



## **ЦИКЛИЧЕСКАЯ СХЕМА РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

- анализ спроса на продукцию, формирование портфеля договоров
- планирование производства и его ресурсов
- подготовка производства, разработка новых или модификация текущих изделий
- обеспечение процесса основного производства (снабжение)
- производство изделий или услуг
- реализация продукции и расчеты с заказчиками
- государственная отчетность
- анализ производственного цикла, определение реальной себестоимости
- управление сервисным обслуживанием
- распределение прибыли, возврат кредитов и займов
- вложение средства в следующие проекты

## конструкторские САПР (САД – системы)

**Система автоматизированного проектирования** — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура **САПР**.

Создавалась после окончания Второй мировой войны научно-исследовательскими организациями ВПК США для применения в аппаратно-программном комплексе управления силами и средствами континентальной противовоздушной обороны, — первая такая система была создана американцами в 1947 году. Первая советская система автоматизированного проектирования была разработана в конце 1980. рабочей группой Челябинского политехнического института, под руководством профессора Кошкина А.А.

***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 трудоемкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

## Достижение этих целей обеспечивается путём:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

## **По назначению подсистемы САПР разделяют на два вида: проектирующие и обслуживающие.**

- *Обслуживающие подсистемы* — объектно-независимые подсистемы, реализующие функции, общие для подсистем или САПР в целом: обеспечивают функционирование проектирующих подсистем, оформление, передачу и вывод данных, сопровождение программного обеспечения и т. п., их совокупность называют системной средой (или оболочкой) САПР.
- *Проектирующие подсистемы* — объектно-ориентированные подсистемы, реализующие определенный этап проектирования или группу связанных проектных задач. В зависимости от отношения к объекту проектирования, делятся на:
  - *Объектные* — выполняющие проектные процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов проектирования.
  - *Инвариантные* — выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования.

Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.

Типичными обслуживающими подсистемами являются:

- подсистемы управления проектными данными
- обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР
- подсистемы графического ввода-вывода
- Система управления базами данных (СУБД).

Каждая подсистема, в свою очередь, состоит из компонентов, обеспечивающих функционирование подсистемы.

*Компонент* выполняет определенную функцию в подсистеме и представляет собой наименьший (неделимый) самостоятельно разрабатываемый или покупной элемент САПР (программа, файл модели транзистора, графический дисплей, инструкция и т. п.).

Совокупность однотипных компонентов образует *средство обеспечения САПР*.

Выделяют следующие виды обеспечения САПР:

- Техническое обеспечение (ТО) — совокупность связанных и взаимодействующих технических средств (ЭВМ, периферийные устройства, линии связи, измерительные средства).
- Математическое обеспечение (МО), объединяющее математические методы, модели и алгоритмы, используемые для решения задач автоматизированного проектирования. По назначению и способам реализации делят на две части:
  - математические методы и построенные на них математические модели; формализованное описание технологии автоматизированного проектирования.
- Программное обеспечение (ПО). Подразделяется на *общесистемное* и *прикладное*:
  - Прикладное ПО* реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Включает пакеты прикладных программ, предназначенные для обслуживания определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов (модуль проектирования трубопроводов, пакет схемотехнического моделирования, геометрический решатель САПР).
  - Общесистемное ПО* предназначено для управления компонентами *технического обеспечения* и обеспечения функционирования *прикладных программ*. Примером компонента *общесистемного ПО* является операционная система.



- *Информационное обеспечение* (ИО) — совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования. Состоит из описания стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, комплектующих изделий и их моделей, правил и норм проектирования. Основная часть ИО САПР — базы данных .
- *Лингвистическое обеспечение* (ЛО) — совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, а также для осуществления диалога "проектировщик — ЭВМ" и обмена данными между техническими средствами САПР. Включает термины, определения, правила формализации естественного языка, методы сжатия и развертывания.  
В лингвистическом обеспечении выделяют класс различного типа языков проектирования и моделирования ([VHDL](#), [VERILOG](#), [UML](#), [GPSS](#)).
- *Методическое обеспечение* (МетО) — описание технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов. Включает в себя теорию процессов, происходящих в проектируемых объектах, методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования. Иногда к МетО относят также *МО* и *ЛО*.
- *Организационное обеспечение* (ОО) — совокупность документов, определяющих состав проектной организации, связь между подразделениями, организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования... В ОО входят штатные

# Классификация САПР ГОСТ 23501.108-85



## **КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ОТРАСЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ**

*MCAD* — автоматизированное проектирование механических устройств. Это машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроении, судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления, включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования ([SolidWorks](#), [Autodesk Inventor](#), [КОМПАС](#), [CATIA](#));



### ИЗМЕНЯЯ МИР

CATIA® — ведущее программное обеспечение для 3D-проектирования и дизайна в системах САПР. Оно предназначено для производственных предприятий всех уровней, от производителей до поставщиков ПО для автоматизированного 3D-проектирования



### ВООДУШЕВЛЯЮЩИЕ ИННОВАЦИИ

SOLIDWORKS® лидирует на мировом рынке 3D-САПР. Эти простые в использовании 3D-решения помогают проектировщикам воплощать в жизнь инновации.

➤ ПО для 3D-проектирования



### КОЛЛЕКТИВНЫЕ ИННОВАЦИИ

Благодаря платформе 3DEXPERIENCE, ENOVIA® помогает новаторам пользоваться всеми преимуществами совместной работы.

➤ Инновационное ПО для совместного



### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ, ПРИРОДЫ И ЖИЗНИ

SIMULIA® устанавливает новые стандарты, интегрируя ПО для реалистичного моделирования и анализа методом конечных элементов в бизнес-процессы и моделирования методом конечных элементов и



### ВИРТУАЛЬНАЯ ПЛАНЕТА

GEOVIA® — ведущее решение для моделирования и анализа параметров планеты, позволяющее повысить прогнозируемость, эффективность, безопасность и устойчивый характер использования природных ресурсов методом конечных элементов и



### ДАННЫЕ В БИЗНЕСЕ

EXALEAD® — ведущая платформа для поиска и поисковых приложений. Более 250 компаний и 100 млн пользователей по всему миру выбрали платформу EXALEAD CloudView, ПО для управления информацией, поиска данных и семантического

Концепция SolidWorks

Машиностроение

Радиоэлектроника и оптоэлектроника    Электротехника

Мехатроника

Инструментальное производство

Оборонно-промышленный комплекс    Мебельная промышленность

Эргономика

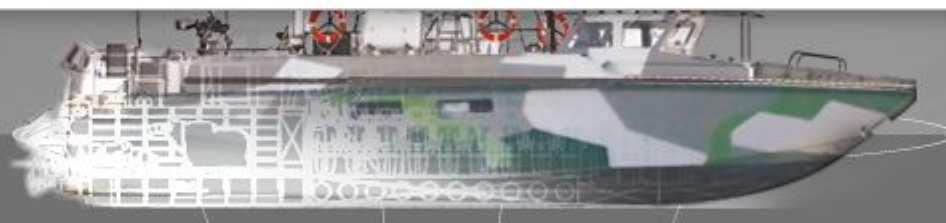
Промышленные объекты

Промышленный дизайн

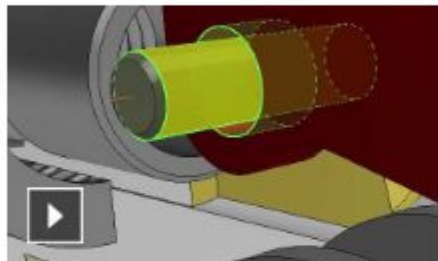
Секторальный форум  
**SolidWorks в России**

13 октября 2016

Большой зал Российской академии наук



## Проектирование и моделирование изделий



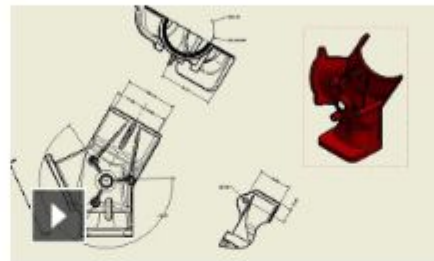
### Параметрическое моделирование (улучшено)

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Сосредоточьтесь на работе, а не интерфейсе.  
(видеоролик: 3:18 мин)



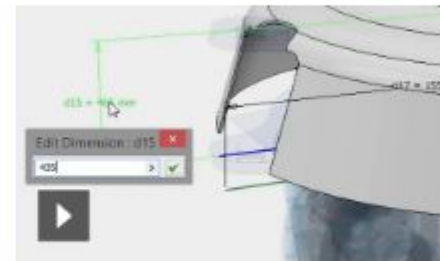
### Моделирование сборки

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Краткое пошаговое руководство по сведению воедино всех элементов. (видеоролик: 2:41 мин)



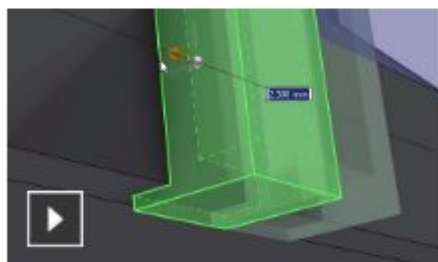
### Создание чертежей

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Быстрое создание понятных и подробных чертежей. (видеоролик: 2:51 мин)



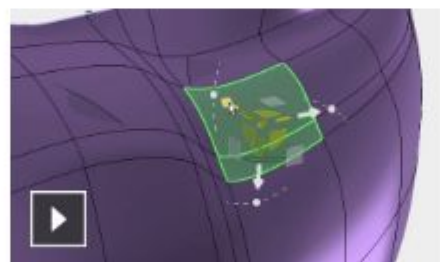
### Гибкое моделирование

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Использование произвольной формы, а также прямого или параметрического моделирования. (видеоролик: 2:06 мин)



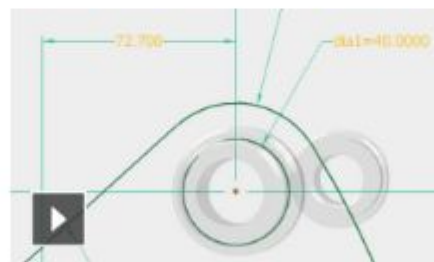
### Прямое моделирование

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Быстрое внесение изменений. (видеоролик: 2:03 мин)



### Моделирование произвольных форм

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Применение гибкого подхода к моделированию. (видеоролик: 2:30 мин)



### Разработка концепции и компоновки в машиностроительной области

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Начинайте работу с AutoCAD и завершайте в Autodesk Inventor. (видеоролик: 1:55 мин)



### Проектирование деталей из пластмассы

INVENTOR, INVENTOR PROFESSIONAL  
Создание формы, наложение, функции и возможности производства деталей из пластмассы. (видеоролик: 2:02 мин)

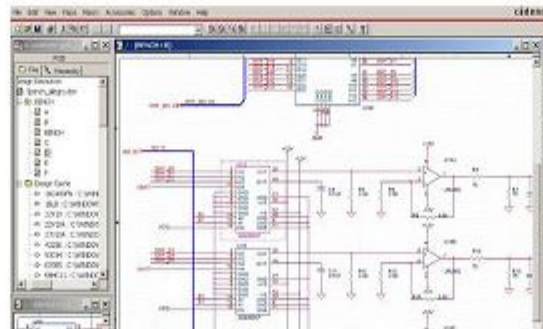
## КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ОТРАСЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ

EDA (англ. *electronic design automation*)  
или *ECAD* (англ. *electronic computer-aided design*) — САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, интегральных схем, печатных плат и т. п., (Altium Designer, OrCAD);

# Основные возможности OrCAD

## OrCAD Capture (Схемотехнический редактор)

OrCAD Capture сочетает в себе интуитивность интерфейса с инструментарием и функциональностью, необходимыми для быстрого решения задач схемотехнического проектирования. Для создания и редактирования больших и сложных проектов OrCAD Capture поддерживает мультистраничные и иерархические связи. Мощные средства проверки этих связей позволяют отслеживать возможные нарушения правил проектирования. Capture тесно связан с редактором печатных плат PCB Editor и программой аналого-цифрового моделирования работы принципиальных схем PSpiceA/D. Прямая и обратная связь Capture с PCB Editor позволяет синхронизировать данные между принципиальной схемой и печатной платой через механизмы перекрестного выделения и размещения компонентов (cross-probing/placing), автоматического внесения изменений в печатную плату по изменениям в схеме (ECO) и наоборот (Back Annotation), перестановки логически эквивалентных секций и выводов компонентов (pin/gate swapping), а также автоматических изменений наименований и обозначений компонентов.





## **КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ОТРАСЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ**

*AEC CAD* — САПР в области архитектуры и строительства. Используются для проектирования зданий, промышленных объектов, дорог, мостов и проч. ([Autodesk Architectural Desktop](#), [AutoCAD Revit Architecture Suite](#), Bentley MicroStation, Bentley AECOsim Building Designer, [Piranesi](#), [ArchiCAD](#)).

## Возможности

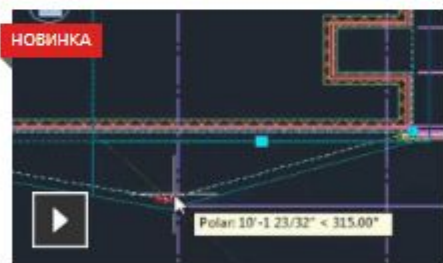
# Проектирование с помощью архитектурной САПР

Теперь процесс создания архитектурных чертежей, выпуска документации и разработки спецификаций значительно упрощен. Программа AutoCAD® Architecture обладает функциями проектирования и выпуска документации, которые автоматизируют архитектурные чертежные операции, сокращают количество ошибок и повышают производительность.

### Просмотреть:

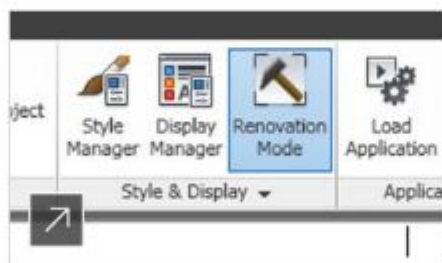
[Все \(26\)](#) | [Новинка \(4\)](#) | [Проектирование \(6\)](#) | [Совместная работа \(5\)](#) | [Документация \(9\)](#) | [Адаптация \(6\)](#)

## Проектирование



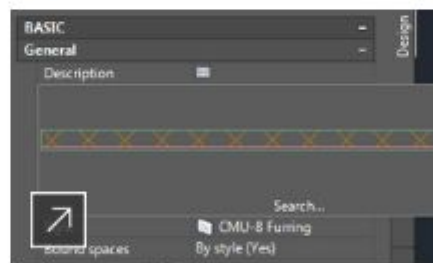
### Редактирование крыш с помощью ручек

Используйте дополнительные возможности редактирования контуров крыш. (Видео: 0:37 мин)



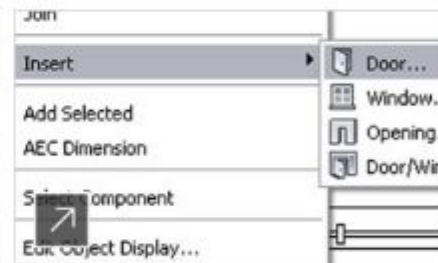
### Реконструкция зданий

Разрабатывайте и внедряйте проекты реконструкции зданий быстрее, чем раньше.



### Предварительный просмотр стилей архитектурных объектов

Подтверждение стилей стен, дверей и окон перед их добавлением.



### Стены, двери и окна

Имитация поведения в реальных условиях и хода возведения.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ**

- *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, и САПР общего назначения.
  - *CADD* (англ. *computer-aided design and drafting*) — проектирование и создание чертежей.
  - *CAGD* (англ. *computer-aided geometric design*) — геометрическое моделирование.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ**

- **CAE** (англ. *computer-aided engineering*) — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.
  - **CAA** (англ. *computer-aided analysis*) — подкласс средств CAE, используемых для компьютерного анализа.

**CAE** (Computer-Aided Engineering) — комплекс программных продуктов, которые способны дать пользователю характеристику того, как будет вести себя в реальности разработанная на компьютере модель изделия. По-другому CAE можно назвать системами инженерного анализа. В своей работе они используют различные математические расчеты: метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объемов. При помощи CAE инженер может оценить работоспособность изделия, не прибегая к значительным временным и денежным затратам.

## КЛАССИФИКАЦИЯ CAE-СИСТЕМ

- Системы полнофункционального инженерного анализа, обладающие мощными средствами, большими хранилищами типов для сеток конечных элементов, а также всевозможных физических процессов. В них предусмотрены собственные средства моделирования геометрии. Кроме того, есть возможность импорта через промышленные стандарты [Parasolid](#), [ACIS](#). Полнофункциональные CAE-системы лишены ассоциативной связи с [CAD](#). Поэтому, если в процессе подсчета появляется необходимость изменить геометрию, то пользователю придется заново производить импорт геометрии и вводить данные для расчета. Самыми известными подобными системами считаются [ANSYS/Multiphysics](#), и [MSC.NASTRAN](#).
- Системы инженерного анализа, встроенные в тяжелые [САПР](#), имеют значительно менее мощные средства анализа, но они ассоциативны с геометрией, поэтому отслеживают изменения модели. Расчетные данные структурированы и интегрированы в общую систему проектирования тяжелой [САПР](#). К ним относятся [Pro/MECHANICA](#) для [Pro/ENGINEER](#), [Unigraphics NX CAE](#) для [Unigraphics NX](#), [Extensive Digital Validation \(CAE\)](#) для [I-deas](#), [Catia CAE](#) для [CATIA](#);
- Системы инженерного анализа среднего уровня не имеют мощных расчетных возможностей и хранят данные в собственных форматах. Некоторые из них включают в состав встраиваемый интерфейс в [CAD](#)-системы, другие считывают геометрию из [CAD](#). К первым относятся [COSMOS/Works](#), [COSMOS/Motion](#), [COSMOS/FloWorks](#) для [SolidWorks](#), ко вторым — [visualNastran](#), [Procion](#).

## Основные направления в развитии CAE

---

В процессе развития CAE разработчики стремятся увеличить их возможности и расширить сферы внедрения. Преследуются следующие цели:

- Совершенствование методов решения междисциплинарных задач моделирования;
- Разработка новых платформ для интеграции различных систем CAE, а также для интеграции CAE-систем в PLM-решения;
- Повышение интероперабельности CAE и CAD систем;
- Совершенствование методов построения расчетных сеток, описания граничных условий, параллельных вычисление и т.д;
- Улучшение характеристик моделей, которые применяются для описания свойств материалов;
- Оптимизация систем CAE для компьютерных платформ с 64-битными и многоядерными процессорами, а тем самым улучшение условий для моделирования сложных конструкций с большим количеством степеней свободы.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ**

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

Русским аналогом термина является АСТПП— автоматизированная система технологической подготовки производства.



## **КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ**

- *CAPP* (англ. *computer-aided process planning*) — средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем CAD и CAM.



## **ADEM**

Отечественная интегрированная CAD/CAM/CAPP система ADEM предназначена для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства. Это единый программный комплекс, в состав которого входят инструменты для автоматизации: проектирования, конструирования и моделирования изделий; оформления чертежно-конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; проектирование техпроцессов и оформления технологической документации в соответствии с требованиями ЕСТД; программирования оборудования с ЧПУ; управления архивами и проектами; реновации накопленных знаний (бумажных чертежей, перфолент).

---

# alphacam

## **Alphacam**

Программный комплекс Alphacam является одним из ведущих CAD/CAM-решений в области разработки управляющих программ для станков с ЧПУ. Применяется для программирования стратегий обработки в сфере производства изделий из дерева, камня, пластика, металла и стекла. Alphacam обеспечивает разработку управляющих программ для широкого диапазона деталей, начиная от простых деталей раскроя и заканчивая сложными компонентами мебели, требующими 5-ти координатной обработки.



## **ArtCAM**

ArtCAM является ведущим программным обеспечением для проектирования объемных рельефов. ArtCAM воплощает идеи в готовые изделия намного быстрее, чем это возможно при использовании обычных методов.



### **BobCAD-CAM**

Начиная с 1985 года BobCAD-CAM разрабатывает мощное CAD/CAM программное обеспечение для фрезерной и токарной обработки, резкой лазером и водой, электроэрозионной и деревообработки.

---

***CAM-TOOL***

*CAD/CAM System for Molds & Dies*

### **CAM-TOOL**

CAM-TOOL - "элитная" CAD/CAM система, адресованная в первую очередь для инструментального производства.

Многие системы автоматизированного проектирования совмещают в себе решение задач, относящихся к различным аспектам проектирования CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Такие системы называют комплексными, или интегрированными.

С помощью CAD-средств создаётся геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах CAM и на основе которой в системах CAE формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.