

Titanium®



Часть III

Руководство оператора

III	Руководство оператора	1
1	Общие сведения	5
1.1	Общие правила работы	5
1.1.1	Клавиатура для устройства ЧПУ CNC11	7
1.1.2	Панель состояния	10
1.1.3	Строка сообщений	10
1.1.4	Строка поиска	11
1.1.5	Поле индикации осей	12
1.1.6	Поле индикации инструмента	14
1.1.7	Поле индикации скоростей и оборотов	16
1.1.8	Поле текущих команд	17
1.1.9	Навигационная панель	18
1.1.10	Панель дополнительного меню	19
1.1.11	Поле программы	20
1.2	Работа с управляющими программами	21
1.2.1	Работа с программами	21
1.2.2	Создание и сохранение программы	27
1.2.3	Переименование программы	32
1.2.4	Копирование и перемещение программы	34
1.2.5	Удаление программы	34
1.2.6	Работа со встроенными циклами	37
1.3	Визуализация управляющих программ	40
1.3.1	Окно графического просмотра программы	40
1.3.2	Режимы	42
1.3.3	Масштаб	45
1.3.4	Изменить вид	46
1.3.5	Вращать	47



1.3.6	Настройка графики	47
1.4	Инструмент	53
1.4.1	Ручная привязка инструмента на токарной версии ЧПУ . .	55
1.4.2	Автоматическая привязка инструмента на токарной версии ЧПУ	56
1.4.3	Ручная привязка инструмента на фрезерной версии ЧПУ .	57
1.4.4	Автоматическая привязка инструмента на фрезерной версии ЧПУ	58
1.4.5	Коррекция инструмента	59
1.4.6	Смещение Системы координат G54 G59	60
1.4.7	Использование инструмента на фрезерном станке	62
1.4.8	Использование инструмента на токарном станке	64
1.5	Режимы работы системы	65
1.5.1	Ручной режим	66
1.5.2	Выход в ноль	67
1.5.3	Преднабор	68
1.5.4	Автоматический и покадровый режимы	69
1.6	Отладка управляющих программ	69
1.6.1	Отработка программы с учетом предыдущей траектории и выходом в исходное положение программы	70
1.6.2	Отработка программы с произвольного кадра	72
1.6.3	Отработка программы до заданного кадра	72
1.7	Диагностика	73
1.7.1	Компенсация люфтов и погрешностей ходового винта . . .	78
1.7.2	Окно «Сервис»	79
1.7.3	Управление программным обеспечением	84
1.7.4	Завершение работы системы	86
1.7.5	Общий перечень сообщений	86

О настоящем руководстве

Специальные обозначение

Записи формата **X_**, **Y_**, **Z_** и т. д. обозначают указание названий аргументов и их значений. Например, **X** — название аргумента G-кода, а вместо пропуска («**_**») можно подставлять численные значения (например, **X10.5**).

Запись **N1...N1000** обозначает диапазон обозначений: **N1**, **N2**, **N3**, **N4**, **N5**, ..., **N998**, **N999**, **N1000**. В качестве другого примера: запись **G53...G59** будет соответствовать диапазону обозначений: **G53**, **G54**, **G55**, **G56**, **G57**, **G58**, **G59**.

Запись вида **N5n12** обозначает любой параметр из набора: **N5012**, **N5112**, **N5212**, **N5312**, **N5412**, **N5512**, **N5612**, **N5712**, **N5812**, **N5912**. То есть вместо буквы «n» в названии параметра подставляется цифра.

1.1 Общие правила работы

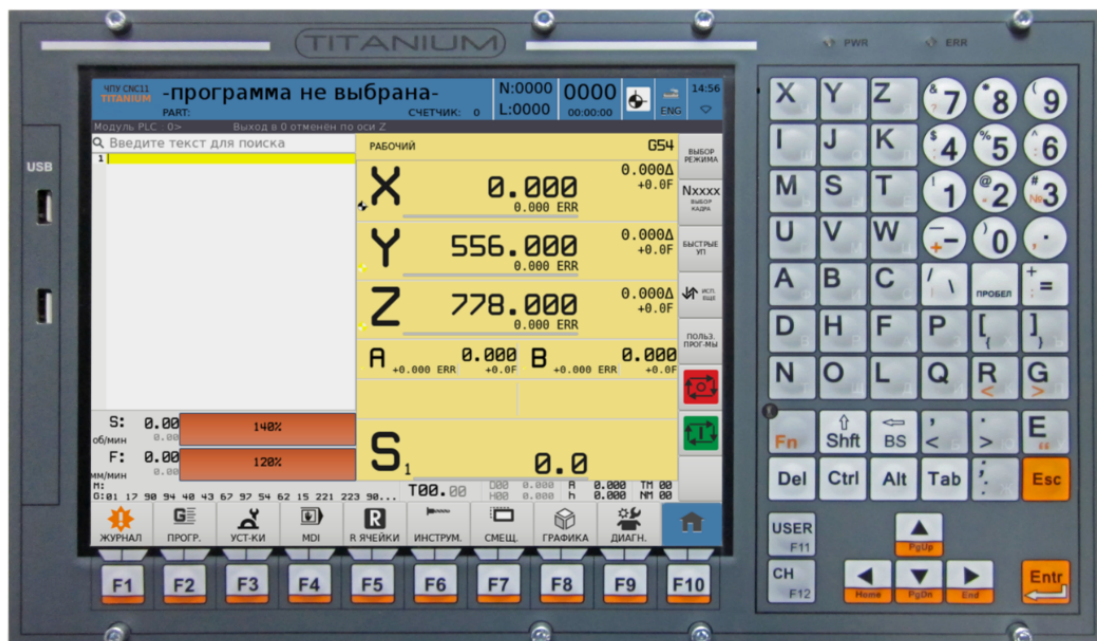


Рис. 1.1.1: Внешний вид лицевой панели ЧПУ TITANIUM®



1.1.1. Клавиатура для устройства ЧПУ CNC11

Назначение клавиш



Alt — клавиша, изменяющая действие других клавиш при одновременном нажатии.

▲▼◀▶ — управление курсором (перемещение вверх, вниз, вправо, влево).

Fn — клавиша-модификатор, активирующая ввод команд, отмеченных на клавиатуре оранжевым цветом.

PgUp — перемещение курсора на страницу вверх при нажатой клавише Fn.

PgDn — перемещение курсора на страницу вниз при нажатой клавише Fn.

Home — перемещение курсора в начало строки или документа (при зажатии Ctrl) при нажатой клавише Fn.



End — перемещение курсора в конец строки или документа (при зажатии Ctrl) при нажатой клавише Fn.

TAB — клавиша табуляции, перемещение по элементам управления диалоговых окон.

ESC — клавиша отмены, закрытия диалоговых окон с отменой всех действий, сброса сообщений.

CTRL — клавиша, изменяющая действие других клавиш при одновременном нажатии.

DEL — клавиша удаления символа, на который указывает курсор.

SHIFT — клавиша переключения верхнего/нижнего регистра. При одновременном нажатии с другой клавишей переключает буквенные клавиши в режим прописных букв.

BACKSPACE — клавиша удаления символа перед курсором.

Пробел — клавиша пробела.

ENTER — клавиша ввода новой строки.

USER — клавиша вызова пользовательских программ, подробнее ее действие должно описываться в документации на конкретный станок .

CH — клавиша переключения каналов.

Вся работа с экранами осуществляется с помощью навигационной панели внизу экрана, а также с помощью комбинаций горячих клавиш:

Alt+I — вывод окна входных сигналов.

Alt+U — вывод окна выходных сигналов.

Alt+M — вывод окна промежуточных ячеек памяти.

Alt+D — вывод окна статических ячеек памяти.

Alt+V — вывод окна обменных ячеек памяти.

Alt+T — вывод окна счетчиков и таймеров.

Ctrl+I — временный сброс координат.

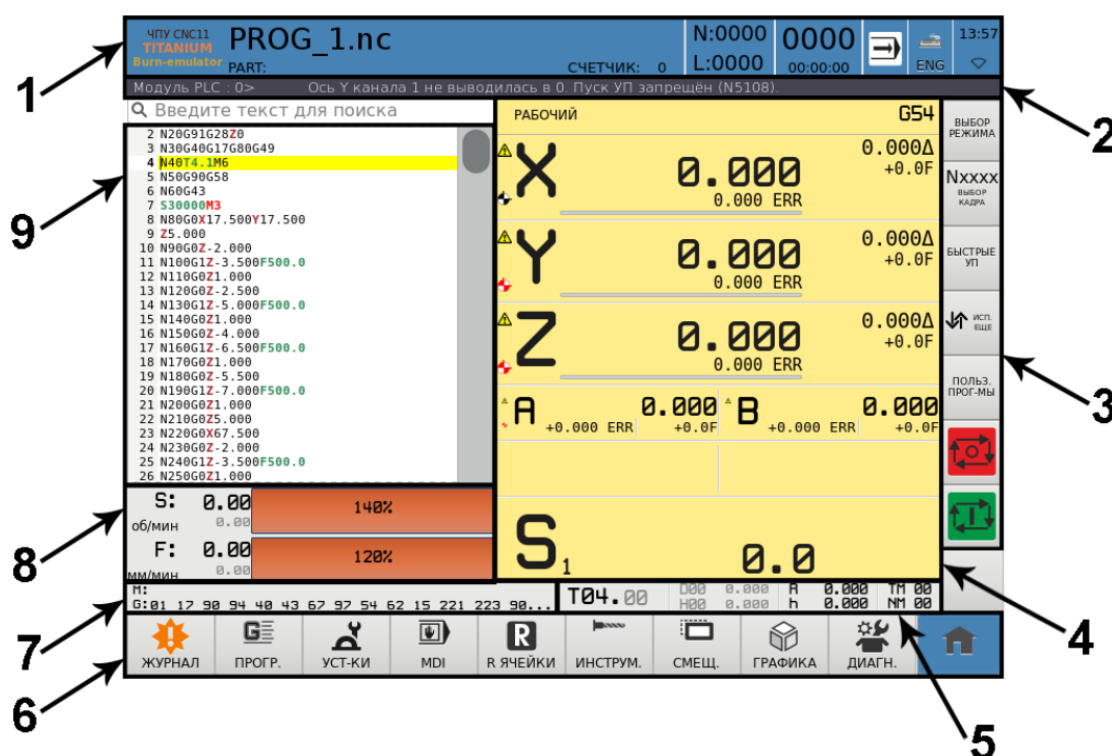


Рис. 1.1.2: Структура окна

При работе Вы можете переходить из одного окна к другому, учитывая, что состояние каждого окна временно сохраняется до возврата. Активное окно — это то окно, в котором Вы в данный момент работаете. Любая команда, которую Вы выбираете, или текст, который вы набираете, относится только к активному окну.

Система отмечает активное окно в навигационной панели, в строке состояния выводится название окна. Каждое окно индивидуально, но имеет несколько общих областей (рисунок 1.1.2):

- 1 — панель состояния;
- 2 — строка сообщений;
- 3 — панель дополнительного (контекстного) меню;
- 4 — поле индикации осей;
- 5 — поле индикации инструмента;
- 6 — навигационная панель;
- 7 — поле текущих команд;
- 8 — поле индикации скоростей и оборотов;
- 9 — поле программы.

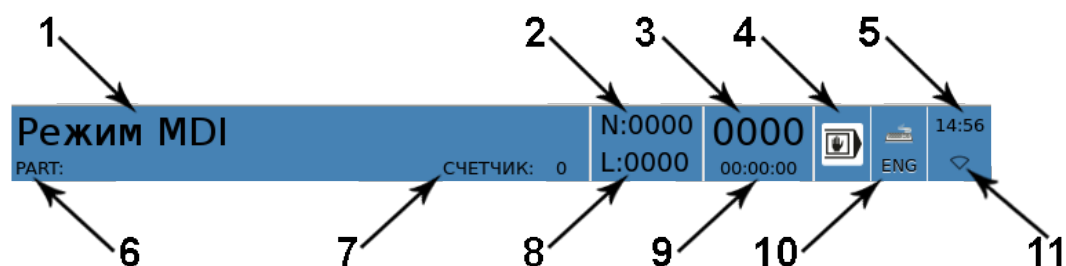


Рис. 1.1.3: Панель состояния

1.1.2. Панель состояния

В верхней части экрана всегда находится панель состояния (рисунок 1.1.3). Панель состояния содержит оперативную информацию. На ней отображены следующие данные:

- 1 — название активного окна;
- 2 — номер исполняемого в данный момент кадра;
- 3 — номер исполняемой в данный момент строки программы;
- 4 — кнопка, вызывающая пульт оператора, отображает текущий режим ЧПУ;
- 5 — текущее время;
- 6 — имя исполняемой в данный момент части программы;
- 7 — текущее значение счетчика изготовленных деталей;
- 8 — текущее значение цикла-счетчика;
- 9 — время исполнения программы;
- 10 — кнопка для вызова виртуальной клавиатуры и ее текущая раскладка;
- 11 — индикация состояния беспроводного подключения (Wi-Fi).

Содержимое панели состояния меняется в зависимости от того, какое окно в настоящий момент времени активно.

1.1.3. Строка сообщений

В строке сообщений (рисунок 1.1.4) выводятся:

- аварии;
- предупреждения;
- сообщения программы;

Модуль PLC : 38> Не было выхода в ноль по -Z- перед сменой инструмента

Рис. 1.1.4: Строка сообщений

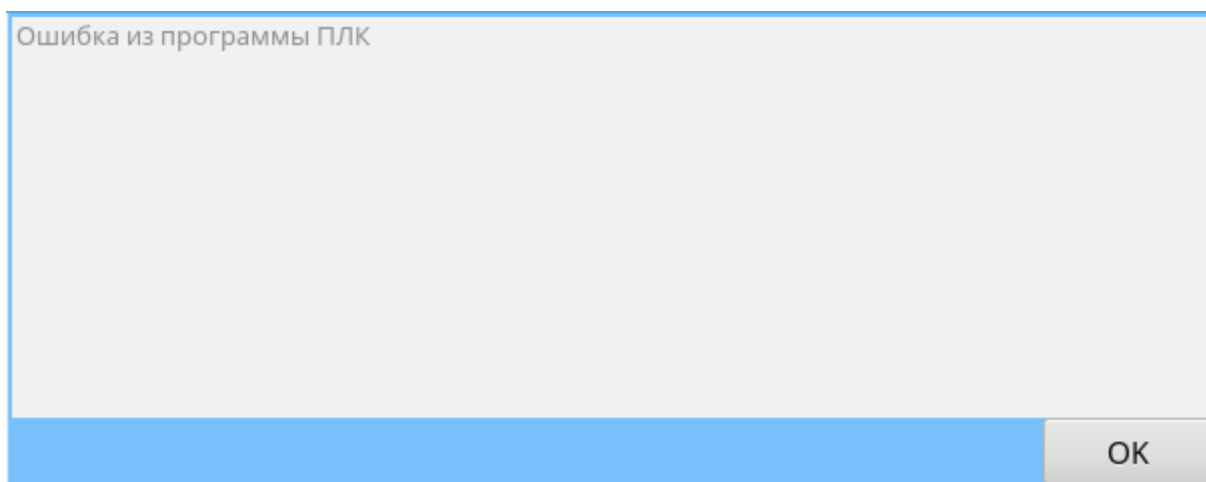


Рис. 1.1.5: Всплывающее диалоговое окно

- сообщения ПЛК;
- сообщения технологии.

Наиболее важные сообщения, требующие реакции оператора, могут выводиться в виде всплывающего диалога (рисунок 1.1.5).

1.1.4. Строка поиска

Ниже строки сообщений находится строка поиска (рисунок 1.1.6). Для перехода в режим поиска достаточно коснуться поля или нажать сочетание клавиш Ctrl+F. При этом в строку поиска будет занесен выделенный текст или, если такового нет, слово, на котором стоит курсор.

Для поиска введенного в строку текста необходимо нажать клавишу Enter. Результаты поиска будут подсвечены в тексте (рисунок 1.1.7).



Рис. 1.1.6: Строка поиска

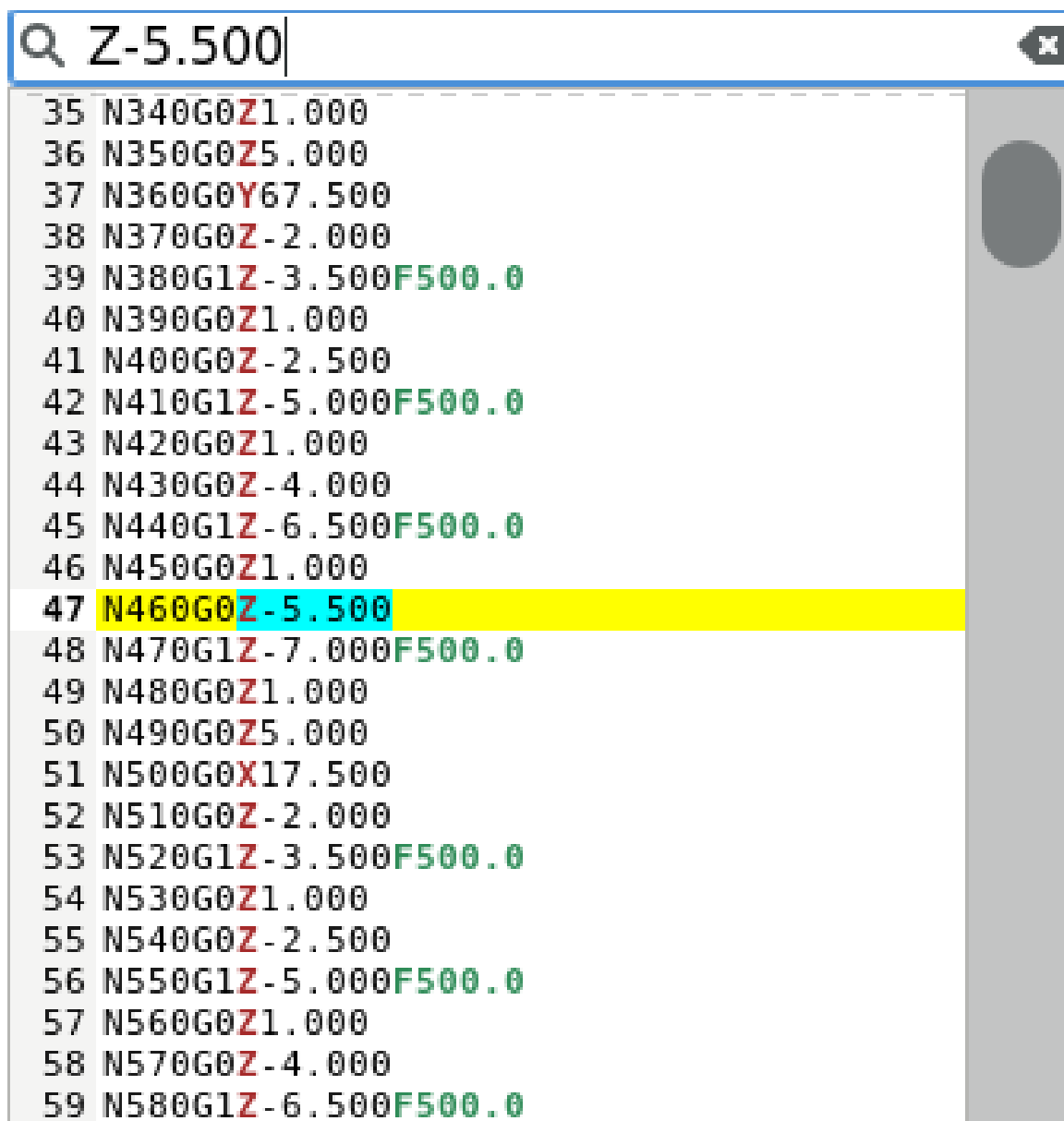


Рис. 1.1.7: Пример поиска

1.1.5. Поле индикации осей

На главном окне расположены поля индикации осей (рисунок 1.1.8).

Каждый блок отображает следующую информацию о соответствующей оси (рисунок 1.1.9):

- 1 — индикация выхода в ноль: черный цвет — выход в ноль был осуществлен, красный — не было выхода в ноль;
- 2 — предупреждение о совершении временного сброса координат;
- 3 — предупреждение об отсутствии готовности к движению оси (зажаты тормоза или нет готовности приводов);
- 4 — имя оси;
- 5 — значение координаты оси;

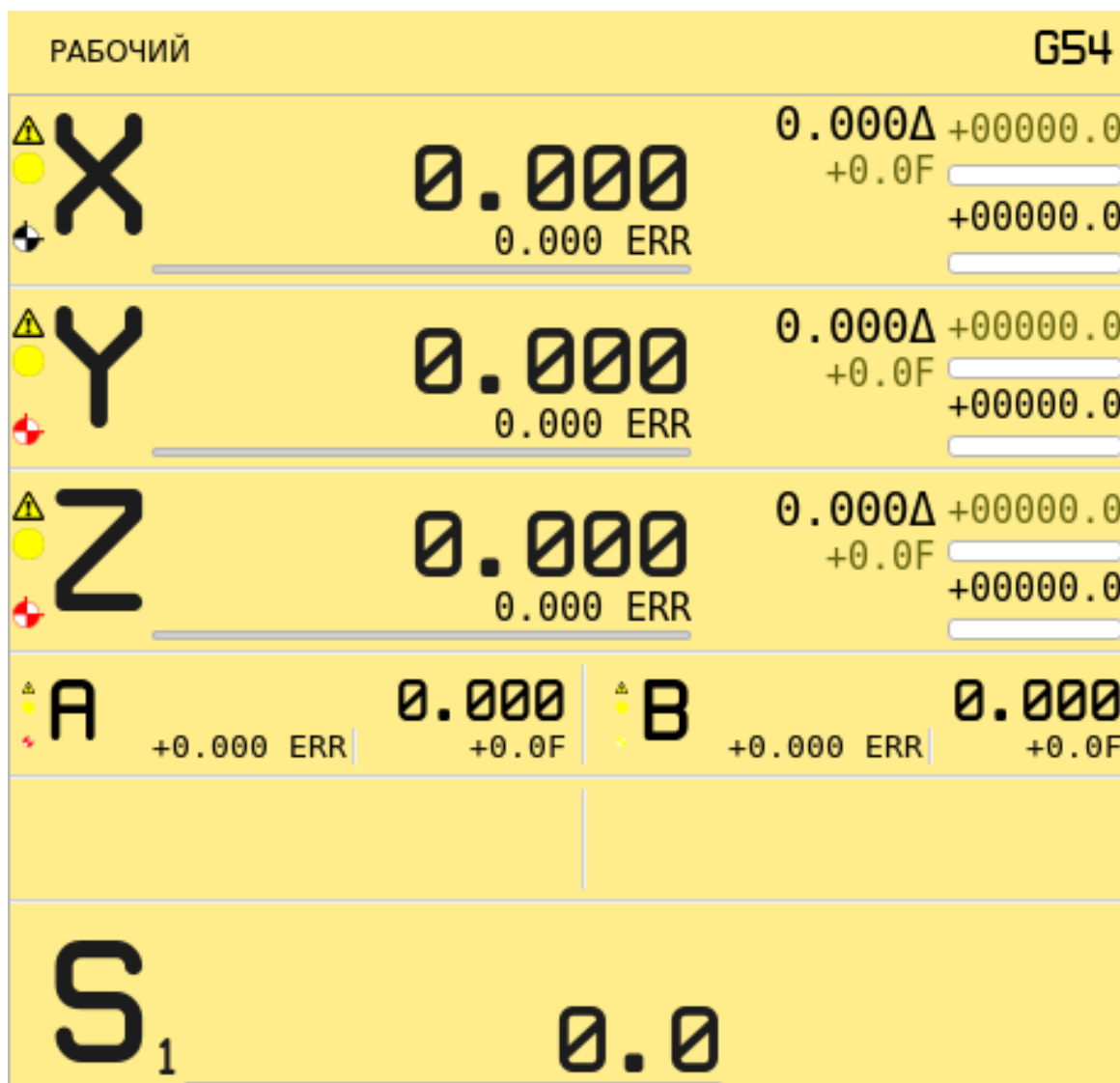


Рис. 1.1.8: Поле индикации осей

6 — остаток перемещения в кадре. Отображается, если параметр N530 выставлен в «1»;

7 — подробная информация о скорости движения по оси. Отображается, если параметр N531 выставлен в «1»;

8 — подробная информация о скорости движения по оси. Отображается, если параметр N531 выставлен в «1»;

9 — реальная скорость движения оси. Отображается, если параметр N530 выставлен в «1»;

10 — сервоошибка.

Количество блоков: 3 основные оси, 4 вспомогательные (все оси равноценные).

Ось S (C) имеет собственное окно индикации (рисунок 1.1.10).

Во время смены скорости (в случае использования коробки скоростей) S — отображается желтым цветом.

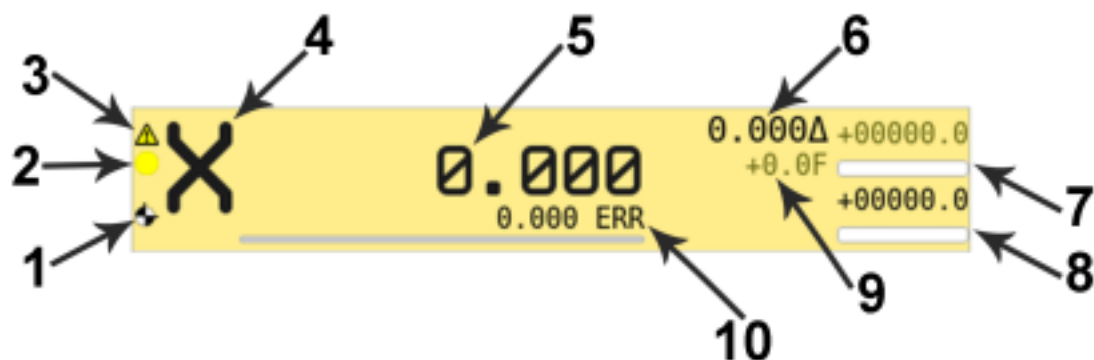


Рис. 1.1.9: Структура поля индикации оси

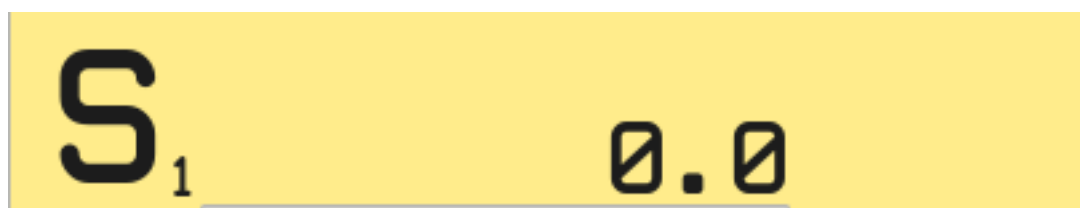


Рис. 1.1.10: Поле индикации шпинделя

1.1.6. Поле индикации инструмента

Поле индикации инструмента (рисунок 1.1.11) отображает следующую информацию:

- 1 — номер текущего инструмента;
- 2 — номер текущего корректора на радиус инструмента;
- 3 — значение текущего корректора на радиус инструмента;
- 4 — значение радиуса текущего инструмента;
- 5 — позиция текущего инструмента в магазине, задается из ПЛК;
- 6 — номер привязки текущего инструмента;
- 7 — номер текущего корректора на длину инструмента;
- 8 — значение текущего корректора на длину инструмента;
- 9 — значение высоты текущего инструмента;

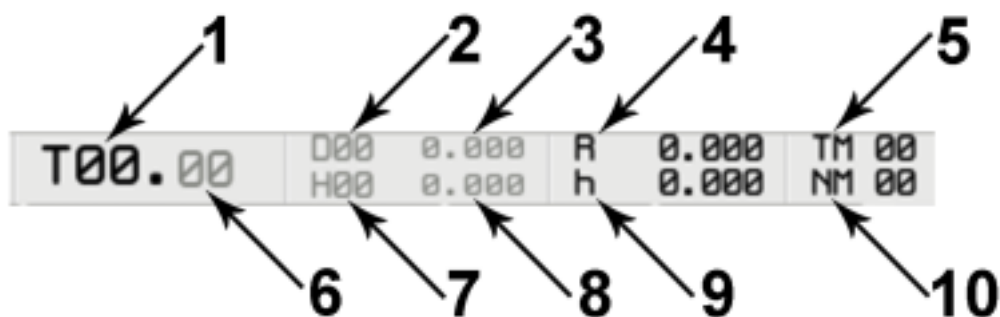


Рис. 1.1.11: Поле индикации инструмента



10 — текущая позиция магазина, задается из ПЛК.



1.1.7. Поле индикации скоростей и оборотов

Поле индикации скоростей и оборотов (рисунок 1.1.12) позволяет отслеживать и изменять подачу шпинделя, рабочую подачу и быструю подачу (только если параметр N4005 выставлен в «1»).

Слева отображается тип подачи и ее единицы измерения. Далее выводятся значения скорости: учитывающий коэффициент, заданным с помощью процентки, и ниже заданное по программе через аргумент F.

На оранжевом поле показан текущий коэффициент, влияющий на скорость в процентах, а также кнопки для изменения этого коэффициента. Возможность его изменения можно отключить для каждого вида подачи отдельно, выставив в «0» параметры N551, N554 и N557 соответственно.

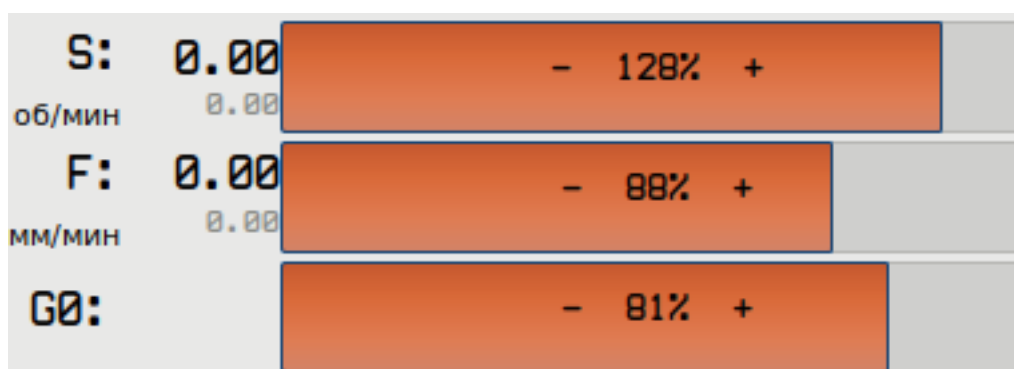


Рис. 1.1.12: Поле индикации скоростей и оборотов



1.1.8. Поле текущих команд

Перечень отработанных M-функций и G-кодов отображается в специальной строке (рисунок 1.1.13).

M-функция, исполняемая в данный момент, отображается желтым цветом с миганием.

The image shows a screenshot of a CNC control interface. It displays two lines of code in a monospaced font. The first line is 'M: 00 30 05 03 S T 06' and the second line is 'G: 01 17 90 94 40 43 67 97 54 62 15 221 223 90...'. The text is displayed on a light gray background.

Рис. 1.1.13: Поле текущих команд



1.1.9. Навигационная панель

В нижней части экрана находится навигационная панель (рисунок 1.1.14).

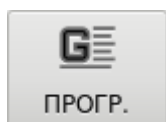
Каждая клавиша соответствует нажатию на одну из функциональных клавиш F1–F10 или прикосновению к иконке. По нажатию соответствующей клавиши окно сменяется на выбранное или изменяется режим работы системы (если это разрешено в текущем состоянии). Функциональные клавиши в зависимости от исполнения УЧПУ имеют различное обозначение. Например, клавиши F1 и F11 имеют одно и то же назначение.

Назначение кнопок (клавиш)



ЖУРНАЛ

(F1) — Вызов окна сообщений (аварии/предупреждения/сообщения).



ПРОГР.

(F2) — Редактор программ (создание/выбор/сохранение/переименование).



УСТ-КИ

(F3) — Установки станка.



MDI

(F4) — Режим преднабора MDI, исполнение кадров/частей программы.



R ЯЧЕЙКИ

(F5) — Переменные программы (энергонезависимые).



ИНСТРУМ.

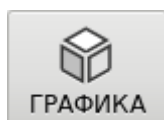
(F6) — Редактирование инструмента (количество инструментов не ограничено).



Рис. 1.1.14: Навигационная панель



(F7) — Рабочие точки программы.



(F8) — Просмотр графики.



(F9) — Режим диагностики.



(F10) — Вернуться в главное окно.

1.1.10. Панель дополнительного меню

Дополнительные (контекстные) меню имеются практически на каждой вкладке. Они позволяют сделать дополнительный выбор операции в текущем окне, не покидая основное меню. Существуют также горячие клавиши, позволяющие, не покидая окна, выполнять новые операции. Некоторые контекстные меню показаны на рисунке 1.1.15.

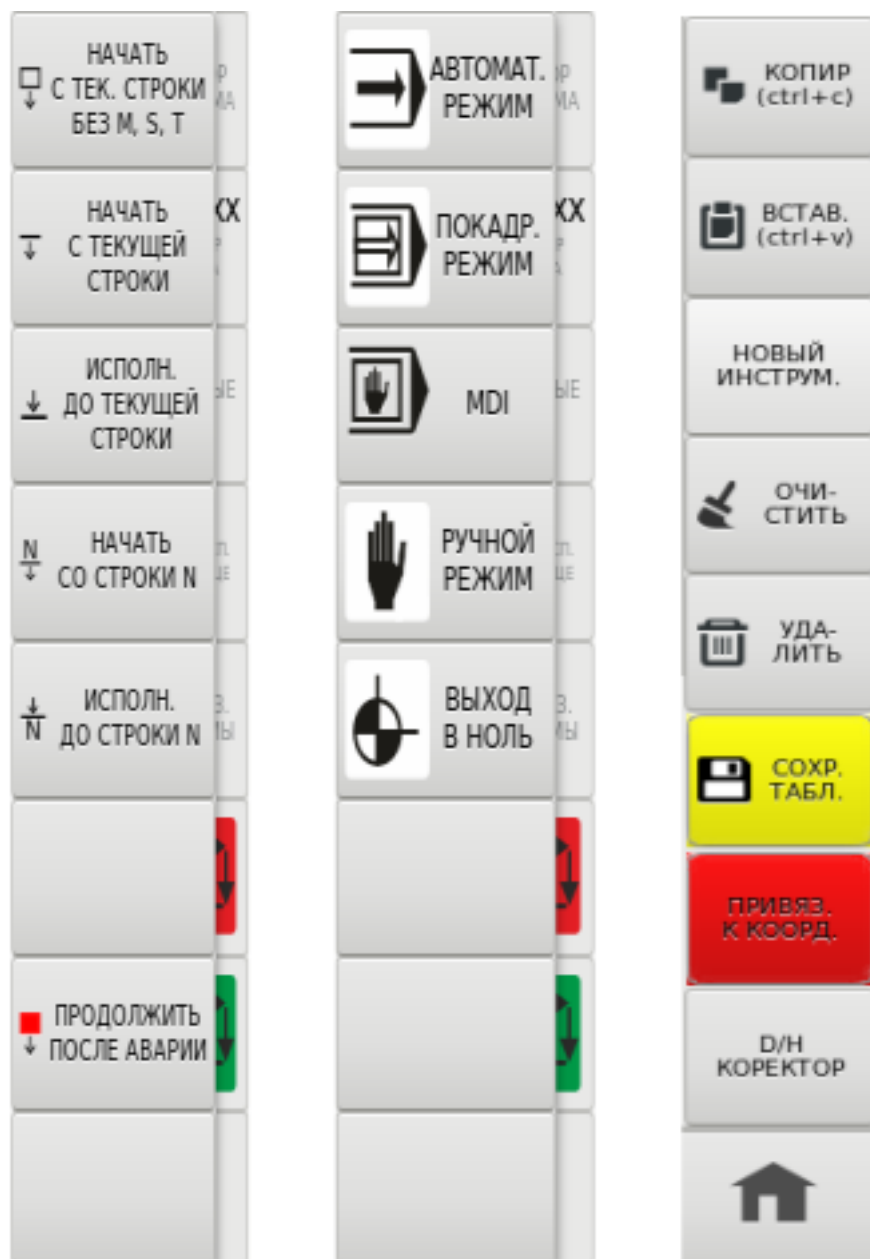


Рис. 1.1.15: Панель дополнительного меню

1.1.11. Поле программы

В главном окне слева находится поле программы (рисунок 1.1.16), оно предназначено для:

- визуализации программы во время отработки;
- поиска нужного кадра с целью старта программы.

Редактирование программы в главном окне **запрещено**.

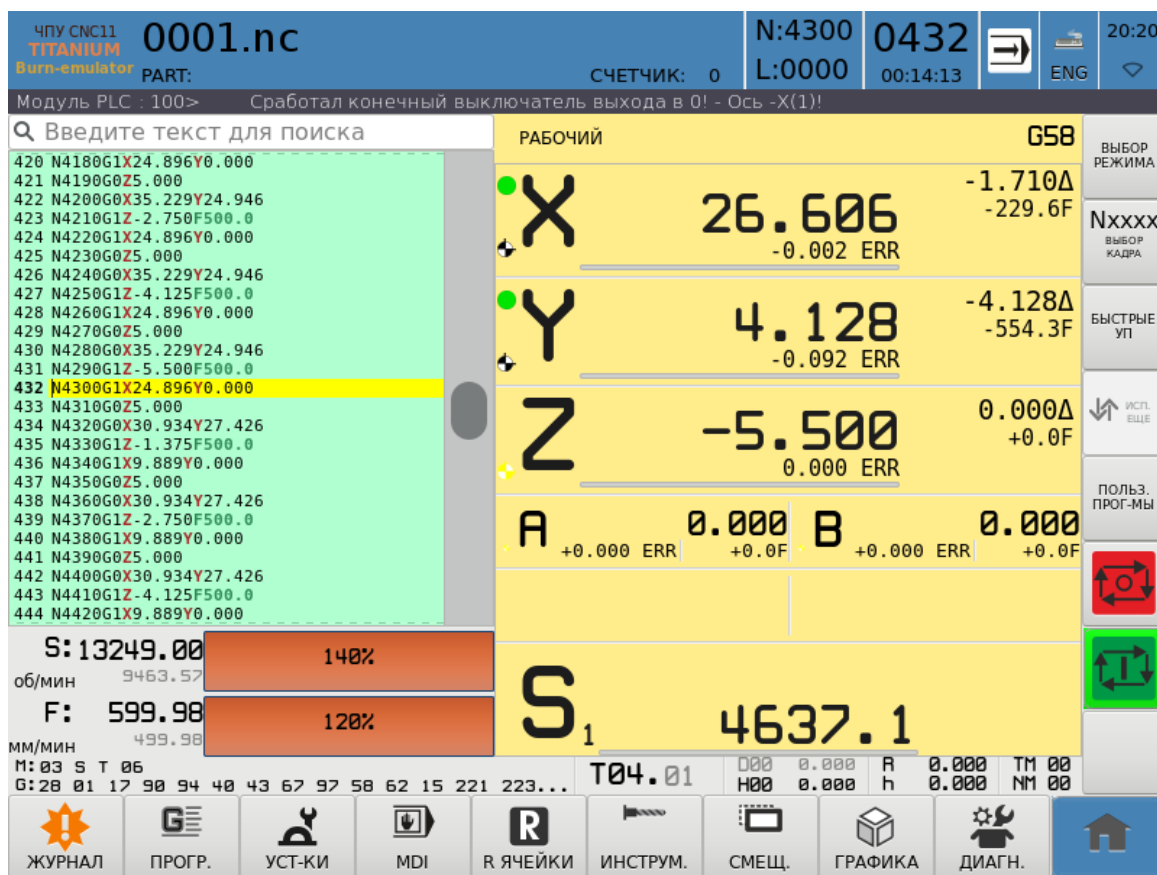
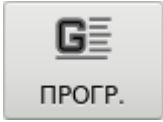


Рис. 1.1.16: Поле программы

1.2 Работа с управляющими программами

1.2.1. Работа с программами

Для просмотра и редактирования технологической программы необходимо открыть ее в редакторе. Для этого нажмите кнопку  в навигационном меню. На экране будет отображен редактор программ (рисунок 1.2.1).

Для загрузки программы следует воспользоваться выпадающим меню Файл → Открыть для замены текущей открытой программы или Файл → Открыть в новой для создания рядом с текущей новой вкладки (рисунок 1.2.2). Также можно воспользоваться горячей клавишей Ctrl+O (аналогично Файл → Открыть).

После этого на экране появится файловый менеджер со списком файлов и каталогов (рисунок 1.2.3). В менеджере будет отображено содержимое каталога, содержащего последнюю открытую программу, или же каталога PROGRAM, предназначенного для хранения технологических программ по

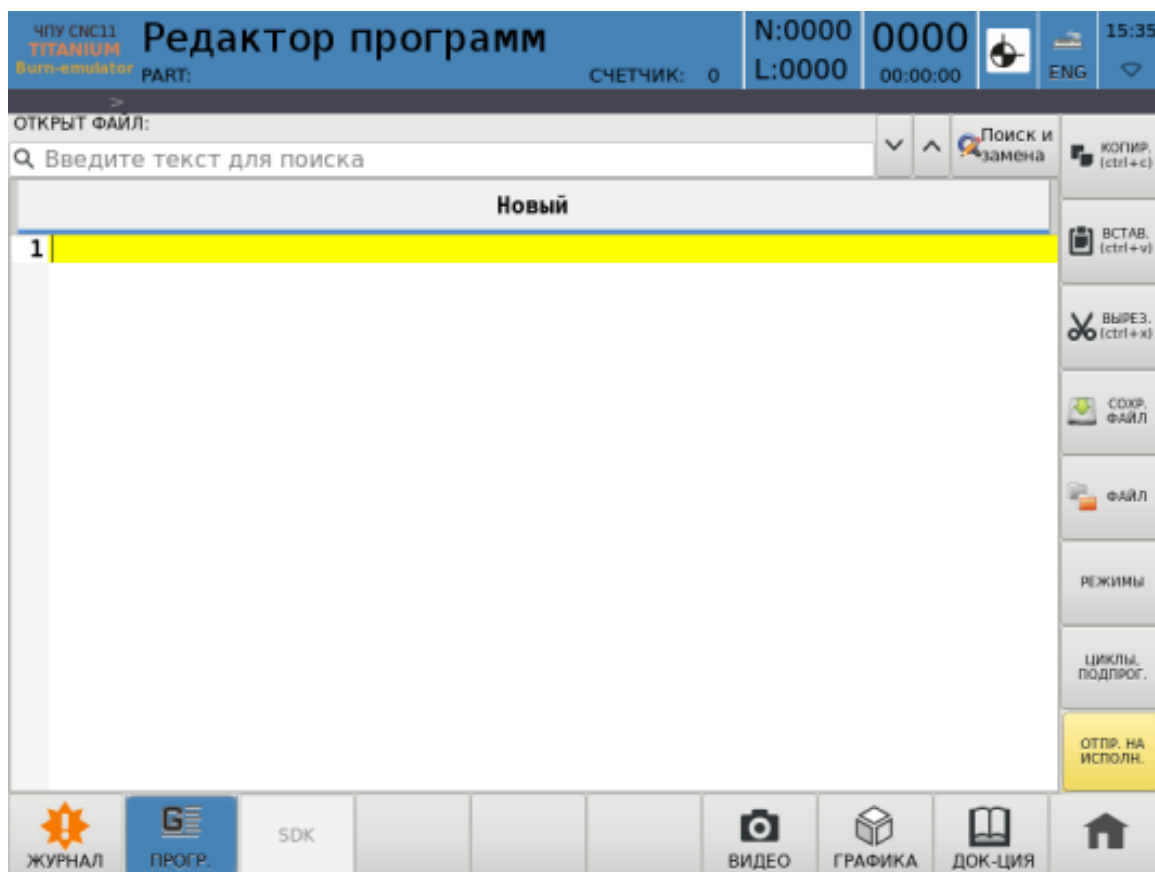



Рис. 1.2.1: Редактор программ

умолчанию.

Выбор программ осуществляется клавишами курсора или прикосновением к сенсорному экрану на соответствующей программе. Быстрый поиск программ происходит, если начать набирать имя программы, при этом происходит фильтрация имен в соответствии с набранными символами. Выбор

программы осуществляется нажатием кнопки  или клавишей Enter. Окно выбора программы закрывается при нажатии клавиши Esc или кнопки



После этого текст выбранной программы будет отображен в редакторе на отдельной вкладке, а у оператора будет возможность отредактировать программу (рисунок 1.2.4).

Основные возможности текстового редактора:

- Для пролистывания текста страницами необходимо нажимать $Fn+PgUp$ или $Fn+PgDn$.
- Переход в начало или конец строки нажатием $Fn+Home$ и $Fn+End$, а

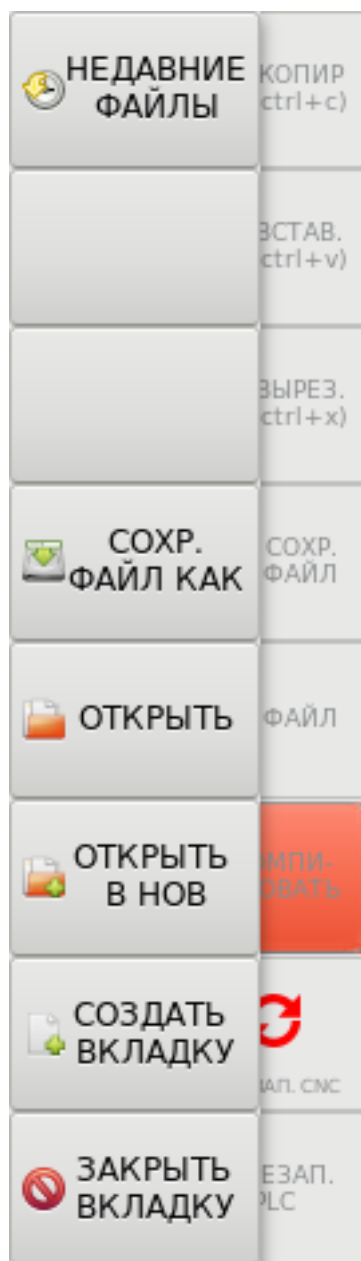
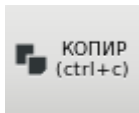



Рис. 1.2.2: Выпадающее меню Файл

также переход в начало или конец программы при помощи горячих клавиш $Fn+Ctrl+Home$ и $Fn+Ctrl+End$ соответственно.

- Текст выделяется касанием к экрану, а так же клавишами $Shift+курсор$.

- Копирование текста осуществляется нажатием на кнопку  КОПИР (ctrl+c) или горячей клавиши $Ctrl+C$.

- Вставка текста осуществляется нажатием кнопки  ВСТАВ. (ctrl+v) или горячей клавиши $Ctrl+V$.

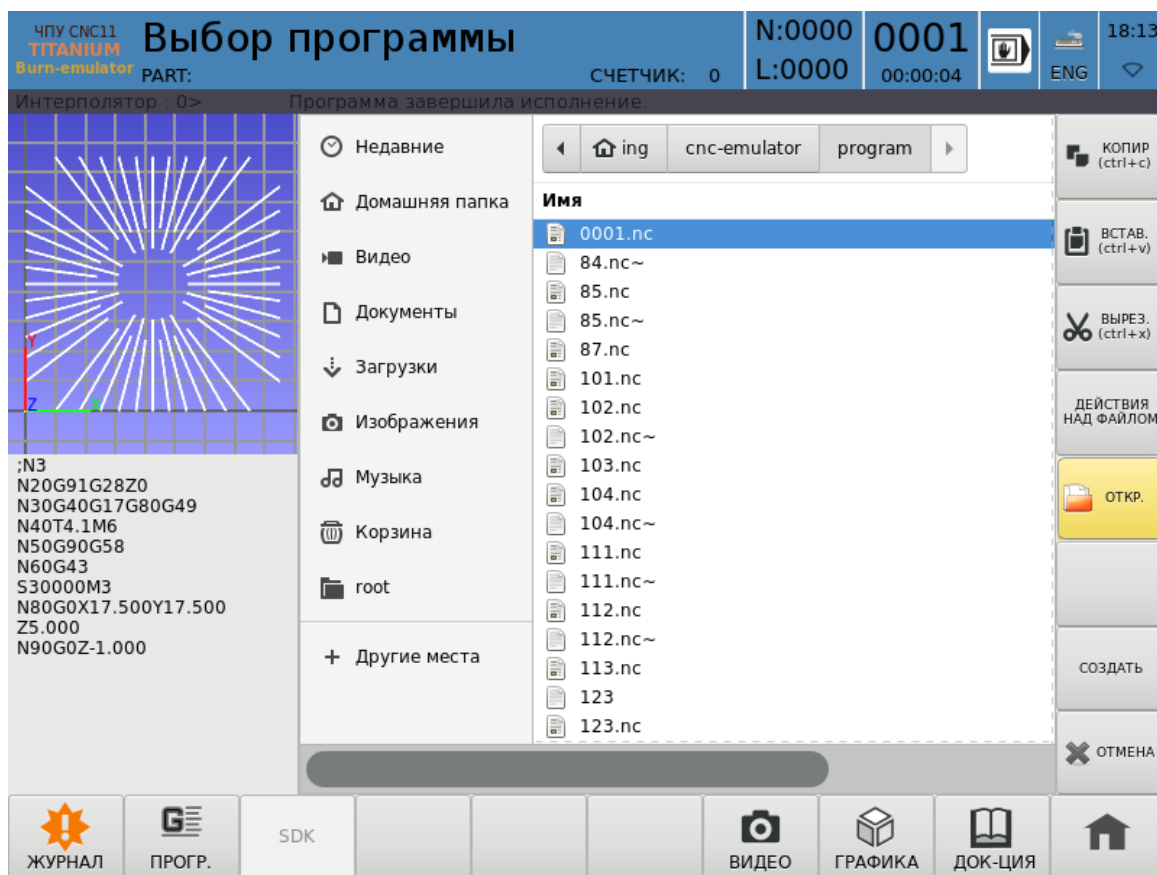




Рис. 1.2.3: Выбор программы

- Перемещение текста осуществляется нажатием кнопки  **ВЫРЕЗ.** (ctrl+x) или горячей клавиши Ctrl+X и последующим нажатием кнопки  **ВСТАВ.** (ctrl+v) или горячей клавиши Ctrl+V.
- Поиск выделенного текста с помощью горячей клавиши Ctrl+F.
- Выделение всего текста программы горячей клавишей Ctrl+A.
- Удаление текущей строки с помощью горячей клавиши Ctrl+D.
- Расширенный поиск и замена найденного текста (рисунок 1.2.5).
-

Это лишь часть возможностей текстового редактора, но их вполне достаточно, чтобы быстро отредактировать или создать новый текстовый файл.

Для отправки на исполнение программы, отображенной в текущей вкладке, необходимо нажать кнопку  **ОТПР. НА ИСПОЛН.**

. После этого текст программы будет

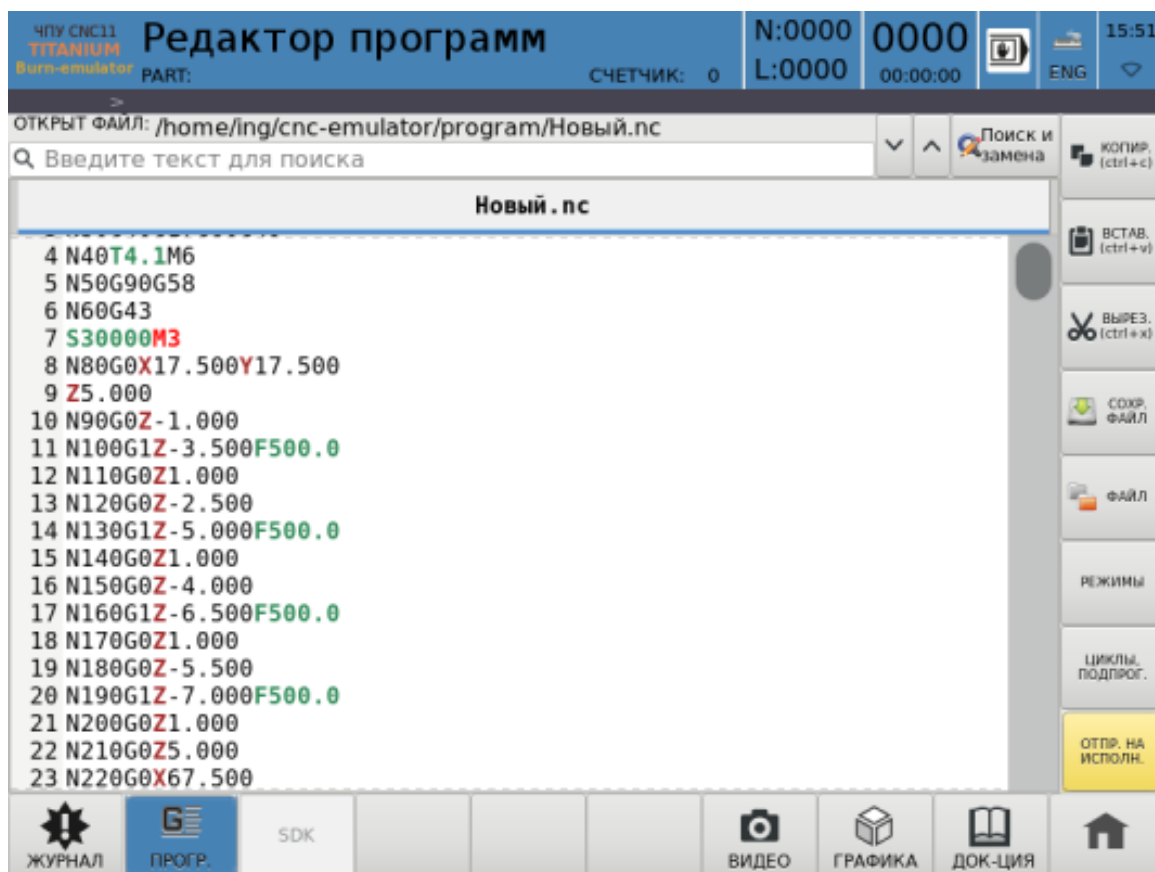


Рис. 1.2.4: Загруженная в редактор программа

занесен в поле программы в главном окне ЧПУ, а сама ЧПУ подготовится к ее исполнению. Для начала отработки программы необходимо нажать кнопку Пуск. Отработка будет производиться в активном канале.

Для закрытия вкладки с программой по завершению работы с ней воспользуйтесь пунктом выпадающего меню Файл → Закрывать вкладку или горячей клавишей Ctrl+W. Если на закрываемой вкладке присутствуют какие-либо несохраненные изменения, будет выведено диалоговое окно, позволяющие сохранить изменения в файл или закрыть вкладку, отменив все изменения (рисунок 1.2.6).

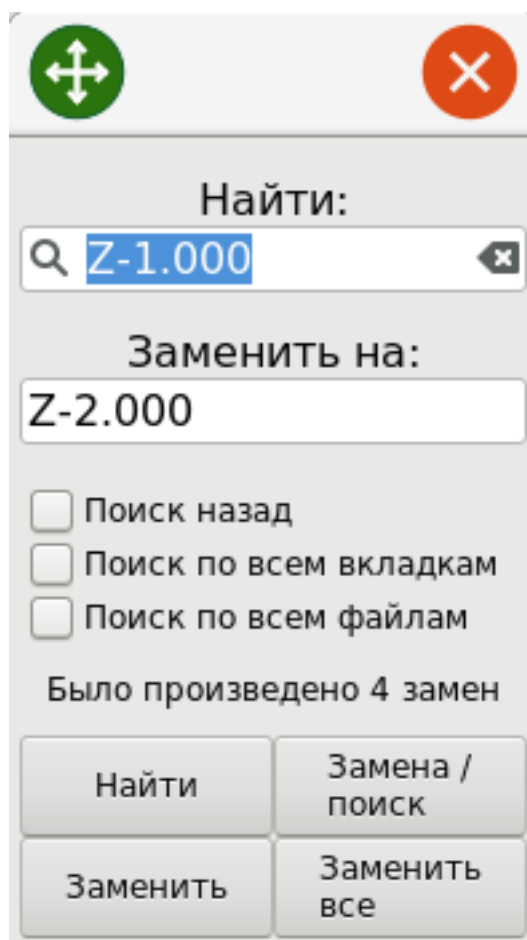


Рис. 1.2.5: Окно поиска и замены текста

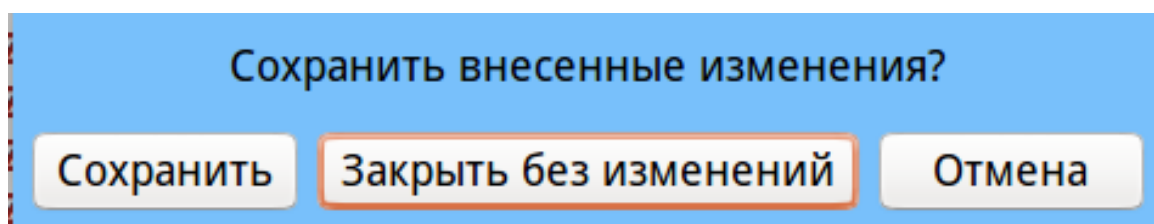


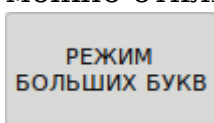
Рис. 1.2.6: Диалоговое окно закрытия вкладки

1.2.2. Создание и сохранение программы

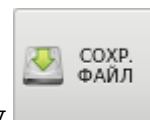
Для создания новой программы следует воспользоваться выпадающим меню Файл → Создать вкладку в окне редактора программ или выпадающим меню Создать → Файл в окне выбора программы (рисунок 1.2.7).

Во втором случае на экране появится диалоговое окно для ввода имени нового файла (рисунок 1.2.8). Набрав имя, необходимо нажать Enter, после этого Ваша программа появится в списке программ.

После появления в редакторе программ пустой вкладки можно начинать набор программы. По умолчанию набор любого текста в редакторе осуществляется только заглавными буквами, однако данный режим ввода можно отключить с помощью выпадающего меню Режимы, нажав кнопку

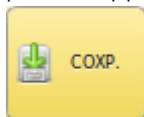


(рисунок 1.2.9).



Для сохранения созданной программы необходимо нажать кнопку . Также можно воспользоваться горячей клавишей Ctrl+S. Для сохранения программы под новым именем воспользуетесь выпадающим меню Файл → Сохранить файл как.

На экране будет отображен файловый менеджер, вверху которого будет выделено поле для ввода имени новой программы. После ввода имени следует



нажать кнопку .

Расширение *.nc добавляется к названию будущего файла автоматически, если вручную не было введено какое-либо еще. Расширение *.nc необходимо для просмотра визуализации программы. Файлы без расширения *.nc в графике не отображаются.

Домашним каталогом для хранения программ является папка «PROGRAM». Внутри неё можно создавать подкаталоги. Объем программ и папок ограничен объемом жесткого диска. Сохранять файлы допустимо только в папку «PROGRAM» либо на внешний диск.

ВНИМАНИЕ!

Программы могут иметь имя, состоящее из номера программы. Этот номер будет использоваться при вызове подпрограмм например P1000 — вызовет программу под именем 1000.nc. Номера программ и подпрограмм должны принимать разные значения в пределах 0–9999.

ВНИМАНИЕ!

Редактор работает с разделителями строк <CR><LF>. Это нужно учиты-



вать для выбора редактора при работе с файлами вне устройства ЧПУ. Файлы кодируются UTF-8. В случае использования иной кодировки при попытке открытия файла будет предложено изменить кодировку (рисунок 1.2.10).

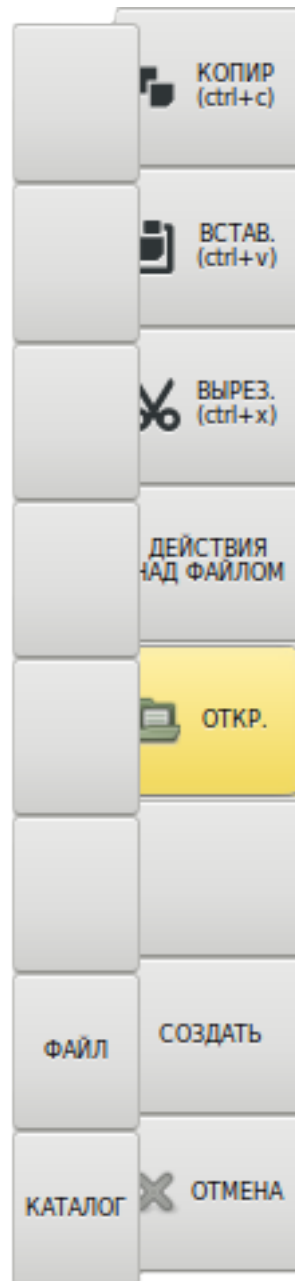


Рис. 1.2.7: Выпадающее меню для создания новой программы или каталога с программами

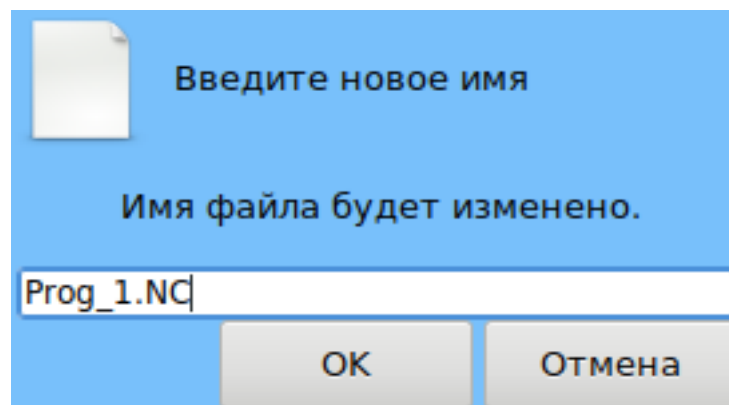


Рис. 1.2.8: Диалоговое окно для ввода имени нового файла

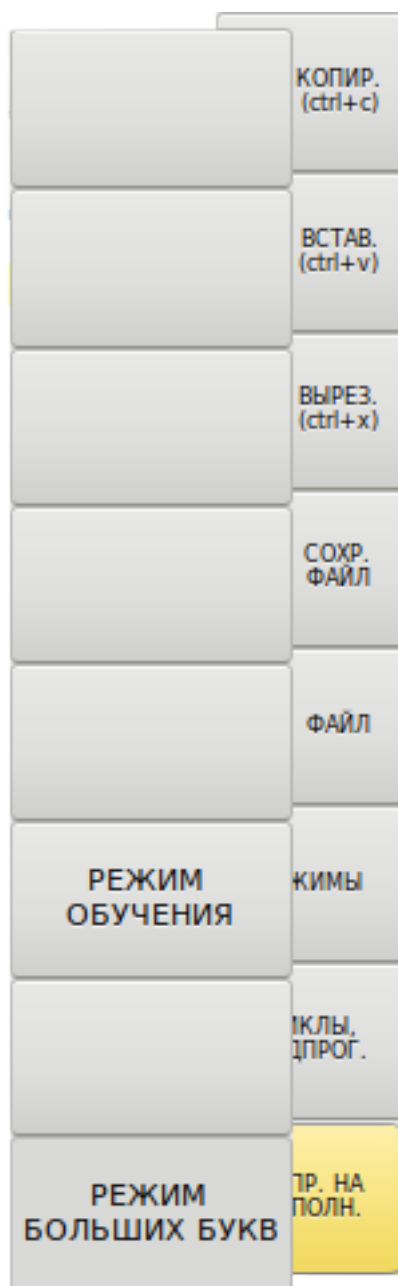


Рис. 1.2.9: Выпадающее меню Режимы

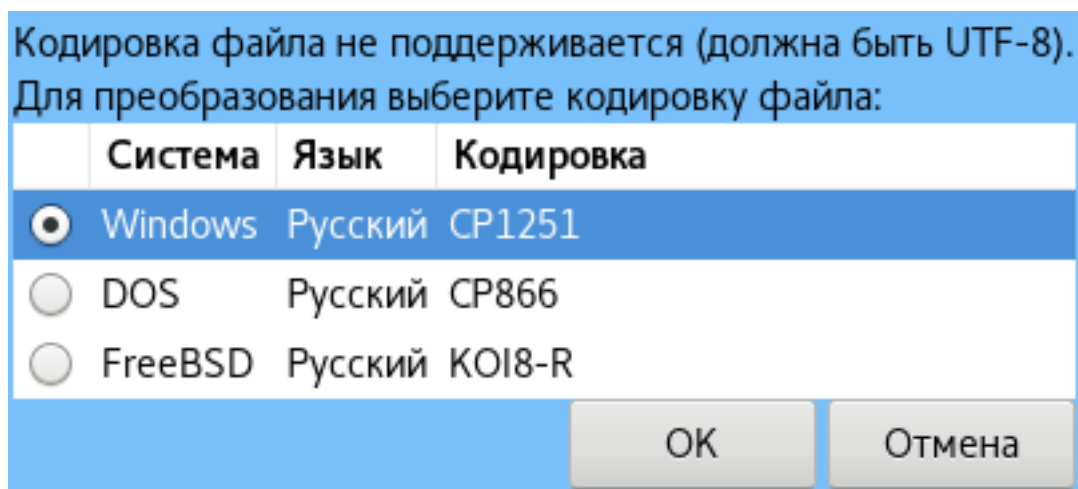
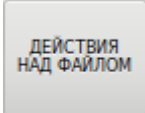


Рис. 1.2.10: Диалоговое окно с запросом смены кодировки



1.2.3. Переименование программы

Для переименования файла программы необходимо перейти в менеджер программ, воспользовавшись выпадающим меню Файл → Открыть. В появившемся файловом менеджере нужно выбрать файл, который требуется

переименовать. Затем следует нажать кнопку  для вызова выпадающего меню (рисунок 1.2.11). В появившемся меню необходимо нажать кнопку



После нажатия кнопки на экране появится диалоговое окно для ввода нового имени файла (рисунок 1.2.12). По нажатию кнопки Ок или клавиши Enter файл будет сохранен в прежнем каталоге, но под новым именем.

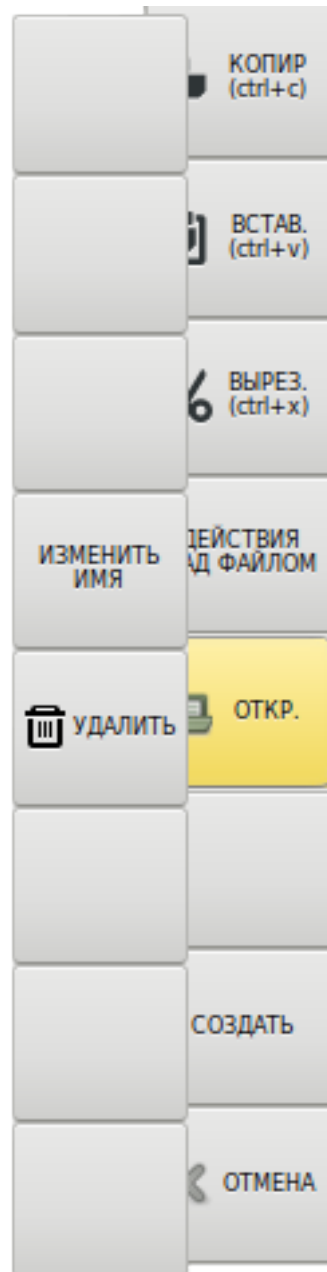


Рис. 1.2.11: Выпадающее меню Действия над файлом

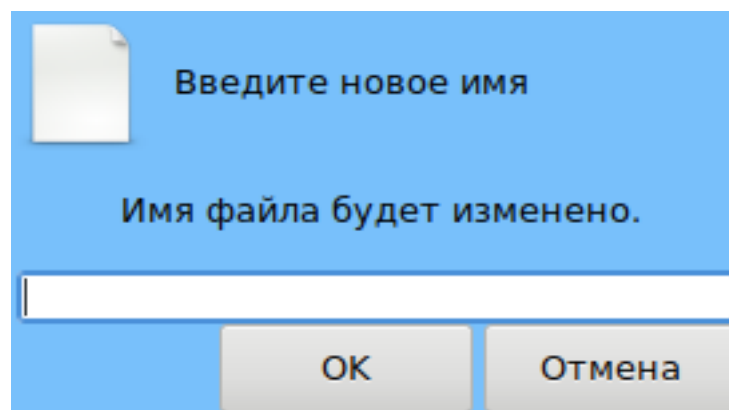
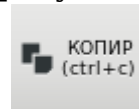


Рис. 1.2.12: Диалоговое окно переименовывания программы

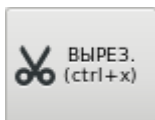
1.2.4. Копирование и перемещение программы

Для копирования или перемещения программы необходимо перейти в менеджер программ, воспользовавшись выпадающим меню Файл → Открыть. В появившемся файловом менеджере нужно выбрать файл, который требуется

скопировать или переместить. Затем необходимо нажать кнопку



для копирования или



для перемещения.

Затем следует выбрать папку, куда вы хотите скопировать или переме-

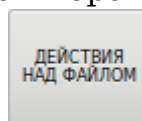
стить файл, и нажать кнопку



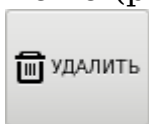
1.2.5. Удаление программы

Для переименования файла программы необходимо перейти в менеджер программ, воспользовавшись выпадающим меню Файл → Открыть. В появившемся файловом менеджере нужно выбрать файл, который требуется

удалить. Затем следует нажать кнопку



для вызова выпадающего меню (рисунок 1.2.13). В появившемся меню необходимо нажать кнопку



При нажатии кнопки



(либо клавиши Delete) на экране появится диалоговое окно подтверждения. (рисунок 1.2.14). После нажатия кнопки Удалить или клавиши Enter файл будет удален безвозвратно.

Если удаляемый файл ранее был загружен на редактирование, будет выведено диалоговое окно, позволяющее закрыть вкладку с удаленным файлом либо сохранить его под другим именем (рисунок 1.2.15).

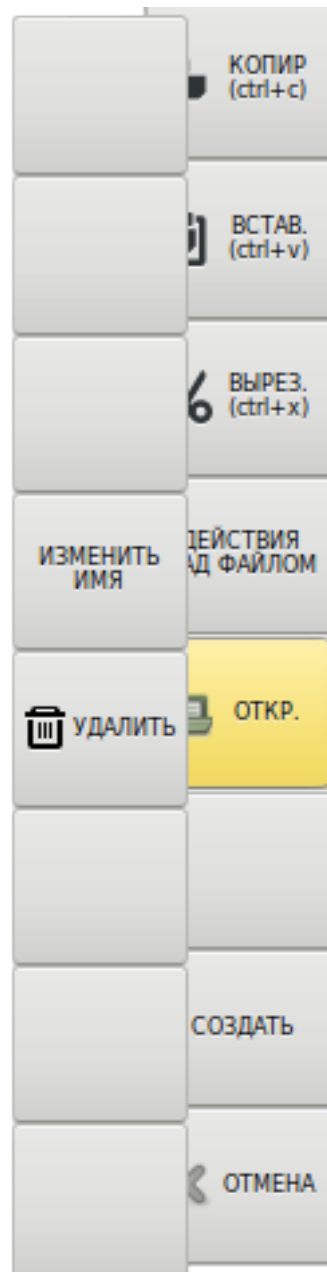


Рис. 1.2.13: Выпадающее меню Действия над файлом

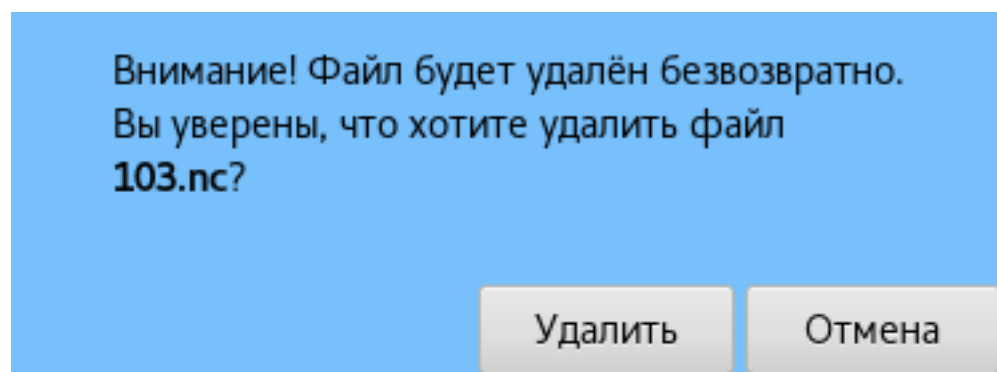


Рис. 1.2.14: Диалоговое окно удаления программы

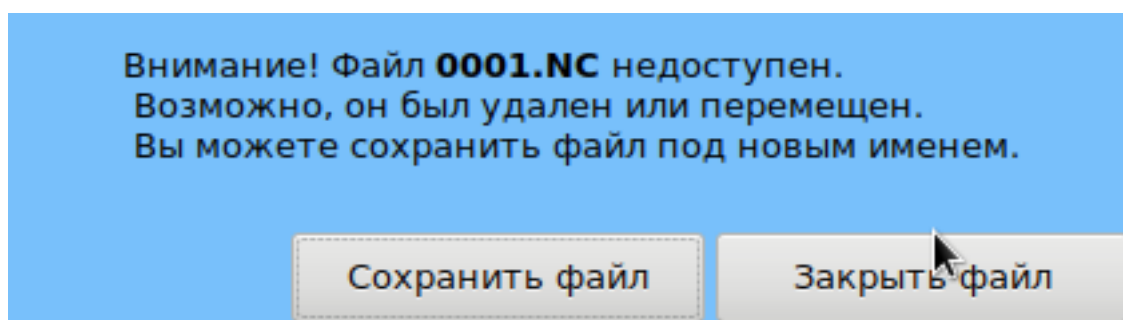


Рис. 1.2.15: Диалоговое окно удаления редактируемой программы



1.2.6. Работа со встроенными циклами

CNC11 TITANIUM® имеет встроенные циклы и встроенные подпрограммы.

G80	09	Отмена фиксированного цикла
G70	09	Многопроходной цикл чистовой обработки по профилю
G71	09	Многопроходной цикл продольного съёма по профилю
G72	09	Многопроходной цикл поперечного съёма по профилю
G74	09	Многопроходной цикл горизонтальной расточки
G75	09	Многопроходной цикл вертикальной расточки
G76	09	Многопроходной цикл нарезания резьбы
G81	09	Многопроходный цикл сверления с дроблением стружки
G82	09	Многопроходный цикл сверления с паузой
G83	09	Многопроходный цикл сверления с выводом сверла
G84	09	Цикл нарезания резьбы метчиком
G85	09	Фиксированный цикл растачивания
G87		Цикл сверления с полным выводом сверла из отверстия по оси
P9020	G65	Фрезерование кругового кармана с глубиной
P9030	G65	Сверление отверстий по окружности
P9040	G65	Цикл планирования поверхности
P9110	G65	Прямоугольный карман по оси X
G101		Перемещение по вектору
G103		Стандартные фигуры
G111		Фаска по длине и катету
G112		Галтель (по G2) между точками
G176		Цикл нарезания круглопрофильной резьбы
G181		Цикл расточки отверстия фрезой
G197		Заглубление фрезой по замкнутому контуру
G301		Прямоугольный карман

Для их программирования необходимо, находясь в редактировании про-

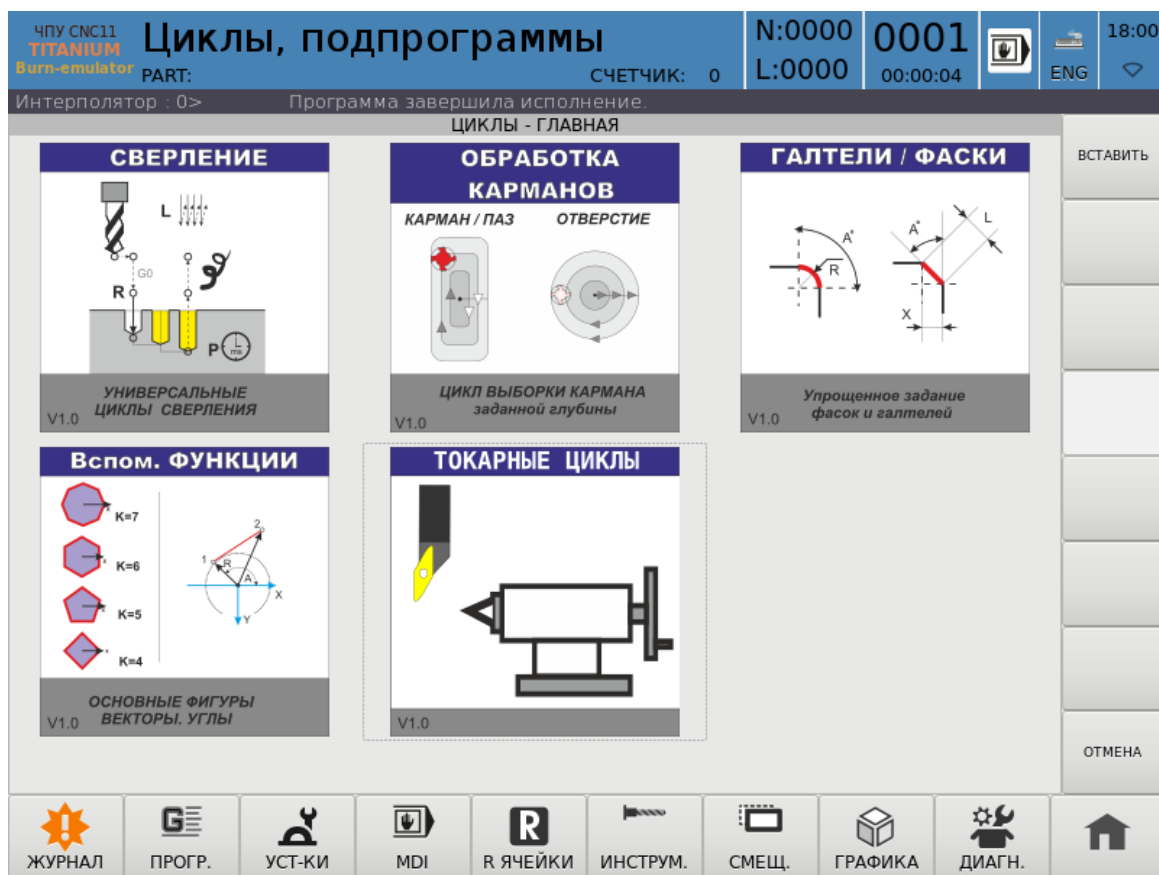
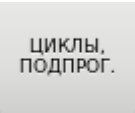



Рис. 1.2.16: Окно выбора цикла

грамм, нажать клавишу , после чего выбрать нужную группу, а затем программу, коснувшись ее (рисунок 1.2.16).

ЧПУ предоставит окно заполнения параметров цикла, например, G81 (рисунок 1.2.17).

Необходимо заполнить обязательные параметры и нажать клавишу . После чего строка собранного цикла появится в окне программирования, что предоставляет возможность дальнейшего редактирования программы. В случае необходимости редактирования строки с циклом допускается изменять параметры непосредственно в окне редактирования (рисунок 1.2.18). Перечень доступных циклов и правила их использования подробно описаны в инструкции по программированию.

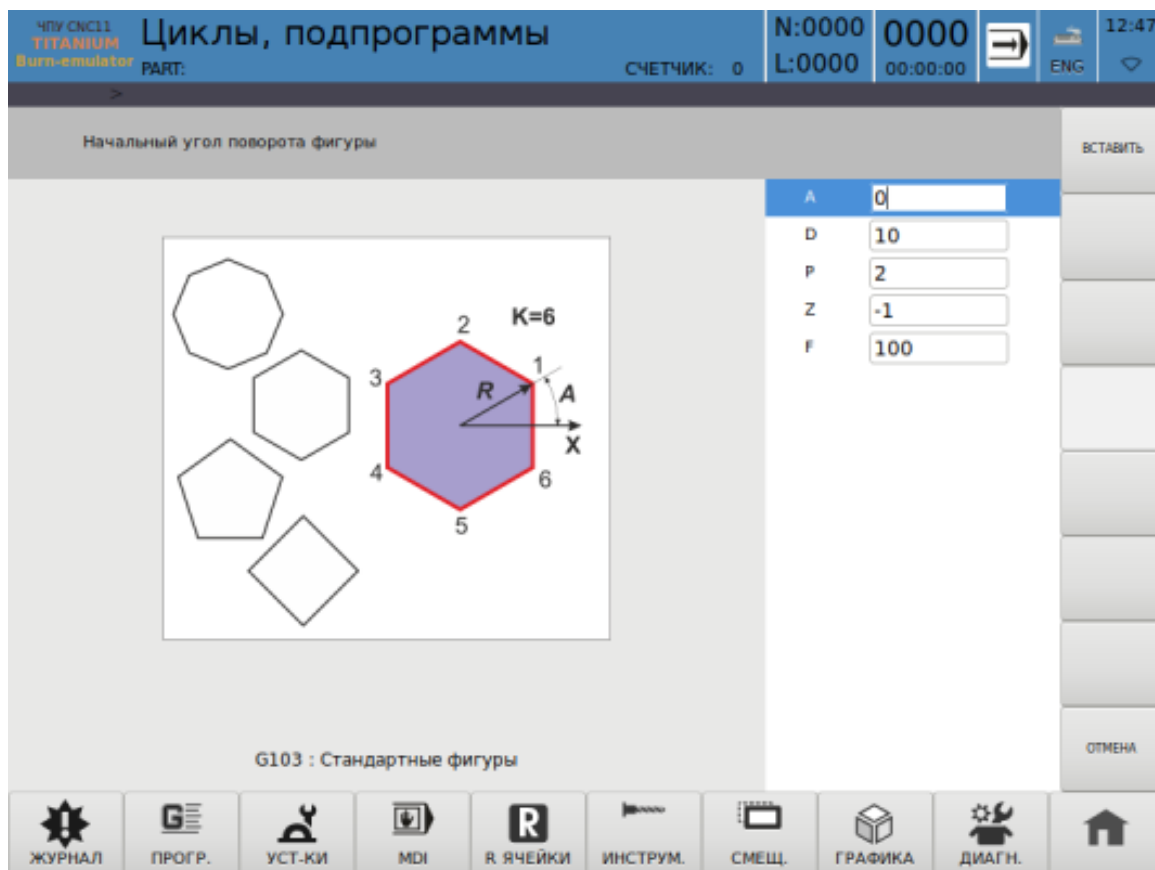


Рис. 1.2.17: Окно заполнения параметров цикла

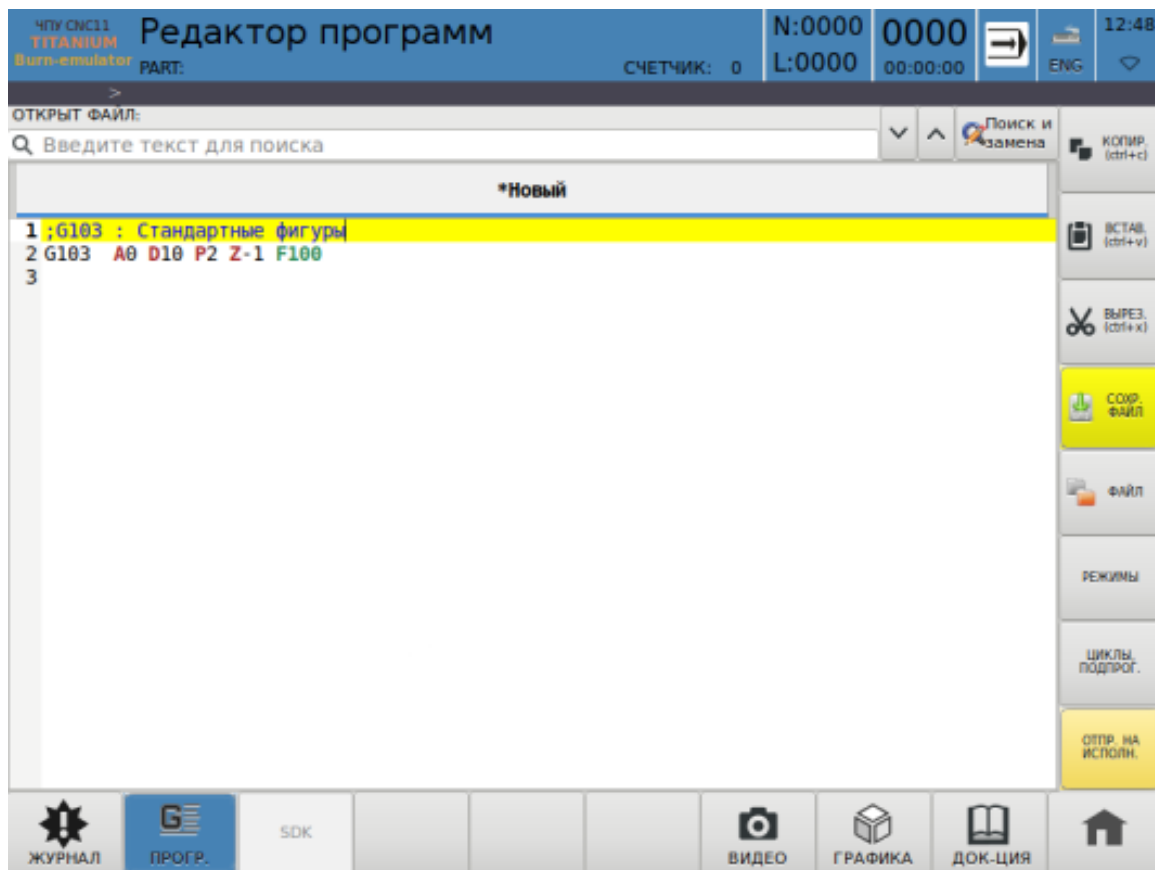
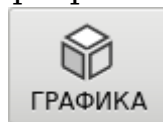


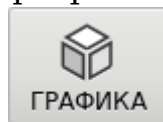
Рис. 1.2.18: Собранный цикл

1.3 Визуализация управляющих программ

1.3.1. Окно графического просмотра программы

Окно графического просмотра программ вызывается из главного меню



(рисунок 1.3.1) с помощью кнопки . Это окно предназначено для прорисовки программ и визуализации процесса отработки.

Система меню позволяет настраивать изображение (рисунок 1.3.2). Возможны следующие операции:

- вращение в трех плоскостях;
- перемещение точки просмотра;
- выбор плоскости просмотра;
- изменение масштаба;
- центрирование изображения;
- перемещение точки нуля координат в центр окна;
- покадровый просмотр программы;
- отображение программы во время исполнения.

При изменении масштаба, положения осей координат и при переключении окон происходит обновление содержимого окна (только в режиме отрисовки программы). Эта операция может быть достаточно длительной (при большом размере программы). Прервать процесс обновления можно путем нажатия любой клавиши.

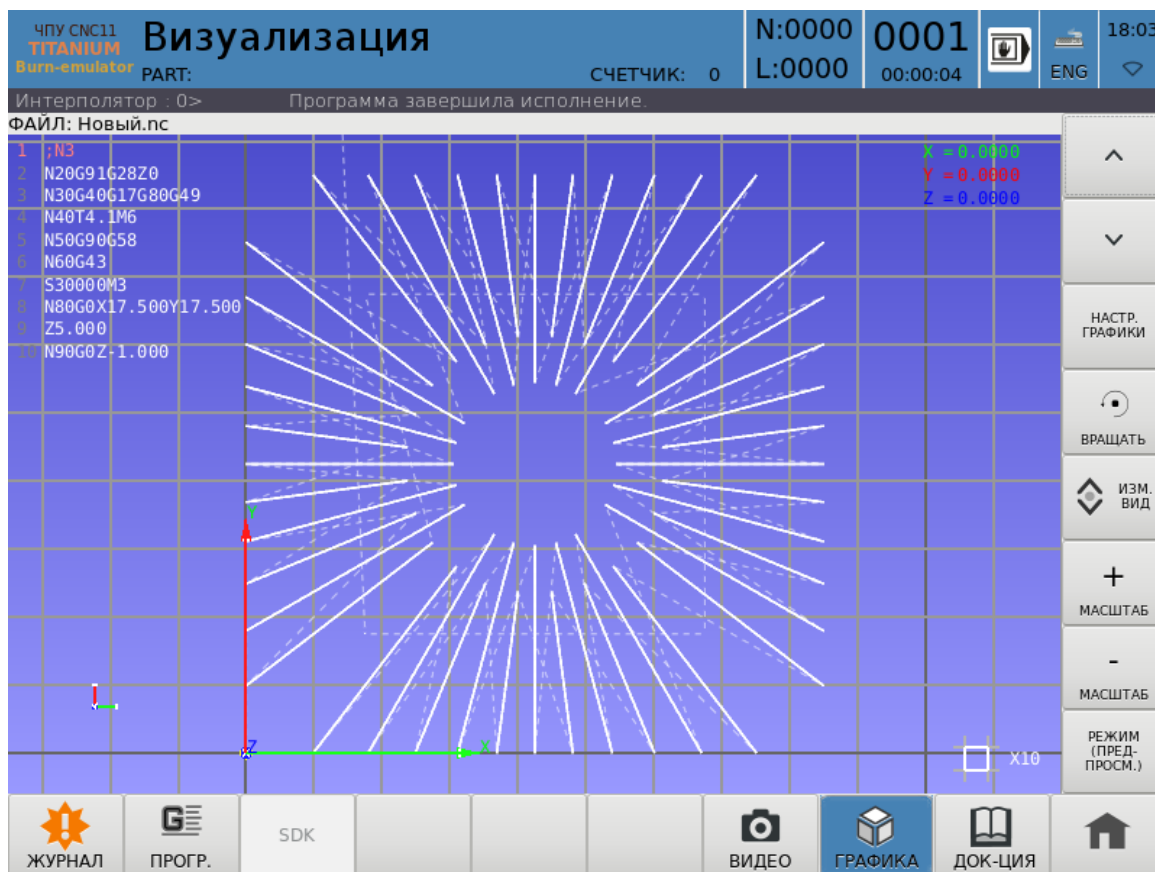


Рис. 1.3.1: Окно графической отрисовки

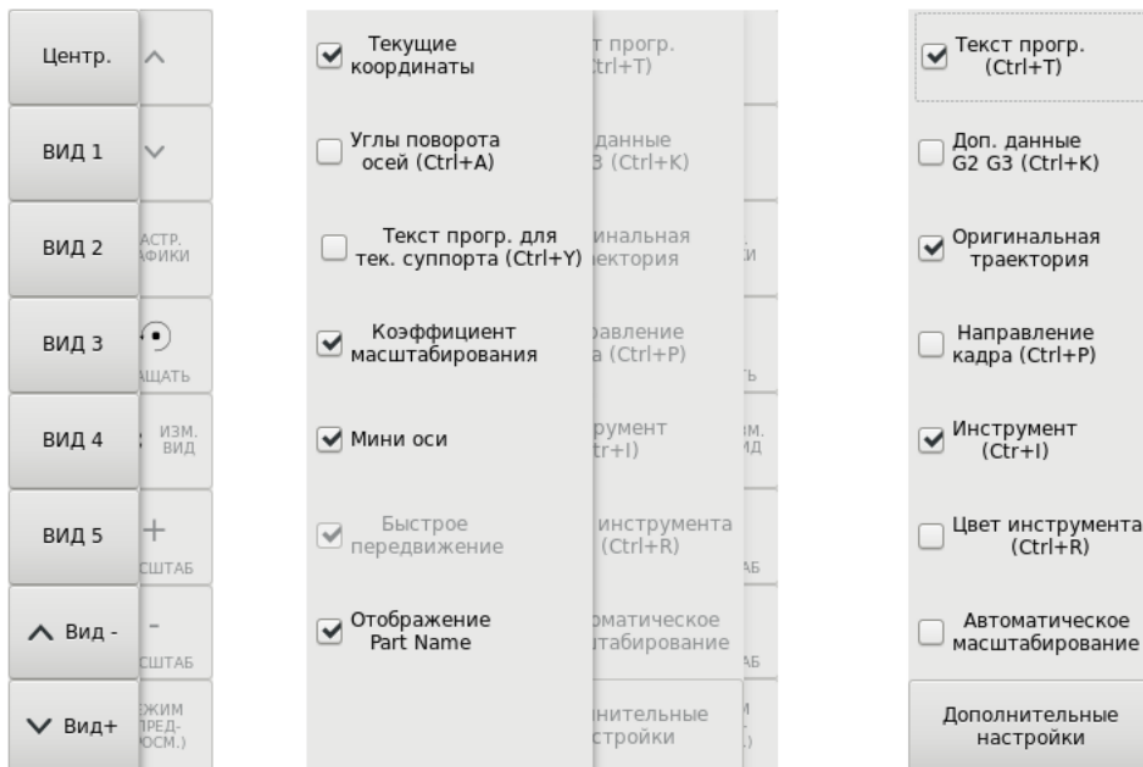


Рис. 1.3.2: Система меню



1.3.2. Режимы

В режиме станка отображается траектория движения инструмента (рисунок 1.3.3). Точки траектории считываются с промежутком времени. Текст исполняемого кадра подсвечен красным в отображаемом тексте программы. На координатах показывается последняя считанная точка. В этом режиме запрещен выбор строки программы.

В покадровом режиме отображается траектория движения инструмента согласно выбранной программе и выбранной строки в ней (рисунок 1.3.4). Выбор строки программы осуществляется клавишами перемещения вверх/вниз (как на клавиатуре, так и в окне самой программы). Выбранная строка и линия траектории, соответствующая выбранному G-коду в тексте программы, будут подсвечены красным. В координатах отображаются координаты конечной точки выбранного G-кода.

В режиме предпросмотра отображается просчитанная траектория движения инструмента (рисунок 1.3.5). Выбор строки программы осуществляется клавишами перемещения вверх/вниз (как на клавиатуре, так и в окне самой программы). Выбранная строка и линия траектории, соответствующая выбранному G-коду в тексте программы, будут подсвечены красным. В координатах отображаются координаты конечной точки выбранного G-кода.

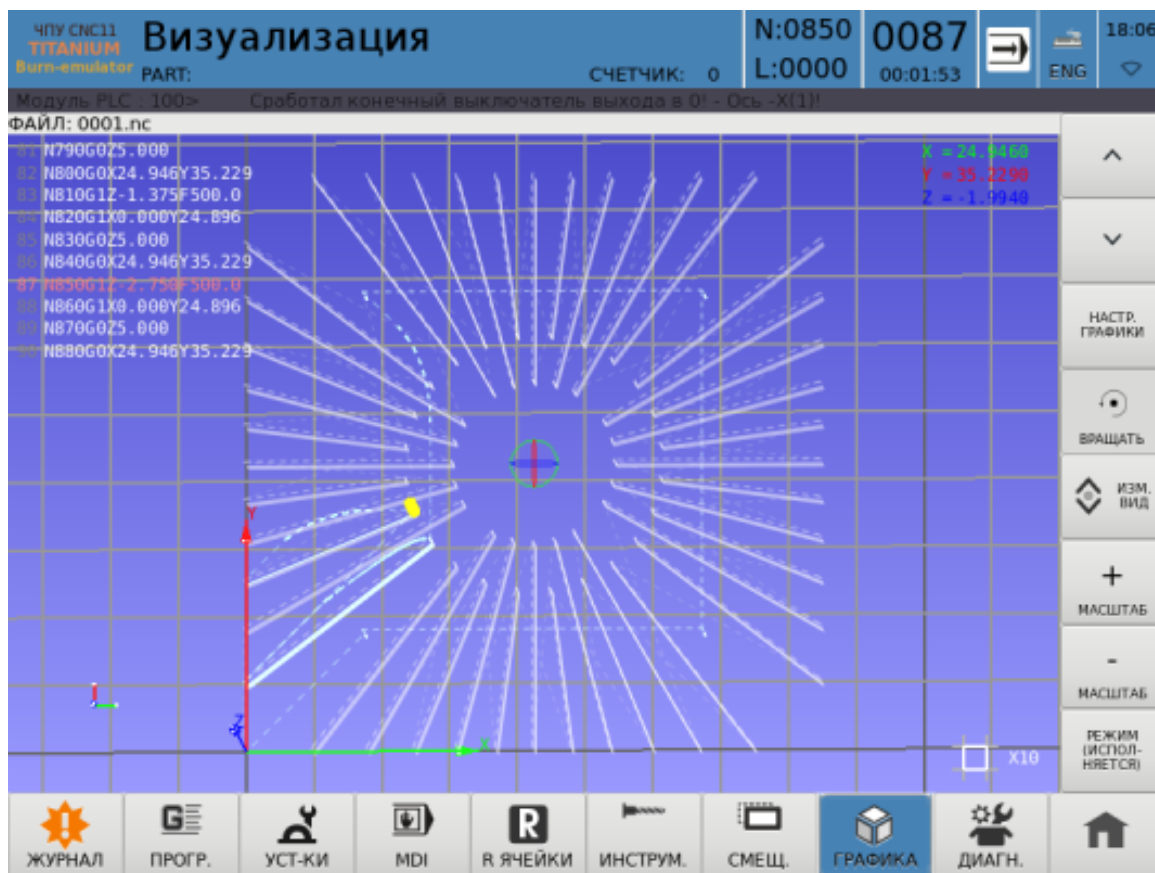


Рис. 1.3.3: Окно графического просмотра в режиме станка

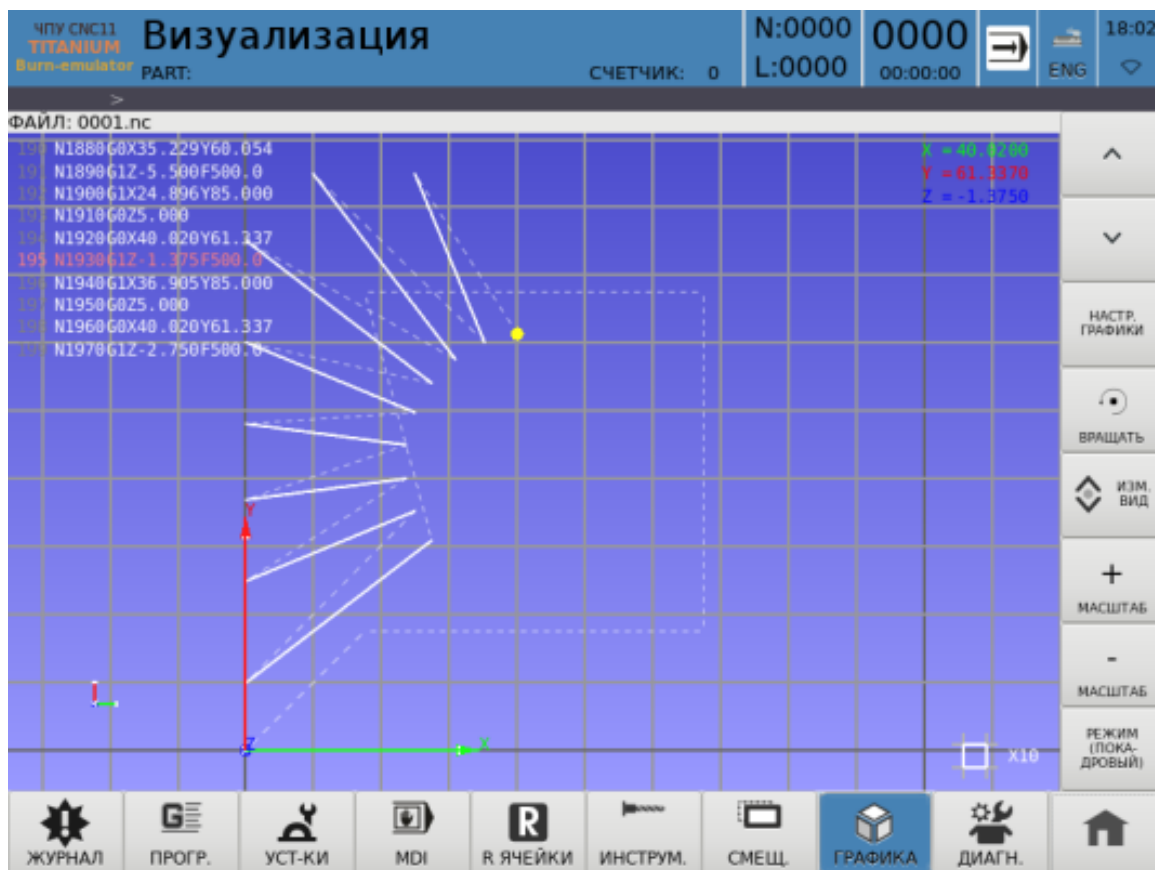


Рис. 1.3.4: Окно графического просмотра в покадровом режиме

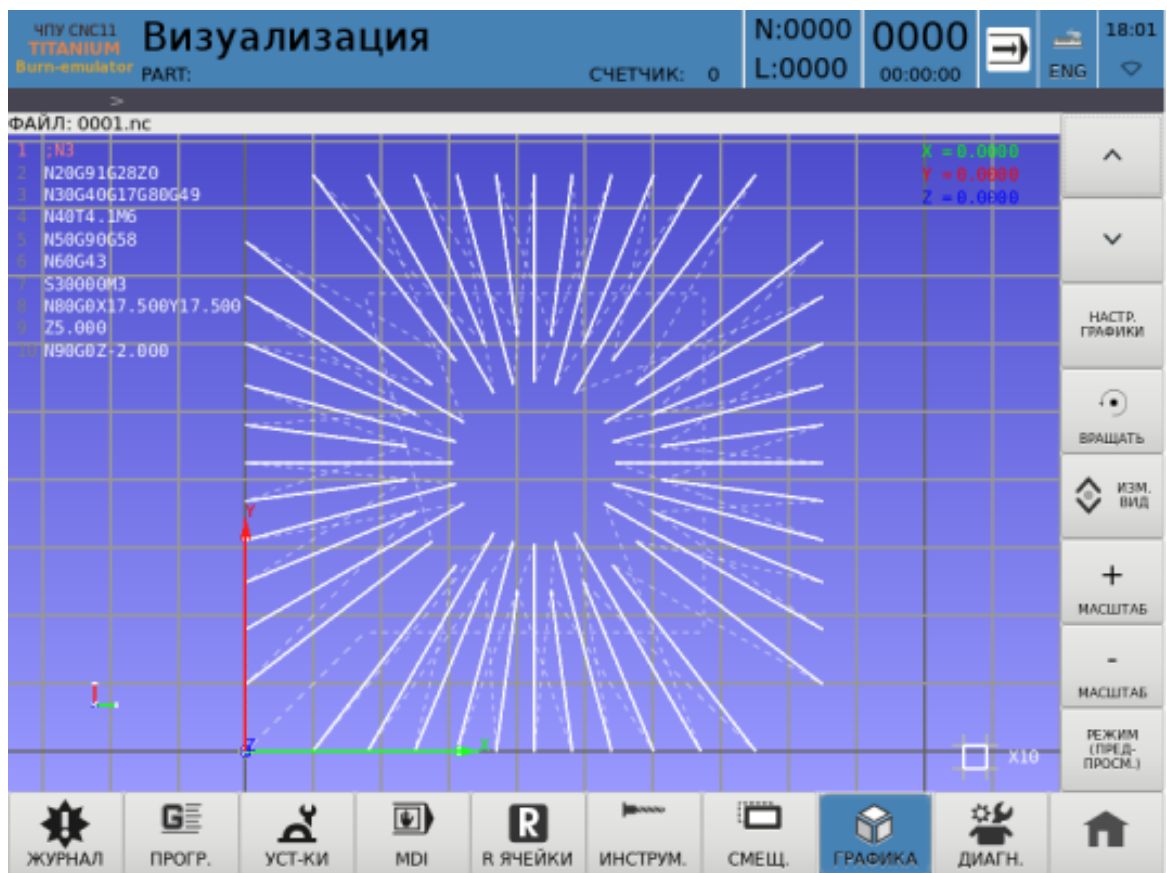
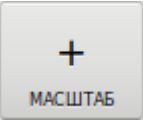
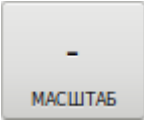


Рис. 1.3.5: Окно графического просмотра в режиме предпросмотра



1.3.3. Масштаб

Нажатиями кнопок  и  можно регулировать масштаб траектории движения.

Цифры возле белого квадрата отображают масштаб клеток: 1 мм, 10 мм, 100 мм. Серые клетки в сетке являются единицами измерения, то есть, если масштаб 1, то клетка равна 1 мм. Черные клетки в сетке отображают десятки единиц измерений, то есть, если масштаб 1, то клетка равна 10 мм (рисунок 1.3.6).

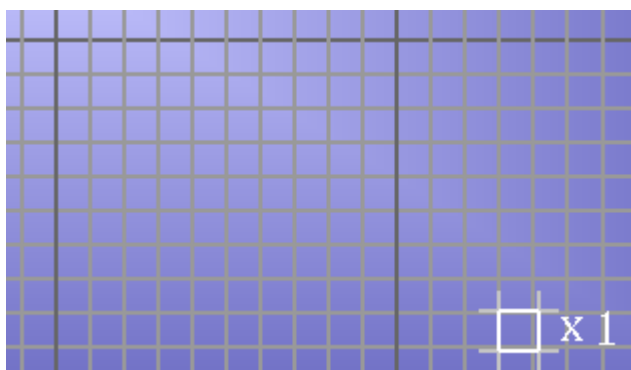


Рис. 1.3.6: Масштаб траектории движения



1.3.4. Изменить вид

1. Нажатие кнопки масштабирует изображение траектории таким образом, чтобы траектория, проходимая по G1, полностью попала в окно графического просмотра.

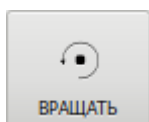
2. Кнопки приводят вид отображения согласно параметрам N910-952. Выбранный вид подсвечен желтым цветом.

3. Кнопки и переключают вид на предыдущий и следующий соответственно.

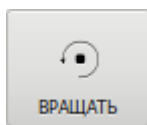


Рис. 1.3.7: Подменю, вызываемое по кнопке «Изменить вид»

1.3.5. Вращать



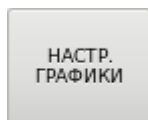
Кнопка является зажимной кнопкой. Когда кнопка отпущена, она светлого оттенка, когда зажата — темного. Если потянуть картинку тра-



ектории при зажатой кнопке, она будет вращаться по направлению движения. Если кнопка не зажата, то картинка будет перемещаться.

1.3.6. Настройка графики

Окно графического просмотра программ имеет множество настроек, управлять которыми можно через меню, появляющееся при нажатии на кнопку



(рисунок 1.3.8).

1. Показать или скрыть инструмент. Настройка, определяющая, показы-

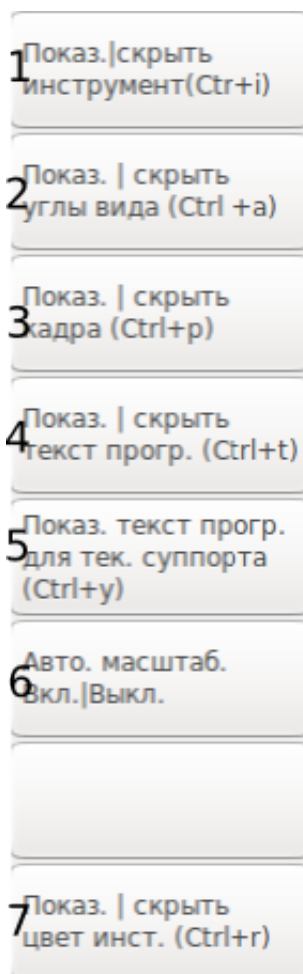


Рис. 1.3.8: Настройка графики

вать или скрывать инструмент в графике (рисунок 1.3.9). По умолчанию отображение инструмента включено. Примечание: вместо инструмента будет отображен желтый квадратик, обозначающий инструмент (рисунок 1.3.9).

2. Показать или скрыть углы вида. Настройка, определяющая, показывать или скрывать углы вида. Они отображаются под координатами. Углы вида показывают, на сколько повернуто изображение и под каким углом (рисунок 1.3.10). По умолчанию отображение углов вида отключено.

3. Показать или скрыть кадры. Настройка, определяющая, показывать или скрывать отображение кадров на траектории. Кадр отображается желтой стрелочкой в конце траектории кадра, направленной по направлению движения кадра (рисунок 1.3.12). По умолчанию отображение кадров отключено (рисунок 1.3.11).

4. Показать или скрыть текст программы. Настройка, определяющая, показывать или скрывать отображение текста программы. По умолчанию отображение текста программы включено (рисунок 1.3.13).

5. Показать текст программы для текущего суппорта. Определяет, показывать текст для текущего суппорта (рисунок 1.3.14) или для двух сразу

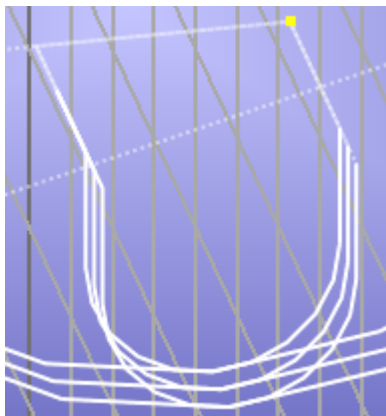


Рис. 1.3.9: Инструмент

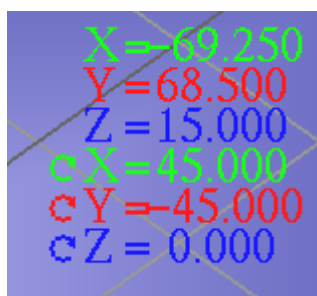


Рис. 1.3.10: Координаты и углы поворота

(рисунок 1.3.15). Данный функционал актуален исключительно для двухсуппортовых станков. По умолчанию отображение текста программы отключено. Примечание: отображаемый текст программы зависит от вкладки, из которой Вы перешли во вкладку графики. Если перейти из основного окна программы, то отобразится текст и траектория движения для текущей УП, если из окна редактирования, то для выбранной программы.

6. Автоматическое масштабирование. При включенной функции автоматического масштабирования происходит автоматическое масштабирование траектории инструмента таким образом, чтобы он не выходил за рамки видимости. Учитывается только движение по G1. Функция полезна при пошаговом режиме. По умолчанию автоматическое масштабирование отключено.

7. Показать/скрыть цвет инструмента. Настройка, определяющая, будут ли траектории разных инструментов отображаться разными цветами (рисунок 1.3.16).

По умолчанию данная настройка отключена, и траектории всех инструментов рисуются белым цветом (рисунок 1.3.17).

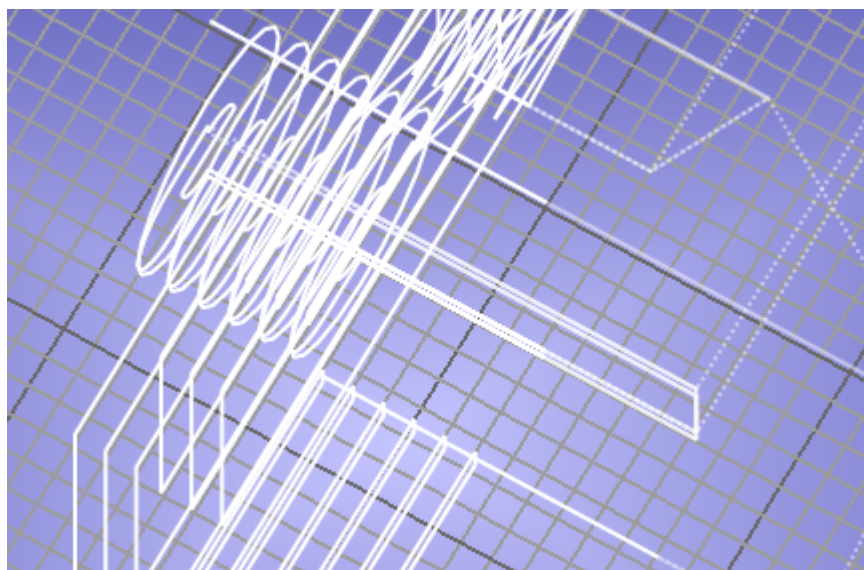


Рис. 1.3.11: Отображение траектории

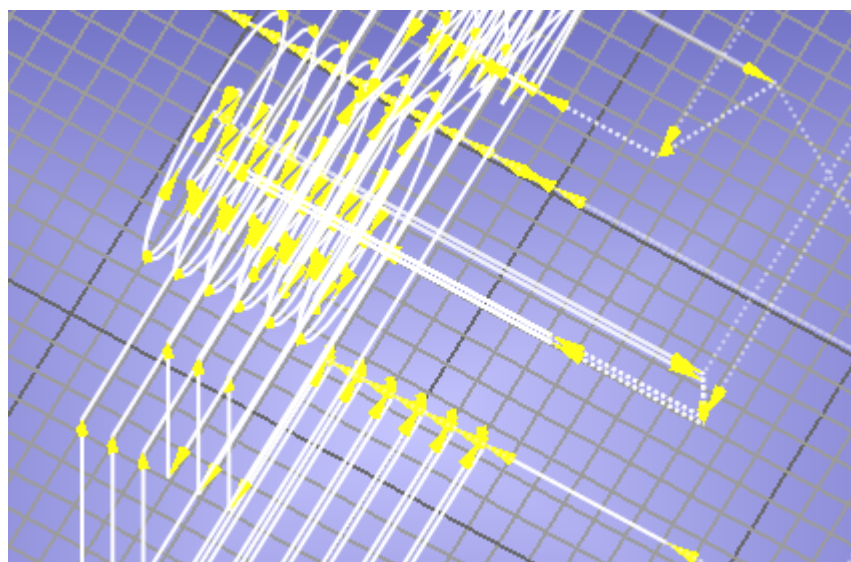


Рис. 1.3.12: Отображение траектории с указанием концов кадров

```
17 N116 Y38.  
18 N118 X-155.  
19 N120 Y180.  
20 N122 Y233.  
21 N124 Y339.  
22 N126 X-115 Y313.  
23 N128 X-46.121  
24 N130 X-26.5 Y258.  
25 N132 X-133.5  
26 N134 X-80. Y192.
```

Рис. 1.3.13: Текст программы, отображаемый в окне графического просмотра

```
1 G62
2 T1.1
3 G0 X0 Y0
4 G1 X-10 Y0 F5000
5 G1 X0 Y0
6 G1 X10 Y0
7 ;G1 X100
8 G3 X10 Y0 I10 J10 Z1
9 G2 X10 Y0 I10 J-10 Z1
10 G3 X10 Y0 I10 J10 Z1 F2000
```

Рис. 1.3.14: Текст программы для текущего суппорта

```
1 %
2 O0000(PULT CNC11)
3 (DATE=DD-MM-YY - 04-11-14 TIM
3 E=HH:MM - 12:37)
4 (MCX FILE - C:\DOCUMENTS AND

1 G62
2 T1.1
3 G0 X0 Y0
4 G1 X-10 Y0 F5000
5 G1 X0 Y0
```

Рис. 1.3.15: Текст программы для двух суппортов

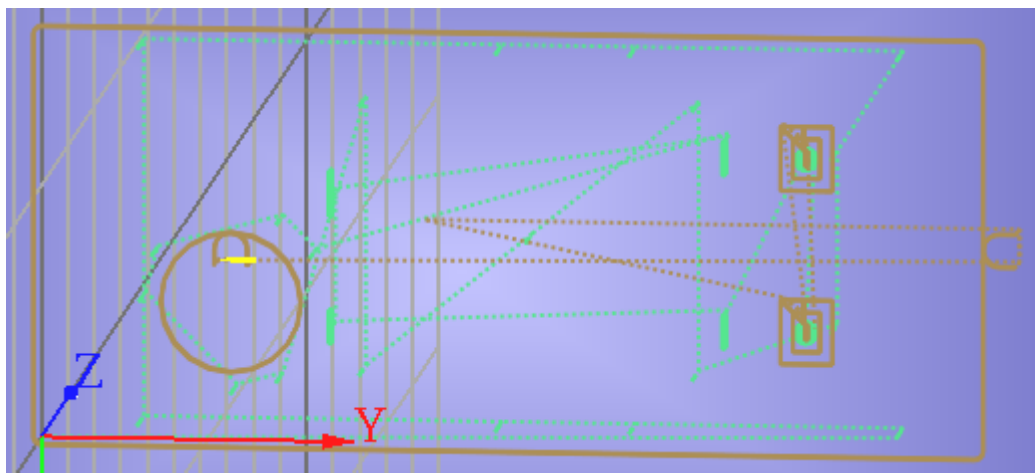


Рис. 1.3.16: Графическое отображение программы с разными цветами инструментов

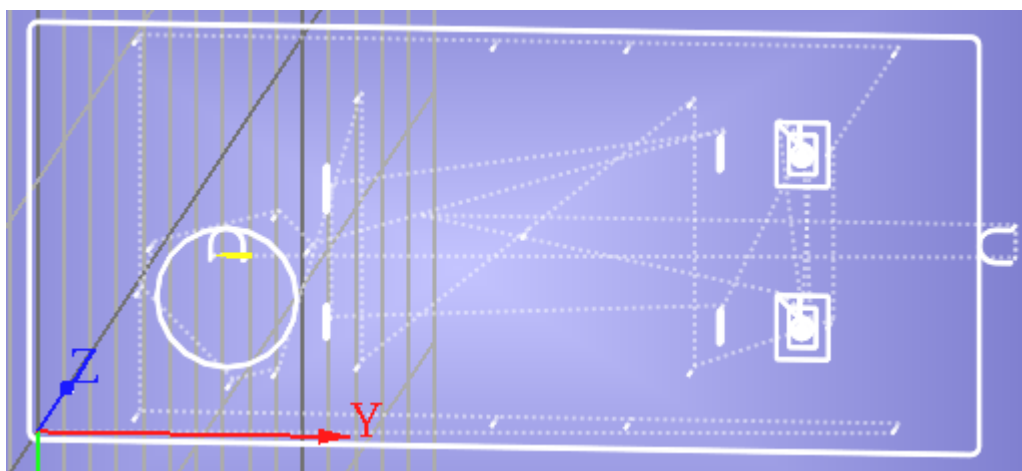
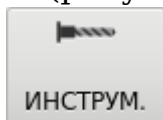


Рис. 1.3.17: Графическое отображение программы без разделения инструментов по цветам

1.4 Инструмент

Привязка инструмента, коррекция и смещение производится в окне Инструмент (рисунок 1.4.1). Вход в данное окно осуществляется нажатием

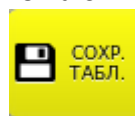


кнопки

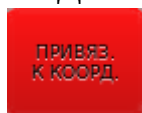
Каждому каналу соответствует своя таблица инструментов. Номера могут совпадать, но не пересекаются.

Количество инструментов в таблице не ограничено. У каждого инструмента может быть неограниченное количество привязок. Коррекция инструмента и ввод привязок возможен только когда программа **не выполняется**.

Розовым цветом выделена строка, которая была изменена, но не сохранена.



Одновременно подсвечивается кнопка



Для привязки инструмента по любой из осей следует нажать кнопку

, предварительно поместив курсор в поле, соответствующее смещению нужной оси. При этом на экране появится диалоговое окно для ввода координаты (рисунок 1.4.2).

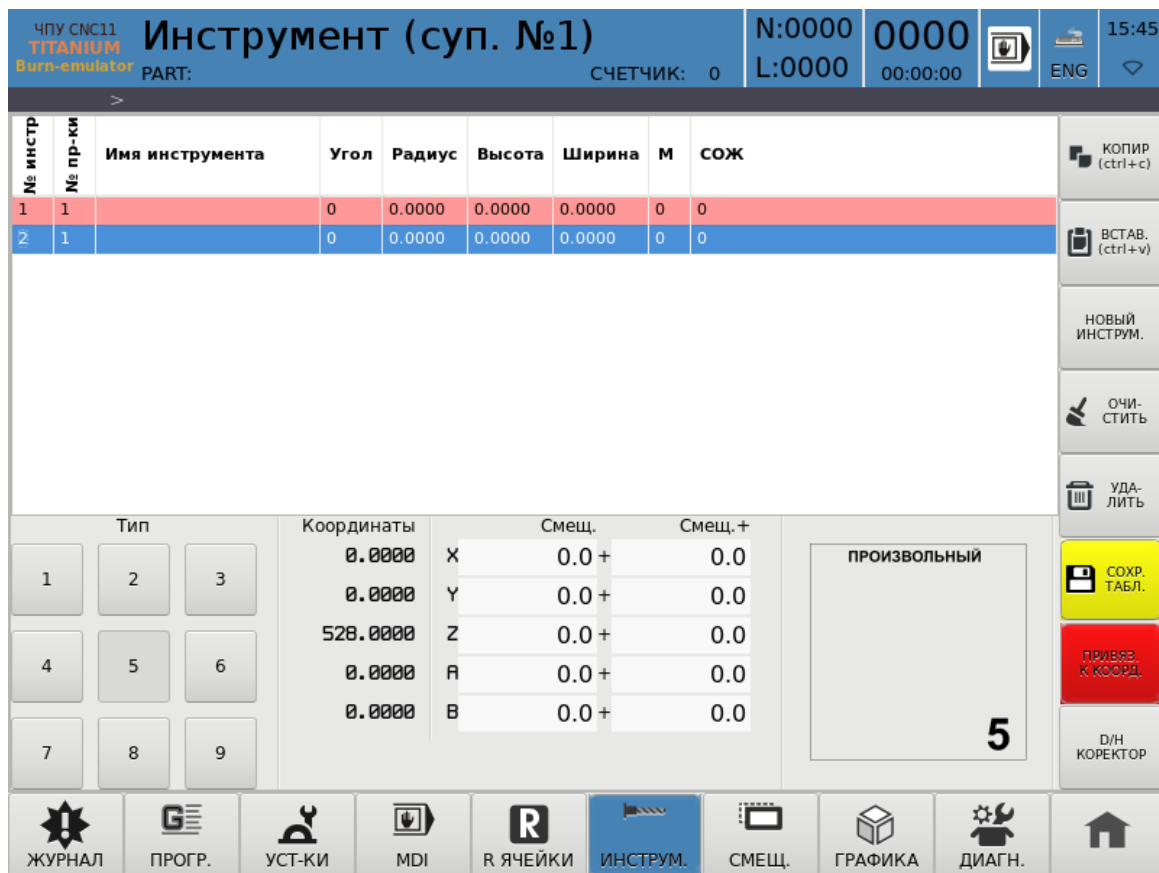


Рис. 1.4.1: Окно Инструмент

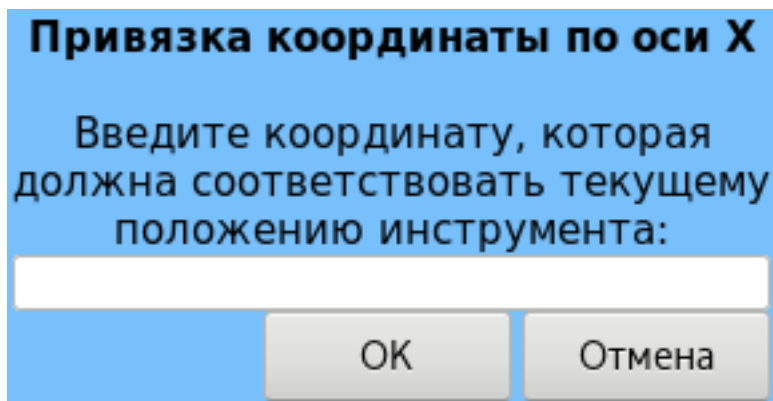
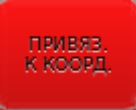



Рис. 1.4.2: Диалоговое окно привязки инструмента

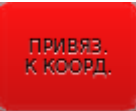
1.4.1. Ручная привязка инструмента на токарной версии ЧПУ

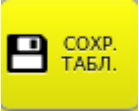
1. Выбрать нужный инструмент.
2. Проточить свободный диаметр.
3. Измерить диаметр (например, 20 мм).

4. Вызвать диалог для ввода смещения по оси X, нажав кнопку . Ввести 20,0.

5. Нажать кнопку .

6. Проточить торец.

7. Вызвать диалог для ввода смещения по оси Z, нажав кнопку . Ввести 0,0.

8. Нажать кнопку .

Также можно осуществлять привязку только по оси Z, если инструмен находится в положении, изображенном на рисунке 1.4.4.

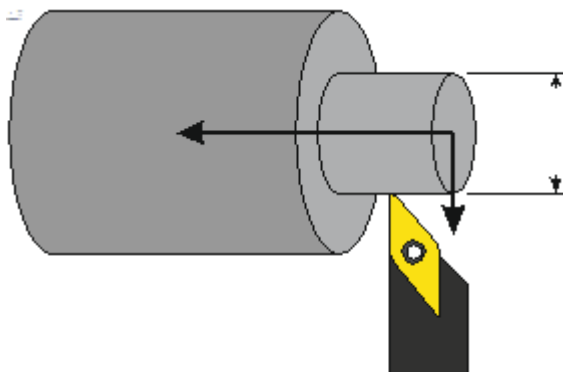


Рис. 1.4.3: Ручная привязка инструмента на токарной версии ЧПУ

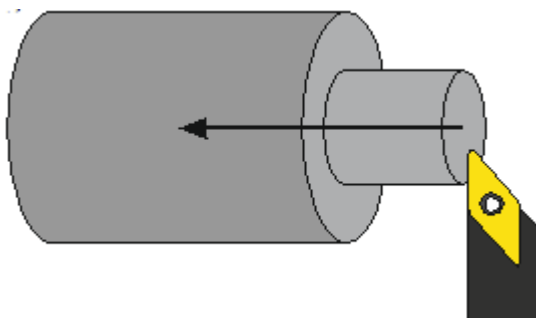



Рис. 1.4.4: Положение инструмента в момент привязки

1.4.2. Автоматическая привязка инструмента на токарной версии ЧПУ

1. Выбрать нужный инструмент.
2. Установить инструмент в траверзе датчика.
3. Нажать кнопку перемещения по оси Z.
4. В момент касания датчика произойдет автоматическая привязка по оси Z.



5. Нажать кнопку .
6. Установить инструмент в траверзе датчика.
7. Нажать кнопку перемещения по оси X.
8. В момент касания произойдет автоматическая привязка по оси X.

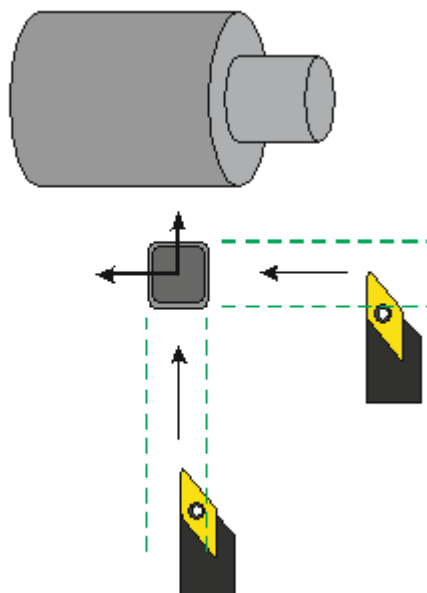


Рис. 1.4.5: Автоматическая привязка инструмента на токарной версии ЧПУ

1.4.3. Ручная привязка инструмента на фрезерной версии ЧПУ

1. Выбрать нужный инструмент.
2. Коснуться инструментом детали.
3. Измерить высоту (например, 20мм).

4. Вызвать диалог для ввода смещения по оси Z, нажав кнопку . Ввести 20,0.

5. Вызвать диалог для ввода смещения по оси X, нажав кнопку . Ввести 0,0.

6. Нажать кнопку .

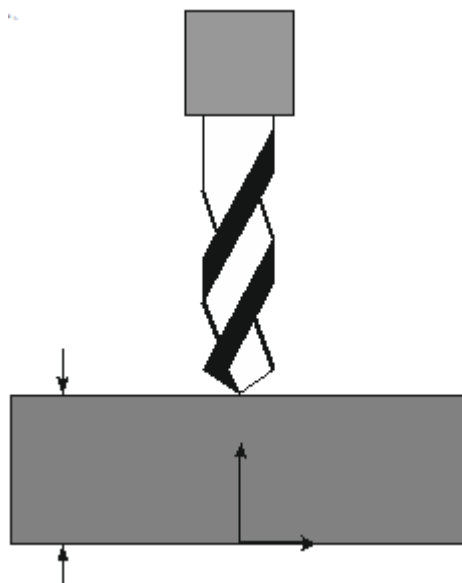


Рис. 1.4.6: Ручная привязка инструмента на фрезерной версии

1.4.4. Автоматическая привязка инструмента на фрезерной версии ЧПУ

1. Выбрать нужный инструмент.
2. Установить инструмент в траверзе датчика.
3. Нажать кнопку перемещения по оси Z.
4. В момент касания датчика произойдёт автоматическая привязка по оси Z.

5. Нажать кнопку .

То же проделать с остальными осями.

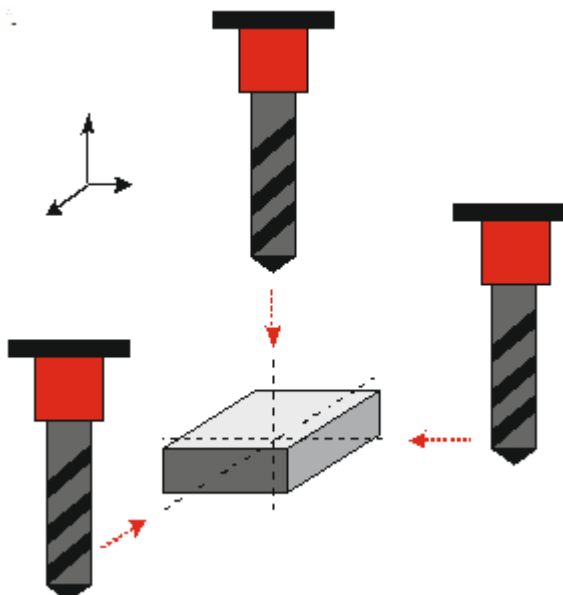
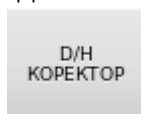


Рис. 1.4.7: Автоматическая привязка инструмента на фрезерной версии ЧПУ

1.4.5. Коррекция инструмента

Каждый инструмент имеет может быть скорректирован на радиус и длину. Вход в окно коррекции осуществляется из окна Инструмент нажатием кнопки



на рисунке 1.4.8.

Для закрытия списка корректоров и возвращения в окно Инструмент следует нажать кнопку Вернуться в инструменты.

Чтобы вдвое уменьшить значение корректора радиуса и избежать вычислений, можно, предварительно выделив значение нужного корректора,



нажать кнопку . После этого в поле выбранного корректора будет введено новое значение.

После изменений значений корректоров необходимо нажать подсвечен-



ную кнопку для сохранения изменений.

ВНИМАНИЕ!

Допускается ввод отрицательных чисел в качестве значений корректоров радиуса, но следует помнить, что в таком случае направление коррекции будет изменено на противоположное.

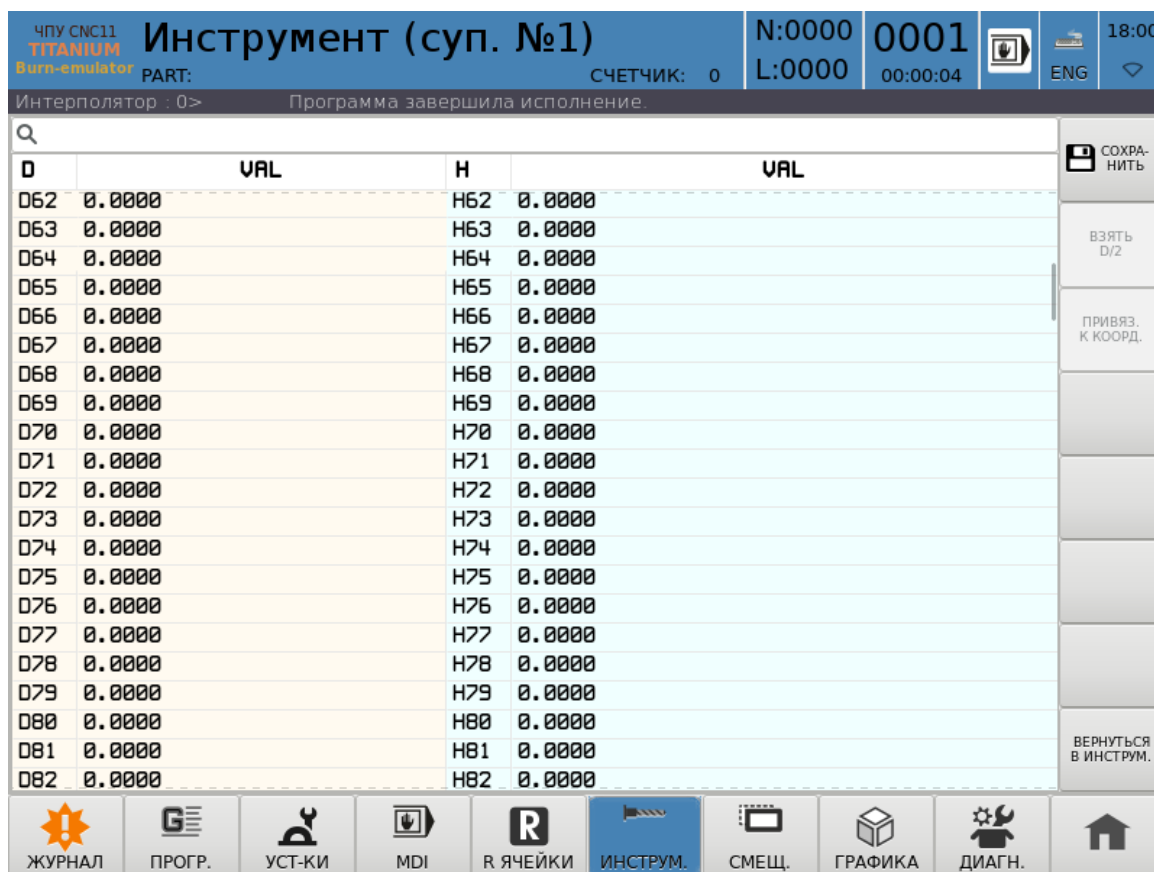


Рис. 1.4.8: Список корректоров

1.4.6. Смещение Системы координат G54 ... G59

Для привязки нуля детали необходимо войти в окно Смещение, нажав



кнопку **СМЕЩ.** на навигационной панели.

Просмотр и редактирование нулей производится с помощью специального диалогового окна. Перемещение к следующей или предыдущей системе координат осуществляется с помощью клавиш со стрелками вверх и вниз. Выбор необходимой оси производится с помощью клавиш со стрелками влево и вправо, а также с помощью прямого нажатия на экран в соответствующем поле. Редактируемая система координат выделена в списке синим цветом, текущая - желтым. В начале списка размещены добавочные или аддитивные смещения нулей, не обозначенные никаким символом. Данные смещения добавляются к любой действующей на данный момент группе смещений по функциям G54-G59 (рисунок 1.4.9).

Следует иметь в виду, что реально установленные значения координат начинают действовать сразу, в момент записи значений на диск.

Для ввода смещения необходимо определить выделить ячейку на пересе-

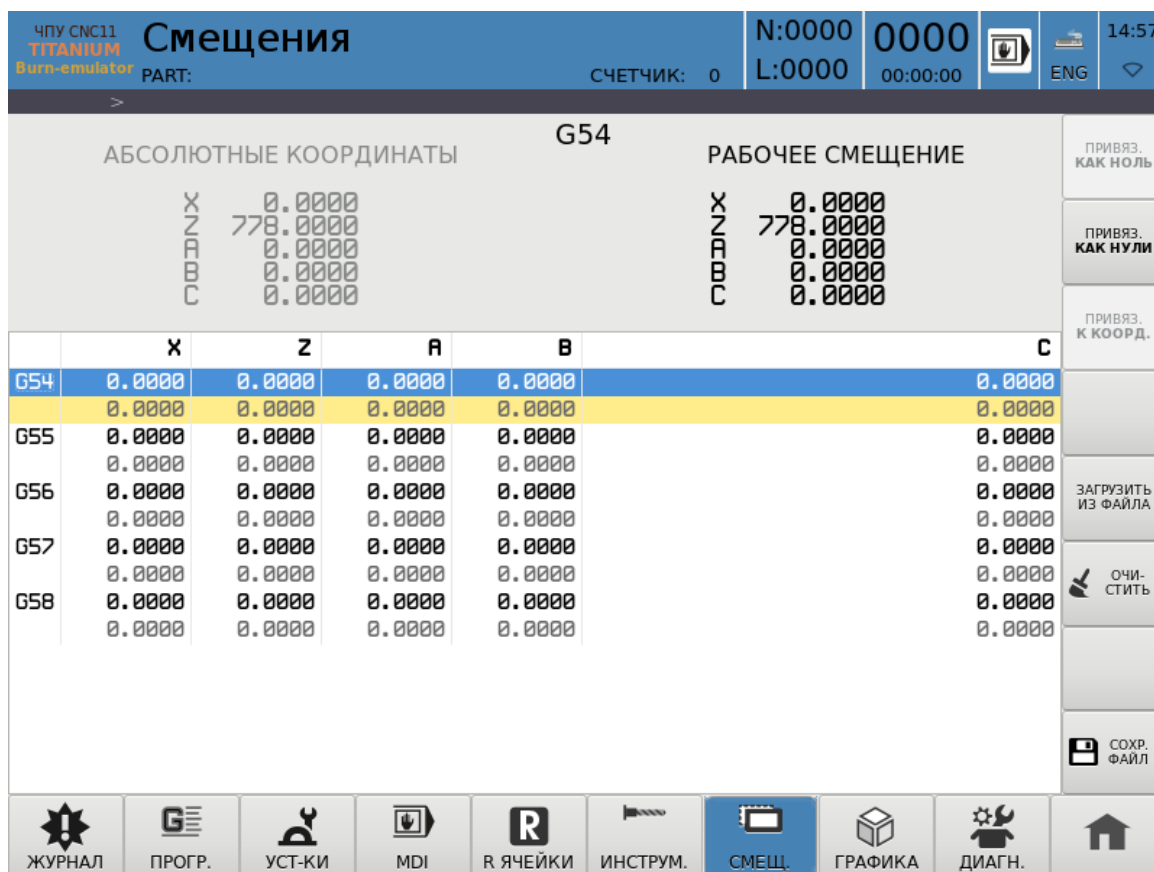

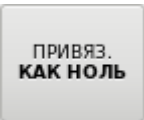



Рис. 1.4.9: Таблица смещений систем координат

чении нужной оси и нужной системы координат и нажать кнопку . На экране появится диалоговое окно для ввода величины смещения (рисунок 1.4.10).

Для привязки смещения как ноля необходимо выделить нужную ячейку и нажать кнопку . Кнопка  действует на все оси редактируемой системы координат.

Если Вы по каким-то причинам передумали менять систему координат, то

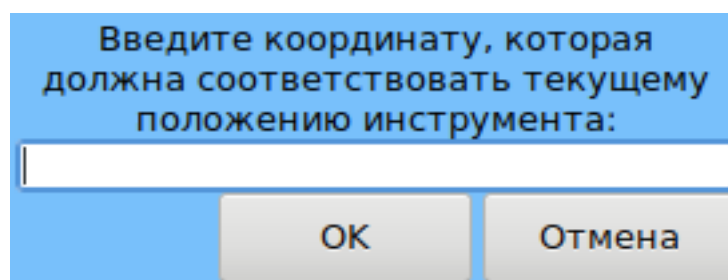



Рис. 1.4.10: Диалог ввода смещения

завершите диалог нажатием клавиши Esc. При этом значения систем координат остаются такими же, какими они были до вызова окна редактирования значений систем координат G54–G59.

Для сохранения новых величин смещений необходимо нажать кнопку

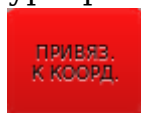


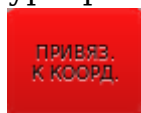
Кнопка  предназначена для сброса всех смещений в системе координат, на строке которой стоит курсор.

1.4.7. Использование инструмента на фрезерном станке

Для корректного использования инструментов на фрезерном станке перед началом привязки рекомендуется сначала привязать рабочую плоскость по осям X и Y по G54–G58, а затем производить привязку выбранного инструмента по оси Z.

Для осуществления привязок необходимо перейти в ручной режим. Инструмент через мерную плитку (допустим, 10 мм) подводится к нулю детали по координате Z. В таблице инструментов выделить нужную строку, содержащую данные используемого инструмента. Затем необходимо выбрать ось Z для привязки, поместив курсор в соответствующее поле ввода в колонке смещений, и нажать кнопку



. В появившемся диалоговом окне следует указать значение, соответствующее текущему положению инструмента (например, 10), и нажать ОК. При этом автоматически рассчитывается величина смещения по оси Z для данного инструмента. Для сохранения результатов

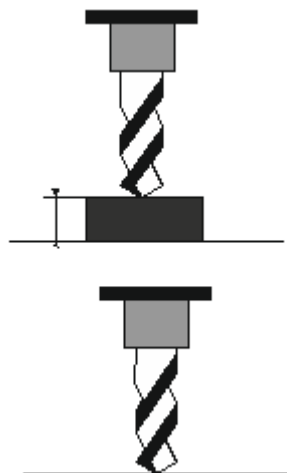


Рис. 1.4.11: Использование инструмента на фрезерном станке

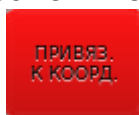


необходимо нажать кнопку



1.4.8. Использование инструмента на токарном станке

В том случае, если таблица используется на токарном станке, нужно привязать инструмент по осям X и Z. При этом смещения по функциям G54–G58 должны быть обнулены либо корректно привязаны. Для привязки инструмента по оси X нужно установить инструмент на такой диаметр, который можно замерить. Затем поместить курсор в поле ввода смещения по оси



X и, нажав кнопку , набрать измеренный диаметр, например, X10. При этом автоматически рассчитывается величина смещения по оси X для данного инструмента. Для привязки по оси Z нужно установить инструмент в нулевую точку детали или через мерную длину на заданное расстояние от нуля детали по оси Z. Дальнейшие действия аналогичны описанным выше для фрезерного станка.

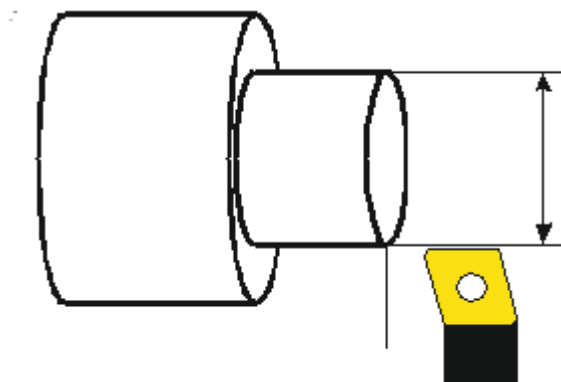


Рис. 1.4.12: Использование инструмента на токарном станке




1.5 Режимы работы системы

После включения и загрузки ЧПУ в зависимости от программы электроавтоматики находится в одном из режимов, описанных ниже.

Система может работать в следующих режимах:

- ручной;
- автоматический;
- покадровый;
- MDI (преднабор);
- выход в исходное положение (выход в «ноль»).

Выбор режимов производится с помощью меню, появляющегося по нажатию

кнопки  (рисунок 1.5.1), и кнопками на виртуальном пульте оператора.

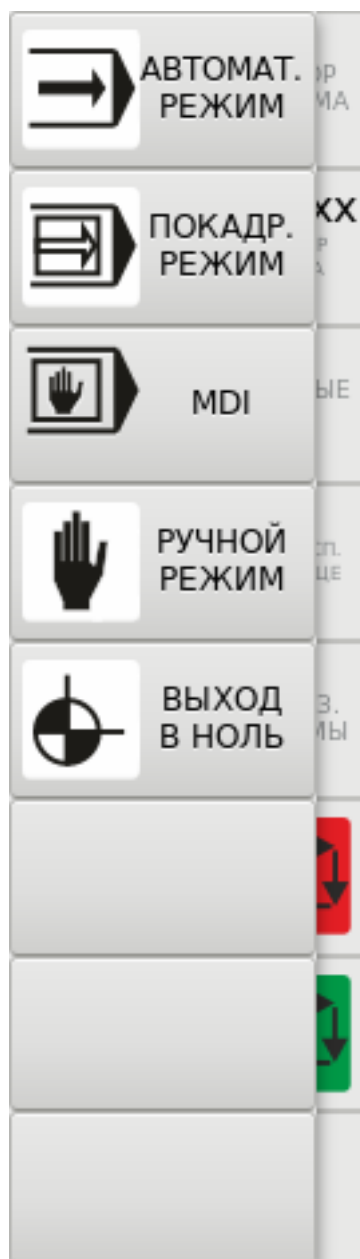



Рис. 1.5.1: Меню выбора режима

1.5.1. Ручной режим

Переход в ручной режим производится с помощью режимной клавиши  на пультах оператора. После запуска устанавливается состояние системы в зависимости от значения технологических параметров N3001-N3013, а в строке состояния появляется соответствующая иконка. После появления готовности к работе станка становятся доступными кнопки пульта управления и возможно управление станком в ручном режиме (перемещение координат и операции, реализованные в модуле электроавтоматики станка).


Пример возможной установки:



- команда перемещения: G01;
- система координат: G54;
- коррекция на радиус инструмента: G40 (отключена);
- коррекция на длину инструмента: G43 (положительная);
- плоскость: G17 (декартовы оси X и Y);
- тип системы координат: G90 (перемещение в абсолютные координаты);
- величина подачи: F0;
- обороты шпинделя: S0;
- номер инструмента: T0;
- номер корректора на радиус: D0;
- номер корректора на длину: H0;
- программа для обработки: не выбрана;
- абсолютное положение осей станка: произвольное, необходим выход в «ноль» станка.

1.5.2. Выход в ноль

Режим «Выход в ноль» предназначен для привязки системы отсчета координат к «нулю» станка. Переход в режим производится с помощью режимной

клавиши  на пультах оператора. После запуска в строке состояния появляется соответствующая иконка.

Допускается автоматический выход в ноль в автоматическом, покадровом режимах или в режиме преднабора путём исполнения кадра с функцией G27.


Пример. Использование функции G27


-
- 1 N1G27X0Y0Z0 (выход по всем осям одновременно)
 - 2 N2G27X0 выход(по оси X)
 - 3 N3G27X0Y0 выход(по осям X и Y)
-


После выхода координаты в ноль в строке сообщений появляется мигающее сообщение «Выход в 0 осуществлен по оси ...».


В некоторых случаях в зависимости от типа станка и установленных параметров выход в ноль не требуется. В таких ситуациях система отсчета будет «привязана» к точке, в которой находились координаты станка на момент включения системы управления.

1.5.3. Преднабор

Переход в режим производится с помощью режимной клавиши  на пультах оператора. После запуска в строке состояния появляется соответствующая иконка. Режим преднабора также можно включить нажатием

кнопки  на навигационной панели или клавишей F4. После перехода системы в режим главное окно будет заменено на окно преднабора (рисунок 1.5.2).

Данный режим предназначен для отработки одного или нескольких кадров, заданного с клавиатуры компьютера и составленного по правилам программирования. Для задания кадра нужно набрать нужные коды. Отработка кадра начнется после нажатия клавиши «ПУСК» ().



Если отработка кадра была остановлена клавишей «СТОП» (), то по пуску отработки выполнение кадра продолжится с того места, где произошла остановка. После выполнения кадра всегда выдается сообщение «Пуск программы». Примечания:

1. Нельзя задавать для отработки кадр, содержащий вызов подпрограммы. Это приведет к остановке и сообщению об ошибке.
2. Результаты выполнения кадра в режиме преднабора никак не учитываются при выполнении программы. Таким образом, если отработка программы была остановлена, и выполнен кадр в режиме преднабора, то продолжение отработки УП невозможно без предварительного выбора программы и поиска кадра.
3. Если после включения УЧПУ не был выполнен выход в «ноль» станка, то кадры, содержащие задания на перемещения осей, будут выполняться от текущей координаты. Если в кадре задан выход в «ноль» станка функцией G28.1, то кадр выполнится.



Рис. 1.5.2: Окно преднабора

1.5.4. Автоматический и покадровый режимы

Данные режимы работают с управляющей программой, загруженной в главное окно. Переход в автоматический режим производится с помощью режимной клавиши  на пультах оператора, в покадровый — с помощью клавиши . После запуска какого-либо из режимов в строке состояния появляется соответствующая иконка.

Покадровый режим отличается от автоматического тем, что при отработке УП происходит остановка после каждого выполненного кадра. Допускается переход из автоматического режима в покадровый и обратно во время отработки УП.

1.6 Отладка управляющих программ

В автоматическом или покадровом режимах возможно выбрать кадр или строку, на которых будет начато или закончено исполнение программы. Данным функционалом можно воспользоваться через выпадающее меню,

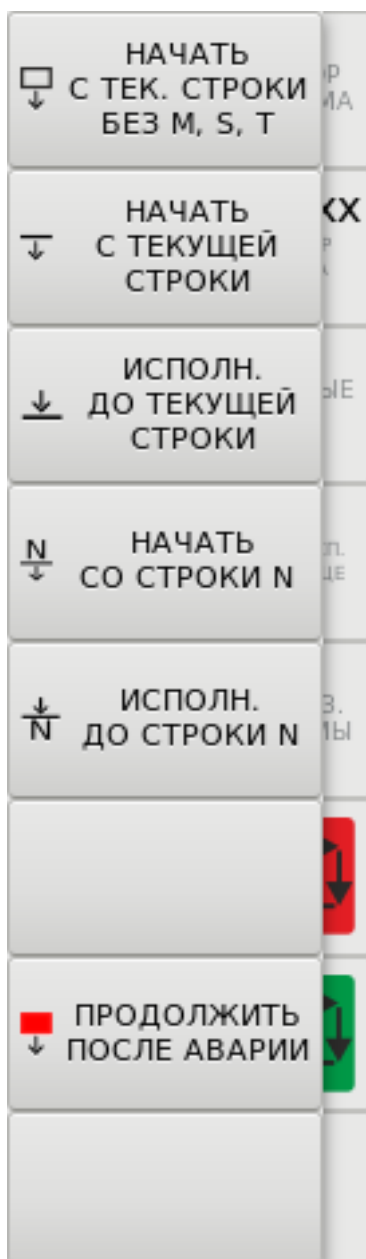



Рис. 1.6.1: Выпадающее меню Выбор кадра

нажав на кнопку  (рисунок 1.6.1).

1.6.1. Отработка программы с учетом предыдущей траектории и выходом в исходное положение программы

В процессе обработки возникают ситуации, связанные с повторным выходом инструмента на контур обработки. Данные ситуации решаются с помощью специального режима.

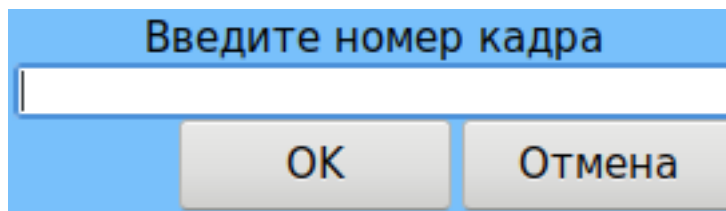


Рис. 1.6.2: Диалоговое окно ввода номера кадра

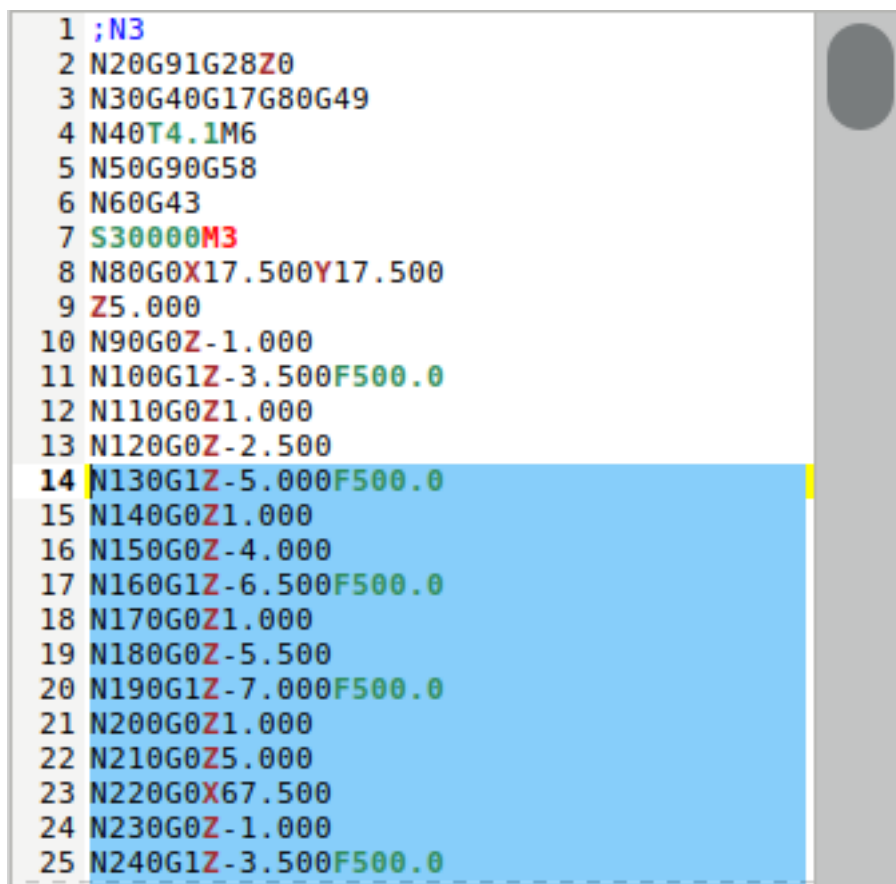
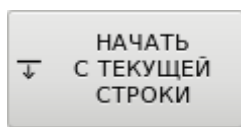
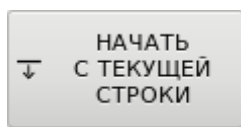
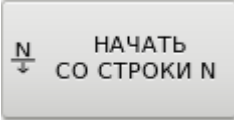


Рис. 1.6.3: Часть программы, которая будет исполнена



Кнопка  позволяет начать исполнение программы с текущей

строки, на которой стоит курсор. Кнопка  позволяет начать исполнение программы с кадра, номер которого будет введен пользователем (рисунок 1.6.2).

Часть программы, подлежащая исполнению, выделится голубым цветом (рисунок 1.6.3).

В этом случае системе известны:

- позиция, из которой должна начаться обработка кадра (если она не

совпадает с текущей, то известно и уравнительное перемещение);

- весь набор G-функций, определяющих обработку;
- номера и величины корректоров на размер инструмента;
- подача;
- код S и код T (однако, они не отработаны станком). Таким образом, система (не станок!) готова для отработки УП с найденного кадра N122. Необходимые технологические операции должны задаваться с пульта станка или в режиме MDI до начала пуска программы.

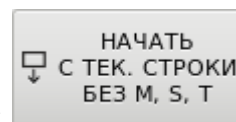
ВНИМАНИЕ!

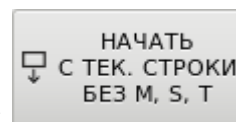
Следует помнить, что инструмент поедет в расчетную координату кратчайшим путем, поэтому оператор должен предварительно вывести инструмент на безопасную траекторию. Для запуска программы необходимо подать команду «Пуск программы». После завершения выхода на контур программа продолжит исполнение с выбранного кадра.

1.6.2. Отработка программы с произвольного кадра

ВНИМАНИЕ!

Режим отработки с произвольного кадра отличается от режима поиска тем, что просчет программы не производится, то есть фрагмент программы до указанного кадра игнорируется.



Данный режим устанавливается нажатием кнопки . Исполнение программы начнется со строки, на которой находится курсор.

После выдачи команды «Пуск программы» начинается отработка предварительного кадра и той части программы, которая находится ниже текущего кадра (включая его). Отработка начинается с той точки, в которой находятся координаты в момент пуска.

Выход в исходное положение не производится.

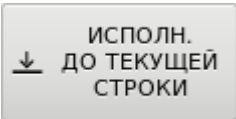
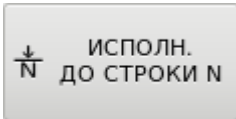
Примечание. Если между поиском и пуском отработки выполнялись кадры в режиме MDI, то поиск нужно выполнить заново.

1.6.3. Отработка программы до заданного кадра

При отработке УП имеется возможность задания строки, на которой произойдет автоматическая остановка программы.


```
1 ;N3
2 N20G91G28Z0
3 N30G40G17G80G49
4 N40T4.1M6
5 N50G90G58
6 N60G43
7 S30000M3
8 N80G0X17.500Y17.500
9 Z5.000
10 N90G0Z-1.000
11 N100G1Z-3.500F500.0
12 N110G0Z1.000
13 N120G0Z-2.500
14 N130G1Z-5.000F500.0
15 N140G0Z1.000
16 N150G0Z-4.000
17 N160G1Z-6.500F500.0
18 N170G0Z1.000
19 N180G0Z-5.500
20 N190G1Z-7.000F500.0
21 N200G0Z1.000
22 N210G0Z5.000
23 N220G0X67.500
24 N230G0Z-1.000
25 N240G1Z-3.500F500.0
```

Рис. 1.6.4: Часть программы, которая будет исполнена

Кнопка  позволяет остановить исполнение программы на строке, на которой стоит курсор. Кнопка  позволяет исполнить программу до кадра, номер которого будет введен пользователем.

Часть программы, подлежащая исполнению, выделится голубым цветом (рисунок 1.6.4).

После того, как система отработает программу до заданного кадра, произойдет остановка программы. После остановки программы в заданном кадре можно продолжить выполнение программы командой «Пуск программы».

1.7 Диагностика

Окно диагностики состоит из следующих вкладок (рисунок 1.7.1):

1. Входа (I) Alt+I.
2. Выхода (U) Alt+U.

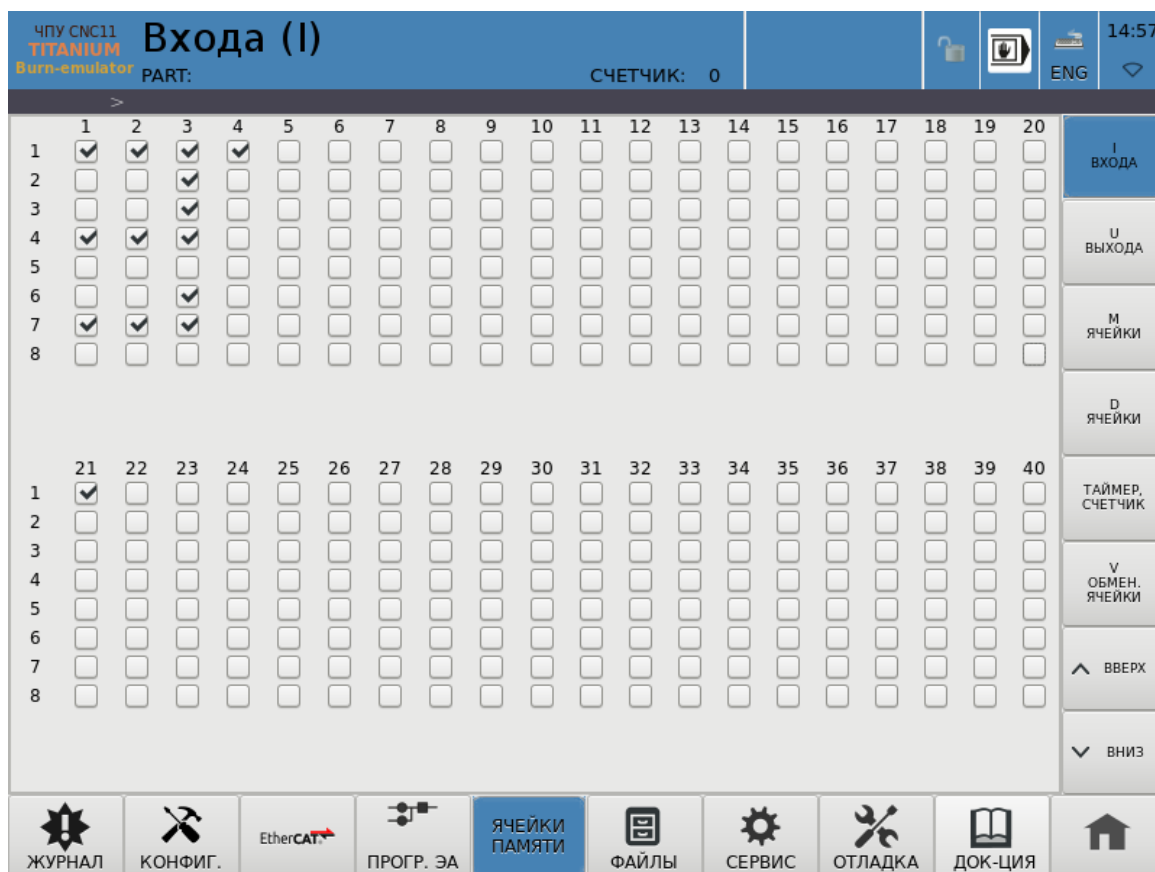


Рис. 1.7.1: Окно диагностики

3. Ячейки динамической памяти (M) Alt+M.
4. Ячейки статической памяти (D) Alt+D.
5. Таймеры и счетчики Alt+T.
6. Обменные ячейки (V) Alt+V.

Вкладки «Входа (I)», «Выхода (U)» и «Ячейки динамической памяти (M)» представляют собой сетку, столбцы которой соответствуют номеру M-ячейки (входу, выходу), а строки — номера битов этой M-ячейки (входа, выхода). Схема сетки изображена на рисунке 1.7.2.

При работе со входами, выходами и M-ячейками допускается изменение их значений в соответствующих вкладках в окне диагностики. Для изменения необходимо в зависимости от типа ввода: коснуться, кликнуть правой клавишей мыши или нажать клавишу Enter, предварительно установив курсор на выбранной ячейке.

ВАЖНО: не рекомендуется изменять значения входов/выходов из интерфейса программы. Это может нарушить логику работы программы ЭА и повлечь за собой выход оборудования из строя. При необходимости редактирования уточните логику работы программы ЭА.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 1.7.2: Визуализация входов и выходов

Вкладка «Ячейки статической памяти (D)» представляет собой таблицу, в которой присутствует сетка битовых столбцов с возможностью редактирования значений D-ячеек размером байт или два байта простым вводом значений (рисунок 1.7.3).

Редактирование данных размером байт и два байта осуществляется либо изменением отдельных битов ячейки (как при редактировании M-ячеек), либо вводом данных в поле ввода напрямую. При способе ввода напрямую значения битов будут изменены на соответствующее двоичное число из поля ввода.

ВАЖНО: при вводе значения размером в два байта (WORD) будут изменены данные следующей ячейки.

Вкладка «Таймеры и счетчики» показана на рисунке 1.7.4. В каждой строке таблиц представлено по одному таймеру или счётчику.

Поля счетчиков:

№ — номер счетчика;

VAL — величина счетчика;

NOW — текущее значения счетчика;

RESET — сигнал сброса таймера;

C_I — значение на прибавляющем входе счетчика;

C_D — значение на вычитающем входе счетчика;

OUT — значение на выходе счетчика.

Поля таймеров:

№ — номер таймера;

COUNT — текущее значение таймера;

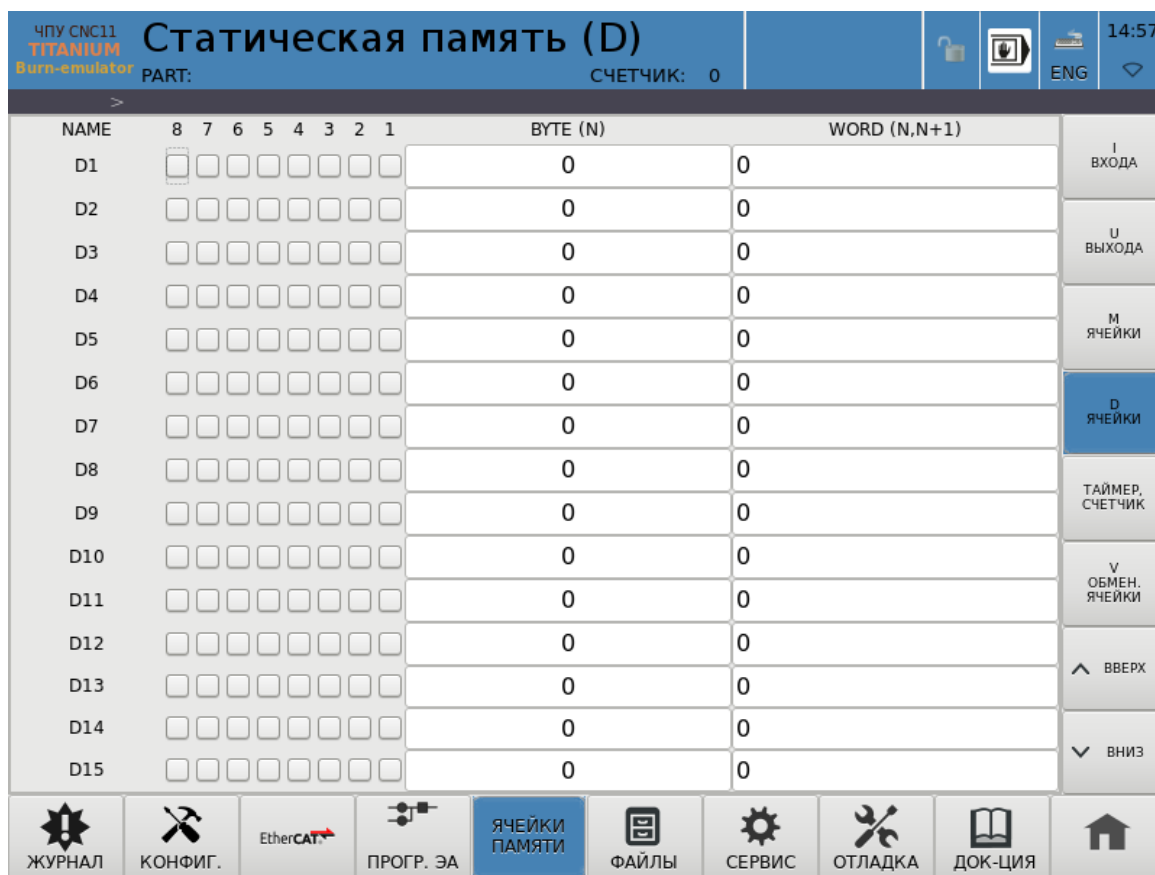


Рис. 1.7.3: Ячейки статистической памяти

INV — тип таймера: «0» — прямой, «1» — инверсный;

IN — значение на входе таймера;

OUT — значение на выходе таймера.

Подробное описание переменных работы с таймерами и счетчиками смотрите во второй части документации «Описание электроавтоматики».

ВАЖНО: редактирование значений таймеров и счетчиков из интерфейса невозможно.

Вкладка «Обменные ячейки» представляет собой две таблицы со значениями обменных ячеек. Левая таблица показывает битовые значения, правая — целые и дробные величины (рисунок 1.7.5). Описание ячеек можно найти во второй части документации «Описание электроавтоматики».

ВАЖНО: редактирование обменных ячеек возможно только из программы ЭА!



ЧПУ CNC11 TITANIUM Burn-emulator PART: СЧЕТЧИК: 0 14:57 ENG

Счетчики и таймеры

№	VAL	NOW	RESET	C_I	C_D	OUT	№	COUNT	INV	IN	OUT
C1	20	0	0	0	0	0	T1	0	0	1	1
C2	40	0	0	0	0	0	T2	4	0	1	0
C3	16	0	0	0	0	0	T3	200	0	0	0
C4	2	0	1	0	0	0	T4	10	0	0	0
C5	8	0	0	0	0	0	T5	5	0	0	0
C6	0	0	0	0	0	0	T6	5	0	0	0
C7	0	0	0	0	0	0	T7	0	0	1	1
C8	2	0	0	0	0	0	T8	30	0	0	0
C9	0	0	0	0	0	0	T9	30	0	0	0
C10	0	0	0	0	0	0	T10	5	0	0	0
C11	0	0	0	0	0	0	T11	1	0	0	0
C12	0	0	0	0	0	0	T12	300	0	0	0
C13	0	0	0	0	0	0	T13	10	0	0	0
C14	0	0	0	0	0	0	T14	10	0	0	0
C15	0	0	0	0	0	0	T15	0	0	0	0
C16	0	0	0	0	0	0	T16	1794	0	1	0
C17	0	0	0	0	0	0	T17	50	0	0	0
C18	0	0	0	0	0	0	T18	20	0	0	0

И ВХОДА
У ВЫХОДА
М ЯЧЕЙКИ
D ЯЧЕЙКИ
ТАЙМЕР, СЧЕТЧИК
V ОБМЕН. ЯЧЕЙКИ
^ ВВЕРХ
v ВНИЗ

ЖУРНАЛ КОНФИГ. EtherCAT ПРОГР. ЭА ЯЧЕЙКИ ПАМЯТИ ФАЙЛЫ СЕРВИС ОТЛАДКА ДОК-ЦИЯ

Рис. 1.7.4: Счетчики (С) и таймеры (Т) слева и справа соответственно

ЧПУ CNC11 TITANIUM Burn-emulator PART: СЧЕТЧИК: 0 14:57 ENG

Обменные ячейки (V)

№	8	7	6	5	4	3	2	1	
V10	0	0	0	0	0	1	1	0	SP_COUNT_R 1
V11	0	0	0	0	0	0	0	0	SP1_OUT_W 0.000000
V12	0	0	0	0	0	0	0	0	SP1_GEAR_W 1
V13	0	0	0	0	0	0	0	0	SP1_IS_AX_IO 0
V14	1	1	1	0	0	0	0	0	SP1_AX_NUM_R 6
V15	0	0	0	0	0	1	0	0	SP1_RPM_R 0.000000
V16	0	0	0	0	0	0	0	0	SP2_OUT_W 0.000000
V17	0	0	0	0	0	0	0	0	SP2_GEAR_W 0
V18	0	0	0	0	0	0	0	0	SP2_IS_AX_IO 0
V19	0	0	0	0	0	0	0	1	SP2_AX_NUM_R 0
V40	0	0	0	0	0	0	0	0	SP2_RPM_R 0.000000
V41	0	0	0	0	0	0	0	0	SP3_OUT_W 0.000000
V42	0	0	0	0	0	0	0	0	SP3_GEAR_W 0
V43	0	0	0	0	0	0	0	0	SP3_IS_AX_IO 0
V44	0	0	0	0	0	0	0	0	SP3_AX_NUM_R 0
V45	0	0	0	0	0	0	0	0	SP3_RPM_R 0.000000
V46	0	0	0	0	0	0	0	0	AX4_FLW_VOLT_IO 0.000000
V47	0	0	0	0	0	0	0	0	AX4_FLW_POINT_STAB_IO 0
V48	0	0	0	0	0	0	0	0	AX4_FLW_VOLT_COORD_R 0
									AX4_FLW_CALIBR_START_R 0
									AX4_FLW_CALIBR_PROC_R 0

И ВХОДА
У ВЫХОДА
М ЯЧЕЙКИ
D ЯЧЕЙКИ
ТАЙМЕР, СЧЕТЧИК
V ОБМЕН. ЯЧЕЙКИ
^ ВВЕРХ
v ВНИЗ

ЖУРНАЛ КОНФИГ. EtherCAT ПРОГР. ЭА ЯЧЕЙКИ ПАМЯТИ ФАЙЛЫ СЕРВИС ОТЛАДКА ДОК-ЦИЯ

Рис. 1.7.5: Обменные ячейки



1.7.1. Компенсация люфтов и погрешностей ходового винта

Для ввода компенсации люфтов и погрешностей ходовых винтов служит параметр «ПОГРЕШНОСТИ» (рисунок 1.7.6).

Такой параметр существует для каждой оси:

6029 — 1 ось (X)

6129 — 2 ось (Y)

6229 — 3 ось (Z)

6329 — 4 ось (A)

и т. д.

	6026	VBias1	0.000000	[double]
	6028	VPosDiff	0.000000	[double]
	6029	BsDelta	0.000000	[double]
	6031	drfOnMove	1	[integer]
	6032	maxEncTur	0	[integer]
	6033	maxChErro	1	[integer]
	6034	Rel imit	0.000000	[double]

ИЗ ФАЙЛА

ПЕРЕЗАГР.

ПРИМЕНИТЬ

Рис. 1.7.6: Параметр «ПОГРЕШНОСТИ»



1.7.2. Окно «Сервис»

Окно сервис состоит из следующих вкладок:

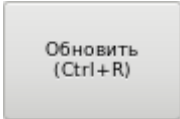
1. Работа с сетью.
2. Обновление ПО.
3. Настройки сенсора LCD.
4. Настройки даты и времени.
5. Информация о ЧПУ.
6. Служебные функции.

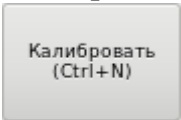
Вкладка «Сеть» позволяет осуществить подключение ЧПУ к сети Wi-Fi (рисунок 1.7.7). Для подключения выберите сеть из списка доступных и нажмите Enter. Если сеть защищена, на экране появится окно ввода пароля (рисунок 1.7.8). В случае успешного подключения рядом с индикацией состояния сети появится зеленая галочка. Переключатель ON/OFF включает/выключает модуль Wi-Fi. Внизу вкладки в виде таблицы показаны адреса ЧПУ в сети.

ВАЖНО: ЧПУ TITANIUM® не имеет встроенного модуля Wi-Fi! Для подключения используйте внешние устройства, предварительно согласовав модель с производителем ЧПУ.

Вкладка «Калибровка» позволяет откалибровать любые позиционные устройства (рисунок 1.7.9).

Все оборудование, для которого может понадобиться калибровка, описано в таблице, которая в свою очередь может отображать как все позиционные устройства, подключенные к ЧПУ, так и исключительно сенсорные экраны. Режимы отображения таблицы переключаются горячими клавишами Ctrl+A и Ctrl+T соответственно. Если новое подключенное устройство не отображено

в таблице, нажмите кнопку .

Для калибровки устройства необходимо выбрать его в таблице и нажать кнопку . После начала калибровки необходимо последовательно касаться точек на дисплее, после чего программа калибровки получит необходимые данные и запишет их в поля калибровки. Далее необходимо

сохранить результат, нажав кнопку . При ошибке в процес-

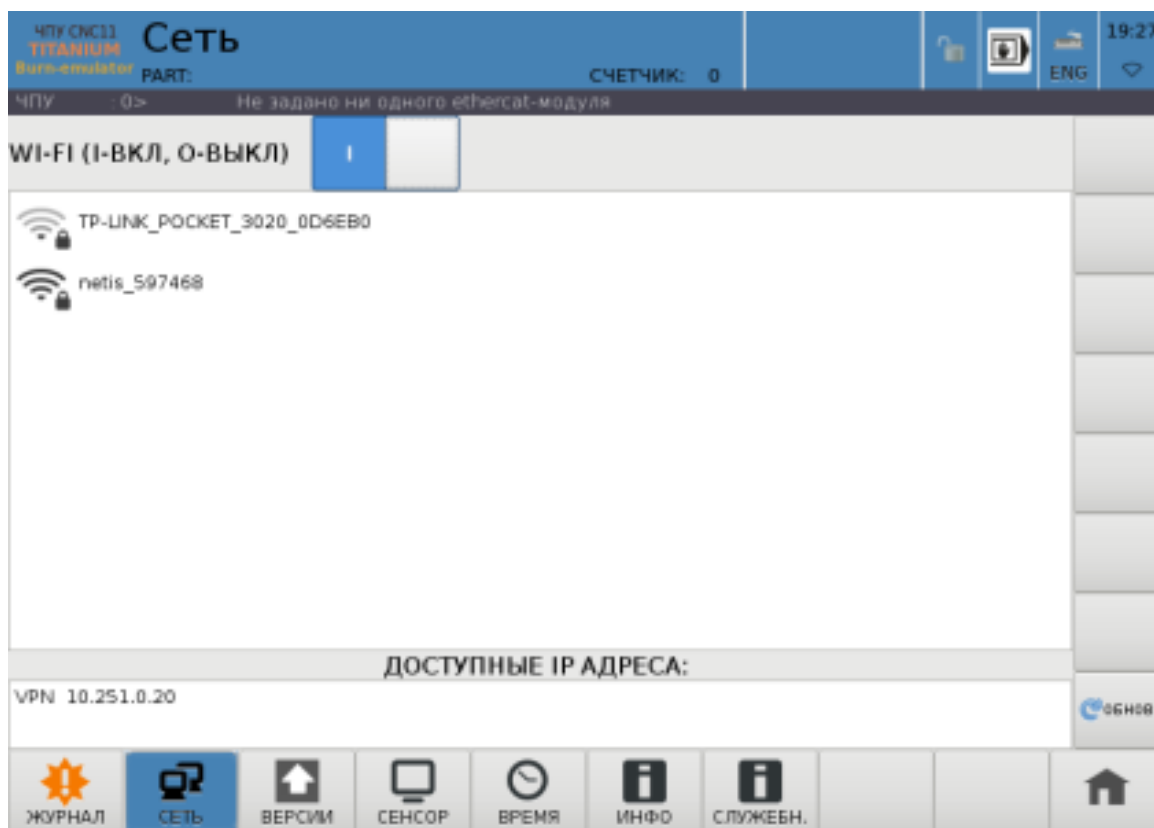
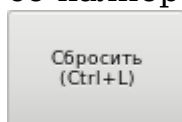


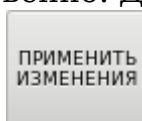
Рис. 1.7.7: Работа с сетью

се калибровки настройки устройства можно сбросить с помощью кнопки

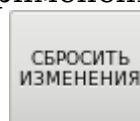


Вкладка «Дата и время» представляет из себя две части: список часовых поясов и поля настройки даты и времени (рисунок 1.7.10).

Для выбора часового пояса переместите курсор на нужную строку и нажмите клавишу Enter. Для настроек даты и времени выберите нужное поле (установите курсор в поле ввода), поле будет обведено оранжевой рамкой и станет доступным для редактирования. Учтите, что на время редактирования (до нажатия одной из кнопок боковой панели) обновление данного виджета будет приостановлено. Далее необходимо ввести нужное значение (при вводе недопустимых значений запись не произойдет). Изменение значений даты и времени допустимо и методом нажатия на кнопки +/-, расположенные над/под полем ввода соответственно. Для применения или сброса введенных



или



соответственно.

Формат значений времени — ЧЧ:ММ:СС, формат даты — ДД:ММ:ГГГГ.

Вкладка «Инфо» (рисунок 1.7.11) содержит информацию по следующим пунктам:

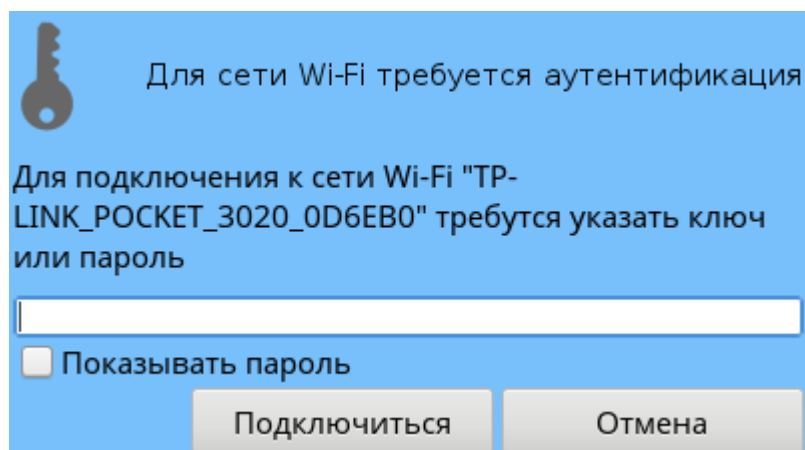


Рис. 1.7.8: Аутентификация при подключении к сети

1. Информация о станке:
 - производитель станка;
 - модель станка.
2. Версия УЧПУ.
3. Информация о модуле ЭА:
 - название модуля;
 - дата последнего изменения;
 - автор программы ЭА;
 - описание модуля;
 - лицензия ЭА.
4. Информация о производителе ЧПУ.
5. Объем свободного места на жестком диске.

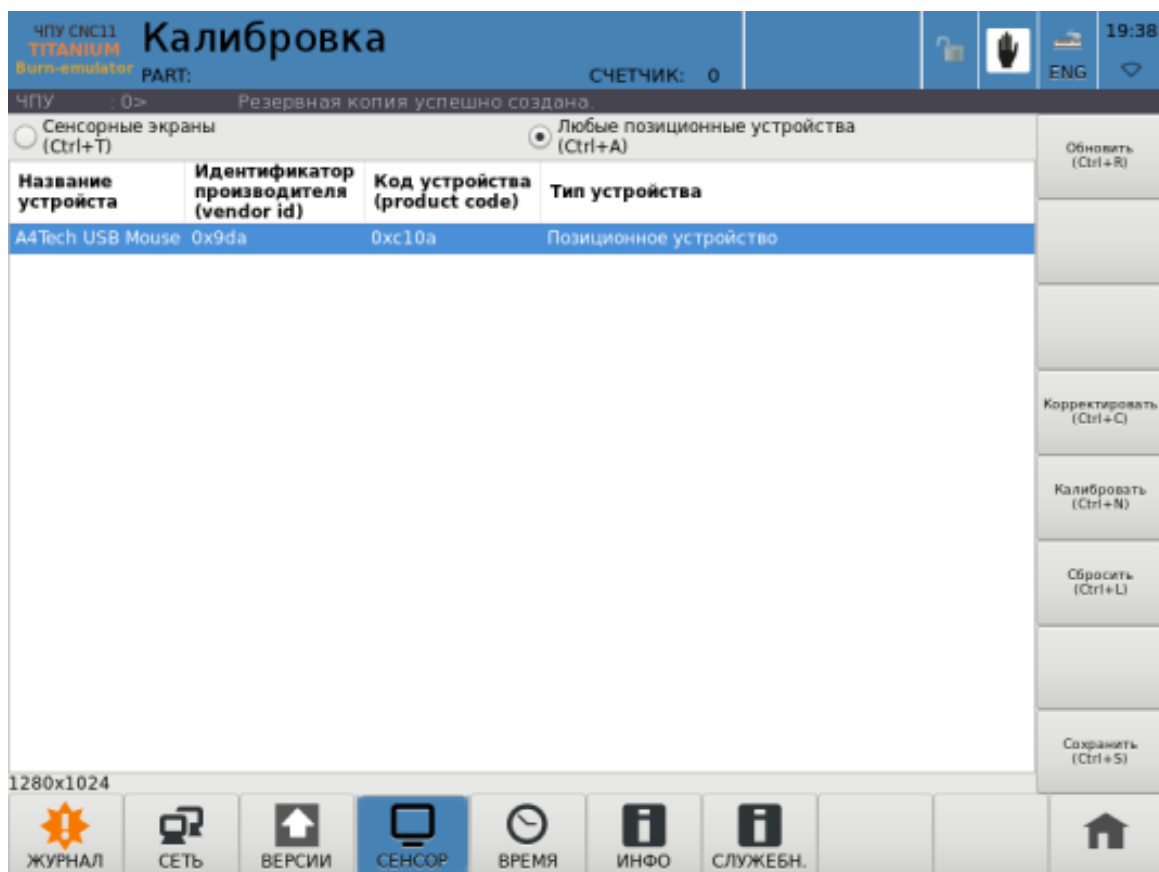


Рис. 1.7.9: Настройка позиционные устройств

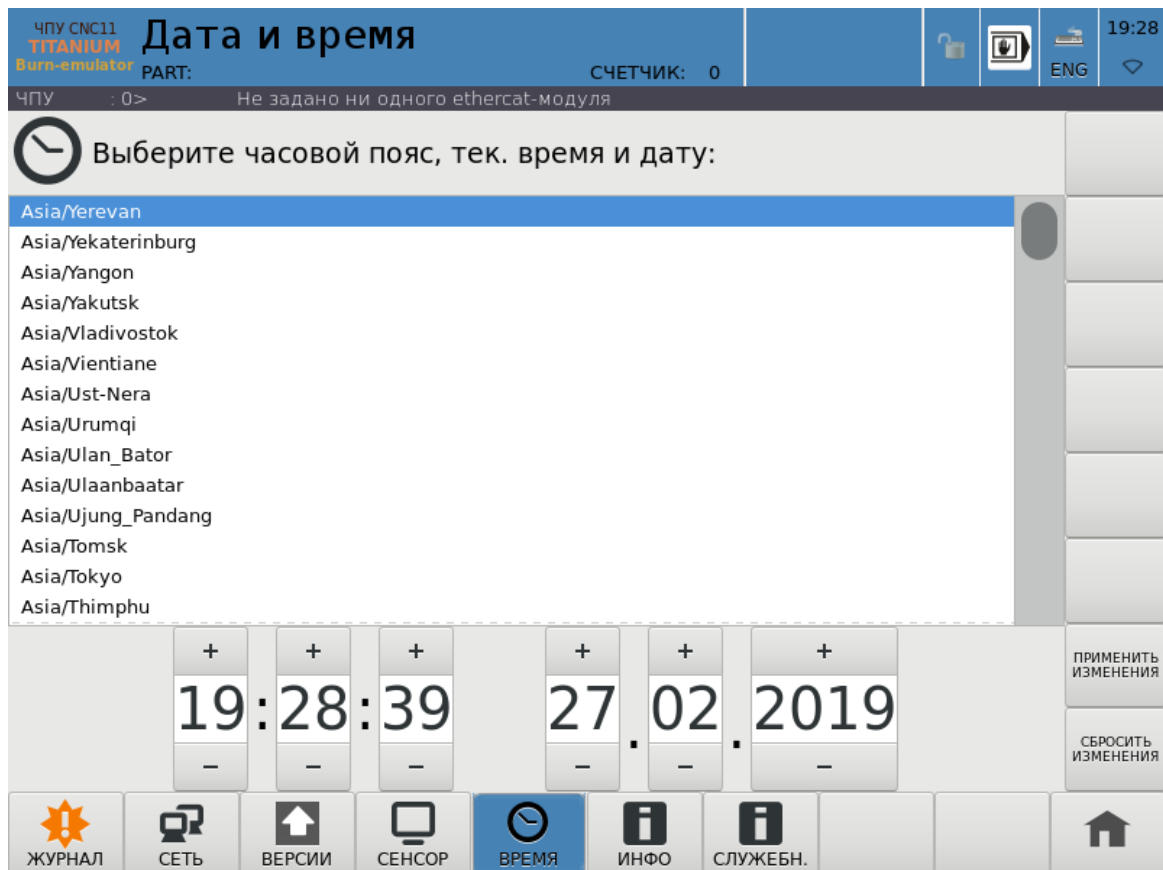


Рис. 1.7.10: Настройка даты и времени



The screenshot displays the 'Информация о ЧПУ' (CNC Information) screen. At the top, it shows 'ЧПУ CNC11 TITANIUM Burn-emulator' and 'PART:'. A status bar indicates 'СЧЕТЧИК: 0' and 'Не удалось включить службу "спс-впс"'. The main content is divided into three sections: 'Информация о станке' (Machine Information), 'УЧПУ Titanium, версия 0.16.5' (CNC Software), and 'Информация о модуле PLC' (PLC Module Information). A progress bar at the bottom shows '20% (доступно 25526Мб из 32019Мб)'. The bottom navigation bar includes icons for 'ЖУРНАЛ', 'СЕТЬ', 'ВЕРСИИ', 'СЕНСОР', 'ВРЕМЯ', 'ИНФО', 'СЛУЖЕБН.', and a home icon.

ЧПУ CNC11
TITANIUM
Burn-emulator

Информация о ЧПУ

PART: СЧЕТЧИК: 0

ЧПУ 0> Не удалось включить службу "спс-впс"

Информация о станке
Производитель станка: <не указано>
Модель станка: <не указано>

УЧПУ Titanium,
версия 0.16.5

ООО "Новые Электронные Технологии"

Телефоны:
8 (863) 298-22-99
8 (918) 558-22-99

Адрес:
346780, Ростовская область, г. Азов,
ул. Промышленная, дом 2, пом. 1, 2, 7

e-mail:
elektronika-net@mail.ru

Web-сайт:
chpu.net

Версия УЧПУ
0.16.5--2312-g5813f3f1c
Основная версия (major): 0
Версия релиза (minor): 16
Корректировочная версия (micro): 5
Номер сборки (build): 2312
Цикл релиза (release):
Тестируемое улучшение (feature):

Информация о модуле PLC
Модуль EA: 2с150_2
Изменен: 2019-02-27 14:11
Автор: NET Ltd.
Описание: Программа ЭА управления CNC11 на станок 2с150

Лицензия:

20% (доступно 25526Мб из 32019Мб)

ЖУРНАЛ СЕТЬ ВЕРСИИ СЕНСОР ВРЕМЯ ИНФО СЛУЖЕБН.

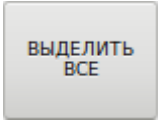
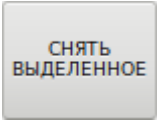

Рис. 1.7.11: Информация о ЧПУ

1.7.3. Управление программным обеспечением

Вкладка «Резервные копии» предоставляет возможность обновления ПО и создания резервной копии системы.

Для загрузки резервной копии нажмите кнопку Загрузить из файла (рисунок 1.7.12).

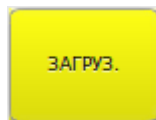
Затем необходимо выбрать путь к файлу резервной копии и ее компоненты (рисунок 1.7.13). Для загрузки полной копии, содержащей все параметры,

можно воспользоваться кнопкой . Кнопка  сбрасывает все выбранные ранее компоненты, при этом кнопка  становится неактивной, блокируя возможность загрузки пустой резервной копии.

Доступна загрузка следующих параметров:

- директория программ ЭА;
- директория конфигурации;
- директория УП;
- таблицы инструментов;
- обновление доступных циклов и подпрограмм;
- ядро системы (базовые компоненты системы).

После выбора файла ПО и его компонентов необходимо нажать кнопку



, после чего начнется инсталляция ПО. По завершению установки необходимо перезагрузить ЧПУ (Ctrl+Q), после чего система будет соответствовать загруженной. В ЧПУ присутствует возможность создания резервной копии системы. Для этого необходимо нажать на соответствующую кнопку, выбрать путь и параметры создания резервной копии (действия аналогичны загрузке ПО).

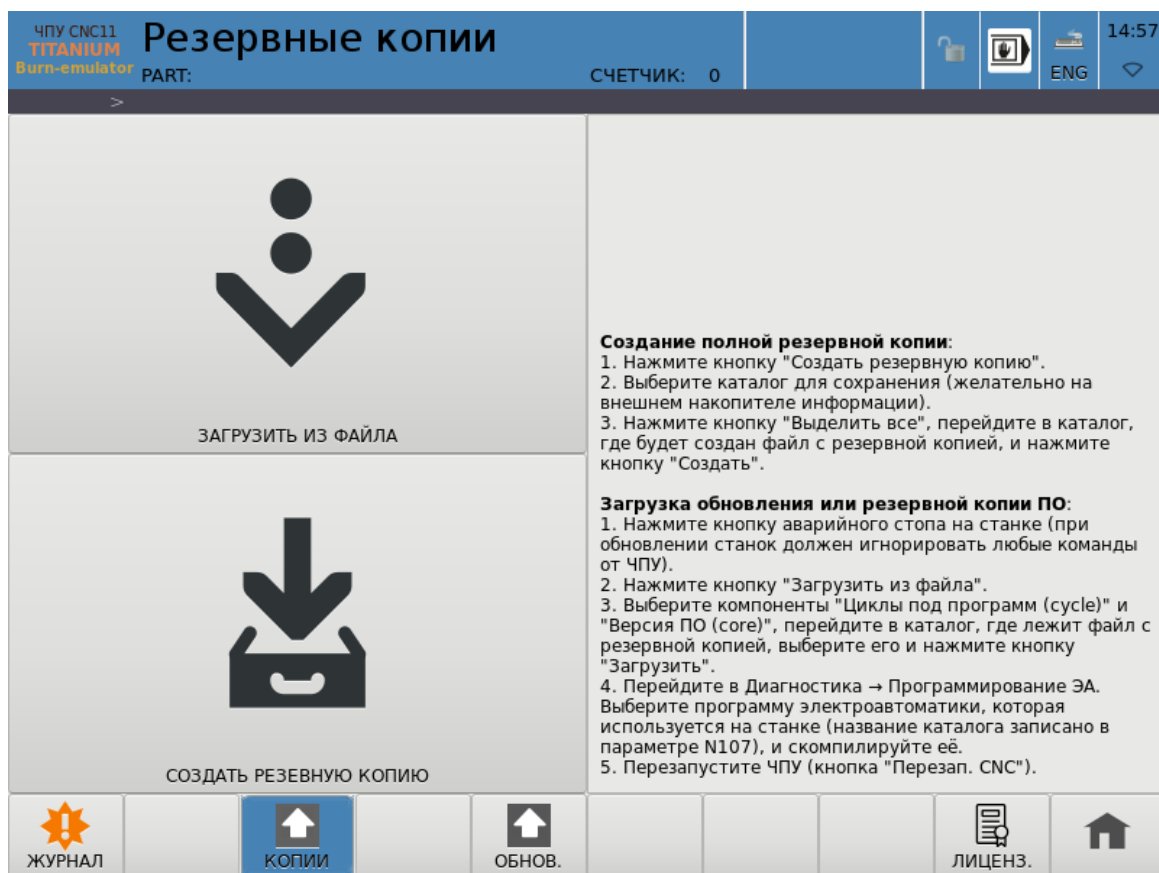


Рис. 1.7.12: Обновление ПО

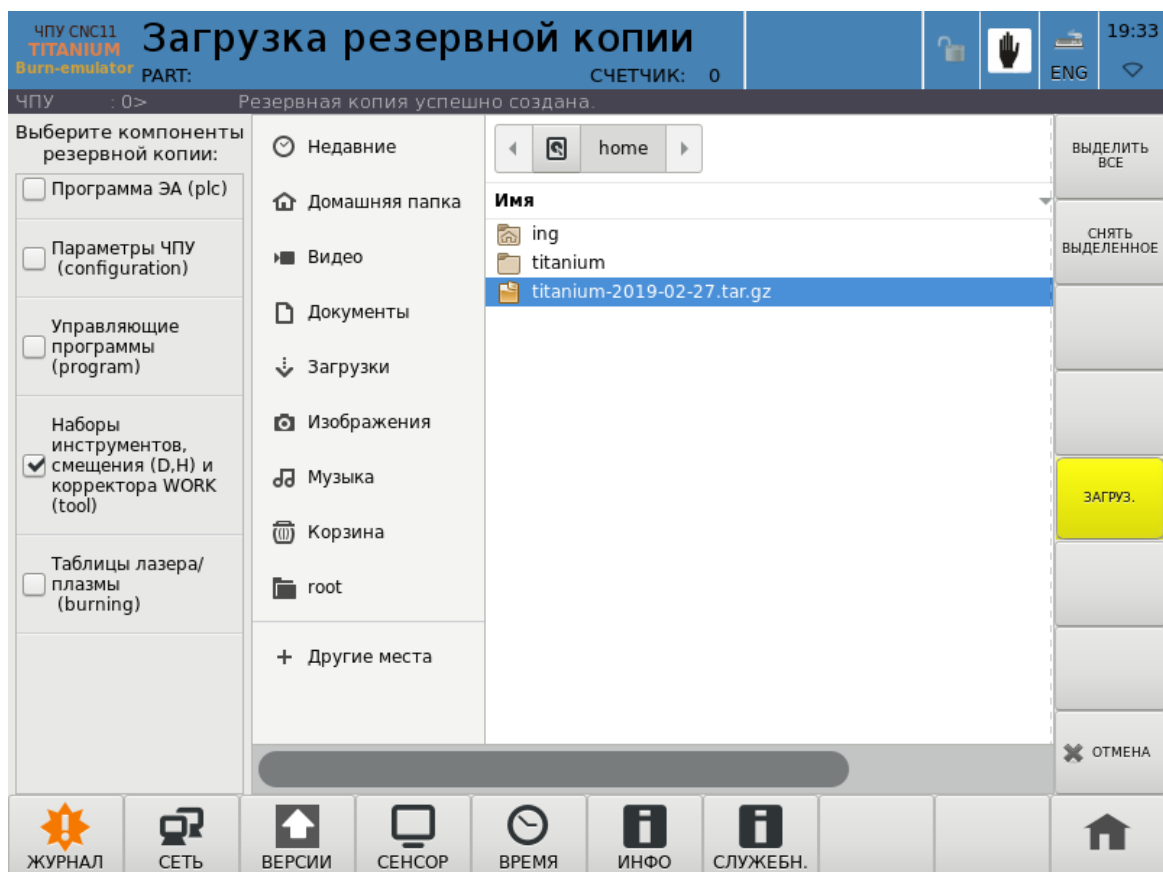


Рис. 1.7.13: Выбор параметров загрузки



1.7.4. Завершение работы системы

Система ЧПУ допускает выключение питания в любом режиме. Следует избегать выключения питания во время операций сохранения.

1.7.5. Общий перечень сообщений

Все сообщения УЧПУ делятся на несколько групп, отличающихся друг от друга назначением и цветом текста. Ниже приведены сообщения, не зависящие от типа подключаемого оборудования. Сообщения, неуказанные в нижеприведенных списках, введены разработчиками программы привязки УЧПУ к станку, разработчиками различных технологических циклов и должны описываться в документации на конкретный станок.

- Аварийные сообщения. Данная группа сообщений выводится с префиксом «ERROR» или «NCU». Данные сообщения приводят к остановке программы или выключению станка.
- Аварийное ограничение в «+» по оси ... или Аварийное ограничение в «-» по оси ... — был произведен наезд на ограничители перемещений в соответствующем направлении. В электроавтоматике были сброшены сигналы V122_1-V122_2 — ограничительные К. В. по осям (см. Описание языка электроавтоматики). При остановке отработки программы с таким сообщением продолжение программы по кнопке «ПУСК» невозможно. Съезд с конечных выключателей возможен только в ручном режиме в противоположном направлении;
- Аварийная остановка — в программе электроавтоматики был сброшен сигнал V31_5. При остановке отработки программы с таким сообщением продолжение программы по кнопке «ПУСК» невозможно. Причина появления сообщения должна быть описана в руководстве по эксплуатации на конкретный станок. Сообщение может сопровождаться сообщениями из программы электроавтоматики;
- Остаточное рассогласование по оси ... — при неподвижном состоянии оси рассогласование не вошло в зону, заданную осевыми станочными параметрами N6010-6410, за время, заданное осевыми станочными параметрами N6018-N6418. Сообщение может возникать при пуске и остановке технологической программы, а также в конце кадров с точным остановом. При остановке отработки программы с таким сообщением продолжение программы по кнопке «ПУСК» невозможно;



- Программное ограничение в «+» по оси ... или Программное ограничение в «-» по оси ... — попытка перемещения по оси в ручном режиме за пределы, заданные осевыми базовыми станочными параметрами N5010–N5410 или N5011–N5411. До тех пор, пока не выполнен съезд с программных ограничений в противоположную сторону, пуск отработки программы невозможен;
- Сбой датчика положения оси ... — обнаружено скачкообразное изменение положения оси с нереальным ускорением. Причиной возникновения сообщения может быть наличие помех в измерительной системе или неправильное подключение датчика положения оси. Разрешение контроля такого сбоя устанавливается с помощью осевых станочных параметров N6020–N6320. При таком сбое снимается сигнал готовности УЧПУ и устанавливается признак того, что по оси не было выхода в ноль. Восстановление готовности возможно по сигналу V32_4. При остановке отработки программы с таким сообщением продолжение программы по кнопке «ПУСК» невозможно;
- Сбой привода оси ... — обнаружено рассогласование по оси, превышающее предельно допустимое, заданное осевыми станочными параметрами N6007–N6407, или рассогласование, которое вызвало превышение разрядности кода на ЦАП, или обнаружено несоответствие между заданной и текущей подачей (при использовании осевых станочных параметров N6014–N6414). Причиной возникновения сообщения может быть задание подачи, превышающей возможности привода оси, неисправность привода, измерительной системы или следствие предыдущего сбоя. При таком сбое снимается сигнал готовности УЧПУ. Восстановление готовности возможно по сигналу V32_4. При остановке отработки программы с таким сообщением продолжение программы по кнопке «ПУСК» невозможно;
- Информационные сообщения. Данная группа сообщений выводится желтым цветом.
- Сообщения об ошибках программирования. Данная группа сообщений выводится красным цветом.
- Будет программное ограничение в «+» по оси — задание перемещения за пределы паспортного хода оси в положительном направлении;
- Будет программное ограничение в «-» по оси — задание перемещения за пределы паспортного хода оси в отрицательном направлении;



- В следующем кадре радиус инструмента больше или равен радиусу дуги — с введенной коррекцией на радиус инструмента при обработке внутренней части дуги радиус инструмента больше или равен радиусу этой дуги;
- Ошибки программирования циклов. Данная группа сообщений выводится серым цветом.
- Перечень сообщений об ошибках в макропрограммах.