

Рис. 1. Пример многоуровневых меню системы CATIA:  
а) меню функций «Механическая обработка»;  
б) меню функций «Технологические операции»

## CAD Is the Strongest Link in the Whole Technological System of Enterprise

The growth dynamics of the market PLM-solutions is evidence of widespread usage of CAD systems at enterprises of all industries. The company «Dassault Systemes» is the leader of the development of these software products. It offers a range of solutions including the systems with a high degree of readiness to implement.

# САПР — сильное звено в единой технологической системе предприятия

Избавиться от кульманов, перейти к полной подготовке трехмерных чертежей и описанию технологии производства на компьютере всегда было мечтой конструкторов и проектировщиков. Системы CATIA и DELMIA компании Dassault Systemes необходимы в автомобилестроении, машиностроении, электронной и электротехнической промышленности, судостроении, для которых оптимизация производственных процессов является важным фактором. Решая организационно-технологические задачи производства, они, в частности, формируют программы управления для станков с ЧПУ и оптимальны для использования в составе комплексного решения задач управления всеми этапами проектирования и изготовления изделий для малых и средних предприятий.

А. Кузьминский, И. Чекетов, НПО «Солид»

В процессе разработки и эксплуатации сложилось разделение систем автоматического проектирования (САПР) на системы «легкого», «среднего» и «тяжелого» класса. Разделение обусловлено различным набором решаемых задач, функциональностью, аппаратной платформой и, как следствие, ценой. На сегодняшний день функциональность «легких» и «средних» систем заметно выросла, а вместе с этим и цена на такие системы. Разработчики «тяжелых» систем тоже развивали функциональность и укрепляли свои позиции в традиционных отраслях: автомобиле-, авиа-, судостроении и космической. Выпущены привлекательные по стоимости САПР для предприятий малого и среднего бизнеса. В продукте ведущей компании Dassault Systemes, которая разрабатывает 3D-графику и средства управления жизненным циклом изделий (Product Lifecycle Management — PLM), появились решения Express, обладающие высокой степенью готовности к внедрению. С учетом возросших требований к автоматизации проектирования и развитием современных концепций управления жизненным циклом изделий системы Express являются оптимальной платформой для комплексного решения задач управления всеми этапами проектирования и изготовления изделий для малых и средних предприятий.

Бытует стереотипное мнение о высокой трудоемкости и сложности освоения «тяжелых» систем. При этом важными определяющими факторами являются освоение интерфейса пользователя, набора проектных объектов и процедур, отражающих предметную область проектирования ML (управления жизненным циклом), средств автоматизации. Система CATIA — ключевой бренд Dassault Systemes и мировой лидер среди программных продуктов, поддер-

живающих функции виртуального проектирования. В статье на примере модуля числового программного управления (ЧПУ) системы CATIA будет продемонстрирована легкость и простота освоения и работы в «тяжелой» САПР для широкого круга пользователей, имеющих разный уровень подготовки.

Система DELMIA — современное решение для цифрового моделирования, тестирования и разработки систем управления машинами, рабочими зонами или целой производственной линией производства, которое может быть использовано для модернизации и оптимизация производственных процессов. DELMIA обеспечивает процесс непрерывного проектирования и отработки технологии производства как составной части всего жизненного цикла изделия.

Системы CATIA и DELMIA имеют традиционный Windows-интерфейс. Огромное количество функций и модулей системы, по сравнению с системами «среднего» класса, требует очень тщательной организации интерфейса для их удобного использования. Каждый модуль системы в интуитивно понятных древовидных меню предлагает соответствующий варьируемый набор функций, в которых легко ориентироваться пользователю (рис. 1).

Удобный доступ к основным функциям системы обеспечивают многоуровневые меню, в которых сгруппировано более 60 вариантов обработки (рис. 1, а). Функции продублированы кнопками на настраиваемых панелях инструментов и в контекстных меню. Интерактивная справочная система с подробным описанием функций, иллюстрациями и примерами использования поможет как начинающему, так и опытному пользователю.

Ключевым моментом работы в САПР является **структура хранения и представления информации о технологическом процессе (ТП) обработки изделия**. В основе проекта обработки в CATIA лежит **ППР-модель** представления и хранения **данных** (Процесс-Продукт-Ресурс). Модель объединяет конструкторскую и технологическую информацию.

**Процесс** — описание непосредственной последовательности технологических операций изготовления изделия (детали, заготовки, оснастки и пр.). Описание процесса включает параметры операций, указывает смены инструмента и т. д.

**Продукт** — конструкторская модель детали, заготовки, оснастки, вспомогательные геометрические данные для расчета, выполняемого управляющей программой (УП), и другие данные, характеризующие изделие.

**Ресурс** — станок, режущий инструмент, материалы и пр. Все данные интегрированы в единой среде. С этой моделью данных работают различные модули систем CATIA и DELMIA и, соответственно, различные специалисты — конструкторы основного изделия, технологи, конструкторы оснастки и т. д. Эти системы позволяют организовать в единой среде коллективную работу над проектом, легко проводить конструкторские изменения, создавать разные варианты исполнения, разрабатывать управляющие программы и автоматизировано выполнять многие другие инженерно-технологические функции.

Основным элементом интерфейса для работы с данными процесса обработки является дерево ТП. Дерево разделено на 3 главных уровня, отражающих модель данных, заложенную в систему (рис. 2).

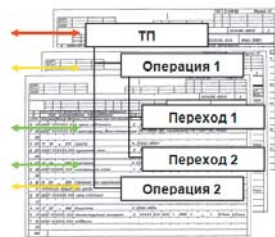
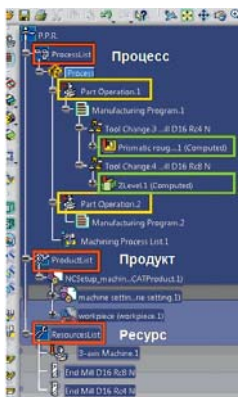


Рис. 2. Дерево ТП с доступной информацией о процессе обработки:  
красный цвет — главные ветви дерева (процессы, продукты, ресурсы);  
желтый цвет — операции;  
зеленый цвет — переходы.

Структура ветки «Процесс» соответствует привычной структуре ТП обработки, состоящей из операций, которые в свою очередь состоят из переходов. Для каждой операции можно указать свою наладку (взаимное расположение детали и элементов оснастки), систему координат, заготовку и другие необходимые элементы. Вся информация собрана в одном окне свойств, что позволяет пользователю проконтролировать все необходимые технологические аспекты.

Параметры перехода также собраны в едином окне. Пример 4-осевой обработки кармана представлен на рис. 3. Окно состоит из нескольких вкладок с системой цветовых индикаторов и интерактивными изображениями.

На вкладке «Геометрия» (рис. 3) пользователь задает обрабатываемую геометрию, ограничивающие контуры или поверхности, элементы оснастки и другие параметры, используя интерактивный эскиз. Изображения в диалоговых окнах CATIA можно масштабировать и сдвигать. Выбирая тот или иной элемент на рисунке, пользователь указывает соответствующую геометрию на трехмерной модели.



## PLM для всех

### Автоматизированное проектирование и управление жизненным циклом изделия

ENOVIA обеспечивает новый уровень цифрового 3D-сотрудничества в организациях любого размера и позволяет им полностью контролировать процессы разработки, управлять жизненным циклом продукции любой сложности.



CATIA - ведущее решение, обеспечивающее исключительное качество проектирования всем производственным компаниям, от изготовителей наукоемкой продукции и их поставщиков до небольших предприятий.



Создание и распространение цифровых 3-D контентов, мультимедийной документации



DELMIA - ключевой инструмент, обеспечивающий среду цифрового производства и позволяющий оптимизировать производственные системы и процессы.

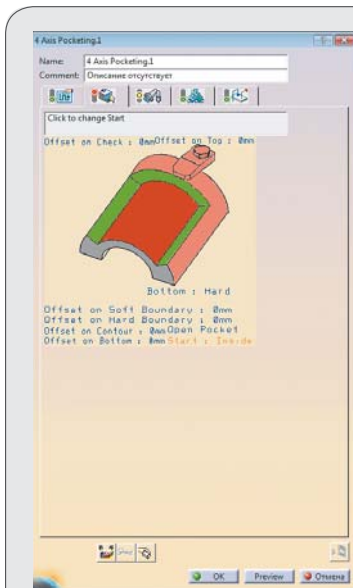


SIMULIA - многодисциплинарные решения задач инженерного анализа и PLM-решения для управления данными имитационного моделирования

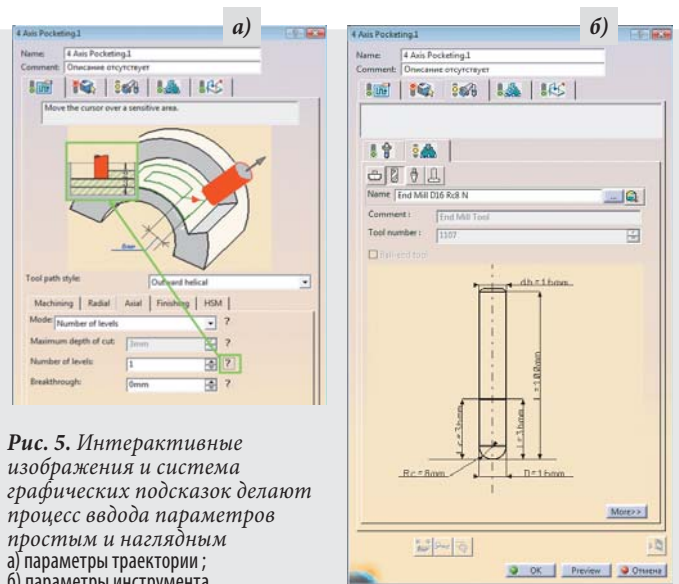


«НПО Солид» Украина 03680, Киев пр. Космонавта Комарова, 1  
Тел.: (044)408-35-85, e-mail: plm@solid.kiev.ua http://www.solid.kiev.ua





**Рис. 3.** Окно параметров перехода с системой цветowych индикаторов закладок и интерактивными изображениями. На рисунке для просмотра выбрана закладка «Геометрия». Цвет элементов на трехмерном изображении: **зеленый** — пользователь уже задал соответствующую геометрию; **красный** — геометрия не выбрана, но должна быть задана обязательно; **розовый** — геометрия может быть задана пользователем по желанию



**Рис. 5.** Интерактивные изображения и система графических подсказок делают процесс ввода параметров простым и наглядным: а) параметры траектории; б) параметры инструмента

Закладки окна параметров перехода имеют следующее изображение и предназначение.

- Закладка «Траектория»** предназначена для выбора стратегии обработки, расстояния между проходами, параметров для высокоскоростной обработки и т. п.
- Закладка «Геометрия»** предназначена для задания геометрии обрабатываемой детали, ограничивающего контура или поверхности, элементов оснастки и пр.
- Закладка «Инструмент»** предназначена для выбора типа режущего инструмента и его геометрических параметров. С этой вкладки осуществляется доступ к библиотеке инструмента.
- Закладка «Режимы обработки»** предназначена для определения параметров режимы обработки.
- Закладка «Макросы»** предназначена для определения параметров подхода/отхода, перехода между проходами и пр.

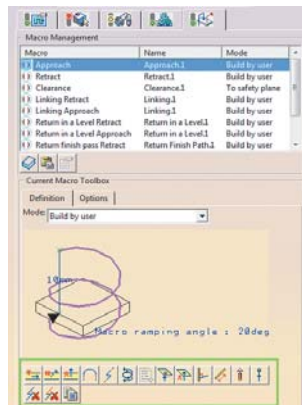
Цветовая индикация закладок информирует пользователя о достоверности введенной информации или о необходимости ввода дополнительных данных (рис. 4).



**Рис. 4.** Цветовые индикаторы на закладках: **красный цвет** — пользователь не задал необходимые параметры; **желтый цвет** — пользователь не изменял параметры на этой закладке (по умолчанию остаются параметры, заданные при предыдущем вызове) и этой информации достаточно для расчета; **зеленый цвет** — пользователь ввел все необходимые значения параметров для расчета траектории инструмента и заготовки

При вводе пользователем параметров на закладке «Траектория» (рис. 5, а), система меняет соответствующим образом изображение, например, в зависимости от выбранной стратегии обработки. Пользователь может включить графические подсказки, просто щелкнув на вопросительный знак справа от параметра. Интерактивные изображения и система графических подсказок делают процесс ввода параметров простым и наглядным, избавляет неопытного пользователя от необходимости чтения полной документации.

Безусловно, CATIA предоставляет пользователю библиотеки известных инструментов. Ввод параметров нового инструмента осуществляется при помощи интерактивного изображения (рис. 5, б). Кстати, новый инструмент может быть как одного из predeterminedных в системе типов, так и произвольной формы.



**Рис. 6.** Визуальный редактор для определения подхода/отхода, переходов инструмента между проходами

Для определения подхода/отхода, переходов инструмента между проходами на вкладке «Макросы» пользователь может выбрать нужный вариант из библиотеки или воспользоваться визуальным редактором (рис. 6). Просто выбирая нужные примитивы (линия, дуга, спираль и пр.), можно создать необходимую траекторию. Созданный вариант при желании сохраняется в библиотеке для дальнейшего использования.

CATIA позволяет выполнить верификацию процесса обработки как на уровне просмотра только траектории обработки, так и с визуализацией съема материала, проанализировать результаты обработки на наличие резцов и оставшийся материал. Эти функции также собраны в одном диалоговом окне. На выходе пользователь получает:

- ♦ управляющую программу в формате АРТ — формате системы автоматического программирования для описания геометрии изделия и цикла его обработки на станках с ЧПУ или в виде G-кода;
- ♦ сопроводительную документацию необходимого формата.

Использование комплекса позволяет снизить время и стоимость отладки управляющих программ на станке с ЧПУ. Функциональность интерфейса позволяет пользователю получить первые результаты работы в системе с минимальными затратами времени на освоение. Дальнейшая работа позволяет адаптировать систему к специфике решаемых задач (производимой продукции), повышая их сложность и степень автоматизации, глубоко освоить возможности системы. ☞

**Официальный дистрибьютор PLM-решений компании Dassault Systemes в Украине «НПО «СОЛИД»**  
г. Киев, [www.solid.kiev.ua](http://www.solid.kiev.ua)