

# ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) В МАШИНОСТРОЕНИИ

Система автоматизированного проектирования (САПР) – сложный комплекс средств, предназначенный для автоматизации проектирования.

Согласно принятым в 1980-х годах стандартам, САПР – это не просто некая программа, установленная на компьютере, это информационный комплекс, состоящий из аппаратного обеспечения (компьютера), программного обеспечения, описания способов и методов работы с системой, правил хранения данных и многого другого.

Однако, с приходом на отечественный рынок иностранных систем, широкое распространение получили аббревиатуры CAD (Computer Aided Design), которую можно перевести, как проектирование с применением компьютера, и CAD-system, которую можно перевести, как система для проектирования с помощью компьютера.

В настоящее время в среде специалистов по САПР многие термины утратили свой первоначальный смысл, а термин САПР теперь обозначает программу для автоматизированного проектирования. Другими словами, то, что раньше называлось ПО САПР или CAD-системой, теперь принято называть системой автоматизированного проектирования (САПР). Также можно встретить названия CAD-система, КАД-система, система САПР и многие другие, но все они обозначают одно – некую программу для автоматизированного проектирования.

На современном рынке существует большое количество САПР, которые решают разные задачи. В данном обзоре мы рассмотрим основные системы автоматизированного проектирования в области машиностроения.

## **Базовые и легкие САПР**

Легкие системы САПР предназначены для 2D-проектирования и черчения, а также для создания отдельных трехмерных моделей без возможности работы со сборочными единицами.

Безусловный лидер среди базовых САПР – AutoCAD.

## AutoCAD

AutoCAD — это базовая САПР, разрабатываемая и поставляемая компанией Autodesk. AutoCAD – самая распространенная САД-система в мире, позволяющая проектировать как в двумерной, так и трехмерной среде. С помощью AutoCAD можно строить 3D-модели, создавать и оформлять чертежи и многое другое. [AutoCAD](#) является платформенной САПР, т.е. эта система не имеет четкой ориентации на определенную проектную область, в ней можно выполнять хоть строительные, хоть машиностроительные проекты, работать с изысканиями, электрикой и многим другим.

Система автоматизированного проектирования AutoCAD обладает следующими отличительными особенностями:

- Стандарт “де факто” в мире САПР
- Широкие возможности настройки и адаптации
- Средства создания приложений на встроенных языках (AutoLISP и пр.) и с применением API
- Обилие программ сторонних разработчиков.

Кроме того, Autodesk разрабатывает вертикальные версии AutoCAD - AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical и другие, которые предназначены для специалистов соответствующей направленности.

## Bricscad

В настоящее время на рынке появился целый ряд систем, которые позиционируются, как альтернатива AutoCAD. Среди них можно отдельно отметить Bricscad от компании Bricsys, которая очень активно развивается, поддерживает напрямую формат DWG и имеет целый ряд отличий, включая инструменты прямого вариационного моделирования, поддержку BIM-технологий.

## САПР среднего уровня

Средние системы САПР — это программы для 3D-моделирования изделий, проведения расчетов, автоматизации проектирования электрических, гидравлических и прочих вспомогательных систем. Данные в таких системах могут храниться как в

обычной файловой системе, так и в единой среде электронного документооборота и управления данными (PDM- и PLM-системах). Часто в системах среднего класса присутствуют программы для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (САМ-системы) и другие программы для технологического проектирования.

САПР среднего уровня – самые популярные системы на рынке. Они удачно сочетают в себе соотношение “цена/функциональность”, способны решить подавляющее число проектных задач и удовлетворить потребности большей части клиентов.

## **Autodesk Inventor**

Профессиональный комплекс для трехмерного проектирования промышленных изделий и выпуска документации. Разработчик – компания Autodesk.

Среди особенностей Inventor стоит отметить:

- Продвинутое инструменты трехмерного моделирования, включая работу со свободными формами и технологию прямого редактирования
- Поддержку прямого импорта геометрии из других САПР с сохранением ассоциативной связи (технология AnyCAD)
- Тесную интеграцию с программами Autodesk - AutoCAD, 3ds Max, Alias, Revit, Navisworks и другими, что позволяет использовать Inventor для решения задач в разных областях, включая дизайн, архитектурно-строительное проектирование и пр.
- Поддержку отечественных стандартов при проведении расчетов, моделировании и оформлении документации
- Обширные библиотеки стандартных и часто используемых элементов
- Обилие мастеров проектирования типовых узлов и конструкций (болтовые соединения, зубчатые и ременные передачи, проектирование валов и колес и многое другое)
- Широкие возможности параметризации деталей и сборок, в том числе управление составом изделия
- Встроенную среду создания правил проектирования iLogic.

Для эффективного управления процессом разработки изделий, управления инженерными данными и организации коллективной работы над проектами, Autodesk Inventor может быть интегрирован с PLM-системой Autodesk Vault и схожими системами других разработчиков.

## **SolidWorks**

Трёхмерный программный комплекс для автоматизации конструкторских работ промышленного предприятия. Разработчик – компания Dassault Systemes.

Черты системы, выгодно отличающие ее от других CAD-систем:

- Продуманный интерфейс пользователя, ставший образцом для подражания
- Обилие надстроек для решения узкоспециализированных задач
- Ориентация как на конструкторскую, так и на технологическую подготовку производства
- Библиотеки стандартных элементов
- Распознавание и параметризация импортированной геометрии
- Интеграция с системой SolidWorks PDM

## **SolidEdge**

Система трёхмерного моделирования машиностроительных изделий, которую разрабатывает Siemens PLM Software.

Среди преимуществ системы можно выделить:

- Комбинацию технологий параметрического моделирования на основе конструктивных элементов и дерева построения с технологией прямого моделирования в рамках одной модели
- Расчетные среды, включая технологию генеративного дизайна
- Поддержку ЕСКД при оформлении документации
- Расширенные возможности проектирование литых деталей и оснастки для их изготовления
- Встроенный модуль автоматизированного создания схем и диаграмм
- Тесную интеграцию с Microsoft SharePoint и PLM-системой Teamcenter для совместной работы и управления данными

## **Компас-3D**

Компас-3D – это система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в областях машиностроения, приборостроения и строительства. Разработчик – компания Аскон (Россия).

Преимущества системы Компас-3D:

- Простой и понятный интерфейс
- Использование трехмерного ядра собственной разработки (С3D)
- Полная поддержка ГОСТ и ЕСКД при проектировании и оформлении документации
- Большой набор надстроек для проектирования отдельных разделов проекта
- Гибкий подход к оснащению рабочих мест проектировщиков, что позволяет сэкономить при покупке

- Возможность интеграции с системой автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ и другими системами единого комплекса.

## **T-FLEX**

Отечественная САПР среднего уровня, построенная на основе лицензионного трехмерного ядра Parasolid. Разработчик системы – компания ТопСистемы (Россия).

Отличительные черты системы:

- Мощнейшие инструменты параметризации деталей и сборок
- Продвинутое средства моделирования
- Простой механизм создания приложений без использования программирования
- Интеграция с другими программами комплекса T-FLEX PLM
- Инструменты расчета и оптимизации конструкций.

## **“Тяжелые” САПР**

Тяжелые САПР предназначены для работы со сложными изделиями (большие сборки в авиастроении, кораблестроении и пр.) Функционально они делают все тоже самое, что и средние системы, но в них заложена совершенно другая архитектура и алгоритмы работы.

## **PTC Creo**

Система 2D и 3D параметрического проектирования сложных изделий от компании PTC. САПР PTC Creo широко используется в самых разных областях проектирования.

Выгодные отличия системы от конкурирующих решений:

- Эффективная работа с большими и очень большими сборками
- Моделирование на основе истории и инструменты прямого моделирования
- Работа со сложными поверхностями
- Возможность масштабирования функциональности системы в зависимости от потребностей пользователя
- Разные представления единой, централизованной модели, разрабатываемой в системе
- Тесная интеграция с PLM-системой PTC Windchill.

## **NX**

NX – флагманская система САПР производства компании Siemens PLM Software, которая используется для разработки сложных изделий, включающих элементы со сложной формой и плотной компоновкой большого количества составных частей.

Ключевые особенности NX:

- Поддержка разных операционных систем, включая UNIX, Linux, Mac OS X и Windows
- Одновременная работа большого числа пользователей в рамках одного проекта
- Полнофункциональное решение для моделирования
- Продвинутое инструменты промышленного дизайна (свободные формы, параметрические поверхности, динамический рендеринг)
- Инструменты моделирования поведения мехатронных систем
- Глубокая интеграция с PLM-системой Teamcenter.

## **CATIA**

Система автоматизированного проектирования от компании Dassault Systemes, ориентированная на проектирование сложных комплексных изделий, в первую очередь, в области авиастроения и кораблестроения.

Отличительные особенности:

- Стандарт “де факто” в авиастроении
- Ориентация на работу с моделями сложных форм
- Глубокая интеграция с расчетными и технологическими системами
- Возможности для коллективной работы тысяч пользователей над одним проектом
- Поддержка междисциплинарной разработки систем.

## **Облачные САПР**

В последнее время активно начали развиваться “облачные” САПР, которые работают в виртуальной вычислительной среде, а не на локальном компьютере. Доступ к этим САПР осуществляется либо через специальное приложение, либо через обычный браузер. Неоспоримое преимущество таких систем – возможность их использования на слабых компьютерах, так как вся работа происходит в “облаке”.

Облачные САПР активно развиваются, и если несколько лет назад их можно было отнести к легким САПР, то теперь они прочно обосновались в категории средних САПР.

## **Fusion 360**

САПР Fusion 360 ориентирована на решение широкого круга задач, начиная от простого моделирования и заканчивая проведением сложных расчетов. Разработчик системы – компания Autodesk.

Особенности Fusion 360:

- Продвинутый интерфейс пользователя



- Сочетание разных методов моделирования
- Продвинутое инструменты работы со сборками
- Возможность работы в онлайн и оффлайн режимах (при наличии и отсутствии постоянного подключения к сети Интернет)
- Доступная стоимость приобретения и содержания
- Расчеты, оптимизация, визуализация моделей
- Встроенная САМ-система
- Возможности прямого вывода моделей на 3D-печать.

## **Onshape**

Полностью “облачная” САПР Onshape разрабатывается компанией Onshape.

На что стоит обратить внимание при выборе Onshape:

- Доступ к программе через браузер или мобильные приложения
- Работа только в режиме онлайн
- Узкая направленность на машиностроительное проектирование
- Полный набор функций для моделирования изделий машиностроения
- Контроль версий создаваемых проектов
- Поддержка языка FeatureScript для создания собственных приложений на основе Onshape.

## **Заключение**

В настоящее время на рынке присутствуют самые разные современные САД системы, которые отличаются между собой как по функциональности, так и по стоимости. Выбрать подходящую систему автоматизированного проектирования среди многих САД – непростая задача. При принятии решения необходимо ориентироваться на потребности предприятия, задачи, которые стоят перед пользователями, стоимость приобретения и содержания системы и многие другие факторы.