами и старыми программами ЧПУ).

**ADEM** применяется в различных отраслях: авиационной, атомной, аэрокосмической, машиностроительной, металлургической, станкостроительной и других.

**bCAD** - 2- и 3-мерная система автоматизированного проектирования, разработанная российской компанией "ПроПро Группа". bCAD представляет собой интегрированный пакет для двумерного черчения, объемного моделирования и реалистичной визуализации. Система получила широкое распространение в мебельном производстве и дизайне интерьеров. Несмотря на достаточно развитые средства проектирования, в промышленности практически не применяется.

**NanoCAD** - универсальная двумерная среда автоматизированного проектирования.

**NanoCAD Механика** - универсальная двумерная графическая система, предназначенная для оформления чертежей в соответствии с ЕСКД, проектирования систем гидро-, пневмоэлементов, зубчатых зацеплений, валов, инженерного анализа, расчета размерных цепей.

**NanoCAD ОПС** - программный продукт, предназначенный для автоматизированного проектирования охранно-пожарной сигнализации, систем контроля и управления доступом (СКУД) зданий и сооружений различного назначения. nanoCAD ОПС сочетает в себе удобный, специально сконструированный интерфейс, точно подобранные и настроенные инструменты графического отображения, возможность выполнения необходимых расчетов при подборе оборудования.

**NanoCAD Планировка** - решение, предназначенное для различных организаций и подразделений, работающих с поэтажными планами и решающих вопросы управления собственностью. При разработке программного обеспечения учтены российские стандарты и особенности учета и инвентаризации недвижимости.

**NanoCAD СКС** - программный продукт, предназначенный для автоматизированного проектирования структурированных кабельных систем (СКС) зданий и сооружений различного назначения, кабеленесущих систем и телефонии.

**NanoCAD СПДС** представляет собой универсальную двумерную графическую программу - систему автоматизированного проектирования (САПР), предназначенную для выполнения чертежей и оформления рабочей документации в архитектурно-строительном проектировании и смежных отраслях.

**NanoCAD Электро** - программный продукт, предназначенный для автоматизированного выполнения проектов в частях силового электрооборудования (ЭМ) и внутреннего электроосвещения (ЭО) промышленных и гражданских объектов строительства.

**NanoTDMS Кордо** - автоматизированное средство информационной поддержки создания, коллективной разработки, хранения и повторного использования документов. Кордо - это первое приложение, реализованное на платформе nanoTDMS.

**NormaCS** - программа, предназначенная для хранения, поиска и отображения текстов и реквизитов нормативных документов, а также стандартов, применяемых на территории Российской Федерации и регламентирующих деятельность предприятий различных отраслей промышленности.

**T-FLEX CAD** - система автоматизированного проектирования, разработанная компанией "Топ Системы" с возможностями параметрического моделирования и наличием средств оформления конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД.

**T-FLEX CAD** является ядром комплекса **T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM** - набора средств для решения задач технической подготовки производства в различных отраслях промышленности. Комплекс объединяет системы для конструкторского и технологического проектирования, модули подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и инженерных расчетов. Все программы комплекса функционируют на единой информационной платформе системы технического документооборота и ведения состава изделий.

Состав комплекса "**T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM**":

- Программы для конструкторской подготовки производства:
  - **T-FLEX CAD 3D** (трехмерное параметрическое твердотельное моделирование);
  - **T-FLEX CAD 2D** (параметрическое черчение и моделирование);

- **T-FLEX CAD LT** (автоматизация черчения);
- **T-FLEX CAD 3D SE** (подготовка чертежей по 3D-моделям).
- Библиотеки параметрических элементов:
  - **T-FLEX Печатные платы** (конвертор из электронных САПР).
- Технологическая подготовка производства:
  - **T-FLEX Технология** (проектирование технологических процессов);
  - **T-FLEX Нормирование** (техническое нормирование);
  - **T-FLEX ЧПУ** (подготовка программ для станков с ЧПУ);
  - **T-FLEX NC Tracer** (имитация процесса обработки деталей).
- Расчетные системы:
  - **T-FLEX Анализ** (конечно-элементный анализ);
  - **T-FLEX Динамика** (динамический анализ механических систем);
  - **T-FLEX Расчеты** (зубчатые передачи);
  - **T-FLEX Пружины** (конструирование упругих элементов);
- Прикладные системы:
  - **T-FLEX ИС** (инженерный справочник);
  - **T-FLEX Раскрой** (оптимизация раскроя листового материала);
  - **T-FLEX Штампы** (проектирование оснастки штампов);
  - **T-FLEX Пресс-формы** (проектирование оснастки пресс-форм).
- Документооборот:
  - **T-FLEX DOCs** (управление проектами и документооборотом).

**КОМПАС** - система автоматизированного проектирования, разработанная российской компанией "АСКОН" с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Существует в двух версиях: **КОМПАС-График** и **КОМПАС-3D**, соответственно предназначенных для плоского черчения и трехмерного проектирования.

**КОМПАС-График** может использоваться как полностью интегрированный в КОМПАС-3D модуль работы с чертежами и эскизами, так и в качестве самостоятельного продукта, полностью закрывающего задачи 2D-проектирования и выпуска документации.

Система ориентирована на поддержку стандартов ЕСКД и СПДС. **КОМПАС-График** автоматически генерирует ассоциативные виды трехмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже.

Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи. Данные в основной надписи чертежа (обозначение, наименование, масса) синхронизируются с данными из трехмерной модели. Существует большое количество дополнительных библиотек к системе **КОМПАС**, автоматизирующих различные специализированные задачи.

**CadMECH** (НПП "Интермех") - это комплексная система 2-мерного и 3-мерного проектирования деталей и сборочных единиц. Система, значительно расширяющая возможности AutoCAD в области проектирования машиностроительных чертежей. Cadmesh ускоряет проектирование по сравнению с "чистым" AutoCAD в несколько раз и сокращает сроки освоения AutoCAD до 2-3 дней. Cadmesh создан совместными усилиями конструкторов и программистов, поэтому максимально учитывает специфику работы конструктора-механика. **CADMECH** включает: систему CADMECH для генерации двух- и трехмерных деталей и сборочных единиц в среде MECHANICAL DESKTOP; систему AVS для выпуска текстовых конструкторских документов и т.д.

**MechaniCS** - приложение к **AutoCAD** или **Autodesk Inventor**, предназначенное для оформления чертежей в соответствии с ЕСКД, проектирования систем гидропневмоэлементов, зубчатых зацеплений, валов, инженерного анализа, расчета размерных цепей, создания пользовательских библиотек.

**MechaniCS** обеспечивает специалиста всем необходимым для проектирования машиностроительных объектов: более чем 1500 стандартами (включая ГОСТ, ОСТ, DIN и ISO) и унифицированными компонентами, возможностью создавать собственные интеллектуальные объекты, выполнять инженерные расчеты с отображением результатов на модели, оформлять проекции чертежей по ЕСКД и многим другим.

Все детали общей конструкторско-технологической базы обладают интеллектом и являются объектно-зависимыми. При изменении параметров одной детали все связанные с ней объектно-зависимые детали изменятся автоматически, причем, в соответствии с их параметрами в базе. Такая технология - мощный инструмент многовариантного проектирования, залог повышения качества выпускаемых проектов. Важно, что этот подход одинаково доступен пользователям **AutoCAD** и **Autodesk Inventor**.

**MechaniCS** дает конструктору возможность применять не только геометрические параметры стандартных элементов, но и их механические свойства. На объекты в сборочных чертежах (при использовании **AutoCAD**) можно накладывать геометрические и параметрические зависимости, использовать предустановленные зависимости при их размещении на чертеже.

**APM WinMachine** - CAD/CAE система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения, разработанная с учетом последних достижений в вычислительной математике, области численных методов и программирования, а также теоретических и экспериментальных инженерных решений. Эта система в полном объеме учитывает требования государственных стандартов и правил, относящихся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчетным алгоритмам.

**APM WinMachine** обладает широкими функциональными возможностями для создания моделей конструкций, выполнения необходимых расчетов и визуализации полученных результатов. Использование этих возможностей позволит сократить сроки проектирования и снизить материалоемкость конструкций, а также уменьшить стоимость проектных работ и производства в целом.

Имеющиеся в системе **APM WinMachine** расчетные и графические инструменты позволяют решать обширный круг прикладных задач:

- рассчитывать механическое оборудование и его элементы с использованием инженерных методик;
- проводить анализ напряженно-деформированного состояния (с помощью метода конечных элементов) трехмерных объектов любой сложности при произвольном закреплении, статическом или динамическом нагружении;
- создавать конструкторскую документацию в соответствии с ЕСКД;
- использовать при проектировании поставляемые базы данных стандартных изделий и материалов, а также создавать свои собственные базы под конкретные направления деятельности предприятия;
- использовать возможности интеграции со сторонними графическими пакетами для работы с ранее созданными чертежами и пространственными моделями.

## САПР мировых производителей

**AutoCAD** - самый известный из продуктов компании **Autodesk**, универсальная система автоматизированного проектирования, сочетающая в себе функции двумерного черчения и трехмерного моделирования. Появился в 1982 году и был одной из первых САПР, разработанных для РС. Быстро завоевал популярность среди проектировщиков, инженеров и конструкторов различных отраслей промышленности благодаря демократичным ценам.

AutoCAD ускоряет ежедневную работу по созданию чертежей и повышает скорость и точность их исполнения. Среда концептуального проектирования обеспечивает легкое и интуитивное создание и редактирование твердых тел и поверхностей. **AutoCAD** позволяет легко и быстро создавать на основе модели разрезы и проекции, эффективно формировать комплекты чертежей и управлять ими: группировать их по разделам проекта и другим логическим категориям, создавать перечни листов, управлять видами чертежей, архивировать комплекты проектной документации и организовывать совместную работу специалистов. Имеющиеся в **AutoCAD** средства визуализации, такие как анимация и реалистичное тонирование, помогают обнаружить любые изъяны на ранних этапах проектирования, а значит до того, как они смогут доставить серьезные проблемы.

Используемый в **AutoCAD** формат **DWG** является стандартом среди проектировщиков различных отраслей промышленности, кроме того, есть возможности экспорта и импорта других распространенных файловых форматов, таких как pdf, что позволяет эффективно организовать обмен данными между специалистами.

Программа постоянно развивается, среди возможностей, появившихся в 2009 году, можно назвать параметрические взаимосвязи между объектами, создание и редактирование объектов произвольной формы и т.д. Существуют специализированные отраслевые разновидности **AutoCAD** для архитектуры, ОВ и ВК, дорожного строительства и землеустройства, электротехники, машиностроения (см. ниже). Для специалистов, которым не требуются функции работы с 3D графикой, существует облегченная версия **AutoCAD**, предназначенная для создания двумерных чертежей - **AutoCAD LT**.

Решения **Autodesk** для промышленного производства и машиностроения основаны на технологии цифровых прототипов, т.е. предоставляют конструкторам, инженерам, дизайнерам и технологам возможность полностью исследовать изделие еще на этапе проектирования (до создания опытного образца). С помощью данной технологии производители создают цифровые модели и проекты, конструируют, проверяют, оптимизируют и управляют ими на всех этапах - от идеи до реального воплощения. Используя единую цифровую модель на этапе проектирования, участники проектов эффективней обмениваются информацией с взаимодействующими подразделениями, успешнее внедряют инновации и быстрее выводят продукцию на рынок. Испытания, анализ и проверка цифровых прототипов предоставляют производителям реальную информацию об изделии и сокращают затраты на изготовление дорогостоящих физических прототипов.

**AutoCAD Mechanical** - продукт на платформе **AutoCAD** для промышленного производства, являющийся частью технологии цифровых прототипов **Autodesk**. Он помогает ускорить процесс проектирования, позволяя в то же время использовать опыт и проекты, накопленные при работе в **AutoCAD**. Имея в своем составе библиотеки ГОСТ, стандартных деталей и функции автоматизации типовых задач, он обеспечивает значительный выигрыш в производительности при проектировании.

**AutoCAD Electrical** - это **AutoCAD** для проектирования электрических систем управления, являющийся важной частью технологии цифровых прототипов **Autodesk** и позволяющий работать быстро, качественно и со значительно меньшими затратами в знакомой среде проектирования. Специализированные функции и обширные библиотеки условных обозначений позволяют повысить производительность, устранить риск возникновения ошибок и обеспечить точность информации, передаваемой в производство.

**AutoCAD Inventor Suite** представляет собой сбалансированный набор решений **Autodesk** для проектирования и конструирования в промышленном производстве. Решения сочетают в себе интуитивную среду 3D моделирования деталей и изделий с инструментами, позволяют конструкторам сосредоточиться на функциональных требованиях к проекту. Эти инструменты включают в себя автоматическое создание интеллектуальных компонентов, таких как детали из пластмассы, стальные каркасы и вращающиеся механизмы.

Специализированные версии **Autodesk Inventor** доступны в комплектах **AutoCAD Inventor Suite**, **AutoCAD Inventor Routed Systems Suite**, **AutoCAD Inventor Simulation Suite** и **AutoCAD Inventor Professional Suite**.

**Autodesk Inventor** - основа технологии цифровых прототипов **Autodesk** - позволяет выйти за привычные рамки 3D моделирования и разрабатывать цифровые прототипы будущих изделий. Эта технология помогает создавать точные 3D модели деталей и изделий и всесторонне изучать их реальное поведение еще до изготовления опытных образцов, что позволяет сократить затраты на проектирование и производство.

**Autodesk Showcase** - программный продукт, предназначенный для визуализации проектов при использовании технологии цифровых прототипов **Autodesk**. Он позволяет дизайнерским, проектным и маркетинговым коллективам быстро и эффективно создавать точные и реалистичные изображения на основе данных 3D САПР с целью передачи концептуальной информации и создания информационного контекста для широкой аудитории. Участники коллективов могут принимать решения как на рабочих местах, так и дистанционно.

**Autodesk SketchBook Pro** - приложение для рисования и черчения, разработанное специально для использования с цифровыми планшетами и планшетными ПК. Интуитивно понятный пользовательский интерфейс позволяет даже начинающим пользователям получать хорошие результаты за считанные минуты.

**Autodesk Alias Automotive** - продукт для автомобильного дизайна. Им пользуется большинство крупных студий дизайна по всему миру. В продукте представлен полный набор инструментов для визуализации и расчетов, охватывающий весь процесс моделирования изделий сложной формы, от создания эскизов до получения готовых поверхностей класса А.

**NX (САПР)** - флагманская CAD/CAM/CAE **PLM**-система от компании **Siemens PLM Software** (до 1-го октября 2007 года **UGS PLM Software**, подразделение **Siemens Automation & Drives**). **NX** широко используется в промышленности, особенно в авиационной и автомобильной. Архитектура **NX** подверглась полной переработке, что позволило адаптировать и присоединить многие специализированные функции **I-deas** (CAD-система, полученная UGS при слиянии в 2001 году с компанией **Structural Dynamics Research Corporation - SDRC**) и создать платформу нового поколения для разработки изделий.

В состав **NX** входят следующие модули:

- **Gateway** - этот модуль связывает все остальные модули в единую среду;
- **Solid Modeling** дает возможность применения самых мощных средств твердотельного гибридного моделирования;
- **Features Modeling** - данный модуль позволяет создавать и редактировать типовые геометрические элементы.
- **Freeform Modeling** обеспечивает проектирование поверхностей сложной формы.
- **User-Defined Features** обеспечивает интерактивные средства создания параметрических семейств тел для последующего их использования и редактирования, основываясь на концепции определяемого пользователем типового элемента.
- **Drafting** - этот модуль дает возможность конструктору, инженеру или чертежнику получить производственные чертежи с любых твердых моделей.
- **Assembly Modeling** - модуль создания и редактирования сборок.
- **Advanced Assemblies** - это приложение, объединяющее возможности ускоренного отображения на экране закрашенных изображений и анализа зазоров, обеспечивает также контроль загрузки данных, позволяющий фильтровать структуру сборок.
- **Advanced Assemblies** позволяет управлять, использовать и анализировать цифровые модели для проведения всего процесса виртуального макетирования при создании особо сложных изделий.

**Solid Edge 2D drafting**, представленный компанией **UGS**, помогает компаниям экономить их средства. Используйте ли Вы широко распространенные средства 2D проектирования или специфические 2D конструкции, Вы получите пользу от использования **Solid Edge 2D drafting**. **Solid Edge 2D drafting** использует наработанные в течении 10 лет возможности, разработанные для **Solid Edge 3D**, и предлагает превосходные инструменты черчения, схематического изображения, аннотации и контроль размеров, который автоматически выполняются в соответствии с широким диапазоном чертежных стандартов - включая ГОСТ, ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS и UNI.

**Solid Edge 2D Drafting** включает широкий выбор инструментальных средств, разработанных для облегчения перехода пользователей **AutoCAD 2D** к **Solid Edge 3D**, в том числе мастер-процесс импорта, режим точного отображения импортированных файлов (соответствие шрифтов **AutoCAD** и цветовых схем) и много других возможностей, которые делают **Solid Edge 2D Drafting** неотразимым приложением для пользователей **AutoCAD 2D**, ищущих больше возможностей и производительности от их двухмерных мест автоматизированного проектирования.

**Solid Edge 3D** - система автоматизированного конструирования, которая предназначена для разработки сборочных узлов и геометрического моделирования отдельных деталей. **Solid Edge** предлагает средства для параметрического моделирования с использованием базовых операций в более широком аспекте, чем традиционные системы **CAD**, ориентированные на разработку отдельных деталей. Этот подход позволяет увеличить производительность и улучшить качество конструирования сборочных узлов. Обычно конструкторы разрабатывают узлы, состоящие из набора деталей, которые должны работать вместе в единой сборке. **Solid Edge** предлагает эффективные средства для решения задач, характерных для конструирования сборочных узлов. Эти специализированные средства позволяют учитывать взаимосвязи между деталями, отслеживать структуру сборки и организовать взаимодействие разработчиков сборочного узла.

**CATIA** - система автоматизированного проектирования (САПР) французской фирмы Dassault Systems. **CATIA V1** была анонсирована в 1981 году. В настоящий момент в мире используются две версии - V4 и V5, которые значительно отличаются между собой. **CATIA V4** была анонсирована в 1993 году и создавалась для Unix-подобных операционных систем, **CATIA V5** была анонсирована в 1998 году, и это первая из версий, которая может работать под управлением Microsoft Windows. По заверению **Dassault Systems**, **CATIA V5** была написана "с нуля" и воплотила в себе передовые технологии САПР конца XX века - начала XXI века.

В первое время **CATIA V5** не пользовалась особой популярностью на рынке и, чтобы стимулировать переход с V4 на V5, Dassault Systems выдвинула концепцию **PLM** (Product Lifecycle Management). Идея **PLM** оказалась удачной, и ее подхватила почти вся индустрия САПР.

В феврале 2008 года **Dassault Syst?mes** анонсировала новую версию системы - **CATIA V6**. **V6** будет поддерживать программы моделирования для всех инженерных дисциплин и коллективные бизнес-процессы на протяжении жизненного цикла изделия. Новая концепция фирмы получила название "**PLM 2.0 на платформе V6**". Суть концепции - трехмерное моделирование (3D) и коллективная работа в реальном времени. Для связи между людьми, находящимися в разных точках мира, предусмотрены средства простого подключения к Web.

По словам президента концерна Бернара Шарлеса (Bernard Charles), **PLM 2.0** - это новый подход, открывающий возможность использовать интеллектуальные плоды онлайн-взаимодействия. Каждый пользователь может придумывать, разрабатывать продукты и обмениваться информацией о них на универсальном 3D-языке. Пользователи смогут в наглядной форме оперировать одновременно виртуальными и реальными объектами. В **PLM**-решение V6 войдут системы **CATIA** для автоматизации проектирования, **ENOVIA** для управления инженерными данными и коллективной работы, **SIMULIA** для инженерного анализа и **DELMIA** для цифрового производства.

Решения **PLM V6** для малого и среднего бизнеса (**SMB**) разрабатываются израильским филиалом фирмы **Dassault Systems Israel (SMARTEAM)**. Основными конкурентами являются **NX (Unigraphics)** и **Pro/ENGINEER**.

**Pro/Engineer** - CAD система высокого уровня. Включает в себя все необходимые модули для твердотельного моделирования деталей и сборок и создания чертежной документации. Имеет встроенные возможности для проектирования сварных конструкций.

**SolidWorks** - продукт компании **SolidWorks Corporation**, система автоматизированного проектирования (САПР) в трех измерениях, работает под управлением Microsoft Windows. Разработана как альтернатива для двухмерных программ САПР. Приобрела популярность благодаря простому интерфейсу.

Программа появилась в 1993 году и составила конкуренцию таким продуктам как **AutoCAD** и **Autodesk Mechanical Desktop**, **SDRC I-DEAS** и **Pro/ENGINEER**, **Solid Edge**. Главная задача программы - предоставить пользователю мощь трехмерной САПР системы по цене системы двухмерного САПР.

**SolidWorks** распространяется в трех коммерческих и трех образовательных вариантах.

## Коммерческие:

- SolidWorks Mechanical,
- SolidWorks Office Professional,
- SolidWorks Office Premium.

## Образовательные:

- SolidWorks Student Design Kit,
- SolidWorks Education Edition,
- SolidWorks Student Edition.

Основной продукт **SolidWorks** включает инструменты для трехмерного моделирования, создания сборок, чертежей, работы с листовым металлом, сварными конструкциям и поверхностями произвольной формы. Присутствует возможность импортирования большого числа файлов 2D и 3D **CAD** программ. Имеется API для программирования в среде Visual Basic и C. Также включена программа для анализа методом конечных элементов начального уровня **CosmosXpress**.

**SolidWorks Office Professional**. Пакет включает в себя основной продукт и несколько расширений:

- Animator (создание AVI анимации модели в движении);
- Design Checker (проверка чертежных данных на соответствие стандартам);
- eDrawings Professional (добавляет возможность рецензирования к бесплатному eDrawings);
- FeatureWorks (добавляет возможность редактирования к импортированным элементам);
- PDMWorks Workgroup (PDM система);
- PhotoWorks (создание фотореалистичных изображений построенных объектов);
- Task Scheduler (планировщик для объемной печати, импорта/экспорта файлов, и создания eDrawings);
- Toolbox (коллекция крепежа и соединений);
- Utilities (поэлементное сравнение деталей);
- 3D Instant Website (Публикация файлов SolidWorks как HTML документ, используя eDrawings для просмотра).

**SolidWorks Office Premium**. Пакет представляет собой SolidWorks Office Professional с дополнительными инструментами:

- CosmosWorks Designer (анализ методом конечных элементов);
- CosmosMotion (анализ движения);
- Routing (для создания пути маршрута трубопровода, труб или электрических кабелей между компонентами);
- ScanTo3D (утилита для конвертирования данных, полученных с 3D-сканера, в модель);
- TolAnalyst (анализ состояния инструмента);
- CircuitWorks (проектирование печатных плат).

**SolidWorks Student Design Kit** - это ограниченная по времени использования версия SolidWorks Education Edition. Не включает всех функций.

**SolidWorks Education Edition** - лицензированная версия **SolidWorks**. Разработана для обучения в начальных, средних, высших школах, профессионально-технических школах, колледжах и университетах. Включает в себя **CosmosXpress**. Образовательный выпуск всегда на версию младше профессионального, что делает неплохим началом для обучения **solidworks**.

**SolidWorks Student Edition** - разработан для индивидуального использования за пределами классных комнат. Включает все функции **SolidWorks Education Edition**.

**ArchiCAD** - графический программный пакет САПР для архитекторов, созданный фирмой **Graphisoft** (Будапешт, Венгрия). Предназначен для проектирования архитектурно-строительных конструкций и решений, а также элементов ландшафта, мебели и т. п.

При работе в пакете используется концепция виртуального здания. Суть ее состоит в том, что проект **ArchiCAD** представляет собой выполненную в натуральную величину объемную модель реального здания, существующую в памяти компьютера. Для ее выполнения проектировщик на начальных этапах работы с проектом фактически "строит" здание, используя при этом инструменты, имеющие свои полные аналоги в реальности: стены, перекрытия, окна, лестницы, разнообразные объекты и т. д. После завершения работ над "виртуальным зданием", проектировщик получает возможность извлекать разнообразную информацию о спроектированном объекте: поэтажные планы, фасады, разрезы, экспликации, спецификации, презентационные материалы и пр.

Delcam.

Семейство программ компании **Delcam** охватывает все этапы производственного цикла. Оно сочетает в себе функциональность с новейшими технологиями в области пользовательского интерфейса. В результате резкое сокращение этапа проектирования и подготовки производства. Каждый продукт Delcam сфокусирован на специфическом аспекте конструирования, производства и контроля сложных изделий и является самым оптимальным решением в своей области применения.

**Delcam PowerSHAPE** - современный гибридный моделировщик с твердотельным и поверхностным моделированием. Твердотельное моделирование - это легкие и быстрые операции объединения, вычитания и пересечения. Поверхностное моделирование - это неограниченная сложность пространственных элементов и уникальные возможности редактирования.

**Delcam PowerMILL** - пакет для подготовки высокоэффективных управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ. Он позволяет повысить производительность станков и, одновременно с этим, достичь наивысшего качества при изготовлении деталей и оснастки.

**Delcam PowerINSPECT** - система контроля точности с помощью 3-координатных контрольно-измерительных машин и манипуляторов. Сочетая преимущества широкого спектра возможностей и простоты в использовании, он позволяет контролировать сложные детали методом сравнения их с исходными компьютерными моделями, созданными в CAD-системе.

**Delcam CopyCAD** - это программный продукт для "обратного проектирования". Используя данные с координатно-измерительных машин, дигитайзеров или лазерных

сканеров, он позволяет генерировать поверхности, которые могут быть переданы в большинство систем моделирования или другие программы **Delcam**.

**Delcam ArtCAM** - это программный пакет для пространственного моделирования/механообработки, который позволяет автоматически генерировать пространственные модели из плоского рисунка и получать по ним изделия на станках с ЧПУ. **ArtCAM** предлагает мощный, легкий в использовании набор средств моделирования, который предоставляет дизайнеру свободу при создании сложных пространственных рельефов.

**Delcam Exchange** - система, которая обеспечивает интерфейс программ компании **Delcam** с другими системами моделирования.

**Delcam PS-Team** - система взаимодействия между предприятиями, сфокусированная на обеспечении взаимодействия через Интернет между подразделениями предприятия. **PS-Team** позволяет быстро организовать рабочую группу и обеспечить взаимодействие между подразделениями вне зависимости от того, насколько далеко они расположены друг от друга.

**Delcam FeatureCAM** - система подготовки управляющих программ, основанная на автоматическом распознавании типовых элементов. Технология автоматического распознавания элементов обработки стала чрезвычайно популярной среди заказчиков малого и среднего бизнеса, позволяя сделать разработку программ для станков с ЧПУ настолько быстрой и простой, насколько это возможно.

**Delcam PartMaker** - программный комплекс для автоматизированной разработки управляющих программ. Наряду с подготовкой УП для традиционной группы металлообрабатывающих станков (токарных, фрезерных и электроэрозионных), **PartMaker** позволяет разрабатывать программы для станков-автоматов продольного точения (**SwissType**) и многоцелевых токарно-фрезерных центров.

**Delcam Crispin** - полноценное решение для моделирования и дизайна обуви (**ShoeDesign**), а также решение для введения в производство (**TechPac**). **Delcam Crispin** - это CAD система, состоящая из нескольких модулей. Отдельная линейка программных продуктов **Crispin Systems Orthopaedic** - CAD/CAM решения в области ортопедии.

**Delcam DentCAD** - специализированная система трехмерного моделирования зубных мостов и коронок. Система **DentCAD** была разработана специально для стоматологов, в ней используется соответствующая терминология и удобный интуитивный интерфейс.

**Delcam DentMILL** - специализированная система разработки управляющих программ для фрезерования зубных коронок и мостов на станках с ЧПУ.

В **DentMILL** пользователь получает высокоэффективные и надежные траектории быстро и легко. Эта программа, также как и **DentCAD**, ориентирована на неопытных пользователей САМ-систем.

## Заключение

Подводя итоги, прежде всего, хочется выделить положительные тенденции на рынке САПР. Это и сдвиги в борьбе с пиратством, и развитие комплексной автоматизации, и увеличение спроса на системы САПР. Однако целый ряд задач еще не решен, и из них

самая серьезная - дефицит квалифицированных кадров. Впрочем, эта проблема характерна не только для отрасли **САПР**, но и для всего рынка ИТ в целом. Если не уделить ей должного внимания, нехватка специалистов может серьезно затормозить развитие этой области.

<http://www.cad.dp.ua>