

УДК 621:658.512

**С. В. Дудко, Вэй Пью Маунг, И.Е. Таиров**, аспиранты, **Л.А. Письман**, инженер, МГТУ «Станкин»

e-mail: [k\\_tm@stankin.ru](mailto:k_tm@stankin.ru)

## **Автоматизированная разработка управляющих программ для станков с ЧПУ**

*В статье рассматриваются вопросы автоматизированного проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САПР ЧПУ.*

**Ключевые слова:** станок, управляющая программа, ЧПУ, САПР, автоматизированное проектирование.

**S.V. Dudko, Vay Pyu Maung, I.E. Tairov, L.A. Pisman**

## **Automated Design on Control Programs for CNC Machines**

*The article discusses aspects of automated design of control programs for CNC machines using CNC CAD.*

**Keywords:** machine tool, control program, CNC, CAD, automated design.

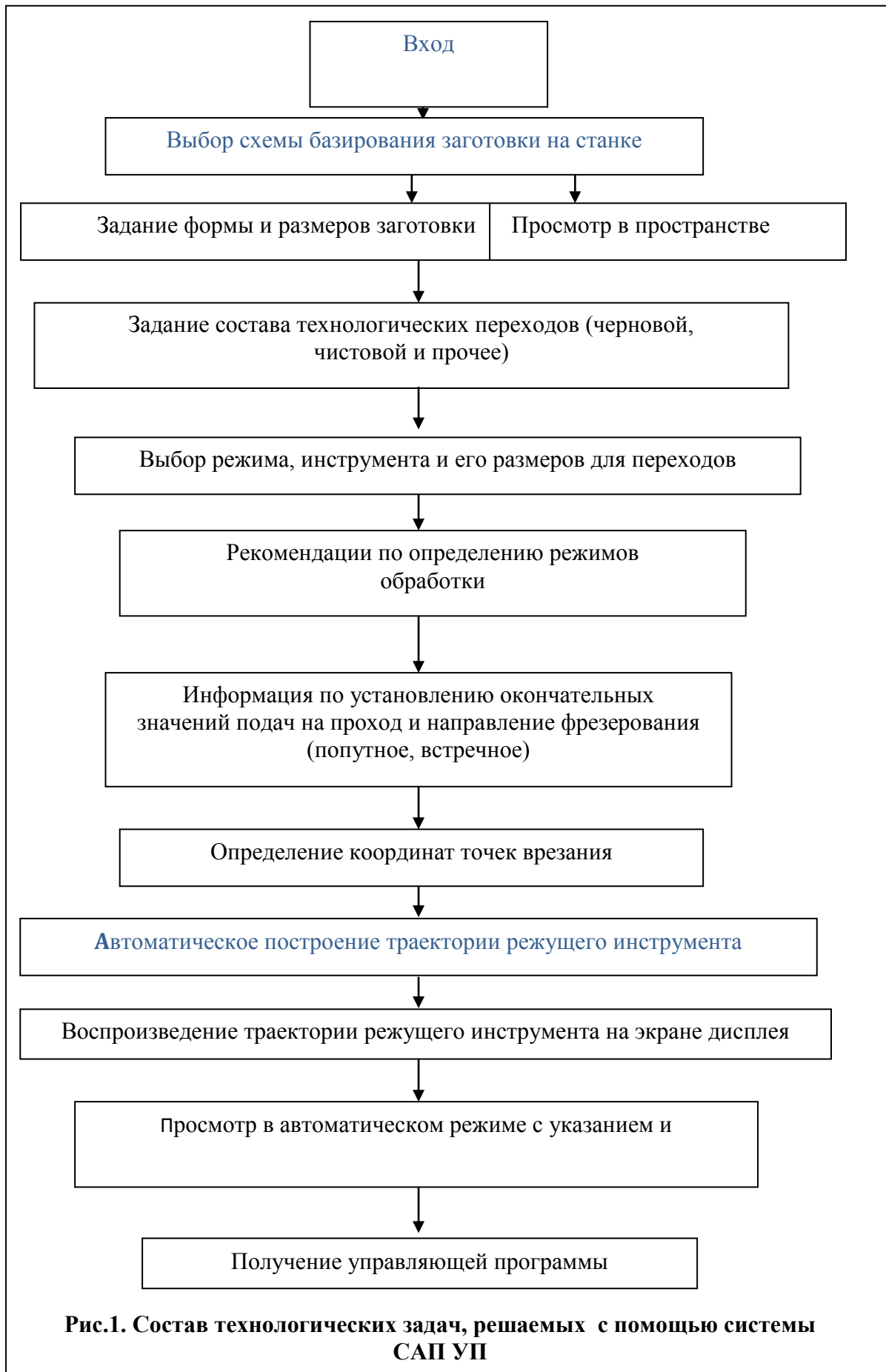
Автоматизацию разработки управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ различных деталей, в том числе и сложно-профильных, осуществляют путем применения различных по сложности специальных системы автоматизированного проектирования. Решение этих задач напрямую связано с разработкой автоматизированных систем конструкторского проектирования (CAD) и автоматизированных систем технологической подготовки производства (CAM). Наиболее эффективным при этом является создание универсальных интегрированных систем конструкторско-технологического проектирования CAD/CAM [1].

Известными системами автоматизированной подготовки управляющих программ являются системы CATIA, SURFCAM, GEMA-3D и другие, созданные на базе CAD/CAM. Для автоматизированной проверки УП используется система PredatorVirtualCNC.

Эти системы обеспечивают комплексное решение технологических задач обработки сложно-профильных деталей на станках с ЧПУ. Они работают в диалоговом режиме и ориентированы не только на автоматизированное составление управляющих программ, но также на комплексную подготовку всей необходимой технологической документации.

Состав технологических задач, решаемых с помощью системы автоматизированной подготовки управляющих программ САП УП, и

последовательность их решения представлена в общем виде как алгоритм, приведенный на рис. 1.



Применение CAD/CAM систем обеспечивает автоматизированную подготовку управляющих программ в рамках интегрированного решения комплекса задач проектирования и подготовки производства.

При этом одновременно решаются и другие задачи, связанные с применением станков с ЧПУ – комплектация и настройка режущего инструмента, оформление технологической документации – карт наладки, карт инструмента, проектирование необходимых приспособлений, а также управление процессом – прием и передача необходимой информации.

Методология решения задач ЧПУ в различных CAD/CAM-системах имеет много общего [2]. В общем случае она определяет последовательное решение следующих задач:

- задание геометрии изготавливаемой детали, задание формы и размеров заготовки; просмотр полученных геометрических форм в пространстве;
- выбор стратегии обработки, включая схемы базирования, последовательности обработки поверхностей и выбираемых для этого методов обработки; задание параметров выбранной стратегий;
- выбор и задание необходимого режущего инструмента;
- определение режимов обработки для каждого режущего инструмента;
- использование стандартных циклов для формирования траектории инструмента;
- формирование траекторий движения режущего инструмента и отображение траекторий на мониторе, визуальный контроль, исключение «зарезаний» и столкновений инструмента с деталью и приспособлением, оптимизации траектории с учетом фактического состояния заготовки;
- оперативное редактирование траектории при изменении последовательности обработки;
- автоматическое отслеживание изменений, вносимых в модель обрабатываемого изделия;
- автоматическое сравнение на мониторе модели получаемой детали с конструкторской моделью и использование цветовой карты распределения припуска для анализа результатов обработки;
- формирование управляющей программы для выбранной модели станка с ЧПУ с использованием соответствующего постпроцессора;
- получение управляющей программы и возможности ее редактирования;
- возможность создания необходимого постпроцессора для станка с ЧПУ, отсутствующего в базе данных.

Рассмотрим подробнее работу системы автоматизированной подготовки управляющих программ на примере системы SURFCAM, которая работает под управлением операционной системы Windows,

обеспечивая поддержание 3 – 5 осевой обработки для станков с ЧПУ различного типа.

В системе SURFCAM используется графический интерфейс, основанный на текстовых и пиктографических меню. В основном окне, с которого начинается работа системы располагается системное меню, включающее команды System и Help. Заголовок меню определяет вложенный список команд системы, меню состояния, панель инструментов и строку подсказки.

Разработка управляющей программы начинают с построения математической модели обрабатываемой детали. При этом модель может быть непосредственно создана в САМ-системе или импортирована из других систем. Построение геометрической модели начинают с выбора рабочего вида, для чего система предлагает соответствующее диалоговое окно. При этом на начальном этапе построения наиболее информативным является вид сверху - команда «TopView». Для создания требуемых геометрических форм выбирают необходимые команды из последовательности вложенных меню, появляющихся по команде «Create»

Задание формы и размеров заготовок в системах CAD/CAM может осуществляться в автоматическом режиме с использованием вариантов стандартного выбора заготовок: цилиндрическая, призматическая или создаваемая с помощью ручного построения и сохраняемая в формате STL.

Размеры заготовки могут быть определены:

- по размерам обрабатываемой поверхности, либо группы поверхностей;
- по размерам базовой поверхности;
- по размерам параллелепипеда (ящика), имеющего максимальный размер изготавливаемой детали.

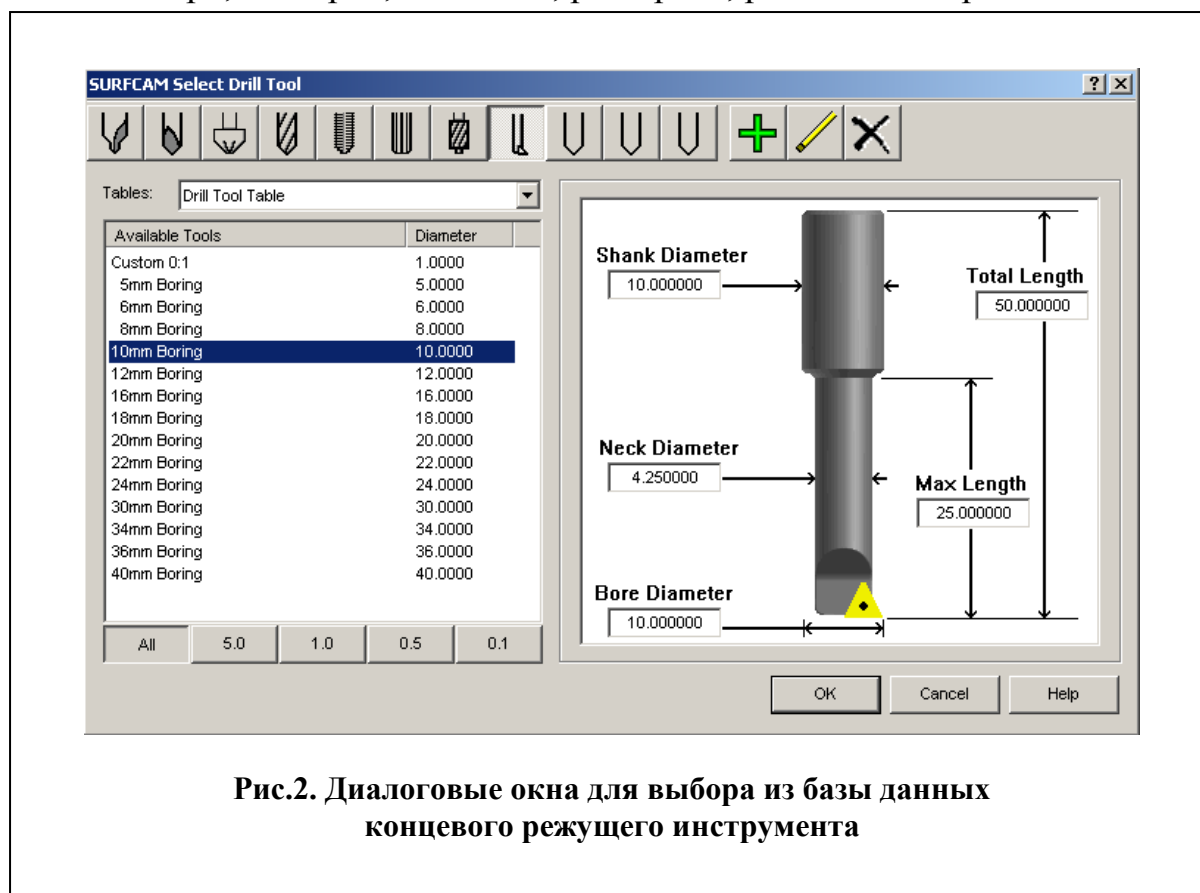
В развитых CAD/CAM системах создают библиотеку заготовок и прижимных приспособлений, включая произвольную форму в формате STL, которая может быть импортирована из любой CAD- системы

Дальнейшая работа системы в диалоге с пользователем направлена непосредственно на проектирование механообработки детали, представленной разработанной геометрической моделью.

Выбирая необходимые команды в последовательности вложенных меню «Pocket» и «Select» пользователь определяет вид обработки, границы области выборки материала и точку врезания инструмента. Для автоматического решения задач выборки обозначенной полости материала необходимо задействовать команды «Auto».

В результате система выводит на экран диалоговое окно «2AxisPocket» с открытой панелью о выбираемом инструменте, выбор которого является началом задания технологических параметров механообработки. Открытие меню «ToolInformation» позволяет просмотреть базу данных для различного режущего инструмента. На рис. 2

в качестве примера приведены диалоговые окна для выбора из базы данных сверл, зенкеров, метчиков, разверток, расточных оправок.



**Рис.2. Диалоговые окна для выбора из базы данных  
концевого режущего инструмента**

При необходимости базу данных инструмента можно расширить, введя дополнительную коррекцию размеров инструмента по диаметру, по длине, по радиусу режущей кромки и прочее. Современные САМ-системы включают настраиваемые библиотеки инструментов и материалов даже в минимальной конфигурации.

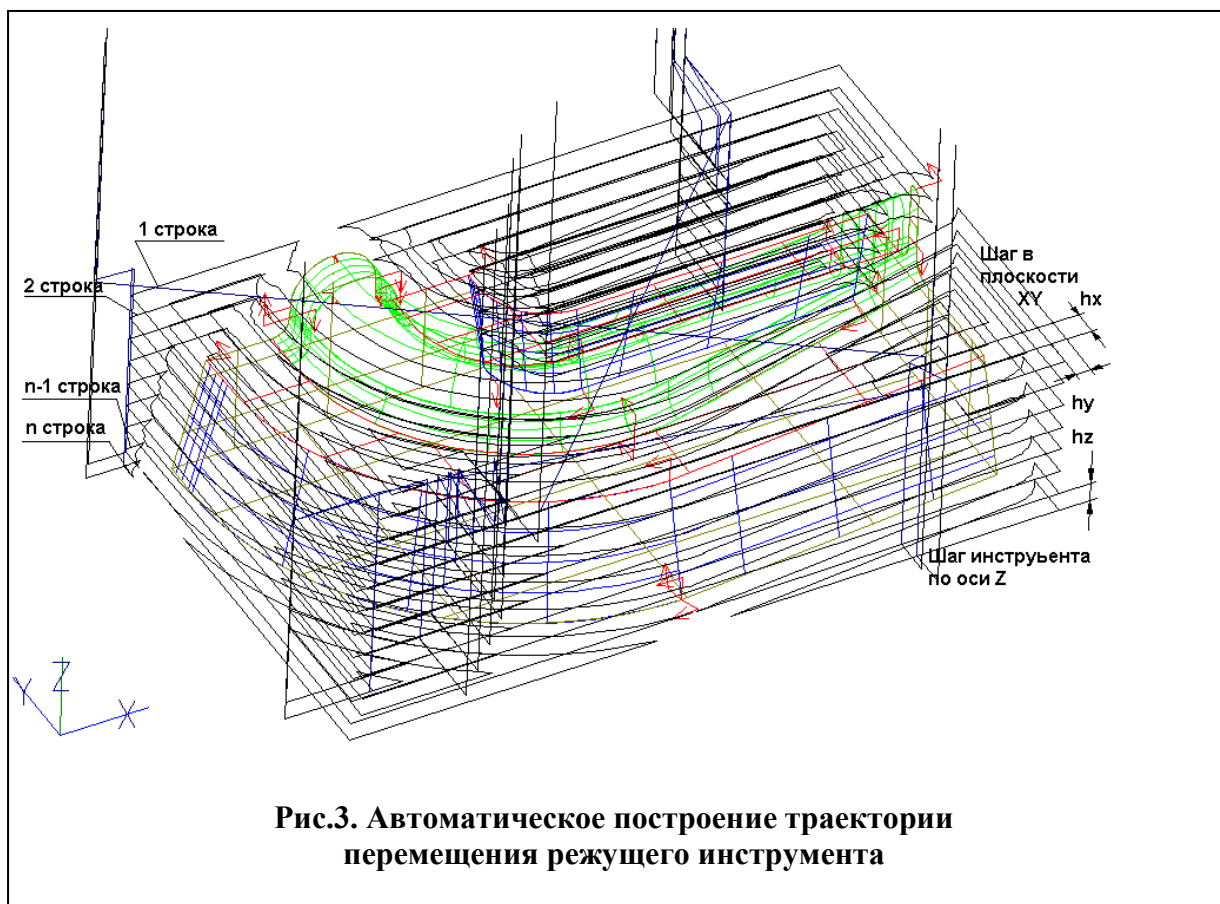
В соответствии с выбранным инструментом интеллектуальная САМ система рассчитывает и предлагает рекомендуемые режимы обработки – подачу, скорость резания на основе заданных параметров инструмента и материалов заготовки и инструмента.

В общем случае, технолог-программист должен иметь возможность изменять параметры режимов резания и задавать их по своему усмотрению, используя рекомендуемые режимы как справочные для проверки и сравнения. Поэтому результаты расчета в дальнейшем, на последующих этапах могут быть отредактированы с соответствующим пересчетом необходимых параметров для программирование черновой, получистовой и чистовой обработки.

Задавая последовательность выполнения технологических переходов, пользователь определяет тем самым основные параметры траектории движения соответствующего инструмента. При необходимости он может задать или изменить:

1. припуск на проход;
2. координату исходной точки выхода инструмента на обработку;
3. точность воспроизведения заданной траектории перемещения;
4. шаг подачи инструмента при выполнении строчной обработки;
5. траекторию подвода и отвода инструмента;
6. безопасное расстояние отвода инструмента для его замены.

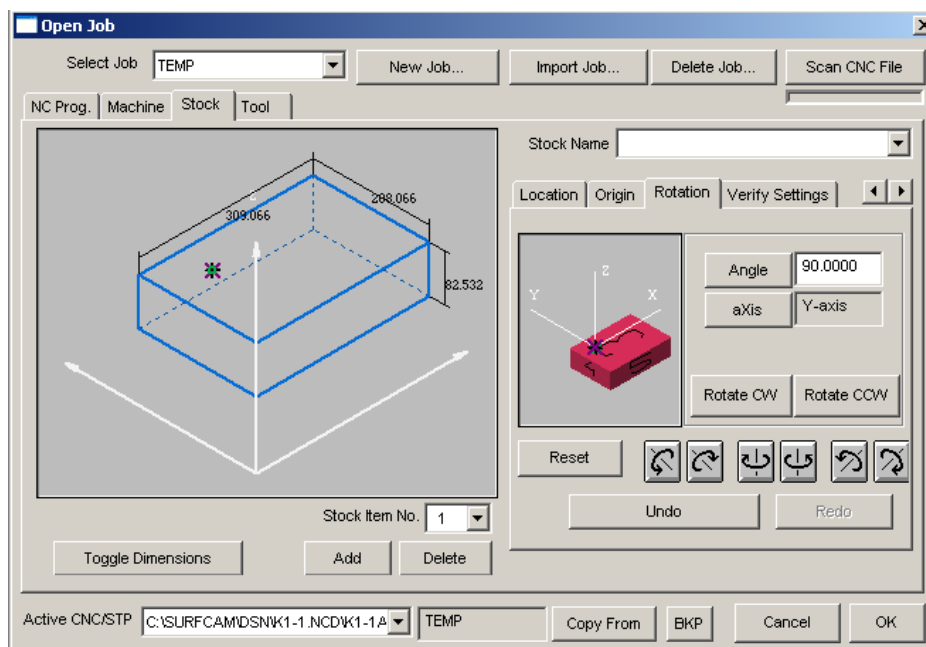
В результате переработки введенной информации система автоматически выдает траекторию перемещения режущего инструмента, которая выводится на экран монитора и может быть выдана как массив координат опорных точек. На рис. 3. представлен пример автоматического построения траектории перемещения режущего инструмента при объемном фрезеровании детали сложной геометрии.



Заключительным этапом автоматизированного проектирования является разработка управляющей программы для конкретного станка с ЧПУ. Это делается с помощью соответствующего постпроцессора. Постпроцессор выполняет преобразование траектории инструмента из внутреннего формата CLDATA в формат команд системы ЧПУ станка. Для выбора конкретного постпроцессора под применяемую на станке систему ЧПУ пользователь должен указать модель применяемой системы. Развитые САМ системы содержат специальные программные

модули, с помощью которых пользователь может сам путем генерирования создать необходимый постпроцессор для конкретной системы ЧПУ. В результате система автоматически осуществляет по кадровое формирование УП для конкретной системы ЧПУ и выдает полученную программу на экран.

Процесс автоматизированной разработки управляющей программы завершается ее проверкой. Наиболее быстрым и эффективным средством проверки и отладки УП являются программная имитация процесса обработки. Для выявления причины ошибки выполняется конкретизация параметров режущего инструмента, параметров формы заготовки, и её положения в системе координат станка. В диалоговом окне, представленном на рис. 4, показан пример коррекция пространственного положения заготовки в системы координат станка.



**Рис. 4. Коррекция пространственного положения заготовки в системы координат станка**

Программирование с использованием САМ-систем позволяют поднять разработку УП для станков с ЧПУ на более высокий уровень по сравнению с ручным программированием. Практика показывает, что 57% САМ-систем применяется программистами — технологами на своих рабочих местах, 18% пользователей используют САМ-системы в цехе на станках с ЧПУ и 25% задействуют САМ-системы от случая к случаю в зависимости от текущих обстоятельств.

### Список литературы

1. **Тимирязев В.А., Кутин А.А., Схиртладзе А.Г.** Технология машиностроения (специальная часть) / Учебник для вузов. - МГТУ «Станкин». - 2013. - 547с.
2. **Островский М.С., Мнацаканян В.У., Тимирязев В.А.** Программирование обработки деталей горных машин на станках с ЧПУ / Горная книга. - М. - 2009. - 336 с.