

УДК 675—5.001.57:62-529.001.57

**А.О. Аристов**

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ИНТЕГРАЦИИ САД-САМ НА ОСНОВЕ БЕСПЛАТНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

*Рассмотрена организация виртуальной лаборатории станков с ЧПУ на основе бесплатного программного обеспечения. Рассмотрены программные средства моделирования станков с ЧПУ и учебные материалы используемые для их внедрения. Ключевые слова: САПР, ЧПУ, симулятор станка.*

**С**овременные производственно-технические системы трудно себе представить без использования ЭВМ. Однако, в настоящее время использование ЭВМ в производстве не ограничивается автоматизацией документооборота. Причём, речь идёт не только о документообороте в сфере социально-экономической деятельности предприятия (кадровое дело-производство, бухгалтерия и т.п.), но и выпуске проектно-конструкторской документации (чертежи, расчёты и др.).

Современное производство предполагает тесную связь проектирования и изготовления деталей. Наиболее чётким примером такой организации производства можно считать внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР)[1].

Современная САПР представляет собой сложный организационно-технический комплекс, включающий в себя три основных компонента [2]:

*CAD (Computer-Aided-Design)*. Согласно определению из «Википедии»[1], САД — программный пакет, предназначенный для создания чертежей, конструкторской и/или технологической документации и/или 3D моделей. Таким образом, множество средств САД включает в себя все средства, начиная

от программ для определения геометрии конструкции, вплоть до специализированных приложений. Во многом, именно геометрическая модель объекта определяет дальнейшие этапы его жизненного цикла.

*CAM (Computer-Aided Manufacturing)* — Автоматизированное производство — технология, состоящая в использовании ЭВМ для организации, планирования и управления производством. Одним из наиболее зрелых подходов к САМ, являются станки с ЧПУ (числовым программным управлением). На основе геометрических моделей, созданных с помощью САД, для них генерируются программы для станков с ЧПУ.

*CAE (Computer-Aided Engineering)* — технология, состоящая в использовании ЭВМ для анализа геометрии конструкций, моделирования и изучения поведения продукта для его усовершенствования и дальнейшей оптимизации его конструкции.

Исходя из сказанного выше, можно отметить ряд особенностей САПР как комплекса САД-САМ-САЕ на производстве:

- высокая стоимость аппаратных и программных средств;
- сложность и высокая стоимость внедрения;

- сложность организации обучения работе с системой.

Часто бывает так, что даже при наличии средств на приобретение оборудования и соответствующего программного обеспечения, не удаётся организовать обучение персонала и успешно внедрить технологии на производстве.

Таким образом, были выделены три наиболее важные проблемы, тесно связанные с внедрением САПР на производстве.

Первой проблемой является высокая стоимость аппаратного и программного обеспечения.

Проблему высокой стоимости оборудования частично решают симуляторы устройств. Обычно в основе таких симуляторов лежит сочетание имитационного и геометрического (трёхмерного) моделирования. При этом, появляется возможность изучения сложного оборудования при наличии только компьютера. А благодаря развитым системам виртуальной реальности, можно моделировать сложное аппаратное обеспечение достаточно точно, а также создавать иллюзию реальной работы с таким оборудованием. Более того, в этом случае работа становится более безопасной и менее дорогостоящей, чем при работе с реальными станками.

Если проблема дороговизны аппаратного обеспечения решается путём его замены на программное обеспечение, то проблема стоимости программных симуляторов по-прежнему остаётся актуальной. Обычно такое программное обеспечение стоит достаточно дорого.

Однако, последнюю проблему решают программные продукты, относящиеся к категории так называемых бесплатно распространяемых (Freeware) и открытых (Open Source). Конечно, выбор программы зависит от решаемой задачи, но на сегодняшний день рынок бесплатного программного обеспечения развит достаточно хорошо. Практически все наиболее распространённые и востребованные программные продукты имеют бесплатные аналоги, практически не уступающие соответствующим коммерческим продуктам.

Также, важнейшим преимуществом бесплатного программного обеспечения является возможность его широкого распространения как в условиях учебной лаборатории или цеха, так и в «домашних» условиях. Фактически, в этом случае имеем дело с виртуальной лабораторией. Рассмотрим простейший пример виртуальной лаборатории, в которой выполняется построение геометрической модели и её изготовление на станке с ЧПУ (рис. 1).

По представленной схеме можно выделить как минимум три программных продукта, составляющих систему CAD-CAM:

CAD — программное обеспечение построения геометрической модели.

Конвертер — программа, преобразующая геометрическую модель в текст программы для станка с ЧПУ.

CAM — программное обеспечение симулирующее работу станка с ЧПУ, либо сам станок с ЧПУ. Стоит заметить, что чаще всего перед тем, как выполнить изготовление детали на станке с ЧПУ, процесс изготовления моделируют.



**Рис. 1**  
342

Таким образом, необходимо подобрать бесплатное программное обеспечение для каждой из приведённых выше категорий.

Начнём с симулятора станка с ЧПУ. Чаще всего к реальному станку прилагается специализированное программное обеспечение для управления станком и моделирования его работы. Однако, существуют и программные продукты, совместимые с различными станками. Примером такого бесплатного симулятора можно считать CNC Simulator (<http://www.cncsimulator.com/>). Программа представляет собой виртуальный станок с ЧПУ (рис. 2), обладающий следующими возможностями:

- симуляция токарного и сверлильного станков;
- управление на основе языка G-code1;
- настройка инструментов;
- настройка параметров заготовки;
- 3D-моделирование работы станка;
- управление станком через COM-порт.

Программа является не только симулятором, но и средой разработки программ для станков с ЧПУ.

Стоит отметить, что данный симулятор не учитывает ряд свойств станка и обрабатываемого материала. Например, не учитывается мощность станка, материал из которого изготавливается деталь, что также влияет на особенности разрабатываемой программы на языке G-code. Эти настройки больше относятся к компоненту CAE и остаются «на откуп» инженеру-технологу, разрабатывающему программу.

Важно также отметить, что симулятор интегрирован с реальным стан-

ком, который может быть подключён к компьютеру и работать по программе, разработанной с использованием симулятора.

Симулятор позволяет разрабатывать программы для станка с ЧПУ вручную, т.е. указывая соответствующие команды в текстовом варианте. Однако, благодаря конверторам есть возможность автоматически преобразовать геометрическую модель (чертёж) в текст программы на языке G-code. При этом, конверторы позволяют преобразовывать чертежи, выполненные в формате dxf.

В качестве средства разработки чертежей можно использовать Autodesk AutoCad и его многочисленные аналоги, например:

- LiteCad (<http://www.litecad.com/>);
- A9Cad (<http://www.a9tech.com/>);
- ProgeCad (<http://www.progesoft.com/>).

Кроме того, многие системы трёхмерного моделирования поддерживают формат dxf.

Связующим звеном между CAD и CAM является конвертер. Поскольку структура dxf-файла задокументирована, то есть возможность разработки собственного конвертера или средства построения типового кода (например, для вытачивания каких-либо стандартных деталей по ГОСТам).

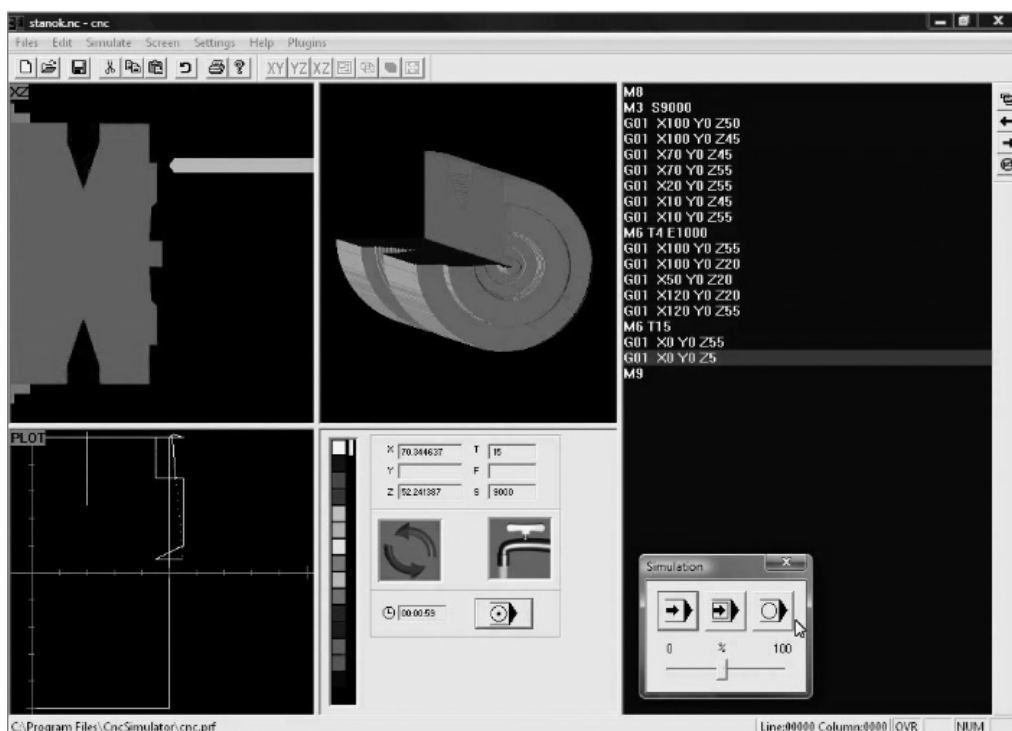
В качестве бесплатного конвертера можно использовать ACEconverter (<http://www.dakeng.com/ace.html>).

Стоит отметить, что данный конвертер в процессе преобразования позволяет получить только команды позиционирования инструмента. Что же касается технологических команд, связанных с частотой вращения, выбора инструмента и т.п. — их придётся дописывать вручную.

Итак, выше была рассмотрена интеграция CAD-CAM на основе бесплатного программного обеспечения.

---

<sup>1</sup> Язык, предназначенный для написания программ для станков с ЧПУ. Стандартизирован (RS274D, ISO 6983-1:1982, ГОСТ 20999-83).



**Рис. 2**

Как видно, современный рынок бесплатного программного обеспечения даёт достаточно хорошие возможности для организации виртуальной лаборатории интеграции CAD-CAM.

Теперь рассмотрим предложенную систему CAD-CAM с позиции внедрения. Внедрение подобной системы во многом зависит от организации обучения персонала работе с ней. Для организации внедрения можно использовать методическое обеспечение, основанное на электронных образовательных материалах.

В такой ситуации, наиболее эффективным классом электронных образовательных материалов являются видеоролики, основанные на технологии Screen Capture. Технология Screen Capture предполагает запись в видеоформаты (avi, mov, swf и др.) событий, происходящих на экране. Важным пре-

имуществом этой технологии является её дополнение возможностью аудиозаписи с микрофона. Таким образом, технология Screen Capture позволит создать наглядные и эффективные образовательные материалы, демонстрирующие работу с программными продуктами. Также, благодаря технологиям видеомонтажа появляется возможность дополнить видеоролики демонстрациями работы реальных станков.

Рынок бесплатного программного обеспечения для записи и обработки видеоматериалов представлен достаточно широко, что позволяет без дополнительных затрат подготовить образовательные материалы, которые могут быть использованы для обучения персонала при обучении персонала. Примерами программ для обработки записи и обработки учебных видеоматериалов:

- uvScreenCamera;
- CamStudio;
- VirtualDub;
- NCH VideoPad.

Таким образом, были рассмотрены возможности организации виртуальной лаборатории станков с ЧПУ.

Очевидно, что современный рынок бесплатного программного обеспечения обеспечивает возможность полноценного изучения, использования и внедрения систем ЧПУ как в образовании, так и на производстве.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/САПР>.

2. *Калитин Д.В., Аристов А.О.* Компьютерная графика в САПР. — М.: МГГУ, 2010 — 158 с. **ПЛАТ**

---

## КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

*Аристов А.О.* — ассистент e-mail: [batan-87@mail.ru](mailto:batan-87@mail.ru).  
 Московский государственный горный университет,  
 Moscow State Mining University, Russia, [ud@msmu.ru](mailto:ud@msmu.ru)




---

## ЗАБЫТЫЕ ГОРНЯЦКИЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ



*Саночник* (тягальщик, тягольщик) – рабочий, осуществлявший доставку угля из очистного забоя.

Отбитый уголь лопатой грузился в санки и по печи, «повальному» или диагональному штреку доставлялся к стволу.

Санки представляли собой деревянный ящик с подбитыми к днищу металлическими полозьями и имели вес около 50 кг. В них грузилось от 100 до 200 кг угля, так что общий вес санок с углем доходил до 300 кг. Саночник перемещал санки до ствола волоком по почве при помощи ременной

лямки, в которую рабочий впрягался через плечо или делался специальный пояс, который цепью крепился к санкам. Передвигался саночник в согнутом положении или на четвереньках. Для лучшего сцепления с почвой к обуви крепились специальные «кошки». Скорость передвижения саночника с грузом составляла от 4 до 12 м/мин, с порожними санками – 10–12 м/мин. При сырой почве скорость передвижения была почти в два раза выше, чем при сухой.