

№ 2627

Н.В. Сурина

САПР технологических процессов

Учебное пособие

№ 2627

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра горного оборудования, транспорта и машиностроения

Н.В. Сурина

САПР технологических процессов

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским
советом университета



Москва 2016

УДК 622
С90

Рецензент

д-р техн. наук, проф. *В.А. Тимирязев* (МГТУ «Станкин»)

Сурина Н.В.

С90 САПР технологических процессов : учеб. пособие / Н.В. Сурина. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2016. – 104 с.

ISBN 978-5-87623-959-4

Рассмотрены вопросы автоматизации технологического проектирования, ее место среди других автоматизированных систем в условиях различных типов производства.

Предназначено для студентов, обучающихся по дисциплине «САПР технологических процессов», для самостоятельной работы и выполнения дипломных работ.

УДК 622

ISBN 978-5-87623-959-4

© Н.В. Сурина, 2016

© НИТУ «МИСиС», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Место систем автоматизированного проектирования технологических процессов среди других автоматизированных систем.....	5
2. Системный подход к проектированию.....	11
3. САПР технологической подготовки производства	16
4. Основы автоматизации проектирования.....	20
4.1. Принципы автоматизации процесса принятия решений.....	20
4.2. Принципы автоматизации технологической подготовки производства	22
4.3. Пути автоматизированного проектирования технологических процессов.....	28
5. Основные понятия САПР ТП.....	29
5.1. Задачи САПР ТП	29
5.2. Состав и структура САПР	29
5.3. Основные средства обеспечения САПР ТП.....	32
5.4. Организация работы САПР ТП	50
6. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов	51
6.1. Повторное использование единичных технологических процессов	51
6.2. Проектирование технологических процессов на основе методов типизации. Метод анализа	52
6.3. Синтез технологического процесса обработки деталей.....	59
7. САПР ТП в условиях различных типов производств.....	64
7.1. САПР ТП в условиях единичного и мелкосерийного производства	64
7.2. САПР ТП в условиях среднесерийного производства	65
7.3. САПР ТП в условиях крупносерийного и массового производства	65
8. Оптимизация технологических процессов.....	67
8.1. Параметрическая оптимизация	69
8.2. Структурная оптимизация	72
9. Выбор заготовок деталей с использованием ЭВМ	75
10. Автоматизация проектирования технологических процессов сборки.....	79
Библиографический список	84
Приложения	85

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – важнейшая отрасль промышленности. Темпы перевооружения промышленности новой техникой во многом зависят от уровня развития машиностроения. Причем технический прогресс определяется не только совершенствованием конструкции машин, но в значительной степени и совершенствованием технологии их производства. Повышение производительности труда технологов, качества разрабатываемых ими решений, сокращение сроков технологического проектирования в настоящее время невозможны без применения автоматизации проектных работ на основе широкого использования вычислительной техники.

Цель автоматизации технологического проектирования – это повышение качества, сокращение материальных затрат и сроков проектирования, ликвидация тенденции к увеличению численности проектировщиков, повышение производительности их труда.

1. МЕСТО СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДИ ДРУГИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Интенсивное развитие наукоемкой промышленности индустриально развитых стран мира в последние годы обеспечивается разработкой и внедрением информационных технологий.

Информационные технологии, наряду с прогрессивными технологиями машиностроительного производства, позволяют существенно повысить производительность труда, качество выпускаемой продукции одновременно со значительным сокращением сроков ввода в производство и выпуска новых, более совершенных изделий.

Основным способом повышения конкурентоспособности изделия является повышение эффективности процессов его жизненного цикла, которая зависит от эффективности управления материальными, финансовыми, кадровыми и информационными ресурсами.

Информация занимает значительное место на всех этапах жизненного цикла изделия. Поэтому проблема развития и эффективного использования информационных ресурсов является наиболее актуальной.

В настоящее время для решения задач сокращения сроков проектирования и выпуска новой продукции применяются отдельные системы автоматизированного проектирования:

- **конструкторские CAD** (*Computer Aided Design*) для создания, изменения, хранения и вывода чертежей, а также создания и использования трехмерных моделей;

- **технологические CAM** (*Computer Aided Manufacturing*) для контроля и управления производством, подготовка технологической документации, проектирование программ для станков с ЧПУ (см. приложение 4) и т.д.;

- **автоматизированные системы инженерных расчетов CAE** (*Computer Aided Engineering*) для проектных расчетов.

Все эти средства созданы на многих вычислительных платформах и в различных языковых средах, как правило, не совместимых между собой, имеют свой формат представления данных, что определяет их автономное использование. Все это приводит к снижению эффективности работы.



Рис. 1.1. Примеры программного обеспечения этапов жизненного цикла изделия

Чтобы решить эти проблемы, необходимо интегрировать системы в единый комплекс. Эта идея привела к выработке стратегии, направленной на создание единого информационного пространства или интегрированной информационной среды (ИИС), охватывающей все этапы жизненного цикла изделия.

Жизненный цикл изделий включает ряд этапов начиная от зарождения идеи нового продукта до утилизации по окончании срока его использования. К ним относятся этапы проектирования, технологической подготовки производства (ТПП), собственно производства, реализации продукции и ее утилизации. На всех этапах жизненного цикла необходимо реализовать поставленные цели с максимальной эффективностью. Это сложно сделать без использования САПР.

На рис. 1.1 представлены примеры программного обеспечения этапов жизненного цикла изделия.

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения, координации работы систем CAD/CAE/CAM, управления проектными данными и проектированием **разрабатываются системы PDM (Product Data Management)** – управления проектными данными. Системы PDM входят либо в состав подсистем конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР.

На большинстве этапов жизненного цикла изделий, начиная с определения предприятия-поставщика исходных материалов и кончая реализацией продукции, требуются **системы управления цепочками поставок *SCM* (Supply Chain Management)**.

Координация работы предприятий-партнеров с использованием технологий Internet возлагается на системы ***CPC* (Collaborative Product Commerce)** – системы управления данными в интегрированном информационном пространстве. Эти системы объединяют в едином информационном пространстве запросы заказчиков и данные о возможностях многих организаций, предоставляющих услуги по проектированию, изготовлению и поставкам заказанных изделий.

Системы планирования и управления предприятием ***ERP* (Enterprise Resource Planning)** выполняют различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т.д.

На этапе реализации продукции выполняются функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводится анализ рыночной ситуации, определяются перспективы спроса на планируемые изделия. Эти функции возложены на систему ***CRM* (Customer Relationship Management)**.

Проблемами взаимодействия автоматизированных систем (АС) на различных этапах жизненного цикла изделий, управления данными в информационном пространстве, едином для различных АС, занимаются системы информационной поддержки изделий **ИПИ**, или ***CALS*-технологии**.

Реализация **ИПИ-технологий** возлагается на систему управления жизненным циклом продукции ***PLM* (Product Lifecycle Management)**, которая объединяет все перечисленные ранее системы.

PLM можно определить следующим образом: стратегия развития промышленного бизнеса, основанная на объединении в едином информационном пространстве методов и средств поддержки коллективного процесса разработки, управления, передачи и использования информации об изделии на всех этапах его жизненного цикла в рамках расширенного предприятия, реализованного путем интеграции исполнителей, процессов и информации.

***CALS*-технологии** определяют как технологии комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, цель которых –

унификация и стандартизация продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

В *CALS*-системах предусмотрены хранение, обработка и передача информации в компьютерных средах, оперативный доступ к данным в нужное время и в нужном месте с возможностью их правильной интерпретации.

Главная задача внедрения этих технологий – обеспечение единообразного описания данных, независимо от места и времени их получения в общей системе. Тогда становится реальной успешная работа над общим проектом разных коллективов, используемых различные *CAD/CAE/CAM*-системы. Одна и та же конструкторская документация может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же технологическая документация адаптирована к разным производственным условиям, что позволяет существенно сократить и удешевить общий цикл проектирования и производства.

CALS-технологии (*Continuous Acquisition and Life cycle Support*) – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла.

CALS-технология базируется на комплексе военных стандартов США, а в настоящее время и международных стандартов *ISO*. Эти документы посвящены представлению в электронной форме документации на продукт в текстовой и табличной форме, а также правилам обмена электронными документами о моделях, чертежах и спецификациях изделий, сборочных единиц, деталей и технологии их изготовления.

Среди стандартов *ISO* выделяют следующие комплексы стандартов:

- *ISO 8879 (SGML)* – стандарт для представления комбинированных документов: текст, таблицы, математические формулы, графика и т.д.;
- *ISO 10303 (STEP)* – комплекс стандартов по представлению и передаче данных об изделиях и их компонентах. На сегодня разработано 207 частей этого стандарта, в которых предусмотрены как общемашиностроительные, так и специализированные стандарты для судостроения, автомобилестроения, строительства зданий и сооружений и пр.;
- *ISO 13584 (PARTJLIB)* – комплекс стандартов, регламентирующих создание библиотек изделий, с представлением их в соответствии с *ISO 10303 (STEP)*;
- *ISO 14959* – комплекс стандартов, регламентирующих параметризацию геометрических моделей изделия и его компонентов;
- *ISO 15531* – комплекс стандартов, регламентирующих управление применением средств производства. Форма представления и методы использования информации о производстве и используемых про-

изводственных ресурсах, их характеристиках и ограничениях с точки зрения управления производством.

Основные цели *CALS*-технологий в мировой практике – это эффективное управление жизненным циклом изделий на всех этапах (включая выработку концепции, научно-исследовательские работы, проектирование, производство, эксплуатацию, модернизацию, сервис, утилизацию) с непрерывным технико-экономическим анализом рисков и затрат в выборе оптимального решения.

Так, приоритетными направлениями в области безбумажного обмена информацией на основе *CALS*-технологий в процессе создания высокоэффективных изделий определены такие этапы, как:

- проведение расчетов в процессе предпроектных исследований и проектирования;
- разработка конструкторско-технологической документации;
- проведение испытаний с применением автоматизированных систем сбора и обработки результатов измерений;
- создание банков данных по конструкционным и функциональным характеристикам материалов, типовым конструкторско-технологическим решениям и т.п.

Как говорилось ранее, для интеграции различных информационных систем необходимо иметь единую форму представления данных об изделии, которая должна обеспечивать организацию информационного обмена между различными компьютерными системами. Основой такой формы представления является международный стандарт *ISO 10303*. Неофициально этот стандарт называют *STEP*-стандарт, регламентирующий компьютерное представление данных об изделии и их обмен.

Стандарт определяет способ представления данных в форме так называемого обменного файла. Обменный файл является транспортным форматом, с помощью которого происходит передача данных между различными системами на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Содержимое обменного файла определяется информационной моделью, которая описывается с помощью универсального языка информационного моделирования *EXPRESS (ISO 10303–11)*.

Одной из основных частей *CALS*-технологий является *PDM (Product Data Management)* – технология управления всеми данными об изделии. Основная идея, заложенная в *PDM* – это повышение эффективности управления информацией.