

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CNC SIMULATOR В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Пронин Д.А.

Калужский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Калуга, Россия

Ключевые слова: ЧПУ, обучение, симулятор, токарный станок, Fanuc.

Аннотация. В работе рассказано о возможностях кроссплатформенного программного обеспечения CNC Simulator – симулятора токарного станка с числовым программным управлением. Станок оснащен системой ЧПУ Fanuc. Основной целью являлась проверка его использования студентами для написания простой управляющей программы для токарного станка на примере ротора турбины.

EXPERIENCE OF USING THE CNC SIMULATOR SOFTWARE PACKAGE IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Pronin D.A.

*Kaluga Branch of the Bauman Moscow State Technical University
(National Research University), Kaluga, Russia*

Keywords: CNC, training, simulator, lathe, Fanuc.

Abstract. The paper describes the possibilities of cross-platform software CNC Simulator - a simulator of a lathe with numerical program control. The machine is equipped with a Fanuc CNC system. The main goal was to test its use by students to write a simple control program for a lathe using the example of a turbine rotor.

Программный симулятор предназначен для упрощения написания программ для токарных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) под управлением системы ЧПУ Fanuc с системой кодов А с возможностью трехмерной визуализации движений инструмента, заготовки и технологической оснастки станка. Благодаря простоте освоения данное программное обеспечение (ПО) может использоваться в обучении в качестве наглядного примера работы наладчика станка. Кроме того, ПО не очень требовательно к производительности вычислительной машины, что позволяет использовать его даже на слабых машинах.

Окно приветствия программы представлено на рисунке 1.

Возможна установка ПО на компьютеры с операционной системой Windows, Macintosh, Linux через официальный сайт разработчика, а также на смартфоны через магазины GooglePlay Market и AppStore [1]. Это позволяет при помощи облачных хранилищ продолжать написание программы на разных устройствах при определенных настройках.

Имеется встроенный справочник команд G-, M-кодов с пояснениями (рис. 2).

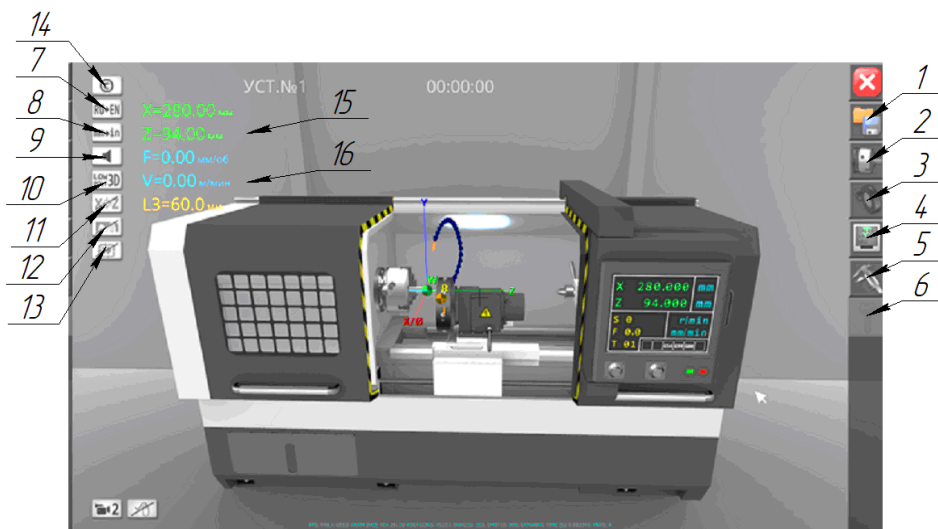


Рис. 1. Окно приветствия программы:

- 1 – меню выбора проекта; 2 – меню размерной привязки; 3 – каталог инструмента для установки с револьверную головку; 4 – окно кода программы; 5 – окно проверки размеров заготовки; 6 – активация полной версии программы; 7 – смена языка программы/приложения; 8 – смена единиц измерения миллиметры/дюймы; 9 – включение/выключение звука; 10 – отображение 3d-моделей органов станка; 11 – отображение основных точек и систем координат станка; 12 – отображение траектории движения инструмента; 13 – включение/выключение ускоренного воспроизведения; 14 – контактная информация для связи с разработчиком; 15 – текущее положение резца; 16 – режимы резания

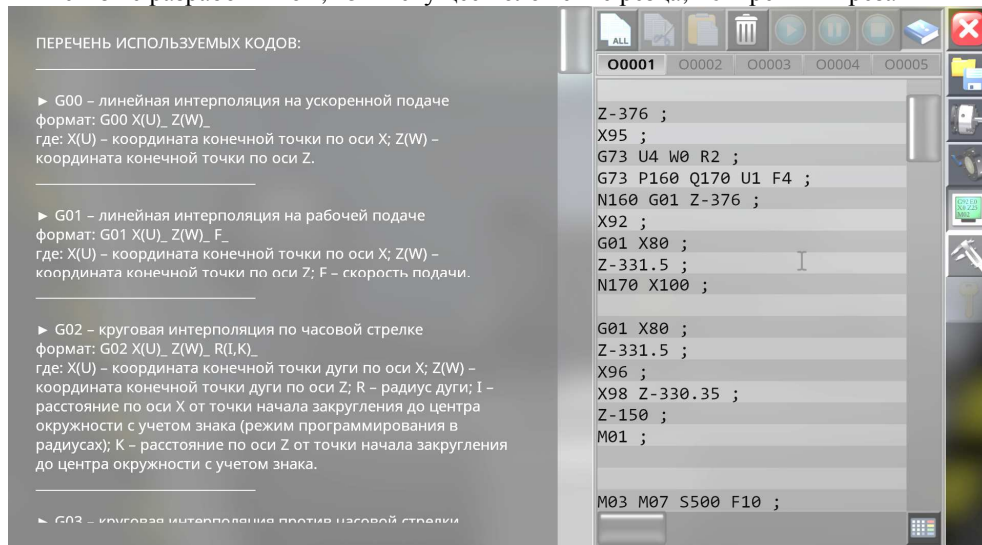


Рис. 2. Справочник команд

В наличии подробно написанное методическое пособие на русском языке по данному симулятору [2]. В нем описана не только работа программы, но и понятным языком рассказано о принципах работы ЧПУ и способах программирования [3].

Программа позволяет проверить написанный код на ошибки столкновения с элементами станка (рис. 3).

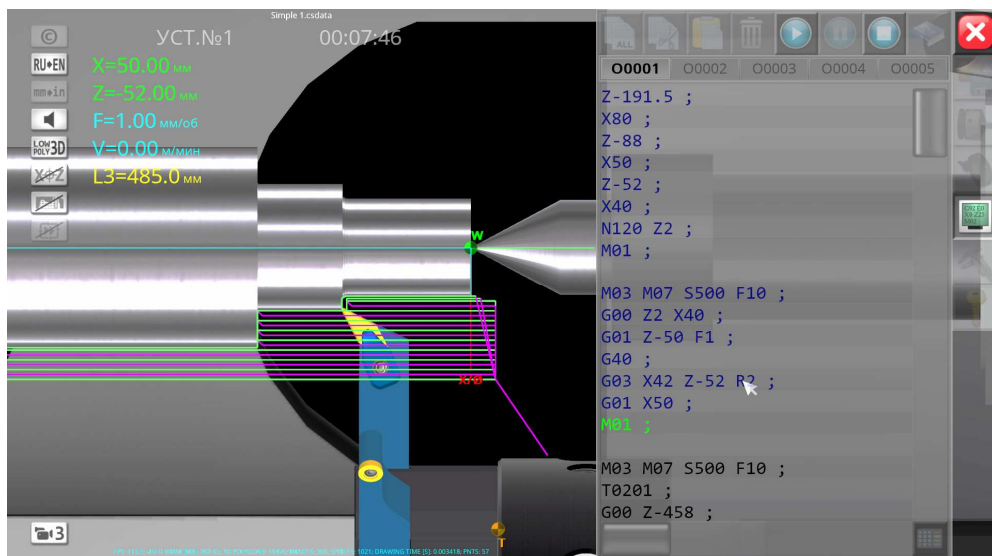


Рис.3. Процесс работы программы

В качестве примера возможностей программы был написан код для токарной обработки шеек ротора турбины. Описание приведено в виде разбора ключевых блоков G-кода в таблице 1.

Табл. 1. Описание основных блоков G-кода

<pre>:O001 G54 ; T0101 ; M03 S500 F10 ; G00 X108 Z10 ; M07 ;</pre>	<p>Первый блок содержит информацию о номере программы/подпрограммы, задается СК, выбирается инструмент.</p> <p>Строка выбора направления вращения шпинделя и базовой скорости подачи.</p> <p>Подвод в начальную точку с координатами X108 Z10 на ускоренной подаче.</p>
<pre>G71 U4 R2 ; G71 P110 Q120 U2 W2 F4 ; N110 G01 ; Z-458 ; X98 ; Z-191.5 ; X80 ; Z-88 ; X50 ; Z-52 ; X40 ; N120 Z2 ; M01 ;</pre>	<p>Цикл G71 – цикл снятия припуска параллельно оси Z (рис. 4) [3].</p> <p><i>Первая строка:</i> U4 – глубина обработки для черновых проходов 4 мм на радиус; R2 – расстояние отхода 2 мм после черновых проходов.</p> <p><i>Вторая строка:</i> P110 Q120 – порядковый номер первого и последнего кадров, задающие контур;</p> <p>U2 – величина и направление снятия чистового припуска на оси X 2 мм на диаметр;</p> <p>W2 – величина и направление снятие чистового припуска по оси Z 2 мм;</p> <p>F4 – скорость подачи при черновой обработке 4 мм/об; неуказанный кадр S_ – частота вращения шпинделя при чистовой обработке.</p> <p>M01 – останов программы с подтверждением</p>

Табл. 1. Продолжение

<p>M03 S500 F10 ; G00 Z2 X40 ; G01 Z-50 F1 ; G40 ; G03 X42 Z-52 R2 ; G01 X50 ; M01 ;</p>	<p>Запуск вращения шпинделя по часовой стрелке после останова программы. При помощи команды G03 – круговой интерполяции против часовой стрелки – оформляем галтель (рис. 5) [4]: X42 – координата конечной точки дуги по оси X; Z-52 – координата конечной точки дуги по оси Z; R2 – радиус дуги. При записи радиуса с отрицательным знаком траектория резца соответствует большей хорде.</p>
<p>M03 S500 F10 ; T0201 ; G00 Z-458 ; X100 ; G73 U4 W0 R2 ; G73 P130 Q140 U1 F4 ; N130 G01 X90 ; Z-337 ; N140 X100 ;</p>	<p>T0201 – команда поворота револьверной головки на позицию 2 с отводом инструмента в нулевую точку. Используя уже знакомый ранее цикл G73 проводим многопроходное точение Ø90 левым резцом.</p>
<p>T0301 ; Z-376 ; X95 ; G73 U4 W0 R2 ; G73 P160 Q170 U1 F4 ; N160 G01 Z-376 ; X92 ; G01 X80 ; Z-331.5 ; N170 X100 ;</p>	<p>T0301 – команда поворота револьверной головки на позицию 3 с отводом инструмента в нулевую точку [3]. Используя цикл G73 проводим многопроходное точение шейки вала Ø80 левым отогнутым резцом (рис. 6).</p>
<p>G01 X80 ; Z-331.5 ; X96 ; X98 Z-330.35 ; Z-150 ; M30</p>	<p>Точение фаски 3x45° посредством задания контрольных точек перемещения резца [5]. Конец программы.</p>

В ходе исследования установлено, что данная программа подходит для использования в учебных целях для наглядного представления перемещений станка в зависимости от введённой управляющей программы. Она позволяет изучить особенности программирования в общем GМ коде с использованием циклов, чего нельзя сделать в уже используемом ПО КОМПАС v19. Стоит отметить оперативную обратную связь с разработчиком [6] и предпосылки к развитию программы.

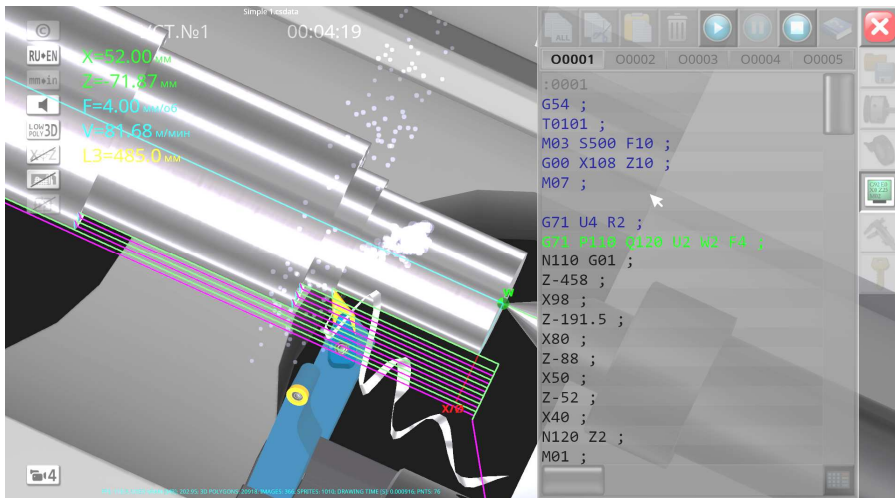


Рис. 4. Черновое точение при помощи команды G71

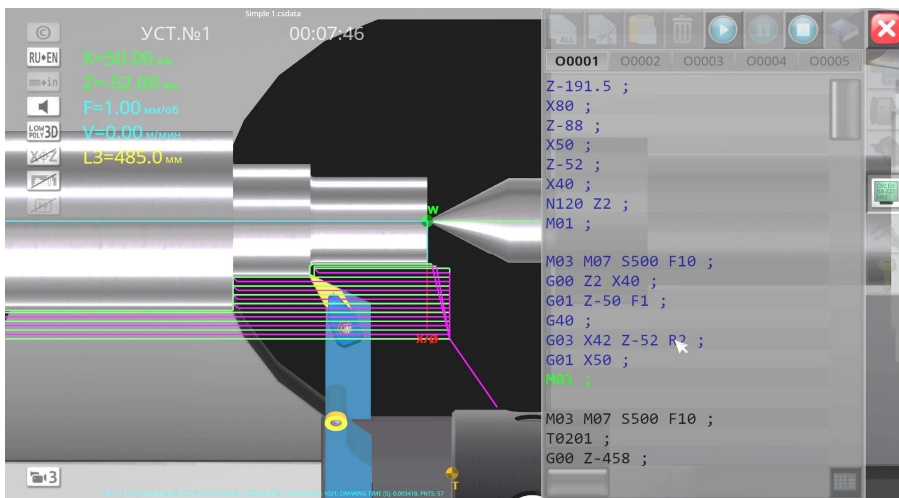


Рис. 5. Точение галтели при помощи команды G03

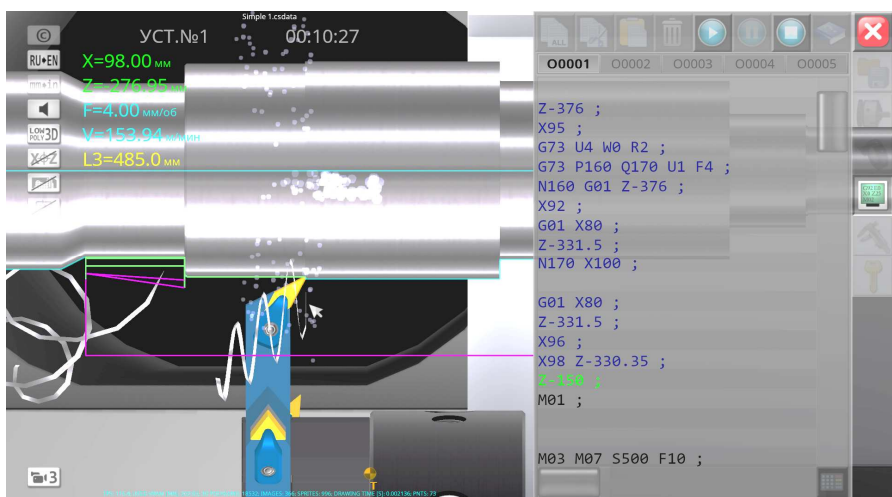


Рис. 6. Точение шейки вала Ø80 и фаски 3x45°

По заверениям разработчика, программный продукт уже апробирован в учебном процессе на базе нескольких образовательных организаций, в том числе в Майкопском государственном технологическом университете, АНО «УЦДПО ГородМастеров-НН» и Центральном университете Квинсленда (CQUniversity, Австралия). Мобильные версии приложения проходят апробацию среди частных пользователей посредством платформ GooglePlay и AppStore.

Список литературы

1. Официальный сайт разработчика [Электронный ресурс] – URL: <https://www.sunspire.ru/products/cnc-simulator/>
2. Официальный мануал разработчика «Программный симулятор токарного станка с ЧПУ» [Электронный ресурс] – URL: https://www.sunspire.ru/app/download/11500347621/cnc_manual_ru.pdf?t=1621102765
3. Калмыков В.В., Малышев А.Н., Покровская М.Э. 77-48211/460001 Анализ способов точного позиционирования рабочих органов станков с ЧПУ // Инженерный вестник. – 2012. – №7. – С. 1.
4. Калмыков В.В., Барков А.В. Аналитическое и статистическое оценивание упругих деформаций при фрезеровании по контуру // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 8-1. – С. 34-38.
5. Калмыков В.В., Федорова О.С., Малышев И.Е. Исследование статистических методов анализа технологических факторов при токарной обработке // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 6. – С. 48-52.
6. Официальное сообщество в социальной сети «ВКонтакте» [Электронный ресурс] – URL: <https://vk.com/cncsimulator>

References

1. Official website of the developer [Electronic resource] – URL: <https://www.sunspire.ru/products/cnc-simulator/>
2. Official developer manual "Software simulator of a CNC lathe" [Electronic resource] – URL: https://www.sunspire.ru/app/download/11500347621/cnc_manual_ru.pdf?t=1621102765
3. Kalmykov V.V., Malyshev A.N., Pokrovskaya M.E. 77-48211/460001 Analysis of methods of precise positioning of working bodies of CNC machines // Engineering Bulletin. 2012, no. 7, p. 1.
4. Kalmykov V.V., Barkov A.V. Analytical and statistical estimation of elastic deformations during contour milling // Fundamental research. 2016, no. 8-1, pp. 34-38.
5. Kalmykov V.V., Fedorova O.S., Malyshev I.E. Research of statistical methods of analysis of technological factors in turning processing // Fundamental research. 2017, no. 6, pp. 48-52.
6. Official community on the social network VKontakte [Electronic resource] – URL: <https://vk.com/cncsimulator>

Пронин Данила Алексеевич – магистрант ratjkova@mail.ru	Pronin Danila Alekseevich – master's student
--	---

Received 02.11.2022