

УДК 621.004.31

КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОРОДНЫХ САД, САРР, САМ СИСТЕМ

И.А. Конинский, О.Н. Калачёв

Ярославский государственный технический университет

Понятия "автоматизированное проектирование", "САД/САМ-системы", "технологии САПР" хорошо знакомы российским конструкторам и технологам. Несмотря на экономическую неустойчивость и тотальную нехватку средств у предприятий, современные компьютерные технологии постепенно становятся повседневным инструментом инженеров. Наиболее дальновидные менеджеры, управляющие промышленными предприятиями, осознают необходимость серьезных вложений в реконструкцию и переоснащение не только основных производственных мощностей, но и в реинжиниринг конструкторско-технологических подразделений, и, прежде всего, в изменение сложившейся практики проектирования и технологической подготовки производства.

В настоящее время на отечественных предприятиях применяются системы автоматизированного проектирования (САПР) от разных разработчиков. Среди этих машиностроительных САПР выделяют, с учетом специфики решаемых задач, системы трех видов [1]: САД (Computer Aided Design) обеспечивают создание 3D-моделей деталей, сборок и оформление 2D конструкторской документации; САРР (Computer Automated Process Planning) – подготовку технологической документации в виде традиционных для России операционных и маршрутных карт; САМ (Computer Aided Manufacturing) – это системы автоматизированного программирования управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ).

Кардинальное изменение процессов конструирования и изготовления изделий на отечественных машиностроительных предприятиях, заимствованное на Западе, идет по пути информационного и программного объединения (интеграции) систем САД, САРР и САМ [2]. Производство, построенное по этому принципу, получило название "компьютерно-интегрированного производства" (от английской аббревиатуры СИМ – Computer Integrated Manufacturing). В СИМ вся конструкторско-технологическая информация циркулирует в электронном виде, причем отсутствует необходимость ее повторного ввода или перекодирования, а бумажные документы являются побочным продуктом проектирования [3]. Программная интеграция и связанная с ней интеграция информационная, заявленная концепцией СИМ, поддерживается в системах, изначально обладающих, по крайней мере, двумя подсистемами САД и САМ – в так называемых САД/САМ-системах (рис. 1). К их числу относятся весьма дорогостоящая САПИА, более доступная Cimatron [4] и др. Верхний уровень иерархии, показанной на рис. 1, отводится специфической системе управления жизненным циклом процесса проектирования и его конечного продукта PLM – Product Lifecycle Management, например SmarTeam.

К сожалению, для отечественных предприятий характерна ситуация, когда имеется несколько освоенных разными службами самостоятельных, программно не связанных, САПР от разных производителей. Их автономное применение порождает проблему информационной интеграции геометрических моделей деталей и узлов при переносе из одной системы в другую, из конструкторских – в технологические подразделения и, в конечном счете, не обеспечивает долгосрочные цели модернизации предприятий в направлении ускорения проектирования и повышения конкурентоспособности продукции [5].

Можно ли в этих условиях организовать эффективную компьютерно-интегрированную подготовку производства?

Для ответа на этот вопрос рассмотрим специфику организации проектирования одного из успешных ярославских заводов – дизельной аппаратуры. На ЯЗДА для конструкторско-технологического проектирования применяется несколько разнородных САПР. У конструкторов – это AutoCAD и Inventor, которые используются пока исключительно для создания бумажной документации, которая поступает затем к технологам; технологи в свою очередь оперируют системами Автопроект и КОМПАС для создания технологической документации; конструкторы технологической оснастки применяют КОМПАС только для подготовки чертежей; инженеры-программисты для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) пользуются своей САПР для проектирования управляющих программ (УП). Все они работают обособленно, получают задание и выдают результат в традиционной бумажной форме. Вряд ли это можно назвать реализацией концепции СИМ. Между тем, в указанных САПР имеются средства, реализующие электронную форму передачи информации в другие системы.

Посмотрим, как можно организовать компьютерно-интегрированную подготовку производства деталей топливного насоса на базе САПР, освоенных различными службами предприятия, и программно никак не связанных между собой, а именно, AutoCAD, КОМПАС, Автопроект, Cimatron.

На первом этапе, на основании имеющейся на заводе бумажной документации, при помощи AutoCAD 2002 конструкторы создают, например, чертёж детали «корпус секции» и её твёрдотельную модель (рис. 2), затем сборочный чертёж «секции топливного насоса». Теперь эта информация в виде файлов передается по корпоративной сети [6] в технологические службы, где с использованием систем Автопроект и КОМПАС проектируется комплект документов (ОК и МК) на технологический процесс изготовления детали (рис. 3), причём для создания операционных эскизов используются конвертированные в формат файла КОМПАС чертежи деталей из AutoCAD 2002.

Далее проектируется технологическая оснастка, при этом в КОМПАСе создаются 3D-модели деталей, входящих, например, в контрольное приспособление, и осуществляется экранная сборка [7] с целью проверки собираемости, а после этого формируется сборочный чертёж (рис. 4).

Заключительный этап технологической подготовки производства – создание УП для механообработки на станках с ЧПУ – выполняется в CAD/CAM Cimatron. В этой системе все технологические указания по геометрии зоны обработки делаются технологом непосредственно на модели детали. Допустим, ставится задача обработать на станке с ЧПУ две детали, одна из которых создана конструктором в AutoCAD, а другая – деталь контрольного приспособления – подготовлена технологом в КОМПАС (рис. 5).

Для передачи в Cimatron, созданных в разных системах моделей деталей с целью проектирования их механообработки на станке с ЧПУ, нами вначале выполнено экспортирование в промежуточный формат, например SAT (системы SolidWorks и SolidEdge), а затем импортирование созданных файлов в Cimatron.

В результате такой двухшаговой операции исходные модели адекватно воспринимаются подсистемой САМ Cimatron, в которой затем последовательно выбирается метод фрезерования, вид процедуры, инструмент, а затем выполняется указание геометрии обработки и автоматическое проектирование траекторий перемещения инструмента (рис. 6). Применение встроенного симулятора помогает убедиться в корректности результатов проектирования (рис. 7), а на заключительном этапе – получить управляющую программу для ЧПУ (рис. 8).

Таким образом, на примере разнородных систем одного предприятия исследованы возможности компьютерно-интегрированной подготовки производства и наглядно показано информационное взаимодействие между собой четырех САПР машиностроительной ориентации, применение которых позволяет охватить практически все сферы деятельности конструктора и технолога: проектирование деталей и сборок изделий и оснастки, контроль их собираемости на экране компьютера, разработку и оформление бумажной конструкторской и технологической документации, создание управляющих программ для станков с ЧПУ.

Литература

1. Митрофанов В.Г., Калачёв О.Н., Схиртладзе А.Г. и др. САПР в технологии машиностроения: Учеб. пособие. Ярославль, Яросл. гос. техн. ун-т, 1995. - 298 с.
2. Калачёв О.Н. Компьютерно-интегрированное машиностроение и CAD/CAM Cimatron // Информационные технологии. - 1998. - № 10. - С. 43-47.
3. Калачёв О.Н., Ломов А.А., Мясников В.К. Концепция специализации «Компьютерно-интегрированное машиностроение» для подготовки инженеров-технологов XXI века // Тр. Междунар. семинара «2-ой Российский семинар по инженерному образованию» - Тамбов: ТГТУ, 2001. - С. 195-198.
4. Калачёв О.Н., Яблочников Е.И. Методика использования CAD/CAM Cimatron для интерактивного проектирования сборок технологической оснастки // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2001. - №12. - С. 7-11.
5. Калачёв О.Н., Погорелов С.А. Автоматизация размерных расчетов на этапе проектирования технологического процесса механообработки // Вестник машиностроения. - 2002. - №6.- С. 54-58.
6. Калачёв О.Н., Ломов А.А., Схиртладзе А.Г. Использование технологий Интернет для разработки электронного пособия по основам машиностроения // Информационные технологии. - 2003. - №11. - С. 43-48.
7. Калачёв О.Н., Чумак Е.А. Автоматизация проектирования в MCAD-системе сборок типовых приспособлений для механообработки // Автоматизация и современные технологии.- 2004.- №6.- С. 17-21.

Рисунки и подрисуночные подписи к статье

И.А.Конинский, О.Н.Калачёв КОМПЬЮТЕРНО–ИНТЕГРИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОРОДНЫХ CAD, CAPP, CAM СИСТЕМ

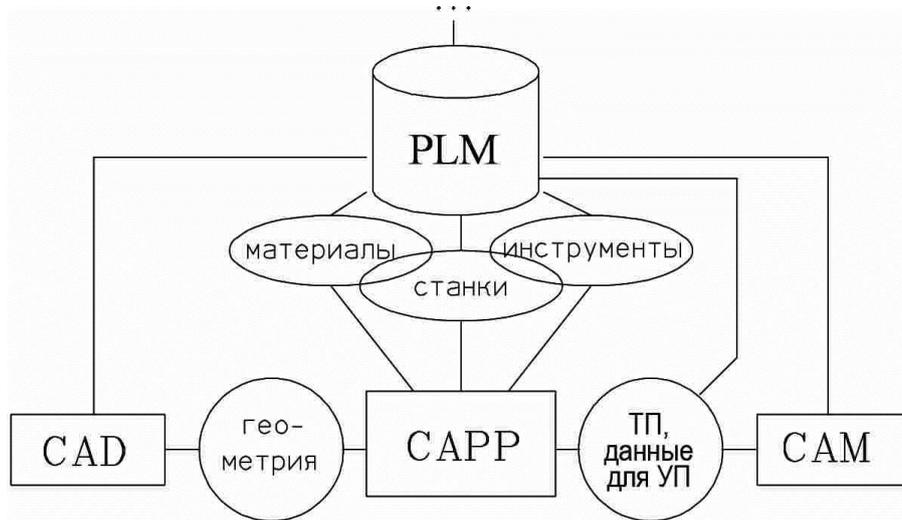


Рис. 1. Информационная структура СИМ

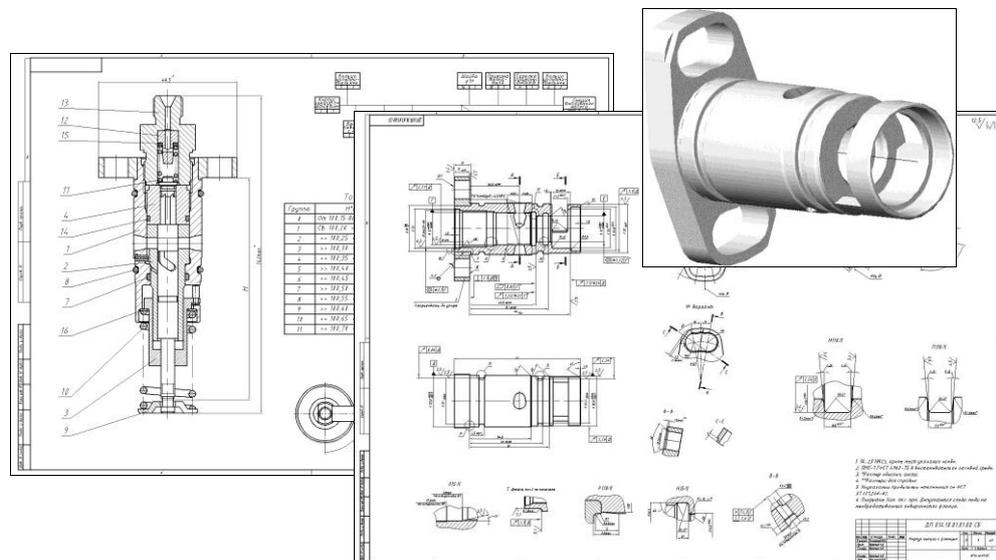


Рис. 2. Конструкторская документация и 3D модель детали, созданные в CAD

ГОСТ 3.1118-82 форма 1											
Дробь Велич Полож	5 1										
Разраб. Коневский И.А. 11.03.04	ЯГТУ ТМС-2004-337.1111043										
Корпус секции с фланцем											
ГОСТ 3.1404-86 форма 2											
Дробь Велич Полож	2 1										
Разраб. Коневский И.А. 11.03.04	ЯГТУ ТМС-2004-337.1111043										
Корпус секции с фланцем											
ГОСТ 3.1404-86 форма 2											
Корпус секции с фланцем											
<table border="1"> <tr> <td>Торцевой усилитель рычага</td> <td>Материал</td> </tr> <tr> <td>Углеродистый легированный</td> <td>Профиль и размеры</td> </tr> <tr> <td>Сборочные устройства ЧПУ</td> <td>Обозначение программы</td> </tr> <tr> <td>А.А.С.630 АЕР45</td> <td>СОК</td> </tr> <tr> <td>то то то то</td> <td>3.5% УПРИНОП1</td> </tr> </table>		Торцевой усилитель рычага	Материал	Углеродистый легированный	Профиль и размеры	Сборочные устройства ЧПУ	Обозначение программы	А.А.С.630 АЕР45	СОК	то то то то	3.5% УПРИНОП1
Торцевой усилитель рычага	Материал										
Углеродистый легированный	Профиль и размеры										
Сборочные устройства ЧПУ	Обозначение программы										
А.А.С.630 АЕР45	СОК										
то то то то	3.5% УПРИНОП1										
<table border="1"> <tr> <td>Р</td> <td>ИМ</td> <td>В или В</td> <td>L</td> <td>T</td> <td>i</td> <td>S</td> <td>n</td> <td>V</td> </tr> </table>		Р	ИМ	В или В	L	T	i	S	n	V	
Р	ИМ	В или В	L	T	i	S	n	V			
<p>Т01 Соблюдать требования ТУ по измерителям ИТЕ 37.32.02.43-90.</p> <p>002 1 Вить изготовку из стали и установить в механизм гидравлического устройства</p> <p>003 2 Шлифовать поверхности, выдерживая размеры 1,2,5,6,8,9,10 и темпемпаты требования 2,4,7</p> <p>Т04 Центр 7032-4041; Показ 7062-4018; Рейка угловая 7062-4017; Кожух 7054-7376; Шунт 7054-6103; Державка 6788-4079;</p> <p>Т05 Аварийный карандаш 3908-0054 ГОСТ 607-80 3908-0054; Фреза 2707-4181; Скоба 108150-3005; Скоба 31.58115-0123;</p> <p>Т06 Скоба 31.8113-0123 ГОСТ 18362-73 8113-0123; Капляр 508153-4037; Капляр 38.58153-4012; Скоба 33.58113-0125;</p> <p>Т07 Втулка 8332-4025 8332-4025; Набор шпуре 2 шт 2 ГОСТ 882-75; Центр 8021-4006; Центр 8021-4007;</p> <p>Т08 Прибор ПЕМ-200 ТУ-034.450.75; Индикатор ИЧ110 кл.1 ГОСТ 5584-75; Приспособление 8701-4181; Уплотное 8419-4029;</p> <p>Т09 Индикатор ИЧ110 кл.1 ГОСТ 5584-75;</p>											
МК	Маршрутная карта										
OK	Операционная карта										
9											

Рис. 3. Маршрутная и операционная карты, созданные в САРР

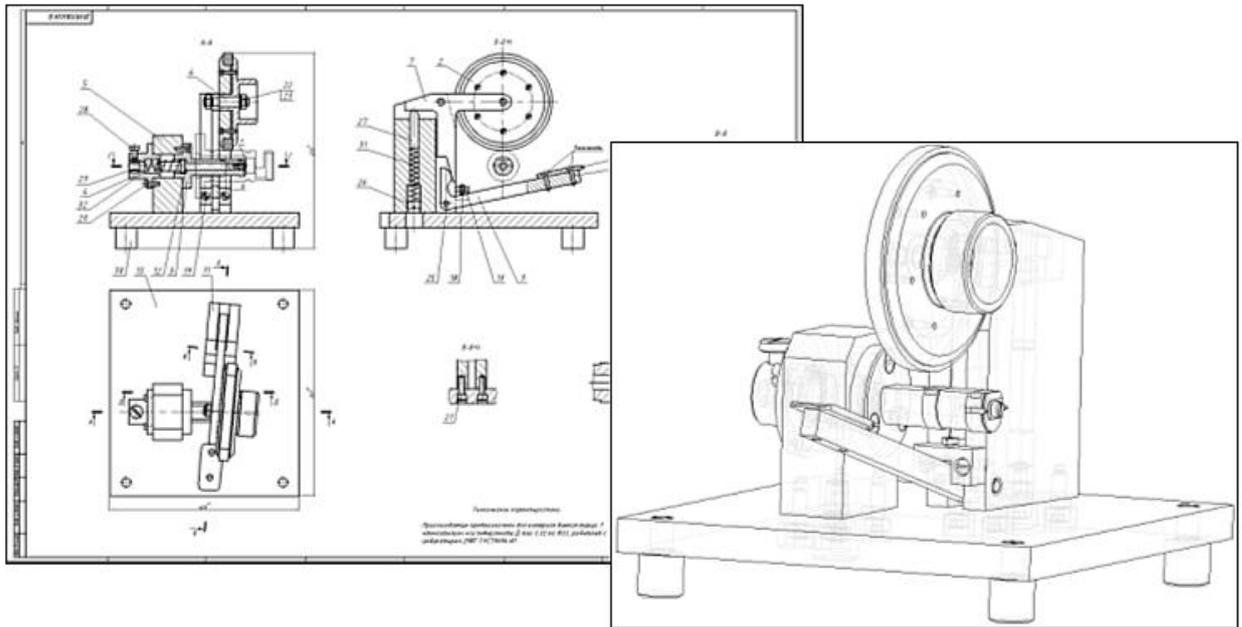


Рис. 4. 3D модель приспособления и сборочный чертеж, созданные в САД

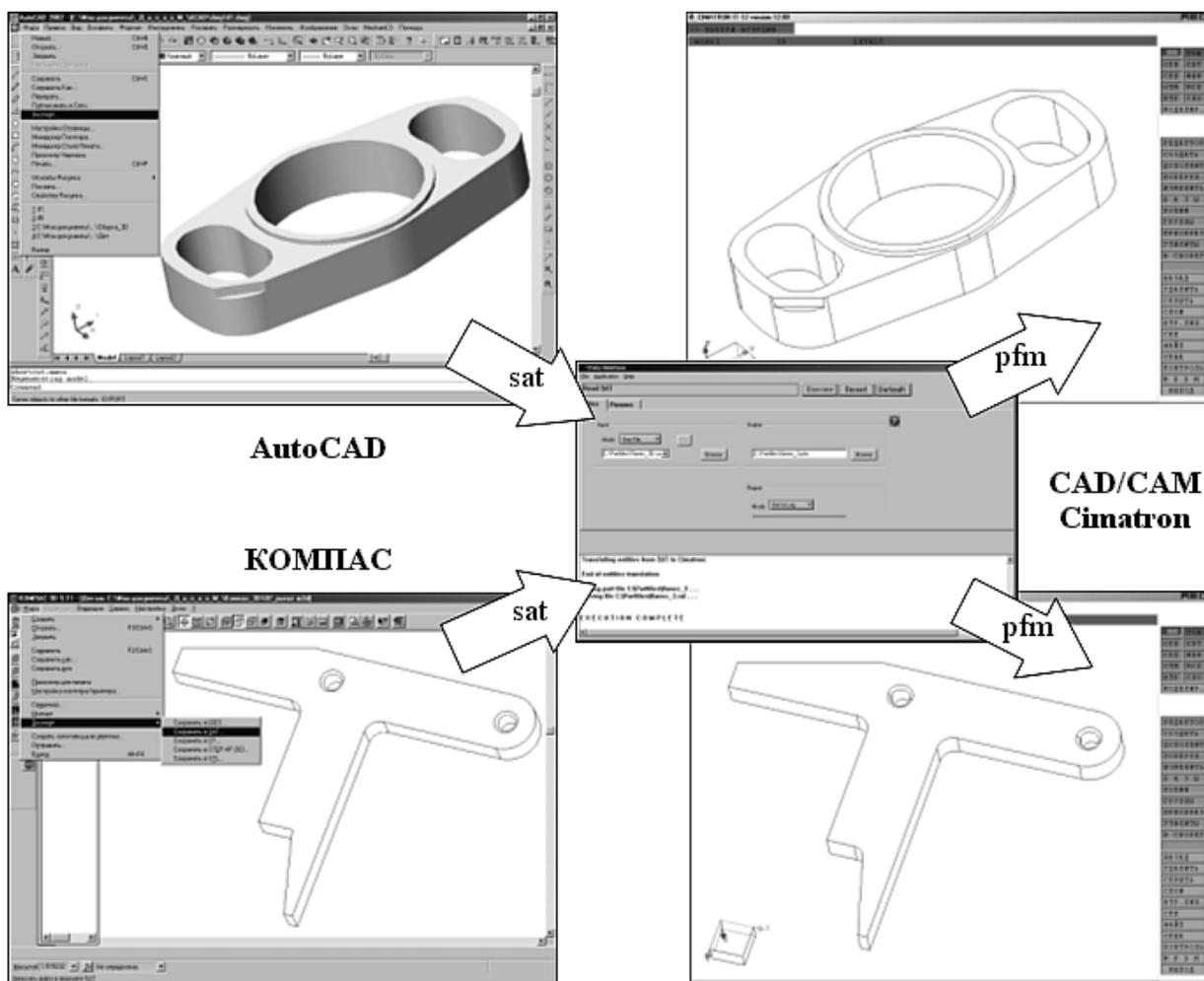


Рис. 5. Конвертирование моделей из AutoCAD и КОМПАС в Cimatron

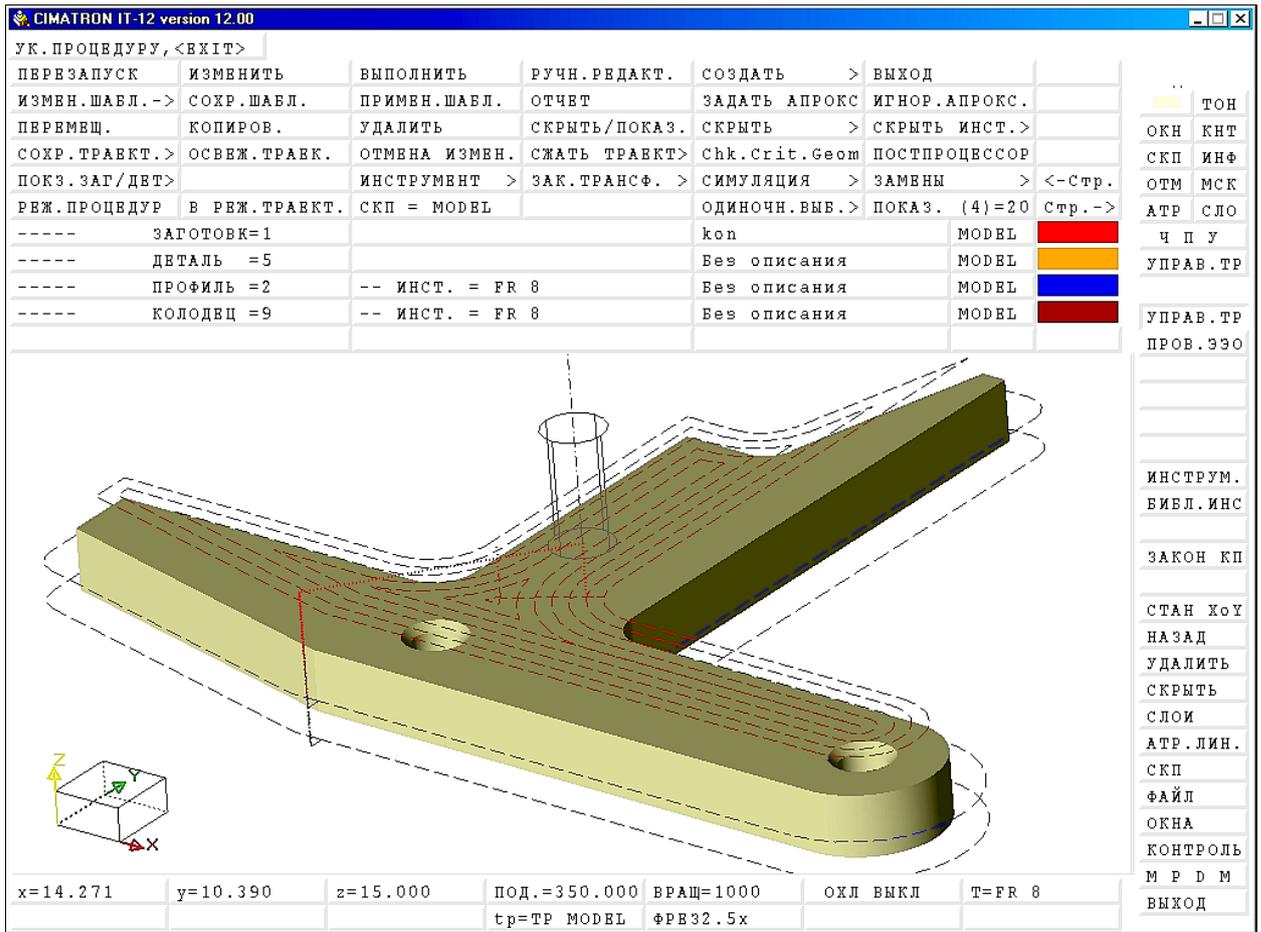


Рис. 6. Моделирование траекторий инструмента в Cimatron

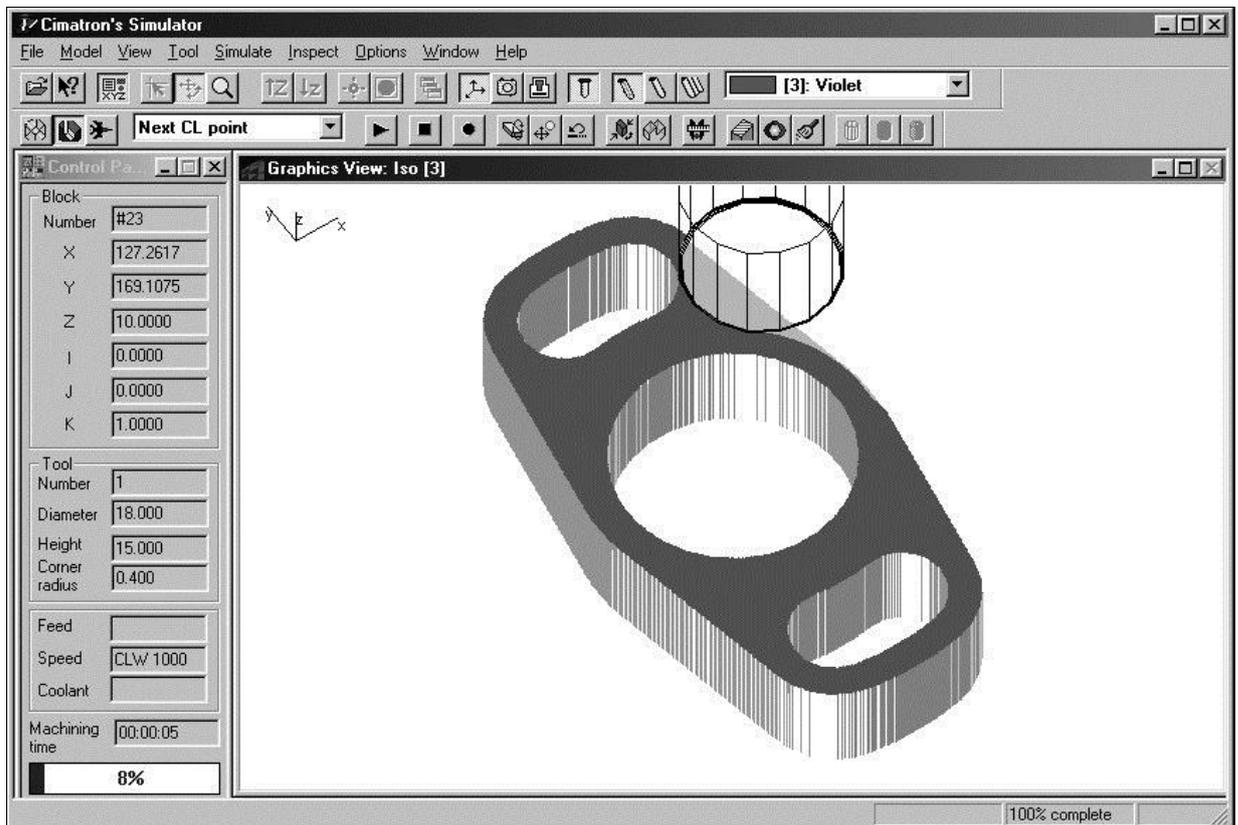


Рис. 7. Имитация механообработки заготовки в модуле симулятора Cimatron

```
%  
O0100  
T01  
T02  
G90 G80 G00 G17 G40 M23  
G43 H01 Z15. S1000 M03  
G00 X137.591 Y147.037 Z15. M09  
Z12.  
G01 Z10. F105  
M98 P1001  
...  
O1001  
G01 X135.603 Y147.25 F350 M09  
X135.75 Y150.  
G03 X84.25 I-25.75  
X135.603 Y147.25 I25.75  
G01 X137.591 Y147.037  
M99  
...  
%
```

Рис. 8. Фрагмент УП, спроектированной в Сimatron