

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Кузнецова Лариса Викторовна

к.т.н., доцент, larisakuz@bk.ru

Кафедра «Управление и информатика в
технических системах»

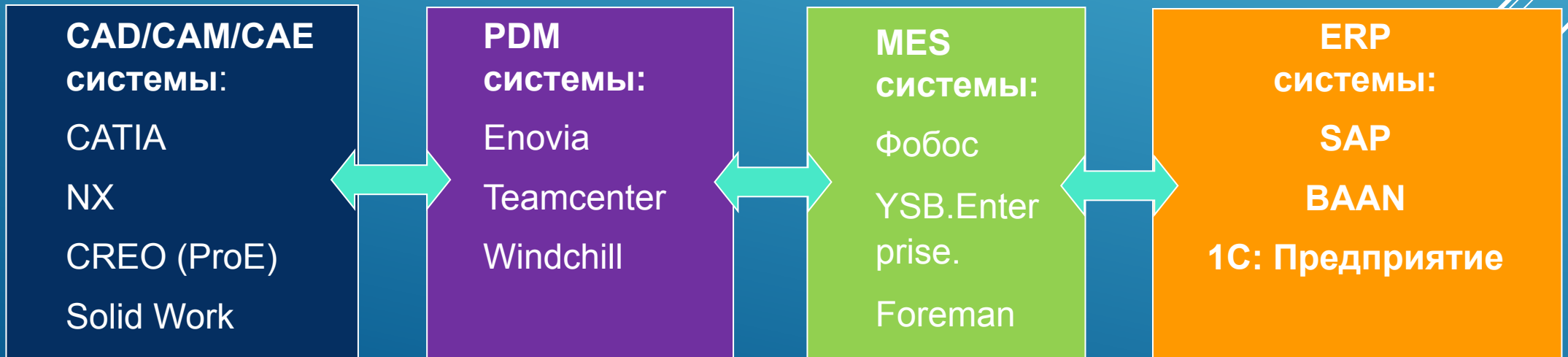
СТАНКИН

ЭТАПЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

Укрупненный жизненный цикл изделия



Информационные системы, сопровождающие жизненный цикл изделия



АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

1. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Система автоматизированного проектирования (САПР) — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляющая собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования.

CAD (англ. **computer-aided design**) -автоматизированное проектирование, подразумевающее использование компьютерных технологий в проектировании.

Основная цель применения САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращение трудоёмкости проектирования;
- сокращение сроков проектирования;
- сокращение себестоимости проектирования и изготовления;
- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путём:

- автоматизации моделирования изделий и оформления документации;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений и наработок (проектирование по аналогам);
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

ПОДСИСТЕМЫ САПР

По ГОСТ 23501.101-87[2], составными структурными частями САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы. Каждая подсистема — это выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивающая выполнение некоторых функционально-законченных последовательностей проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов.

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. Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.
 - **Инвариантные (обслуживающие)** — выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования. Примерами обслуживающих подсистем являются: подсистемы управления проектными данными; обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР; подсистемы графического ввода-вывода; система управления базами данных (СУБД).

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДСИСТЕМ САПР

- **Математическое обеспечение (МО)**, объединяющее математические методы, модели и алгоритмы, используемые для решения задач автоматизированного проектирования. По назначению и способам реализации делят на две части:
 - формализованное описание технологии автоматизированного проектирования.
 - математические методы и построенные на них математические модели;
- **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 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.

КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ

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

- **CAD (англ. computer-aided design)** — 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)** — подсистема проектирования и создания чертежей.
- **CAGD (англ. computer-aided geometric design)** — подсистема геометрического моделирования.
- **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.
- **CAM (англ. computer-aided manufacturing)** — средства технологической подготовки **изготовления** изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления для оборудования с ЧПУ.
- **CAPP (англ. computer-aided process planning)** — средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем CAD и CAM.

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ САПР

Многие современные 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.

В настоящее время большинство САПР является интегрированными, но различие заключается в функциональных возможностях систем и уровне сложности математических моделей, которыми описываются проектируемые изделия.

Условно по этим признакам САПР разделяют на легкие, средние и тяжелые.

Вы уже знакомы с САПР T-FLEX (изначально разработанной в СТАНКИНЕ), относящейся **легким** к системам.

Теперь рассмотрим подробно интегрированную САПР **SolidWorks** — программный комплекс **среднего уровня** для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства, получившую наиболее широкое распространение в России.

ПОНЯТИЕ «КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (1)

Для дальнейшего изучения функционала САПР необходимо знать основные понятия по этапам жизненного цикла изделий, такие как: Конструкторская и технологическая подготовка производства

Конструкторская подготовка производства (КПП) - это комплекс работ, необходимых для создания новой конструкции изделия и изготовления опытного образца, а также мероприятия по дальнейшему совершенствованию созданных конструкций изделий.

Основными задачами конструкторской подготовки производства являются:

- 1) создание комплекта чертежной документации для изготовления и испытания макетов, опытных образцов (опытной партии), установочной серии;
- 2) разработка документации для установившегося серийного или массового производства новых изделий с использованием результатов прикладных НИОКР и в соответствии с требованиями технического задания.

ГОСТ 2.103-68 ЕСКД определяет следующие **этапы конструкторской подготовки производства:**

- 1) Техническое задание ;
- 2) Техническое предложение;
- 3) Эскизный проект;
- 4) Технический проект;
- 5) Рабочий проект.

ПОНЯТИЕ «КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (2)

1) Техническое задание - исходный документ, на основе которого осуществляется вся работа по проектированию нового изделия. Техническое задание может разрабатываться либо предприятием - изготовителем продукции и согласуется с заказчиком, либо самим заказчиком. В техническом задании определяются следующие параметры:

- назначение будущего изделия;
- технические и эксплуатационные характеристики изделия - производительность, габариты, скорость, надежность, долговечность и другие показатели.

2) Техническое предложение - Техническое предложение разрабатывается в том случае, если техническое задание разработчику нового изделия выдано заказчиком.

Техническое предложение содержит такие разделы:

- анализ технического задания;
- технико-экономическое обоснование возможных технических решений при проектировании изделия;
- сравнительную оценку проектируемого и существующего изделия подобного типа;
- анализ патентных материалов.

3) Эскизный проект - состоит из графической части и пояснительной записки.

Графическая часть эскизного проекта содержит:

- принципиальные конструктивные решения, дающие представление об изделии и принципе его работы;
- основные параметры и размеры новой техники.

На этом этапе разрабатывается документация для изготовления макетов, осуществляется их изготовление и испытания, после чего корректируется конструкторская документация.

ПОНЯТИЕ «КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (3)

Пояснительная записка эскизного проекта содержит:

- расчет основных параметров конструкции;
- описание эксплуатационных особенностей;
- примерный график работ по технической подготовке производства.

4) Технический проект - разрабатывается на основе утвержденного эскизного проекта и предусматривает выполнение графической и расчетной частей, а также уточнения технико-экономических показателей создаваемого изделия. Он состоит из совокупности конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации.

В графической части Технического проекта приводятся чертежи общего вида проектируемого изделия, узлов в сборке и основных деталей. Чертежи обязательно согласовываются с технологами.

В пояснительной записке Технического проекта содержатся описание и расчет параметров основных сборочных единиц и базовых деталей изделия, описание принципов его работы, обоснование выбора материалов и видов защитных покрытий, описание всех схем и окончательные технико-экономические расчеты. На этом этапе при разработке вариантов изделий изготавливается и испытывается опытный образец.

ПОНЯТИЕ «КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (4)

5) Рабочий проект - является дальнейшим развитием и конкретизацией технического проекта.

Работы этого этапа предусматривают **три уровня**:

- 1) разработка рабочей документации опытной партии (опытного образца);
- 2) разработка рабочей документации установочной серии;
- 3) разработка рабочей документации установившегося серийного или массового производства.

Такой порядок осуществления конструкторской подготовки производства в массовом или крупносерийном производстве дает большой экономический эффект. За счет тщательной отработки конструкции изделия и его отдельных частей обеспечиваются максимальная технологичность в производстве, надежность и ремонтпригодность в эксплуатации.

На ведущих крупных заводах разработку конструкции ведет отдел Главного конструктора. Во многих случаях новую технику проектируют специализированные организации, а на заводе разрабатывают или только уточняют рабочие чертежи, спецификации, технические условия и другую документацию.

Конструкторская подготовка производства (КПП) в SolidWorks

- 3D проектирование изделий (деталей и сборочных единиц) значительной степени сложности с учётом специфики изготовления.
- Создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ.
- Промышленный дизайн (включает в себя элементы искусства, маркетинга и технологии).
- Обратная разработка. (Копирование различных механизмов и машин без фактической разработки).
- Проектирование коммуникаций (электрожгуты, трубопроводы и пр.).
- Инженерный анализ (прочность, устойчивость, теплопередача, частотный анализ, динамика механизмов, газо/гидродинамика, оптика и светотехника, электромагнитные расчеты, анализ размерных цепей и пр.).
- Экспресс-анализ технологичности на этапе проектирования.
- Подготовка данных для ИЭТР.
- Управление данными и процессами на этапе КПП.

ПОНЯТИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (1)

Технологическая подготовка производства (ТПП) - Совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства.

Под **технологической готовностью производства** понимают полный комплект конструкторской и технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для осуществления заданного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями.

Основными задачами ТПП являются:

1) освоение производства и обеспечение выпуска новых изделий высокого качества в установленные сроки и заданного количества с высокой экономической эффективностью их производства и эксплуатации;

2) совершенствование действующей технологии выпуска изделий.

Технологическая подготовка на предприятии выполняется отделами Главного технолога, Главного металлурга, а также Технологическими бюро основных цехов, в ведении которых находятся литейные, кузнечные, механические и сборочные цехи. До начала работ по технологической подготовке производства проводится технологический контроль чертежей, который необходим для анализа и проверки запроектированных изделий, деталей на технологичность их конструкций, правильность назначения классов точности обработки, рациональность схем сборки.

ПОНЯТИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (2)

Основными этапами технологической подготовки производства являются:

- 1) проектирование технологических процессов;
- 2) проектирование технологической оснастки и нестандартного оборудования;
- 3) изготовление средств технологического оснащения (оснастки и нестандартного оборудования);
- 4) выверка и отладка запроектированной технологии и изготовленного технологического оснащения.

Проектирование технологических процессов складывается из следующих элементов:

- 1) выбор вида заготовок;
- 2) разработка межцеховых маршрутов;
- 3) определение последовательности и содержания технологических операций;
- 4) определение, выбор и заказ технологического оснащения;
- 5) установление порядка, методов и средств технического контроля качества;
- 6) назначение и расчет режимов резания;
- 7) техническое нормирование операций производственного процесса;
- 8) определение профессий и квалификации исполнителей;
- 9) организация участков (поточных линий);
- 10) формирование рабочей документации на технологические процессы в соответствии с единой системой технологической документации (ЕСТД).

ПОНЯТИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (3)

Информация для разработки технологических процессов может быть:

1) базовой - наименование объекта, а также данные, содержащиеся в конструкторской документации;

2) руководящей - отраслевые и заводские стандарты, устанавливающие требования к технологическим процессам, оборудованию, оснастке, документация на действующие типовые и групповые технологические процессы, производственные инструкции, документация для выбора нормативов по технике безопасности и промышленной санитарии;

3) справочной - документацию опытного производства, описания прогрессивных методов изготовления, каталоги, справочники, альбомы компоновок, планировок.

Технологическая документация для различных типов производства отличается глубиной разработки технологических процессов и степенью их детализации.

Сначала разрабатываются маршрутные карты на технологические процессы изготовления деталей и сборочных единиц. Маршрутные карты указывают последовательность прохождения заготовок, деталей или сборочных единиц по цехам и производственным участкам предприятия.

Для изготовления деталей и сборки изделия в единичном или мелкосерийном производствах достаточно иметь конструкторскую документацию, маршрутно-операционное описание технологического процесса либо перечень технологических операций без указания переходов и технологических режимов.

ПОНЯТИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА» (4)

Для серийного и массового производств кроме маршрутной технологии разрабатывается технологический процесс с операционным описанием формообразования, обработки и сборки:

- 1) для единичных технологических процессов разрабатывается операционная карта;
- 2) для типовых (групповых) технологических процессов - карта типовой (групповой) операции.

В операционных картах указываются:

- переходы по данной операции и способы выполнения каждого из них,
- технологические режимы;
- данные о средствах технологического оснащения, материалах и затратах труда;
- эскизные чертежи.

Эскизные чертежи изображают детали и содержат те размеры и указания на обработку, которые необходимы для выполнения данной операции - способ закрепления деталей на станке, расположение инструмента, приспособление.

В массовом производстве для наиболее сложных и трудоемких операций составляются операционно-инструкционные карты. Они предназначены для непосредственного использования рабочими. В инструкционной карте подробно указывается не только содержание операции, режимы, оснастка, но и основные приемы работы.

Технологическая подготовка производства (ТПП) в SolidWorks :

- Проектирование оснастки и прочих средств технологического оснащения.
- Анализ технологичности конструкции изделия.
- Анализ технологичности процессов изготовления (литье пластмасс, анализ процессов штамповки, вытяжки, гибки и пр.).
- Разработка технологических процессов по ЕСТД.
- Материальное и трудовое нормирование.
- Механообработка: разработка управляющих программ для станков с ЧПУ, верификация УП, имитация работы станка. Фрезерная, токарная, токарно-фрезерная и электроэрозионная обработка, лазерная, плазменная и гидроабразивная резка, вырубные штампы, координатно-измерительные машины.
- Управление данными и процессами на этапе ТПП.

Управление данными и процессами в SolidWorks :

- Работа с единой цифровой моделью изделия.
- Электронный (технический и распорядительный) документооборот.
- Технологии коллективной разработки.
- Работа территориально-распределенных команд.
- Ведение архива технической документации по ГОСТ.
- Проектное управление.
- Защита данных. Электронная подпись.
- Подготовка данных для ERP, расчет себестоимости.