

01, январь 2016

УДК 004.896.5

Понятие и развитие систем автоматизированного проектирования

*Червинская А.В., бакалавр
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технология приборостроения»*

*Научный руководитель: Руденко Н.Р., к.т.н, доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
кафедра «Технология приборостроения»
k_rl6@bmstu.ru*

Система автоматизированного проектирования, САПР, САД - 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. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР (система автоматизации проектных работ). Такая расшифровка точнее соответствует аббревиатуре. Для перевода САПР на английский язык зачастую используется аббревиатура САД (англ. computer-aided design), подразумевающая использование компьютерных технологий в проектировании. Понятие САД не является полным эквивалентом САПР, как организационно-технической системы. Термин САПР на английский язык может также переводиться как САД system, automated design system, САЕ system.

САПР - это не системы автоматического проектирования. Понятие «автоматический» подразумевает самостоятельную работу системы без участия человека. В САПР часть функций выполняет человек, а автоматическими являются только отдельные проектные операции и процедуры.

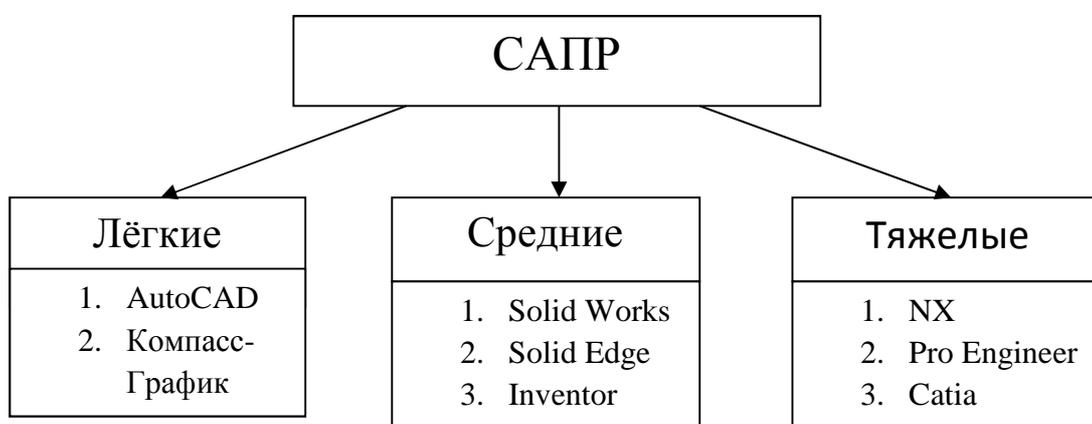
Цели создания и задачи САПР, в рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства. Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;

Достижение этих целей обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;

Основы систем автоматизированного проектирования, классификация САПР: прошло то время, когда инженеры реализовывали свои идеи с помощью кульмана и карандаша. Сейчас конструктора и технологи (а также архитекторы, исследователи, программисты и т.д.) повсеместно применяют системы автоматизированного проектирования (или САПР). Все САПР можно условно разделить на 3 категории показываемые на рисунке.



Классификация САПР:

- Легкие (AutoCAD, Компас-График)
- Средние (Solid Works, Solid Edge, Компас-3D)
- Тяжелые (CATIA, Pro/ENGINEER, NX)

Рассмотрим виды САПР более подробно. Легкие САПР применяют, в основном, вместо кульмана. Можно сказать, что 2D черчение на компьютере легче, чем за кульманом, ведь программы настроены специальным образом так, чтобы чертить было

максимально легко и комфортно. Здесь не нужно следить за качеством графики, все рисует компьютер. Можно без проблем выполнять чертежи любой сложности и размеров (что немаловажно, когда выполняешь сборки формата А1 и А0). Эти САПР используются для 3D моделирования и построения чертежей по 3D моделям. Естественно, увидев 3D модель двигателя вы поймете намного больше, чем по чертежу также как и то, что деталь выполненная станком с ЧПУ по 3D модели будет точнее, чем рабочим по 2D чертежу.

ГОСТ 23501.108-85 устанавливает следующие признаки классификации САПР:

- тип/разновидность и сложность объекта проектирования
- уровень и комплексность автоматизации проектирования
- характер и количество выпускаемых документов
- количество уровней в структуре технического обеспечения

По целевому назначению различают САПР или подсистемы САПР, которые обеспечивают различные аспекты проектирования.

CAD (англ. computer-aided design/drafting) — средства автоматизированного проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства САПР, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации.

CADD (англ. computer-aided design and drafting) — проектирование и создание чертежей.

CAE (англ. computer-aided engineering) — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.

CAM (англ. computer-aided manufacturing) — средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем).

CAPP (англ. computer-aided process planning) — средства автоматизации планирования технологических процессов применяемые на стыке систем CAD и CAM. Многие системы автоматизированного проектирования совмещают в себе решение задач относящихся к различным аспектам проектирования CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM.

Основные определения процесса проектирования. Проектирование - это процесс моделирования инженерной конструкции или технологического процесса, позволяющий провести некую техническую идею до её инженерной модели. Результатом этого процесса

является проект, который представляет из себя графическую часть (чертежи, схемы) и пояснительную записку (описание назначения изделия, технические характеристики и т.д.).

Алгоритм проектирования - совокупность предписаний, необходимых для выполнения проектирования. Алгоритм проектирования может быть общим (для определенного класса объектов) и специальным (для одного объекта). Под выполнением проектирования понимается нахождение результата проектирования.

Результат проектирования - проектное решение (совокупность проектных решений), удовлетворяющее заданным требованиям, необходимое для создания объекта проектирования. В заданные требования должны быть включены требования к форме представления проектного решения.

Проектное решение - промежуточное или конечное описание объекта проектирования, необходимое и достаточное для рассмотрения и определения дальнейшего направления или окончания проектирования.

Цель процесса проектирования состоит, прежде всего, в том, чтобы на основе исходной информации, получаемой в процессе проектирования, разработать техническую документацию для изготовления объекта проектирования. Проектирование включает в себя разработку технического задания (ТЗ), отражающего потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации. Под проектной операцией понимают элементарное действие, совершаемое конструктором в процессе проектирования. Примерами проектных операций - расчет припусков, решение какого-либо уравнения и т.п. Согласно стандарту выделяют следующие стадии проектирования:

Предпроектное исследование (выполняет заказчик). Здесь выполняется анализ потребностей внешней среды (ВС) в новом изделии, также ведется поиск возможного аналога, т.е. может быть сделан вывод о необходимости модернизации существующего изделия. Результатом является документ ИТ (исходные требования), в котором отражается информация о наличии и характеристиках изделия.

Разработка технического задания (ТЗ). Вообще ТЗ также должен разрабатывать заказчик на основе собственных ИТ. ТЗ содержит основные характеристики изделия: габариты, вес, энергопотребление. В составе ТЗ производится уточнение структур, функций, режимов работы будущего изделия, описываются требования к дизайну, экономическим показателям.

Эскизное проектирование (ЭП). Здесь моделируются отдельные принципиальные узлы будущего изделия, отрабатываются математические модели поведения.

Анализируется и доказывается реальная возможность создания будущего изделия. Проводятся многовариантные испытания, часто строятся физические модели. Результатом стадии ЭП являются уточненные технико-экономические характеристики будущего изделия, принципиальный состав узлов, детализованные проработки важнейших составных частей (схемы, чертежи), ПЗ, возможно макеты.

Техническое проектирование (ТП). Здесь прорабатываются полностью все компоненты изделия: дизайн корпуса, разрабатываются все части проекта. ТП содержит результаты полной параметрической оптимизации, все чертежи, схемы узлов, полное описание функционирования изделия, описание режимов работы. Результат, как правило, опытный образец изделия. Принимается решение заказчиком о возможности передачи в серийное производство. При положительном решении заказчика начинается разработка рабочего проекта (РП).

Рабочее проектирование (РП). Рабочий проект - полный комплекс документов для промышленного выпуска (массовый выпуск изделия).

Подходы к конструированию на основе компьютерных технологий, можно выделить два подхода к конструированию на основе компьютерных технологий. Первый подход - 2D-модели - и использовании компьютера как электронного кульмана, позволяющего значительно ускорить процесс конструирования и улучшить качество оформления конструкторской документации. Так, с помощью вычислительной техники облегчаются: оформление конструкторских документов (электрических и других принципиальных, функциональных схем, пультов и т.д.); разработка текстовых документов (спецификаций, перечней элементов и др.).

Второй подход - 3D-модель изделия, которая является более наглядным способом представления оригинала и более мощным и удобным инструментом для решения геометрических задач.

Обзор современных систем автоматизированного проектирования:

Крупнейшим в мире поставщиком программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства, машиностроения, рынка средств информации является компания Autodesk, Inc. Начиная с 1982 года компанией Autodesk был разработан широкий спектр решений для архитекторов, инженеров, конструкторов, позволяющих им создавать цифровые модели. Технологии Autodesk используются для визуализации, моделирования и анализа поведения разрабатываемых конструкций на ранних стадиях проектирования и позволяют не просто увидеть модель на экране, но и испытать её.

- В России и странах СНГ наиболее широко распространен программный пакет **AutoCAD**. Разработанный Autodesk более 20 лет назад, он долгое время отвечал самым взыскательным требованиям проектировщиков. Но на сегодняшний день, обладая богатым инструментарием и возможностями адаптации к требованиям пользователя, он уже не удовлетворяет потребностям большинства проектировщиков.

- В связи с описанной выше ситуацией фирма Autodesk продолжила развитие линейки продуктов, выпустив приложение для архитектурно-строительного проектирования **Autodesk Architectural Desktop**. Программа ориентирована на профессиональных архитекторов и специалистов в области промышленного и гражданского строительства.

- Дальнейшим развитием Autodesk Architectural Desktop является программа **Autodesk Building Systems** предназначенная для проектирования внутренних инженерных сетей. Обладая всеми средствами **AutoCAD** и Autodesk Architectural Desktop, она является мощным инструментом.

- Российская фирма Еврософт **ArCon «Архитектура и дизайн»** - программный продукт для архитекторов, дизайнеров, специалистов в области недвижимости, предназначенный для профессионального проектирования и оформления домов, квартир, внутренней обстановки.

- **CADdy** (немецкая фирма ZIEGLER-Informatics) по функциональным возможностям занимает промежуточное положение между системами низкого и высокого уровней. Предназначена для решения комплексных интегрированных технологий от стадии проектирования до стадии производства.

- Система **CATIA** (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) - одна из самых распространенных САПР высокого уровня. Это комплексная система автоматизированного проектирования (CAD), технологической подготовки производства (CAM) и инженерного анализа (CAE), включающая в себя передовой инструментарий 3D моделирования, подсистемы программной имитации сложных технологических процессов, развитые средства анализа и единую базу данных текстовой и графической информации.

- Система **T-FLEX CAD 11** - новое эффективное средство для комфортной работы конструктора. Включает в себя средства 2D-черчения, 3D-проектирования, модули конечно-элементного и динамического анализа. В новой версии САПР T-FLEX CAD реализовано более 200 усовершенствований,

предлагающих пользователю целый набор инструментов, недоступных в других программах сходного назначения.

- **Pro/ENGINEER** - является САПР верхнего уровня и охватывает все сферы проектирования, технологической подготовки производства и изготовления изделия. Широкий диапазон возможностей аппарата трехмерного моделирования, высокое качество получаемого результата и устойчивость его к последующим изменениям сделали Pro/ENGINEER одним из лидеров CAD/CAM/CAE систем, а наличие прямого доступа в систему поддержки жизненного цикла изделия Windchill PDMLink переводит Pro/ENGINEER в разряд PLM-систем.

- **TurboCAD** - новейшее универсальное приложение для профессионального проектирования в формате CAD. Совмещенное 2D и 3D редактирование способно удовлетворить самых взыскательных пользователей. Полная мощь промышленного стандарта ACIS совмещается с поверхностным моделированием. TurboCAD Professional поддерживает двадцать пять самых распространенных форматов файлов, таких как AutoCADDWG/DXF, MicroStation DGN, IGEN, 3DS, STL и прочее. Имеется возможность экспортировать Ваши проекты в MTX, HTML, JPG.

- **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 трёхмерного проектирования.

- Компания АСКОН объявляет о выходе новой версии системы автоматизированного проектирования для строительства **КОМПАС-СПДС V12**. В ее состав включены новые приложения и базы строительных элементов, скорость работы с насыщенными чертежами возросла в 10 раз. КОМПАС-СПДС - специализированный программный продукт для проектирования в сфере промышленного и гражданского строительства. Он предназначен для создания рабочей документации: чертежей, схем, расчетно-пояснительных записок. Инструменты системы четко ориентированы на нормативы, регламентирующие оформление строительных чертежей. КОМПАС-СПДС прост в освоении и помогает повысить качество выпускаемой документации, избежав при этом значительных затрат.

- **SolidWorks** - продукт компании SolidWorks Corporation, система автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий любой сложности и назначения. Она представляет собой инструментальную среду, предназначенную для автоматизации проектирования сложных изделий в машиностроении и в других областях промышленности.

- **ANSYS** - универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа, существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет, является довольно популярной у специалистов в области компьютерного инжиниринга и КЭ решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций. Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа <проектирование - изготовление - испытания>.

Итак, по перечню указанных выше программ можно видеть, что направление в инженерной отрасли, а именно той части, которая относится к архитектуре строительству развивается очень динамично. В этой статье не рассмотрены многочисленные программы по организации строительного производства, планированию работ, электрических расчетов, программ оптимизации транспортных задач, геодезических расчетов, и многое другое. Они представлены на российском рынке как иностранными, так и отечественными производителями и решают широкий круг задач в своих областях.

Перспективой развития САПР, является тесная интеграция с программами смежных направлений. Суть этого процесса заключается, например, во взаимосвязи между чертежными и расчетными программами. Если после проектирования здания необходимо рассчитать смету, передать данные в бухгалтерскую программу или произвести расчет каких-либо конструкций, программы должны быть взаимосвязаны.

Список литературы

- [1] Фаронов В. Delphi 6. СПб.: Питер, 2002. 569 с.
- [2] Ишкова Э. С ++ начала программирования. М.: Бином, 2001. 578 с.
- [3] Боровков А.И. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор - учебное пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 193 с.
- [4] А.Г. Иванов Объектно-ориентированные системы: состояние и перспективы. Аналитический обзор по материалам фирмы OVUM. Обзор подготовил. Режим доступа: www.math.rsu.ru/smalltalk/obzornew.ru.html (дата обращения 02.06.2015).

- [5] Патрикеев Ю.Н. Объектно-ориентированное программирование на Borland C++. Режим доступа: www.object.newmail.ru/obj0.html (дата обращения 02.06.2015).
- [6] Легалов А. Итоги экспансии объектно-ориентированной парадигмы. Режим Доступа: www.softcraft.ru/paradigm/process/pr01.shtml (дата обращения 02.06.2015).