

## ВЫБОР САМ–ПРИЛОЖЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ<sup>1</sup>

*А.С. Черная, Д.Н. Калеев, Д.С. Галюжин*

В статье рассмотрена проблема выбора САМ–приложения, даны рекомендации по выбору и приведен обзор существующих САМ–приложений.

Ключевые слова: САМ–приложение, проблемы выбора САМ–приложения

Один из сложных вопросов для пользователя, начинающего работу со станками с ЧПУ - это выбор программного обеспечения. На пути от постановки задачи до воплощения идеи в готовое изделие вам потребуются два различных вида программ, каждая из которых играет свою важную роль.

Первая из этих программ – это САД–приложение. САД (Computer-Aided-Design) - средства автоматизированного проектирования. Как следует из названия, это в частности программа, предназначенная для проектирования детали, которую вы собираетесь обработать на станке с ЧПУ. Существуют тысячи доступных САД–программ и многие из них подходят для решения наших задач. В основном они могут быть разделены на две группы: 2D и 3D программы. В 2D САД–программах создаются только плоские чертежи. Хотя чертеж и может содержать различные размеры и виды, дающие представление о том, как должна выглядеть деталь в действительности, всё же результат работы 2D САД–программы - это плоский двухмерный чертеж [1].

На выходе 3D САД–программы мы получаем файл с полным представлением 3D–объекта, готовый для использования в различных производственных приложениях. Как правило, эти САД–программы несколько сложнее 2D программ, так как задают полное описание трехмерной модели, но выходной файл идеально подходит для дальнейшего использования в системах с ЧПУ. Важно отметить, что 3D САД–программа также имеет возможность представлять и плоские объекты: деталь можно рассматривать, как плоский объект, с дополнительным указанием его толщины (глубины) [2].

Вторая из этих программ - это САМ–приложение. САМ (Computer-Aided-Manufacturing) - Средства автоматизированного проектирования обработки. САМ–программа получает выходной файл из САД–программы и производит необходимые расчеты и вычисления, чтобы, образно говоря, "объяснить" фрезерному или иному станку с ЧПУ, как вырезать заданный объект из заданной заготовки. Как и САД, САМ–программы доступны в 2D или 3D–версиях, в зависимости от типа принимаемого ими входного файла. Результатом работы САМ–программы является траектория перемещений инструмента, представленная в виде G–кодированного файла. G–коды (в русской терминологии УП или Управляющая программа) - это стандартный формат файла для описания траектории перемещений инструмента и поддерживается практически любой системой с ЧПУ [1].

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена в ходе выполнения научно-исследовательской работы студентов на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты»



Рис. 1. Зависимость САМ–приложения от САД–приложения

Первой проблемой выбора САМ–приложения может стать выбор САД–приложения, по той причине, что некоторые САМ–приложения надстраиваются в САД–приложения.

В другом случае уже само САД–приложение может иметь встроенный САМ–модуль. Выбор САД–приложения зависит от следующих факторов:

- решаемой задачи;
- уровня владения 3D моделированием конечного пользователя;
- цены САД–приложения, её сопровождения и модификации;
- широты охвата задач проектирования;
- удобство работы в САД–приложение;
- наличия САМ–приложения;
- наличие широкой библиотечной поддержки стандартных решений;
- возможности и простоты передачи файлов в другие САД/САМ–приложения и много другого.

Наиболее распространёнными САД–приложениями на сегодняшний день являются:

- Unigraphics (NX);
- SolidWorks;
- Autodesk Inventor;
- Autodesk AutoCAD;
- Компас 3D;
- T-FLEX CAD;
- CATIA и многие другие.

Флагманами среди САД–приложения на сегодняшний день являются Unigraphics (NX) и SolidWorks. Так же себя не плохо в последнее время зарекомендовала Российская разработка ЗАО “Аскон” Компас 3D.

Рассмотрим данные программы по порядку.

Unigraphics (NX) – флагманская САД/САМ/САЕ PLM–система от компании Siemens PLM Software. Программа использует ядро геометрического моделирования Parasolid. Unigraphics является САД/САМ/САЕ - системой высокого уровня. Данная программа позволяет осуществлять полностью виртуальное проектирование изделий, механообработка деталей сложных форм, имеет полностью ассоциативную базу данных мастер-модели и многое другое. Unigraphics подходит для всех областей промышленности, включая автомобилестроение, авиационную и космическую промышленность, станкостроение, производство товаров народного потребления и т.п.

SolidWorks – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Система управления инженерными данными SolidWorks Enterprise PDM (SWE–PDM) в составе программного комплекса SolidWorks позволяет сформировать единое информационное пространство предприятия, обеспечивая коллективную (параллельную) разработку изделия и технологий изготовления, управление архивной документацией, по-

вторное использование наработок, автоматизацию бизнес-процессов, подготовку данных для системы управления ресурсами предприятия и многое другое.

Решение масштабируется от небольших инновационных компаний до крупных корпораций и концернов. Ядром системы являются базовые конфигурации: SolidWorks Standard, SolidWorks Professional и SolidWorks Premium, ставшие де-факто стандартом автоматизированного проектирования во всем мире.

Компас–3D – система трехмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования «Компас-График» и модуль проектирования спецификаций.

Система Компас–3D предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Ключевой особенностью Компас–3D является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН [3].

Теперь после того, как мы выбрали САД–приложение, проанализировав решаемую задачу, мы встали перед самой главной проблемой – выбор САМ–приложения.

Как уже выше говорилось, в некоторых САД–приложения может быть встроенная САМ–программа (например, Unigraphics (NX)). Но, как правило, данные программы очень дорогие. В этом случае проще приобрести САД–приложение и САМ–приложение отдельно.

Основными моментами, на которые надо уделить внимание при выборе САМ–приложения являются:

- тип проектируемой операции (токарная, фрезерная и т.п.);
- широкая библиотечная база, включающая используемое оборудование и инструмент;
- способность автоматически рассчитывать режимы резания и припуска на механическую обработку;
- способность автоматически подбирать инструмент;
- уровень владения G–кодом конечного пользователя, для оценки адекватности программы;
- наличие многоосевой обработки;
- совместимость САД и САМ–приложения;
- наличие ПК способного по своим системны параметрам рассчитать и создать траектории движения инструмента, G–код для станка с ЧПУ.
- наличие системы ЧПУ понимающей G–код.

Самыми распространенными САМ приложениями на сегодняшней день являются:

- NX CAM;
- CAMWorks;
- SolidCAM;
- PowerMILL;
- HyperMILL;
- EdgeCAM;
- MasterCAM;

- PEPS;
- UNICAM;
- SprutCAM;
- TopSolid;
- DevCAM и многие другие.

Наиболее широкими возможностями обладают NX CAM, CAMWorks, PowerMILL, HyperMILL, MasterCAM. Рассмотрим возможности 2 флагманских CAM программ - NX CAM и CAMWorks.

NX CAM – система автоматизированной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ (числовым программным управлением) от компании Siemens PLM Software. Входит в состав Unigraphics (NX).

NX CAM – ключевой компонент системы технологического проектирования, которая также включает в себя средства передачи информации в производство и многие другие функции.

Набор средств для программирования станков с ЧПУ позволяет применять NX CAM в самых разнообразных отраслях. NX CAM внедрён и используется в авиационно-космической и оборонной промышленности, автомобилестроении, машиностроении, производстве потребительских товаров, медицинского оборудования и многих других отраслях.

NX CAM поставляется и как отдельное рабочее место для программирования обработки, и как CAD/CAM–система, а также может включать систему управления технологическими данными и библиотеками инструментов. NX CAM поддерживает совместную работу с приложениями конструкторского проектирования NX, образуя единое решение. NX CAM поставляется с трансляторами, встроенными средствами визуализации обработки, редактором постпроцессоров.

Изготовление изделий со сложной геометрией внешних обводов требует соответствующего программного обеспечения для расчёта управляющей программы для станка с ЧПУ. В зависимости от сложности детали применяется токарная обработка, фрезерная обработка на станках с тремя-пятью управляемыми осями, токарно-фрезерная, электроэрозионная обработка проволокой. Система NX CAM обладает всеми возможностями для формирования траекторий инструмента для соответствующих типов обработки.

NX CAM имеет широкий набор встроенных средств автоматизации - от мастеров и шаблонов до возможностей программирования обработки типовых конструктивных элементов.

Генератор программ ЧПУ включает в себя стратегии обработки, предназначенные для создания программ с минимальным участием инженера.

Концепция мастер–модели является базой, на которой строится распределение данных между модулем проектирования и остальными модулями NX, в том числе и модулями CAM. Ассоциативная связь между исходной параметрической моделью и сформированной траекторией инструмента делает процесс обновления траектории быстрым и лёгким.

Для того чтобы программу можно было запустить на определённом станке, необходимо её преобразовать в машинные коды данного станка. Это делается с помощью постпроцессора. В системе NX существует специальный модуль для настройки постпроцессора для любых управляющих стоек и станков с ЧПУ. Основные настройки выполняются без использования программирования, однако возможно подключение спе-

циальных процедур на языке Tcl, что открывает широкие возможности по внесению в постпроцессор любых необходимых уникальных изменений.

Для сложного многофункционального оборудования компания Siemens PLM Software разработала концепцию пакета поддержки станка. В такой пакет входит не только постпроцессор, но и 3D-модель станка, драйвер симуляции на основе G-кодов, шаблоны типовых технологических операций, примеры деталей и документация. Кроме того, для Siemens Sinumerik 840D поддерживается симуляция обработки с применением виртуального контроллера.

CAMWorks –модуль для создания управляющих программ для станков с ЧПУ. Включает программирование фрезерной, токарной, токарно-фрезерной и проволочной эрозионной обработки средствами модуля CAMWorks.

Модуль CAMWorks позволяет создавать программы фрезерной, токарной, токарно-фрезерной и проволочной эрозионной обработки. Поддерживаются следующие типы станков:

- фрезерные с одновременным управлением двумя - пятью осями;
- токарные одно- и двухшпиндельные, с одним или двумя суппортами, с программно управляемыми вспомогательными механизмами (задние бабки, люнетты, ловители деталей и т.п.);
- токарно-фрезерные одно- и двухшпиндельные, с одним или двумя суппортами, с программноуправляемыми вспомогательными механизмами, с одновременным управлением двумя - пятью осями;
- эрозионные двух- и четырёхосевые.

Обработка ведётся непосредственно в среде SolidWorks и непосредственно по модели SolidWorks. Результаты работы программиста сохраняются в этой же модели детали или сборки SolidWorks. Таким образом обеспечивается полная ассоциативность модели и траекторий инструмента, что приводит к автоматическому обновлению всех траекторий инструмента при проведении изменений модели.

При добавлении в модель SolidWorks каких-либо технологических данных, таких как обозначения шероховатости, базы, допуски формы и расположения поверхностей, допуски на размеры, технолог-программист всегда имеет непосредственный доступ к ним, что облегчает выбор схемы базирования детали на станке и подбор необходимых для обеспечения заданного качества детали инструмента и режимов резания. Деталь может быть легко адаптирована к нуждам обработки посредством, например, исключения лишних с точки зрения обработки элементов геометрии или путём пересчёта исполнительных размеров модели в середину поля допуска.

В режиме работы со сборкой SolidWorks можно выполнять совместную обработку нескольких деталей, программировать обработку серии деталей, или просто полностью смоделировать всю реальную обстановку на столе станка - всю оснастку, заготовку любой сложности и так далее - для наиболее полного учёта реалий обработки уже на самых ранних этапах создания программы [6].

Если соблюдать выше описанные правила выбора САМ приложения, то на выходе мы получим приложение для создания управляющих программ для станков с ЧПУ, наиболее оптимально подходящее для решаемой задачи, соответствующая имеющимся в распоряжении оборудованию и инструменту, значительно сокращающей время на подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ и обрабатывает деталь с требуемой точностью.

**Литература**

1. *Малюх В.* Введение в современные САПР/ *В. Малюх* – М.: ДМК Пресс, 2012. – 192с.
2. *Кондаков, А.И.* САПР технологических процессов: учебное пособие/ *А.И. Кондаков* – М.: Академия, 2008. – 272с.
3. *Ганин, Н.Б.* Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D/ *Н.Б. Ганин* – М.: ДМК Пресс, 2012. – 784с.

**Черная Анна Сергеевна**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(33) 691-05-79

**Калеев Дмитрий Николаевич**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(33) 628-14-13

**Галюжин Даниил Сергеевич**

Доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», канд. техн. наук, доцент  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(222) 22-06-39