Система ЧПУ «АксиОМА Контрол»

Руководство по вводу в эксплуатацию

Версия 1.1.06

Ноябрь 2025

Содержание

1 Назначение документа 4
2 Настройка машинных параметров в процессе эксплуатации станка 5
2.1 Общие положения 5
2.1.1 Права доступа для просмотра и редактирования машинных параметров СЧПУ 5
2.1.2 Просмотр и редактирование машинных параметров 7
2.2 Настройка машинных параметров в процессе эксплуатации станка 9
2.2.1 Параметры из группы «Общие» 9
2.2.1.1 Использование физической файловой системы станка (для хранения файлов управляющих программ и работы с ними) 9
2.2.2 Параметры из группы «Каналы» 10
2.2.2.1 Максимальное значение подачи 10
2.2.2.2 Таблица подач 10
2.2.2.3 Таблица частот вращения шпинделей 11
2.2.2.4 Таблицы G- и M-функций 12
2.2.3 Параметры из групп «Приводы» и «Оси» 13
2.2.3.1 Максимальные рабочие скорости движения осей и частота вращения шпинделя 13
2.2.3.2 Изменение положений физических границ осей и программных концевых выключателей 15
2.2.3.3 Контроль машинных параметров ведомых приводов 18
2.2.3.4 Шаг перемещения по осям в режиме «Ручной (Jog)» 19
3 Физический смысл и расчёт некоторых машинных параметров привода 21
3.1 Физический смысл некоторых машинных параметров привода 21
3.1.1 Параметр «Дискрет/сек» (дискрет на оборот в секунду) 21
3.1.2 Параметр «Дискрет на 1 оборот» (количество дискрет на 1 оборот) 21
3.1.3 Параметр «Передаточное отношение от двигателя к исполнительному органу» (mm_per_turn) 21
3.1.4 Массив параметров «Редукторы» 21
3.1.5 Параметр «Номер активного редуктора» 22
3.2 Расчет параметров 22
3.2.1 Расчет позиции для линейной оси 22
3.2.2 Расчет позиции для круговой оси 23
3.2.3 Расчет скорости для линейной оси 23
3.2.4 Расчет скорости для круговой оси 23
3.2.5 Расчет скорости для шпинделя 23
4 Таблица машинных параметров 25
4.1 Условия активации параметров 25
4.2 Общие параметры 25
4.3 Порты 30
4.4 Аппаратура 31
4.5 Каналы 37
4.6 Оси 46
4.7 Приводы 50
4.8 Переменные окружения процесса 66
5 Конфигурация кинематической схемы станка 67
5.1 Основные понятия и описание экрана конфигурации 67
5.1.1 Понятия и обозначения 67
5.1.2 Экран конфигурации кинематических параметров 68
5.2 Базовая кинематическая схема (без осевых трансформаций) 70
5.2.1 Ограничения режимов программирования 70

5.2.2 Задание номеров осей для программируемых координат 70
5.3 Многокоординатные схемы с круговыми осями ориентации, направленными взаимно ортогонально 71
5.3.1 LLLRR+R (голова с двумя осями ориентации) 71
5.3.2 RLLLR+R (поворотный стол и голова с одной осью ориентации) 74
5.3.3 RRLLL+R (глобусный стол) 75
5.3.4 Общие характеристики и особенности схем 77
5.3.4.1 Дополнительные комментарии к схемам 77
5.3.4.2 Компенсация перемещений вспомогательных линейных осей 78
5.3.4.3 Поведение при разных наборах активных осей ориентации 78
5.3.4.4 Кинематические конфигурации 79
5.3.4.5 Выбор пути для движения ориентации 80
5.3.4.6 Особые (сингулярные) точки 82
6 Таблицы компенсаций механических погрешностей 84
6.1 Типы компенсаций погрешностей 84
6.2 Определение компенсационных величин 85
6.3 Формат текстовых файлов таблиц компенсаций 88
6.4 Экран работы с таблицами компенсаций. 89
7 Конфигурация инструмента 92
7.1 Группы инструментов и параметры 92
7.2 Правила задания геометрических параметров для фрез 95
7.3 Правила задания геометрических параметров для токарных инструментов 98
8 Подключение датчиков 99
8.1 Подключение внешних датчиков к контроллеру привода NCT по протоколу EnDat 2.2 99
8.2 Подключение датчиков концевых выключателей к контроллеру привода Delta ASD-A2-E по протоколу EtherCAT 105
8.2.1 Подключение датчиков концевых выключателей для оси X (Датчики 10, 11) 106
8.2.2 Подключение датчиков концевых выключателей для осей Y, Z, Z1 и поворотной оси B (Датчики 12–19) 108
9 Задание смещения аппаратных дискретных выходов ПЛК для функций G110/111 ..109
9.1 Задание смещения выходов для функций G110/111 109
9.1.1 Задание смещения выходов в машинных параметрах каналов 109
9.1.2 Задание смещения выходов в конфигурации устройств ввода-вывода 111
9.2 Задание смещения выходов в управляющей программе 113
9.2.1 Установка сигналов на выходы ПЛК (G110) 113
9.2.2 Сброс сигналов на выходах ПЛК (G111) 113
10 Восстановление программного обеспечения и параметров системы ЧПУ «АксиОМА Контрол» 117
10.1 Восстановление программного обеспечения терминальной части системы 117
10.2 Восстановление ПО ядра системы 121
10.3 Восстановление параметров системы 121
10.4 Восстановление файлов управляющих программ 123
10.5 Восстановление операционной системы терминальной части и модуля реального времени (МРВ) 124
11 Подключение внешних устройств к системе ЧПУ «АксиОМА Контрол» 125
11.1 Подключение внешних устройств в МП 125
11.2 Краткое описание эмулятора 129
11.3 Online редактор параметров привода СПШ 130
11.4 Имитация работы входов-выходов 131

1 Назначение документа

Настоящий документ предназначен для ввода в эксплуатацию системы ЧПУ «АксиОМА Контрол». В соответствующих разделах поясняется назначение основных машинных параметров станка и порядок их изменения в процессе эксплуатации, описан физический смысл и порядок расчёта некоторых основных параметров приводов станка, приведена таблица машинных параметров, содержится информация по определению и настройке кинематической схемы станка и описание порядка восстановления программного обеспечения системы, рассмотрены вопросы компенсации механических погрешностей и порядок подключения внешних устройств к системе ЧПУ «АксиОМА Контрол».

2 Настройка машинных параметров в процессе эксплуатации станка

Настройка большинства машинных параметров СЧПУ «АксиОМА Контрол» под каждый конкретный станок производится разработчиками системы. Как правило, это параметры, связанные с аппаратурой (данные COM-портов, панели оператора и станочной панели, IP-адреса, …), характеристиками станка (количество каналов, приводов и осей, типы приводов, виды протоколов связи и пр.), управлением движением (ускорения, скорости, параметры регуляторов, временны́е интервалы, …), компенсацией погрешностей и т.д. Эти параметры настраиваются при пусконаладке оборудования и редко изменяются в процессе его эксплуатации.

Но есть ряд машинных параметров, необходимость в изменении которых возникает в процессе эксплуатации станка. Данный раздел содержит описание порядка настройки таких параметров.

2.1 Общие положения

Изменения большинства машинных параметров вступают в силу только после перезагрузки ядра системы ЧПУ (перезапуска системы).

Для просмотра машинных параметров и работы с ними необходимо иметь уровень доступа не ниже «Наладчик» (см. раздел 2.1.1).

Для изменения машинных параметров необходимо использование входящей в комплект СЧПУ промышленной клавиатуры. Действия с клавиатурой и мышью (трекболом) аналогичны стандартным действиям при работе с Windows-приложениями.

Подробное описание работы с системой содержится в документах «Руководство оператора» и «Руководство программиста».

2.1.1 Права доступа для просмотра и редактирования машинных параметров СЧПУ

Для разных групп специалистов, занятых эксплуатацией, наладкой и разработкой системы, предусмотрены различные права доступа к её функциональным возможностям. Для этого существуют 5 уровней пользователей, представленных в Таблица 1:

Таблица 1 – Уровни доступа пользователей

Уровень доступа	Описание	Наличие доступа для просмотра и редактирования машинных параметров	
0	Разработчик СЧПУ	+	
1	Станкостроитель	+	
2	Наладчик оборудования	+	
3	Разработчик УП	-	
4	Оператор	-	

5	Без пользователя (Наблюдатель)	-	

Просмотр и редактирование машинных параметров доступны для пользователей уровней 0 – 2 (разработчиков и наладчиков системы, а также станкостроителей).

Для смены уровня доступа пользователя необходим ввод пароля. Для ввода и смены пароля необходимо:

- Перейти в стартовый экран (Рисунок 1):

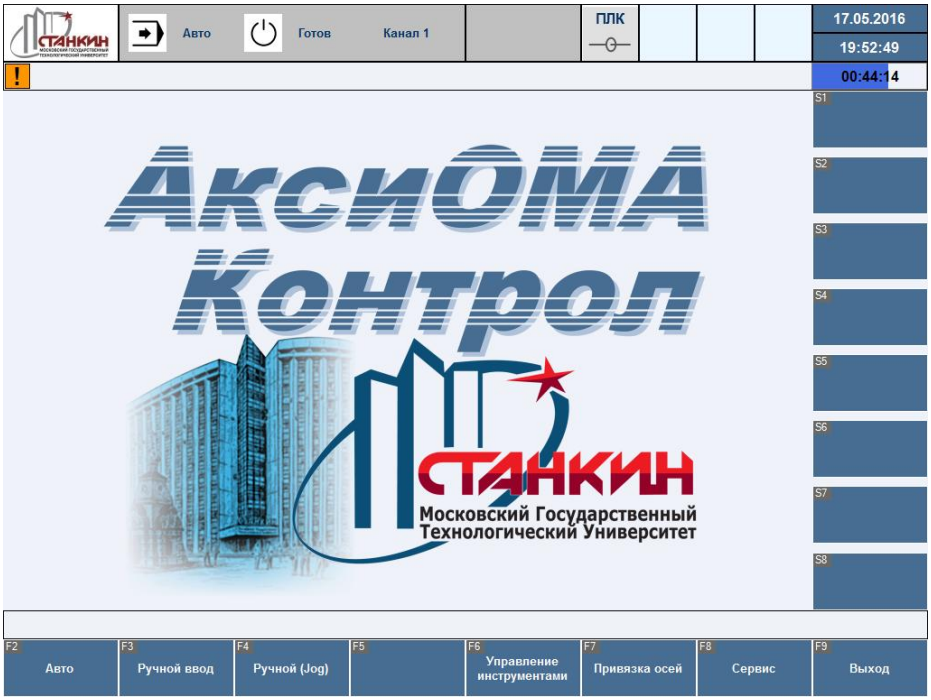


Рисунок 1 – Стартовый экран СЧПУ «АксиОМА Контрол»

- Нажать F8 «Сервис» → становится доступным набор S-клавиш в правой части экрана (Рисунок 2):

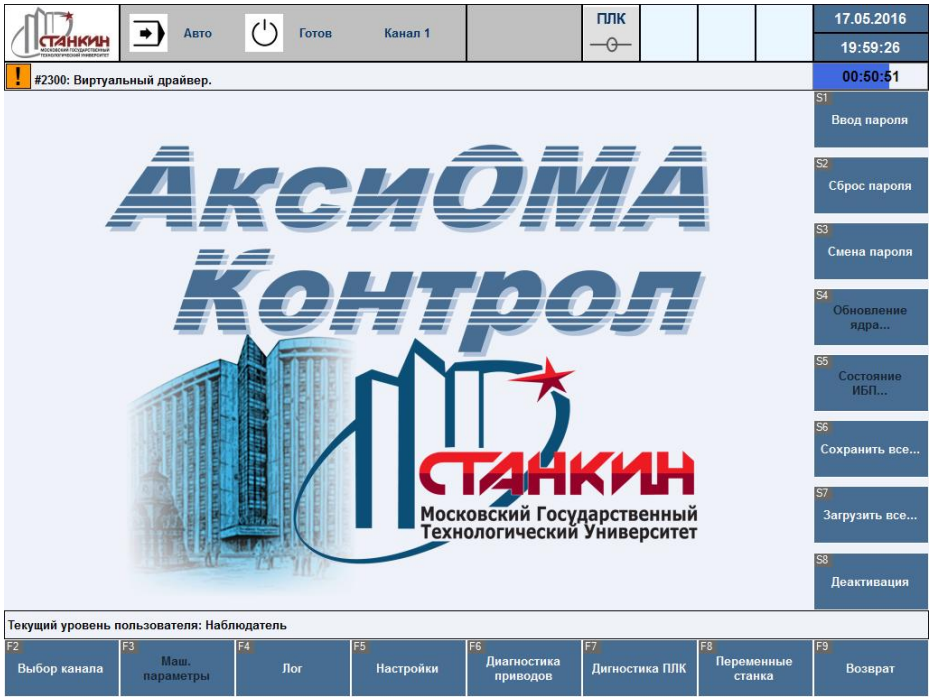


Рисунок 2 – Экран «Сервис»

- Нажать S1 «Ввод пароля» – вызывается диалог ввода пароля (Рисунок 3):

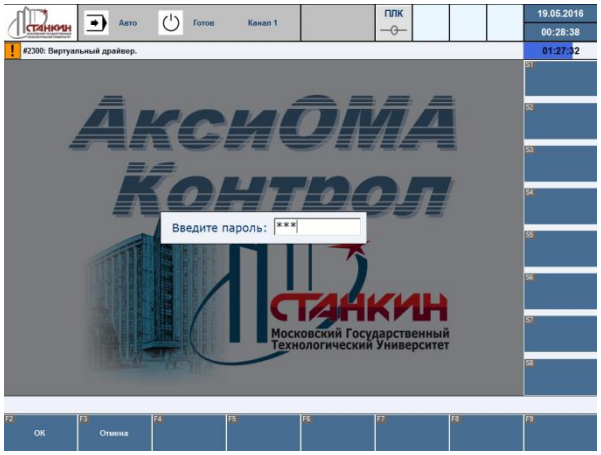


Рисунок 3 – Ввод пароля для изменения прав доступа пользователя

Нажатие S2 сбрасывает уровень пользователя до уровня 5 («Наблюдатель»).

Для смены пароля нужно нажать S3 «Смена пароля». Команда «Сменить пароль» позволяет сменить пароль для текущего уровня. Не допускается вводить пароль, который уже применяется для данного или какого-либо другого уровня доступа. Такой пароль принят не будет.

Текущий уровень доступа пользователя отображается в нижней информационной строке (см. Рисунок 2).

При необходимости сброса паролей на пароли по умолчанию (в случае, если пароли были изменены и забыты) следует обращаться к наладчикам системы.

2.1.2 Просмотр и редактирование машинных параметров

Вид экрана просмотра и редактирования машинных параметров показан на Рисунок 4:

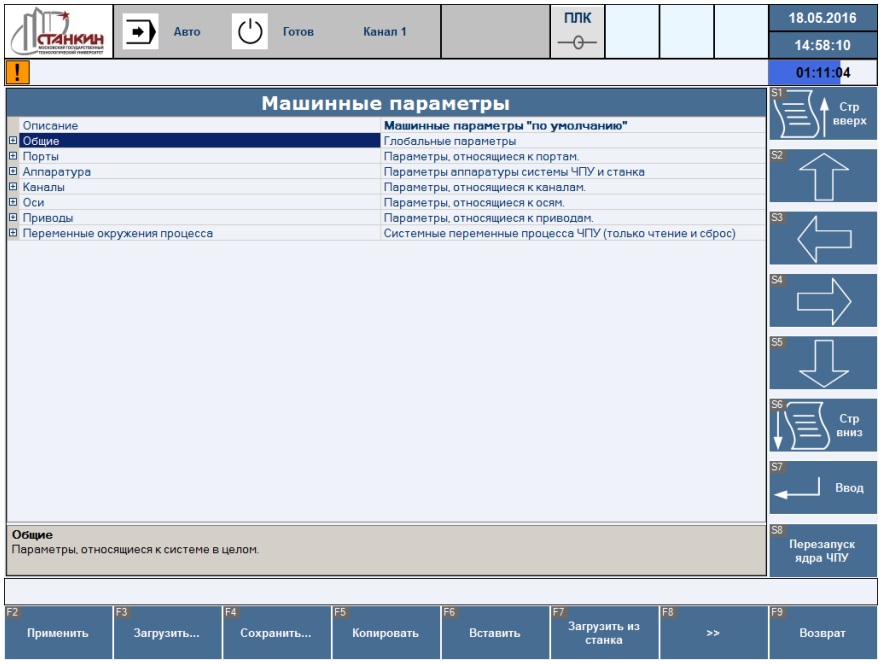


Рисунок 4 – Вид экрана в режиме просмотра и редактирования машинных параметров

Машинные параметры разбиты на следующие основные группы:

- Общие – параметры, относящиеся к системе в целом.
- Порты – параметры, относящиеся к портам.
- Аппаратура – параметры, относящиеся к аппаратной части системы.
- Каналы – параметры, относящиеся к каналам системы.
- Оси – параметры, относящиеся к осям.
- Приводы – параметры, относящиеся к приводам.
- Переменные окружения процесса – системные переменные процесса (только чтение и сброс).

В поле в нижней части экрана отображаются описания, поясняющие назначение выделенного параметра (или группы параметров, см. Рисунок 4).

Назначение S-клавиш:

- S1 – переход на страницу вверх.
- S2 – перемещение курсора вверх.
- S3 – перемещение курсора влево.
- S4 – перемещение курсора вправо.
- S5 – перемещение курсора вниз.
- S6 – переход на страницу вниз.
- S7 – подтверждение действия.
- S8 – перезапуск ядра системы ЧПУ.

Назначение функциональных клавиш:

- F2 – применение внесённых изменений.

- F3 – загрузка машинных параметров из файла; вызывает диалог открытия файла.
- F4 – сохранение машинных параметров в файле; вызывает диалог сохранения файла.
- F5 – копирование данных выделенного параметра в буфер обмена.
- F6 – вставка данных параметра из буфера обмена. Можно копировать только данные одного и того же типа (например, «Ось» в «Ось»). При попытке вставки данных разного типа появляется предупреждающее сообщение, и вставка не производится.
- F7 – загрузка машинных параметров из станка.
- F8 – переход на дополнительный (нижний) уровень экрана, предназначенный для работы с параметрами кинематики, таблицами компенсаций механических погрешностей и датчиками.
- F9 – возврат в окно выбора сервисных экранов (Рисунок 2).

2.2 Настройка машинных параметров в процессе эксплуатации станка

2.2.1 Параметры из группы «Общие»

2.2.1.1 Использование физической файловой системы станка (для хранения файлов управляющих программ и работы с ними)

Параметр «**Использовать физическую файловую систему**» (Рисунок 5) находится в группе «Общие».

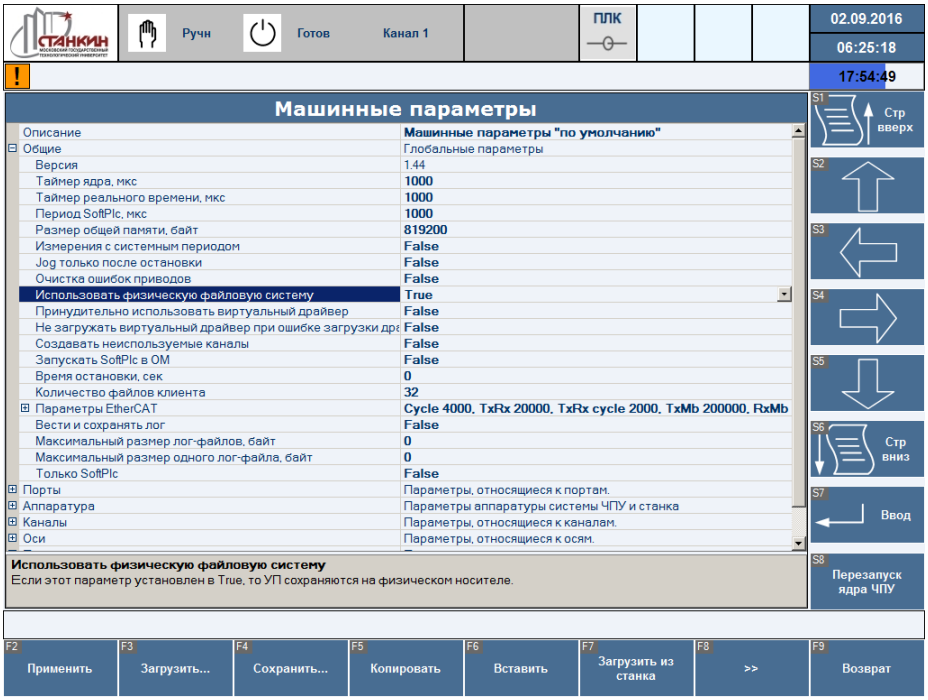


Рисунок 5 – Использование физической файловой системы

Если параметр «**Использовать физическую файловую систему**» установлен в значение **True** (рекомендуется), то созданные и скопированные в станок файлы управляющих программ сохраняются в физической файловой системе. В этом случае файлы программ доступны при повторных включениях станка.

Если параметр имеет значение **False**, то после перезапуска системы файлы не сохраняются, т.е. после каждого перезапуска системы (выключения и последующего включения станка) для работы с управляющими программами необходимо выполнять их копирование в станок.

2.2.2 Параметры из группы «Каналы»

2.2.2.1 Максимальное значение подачи

Параметр «**Ограничение подачи**» задаёт максимальное значение подачи для каждого из каналов системы. Параметр находится в группе «Каналы – Параметры канала <номер канала>» (Рисунок 6).

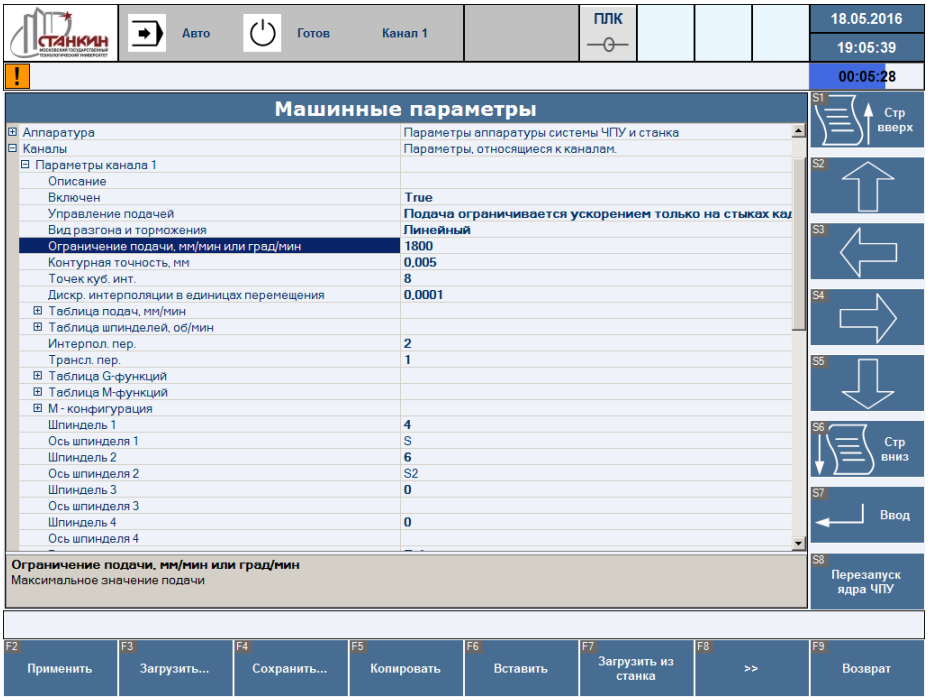


Рисунок 6 – Параметр «Ограничение подачи» канала 1

Примечание. При выполнении управляющей программы или строки ручного ввода, содержащей значение подачи, превышающее максимальное, оно будет ограничено.

2.2.2.2 Таблица подач

Значение подачи в кадре управляющей программы может браться из таблицы, в этом случае оно задаётся в виде F=FTABLE(index), где index – индекс в таблице подач канала, который может принимать значения от 0 до 127.

Параметр «**Таблица подач**» для каждого из каналов системы находится в группе «Каналы – Параметры канала <номер канала>» (Рисунок 7):

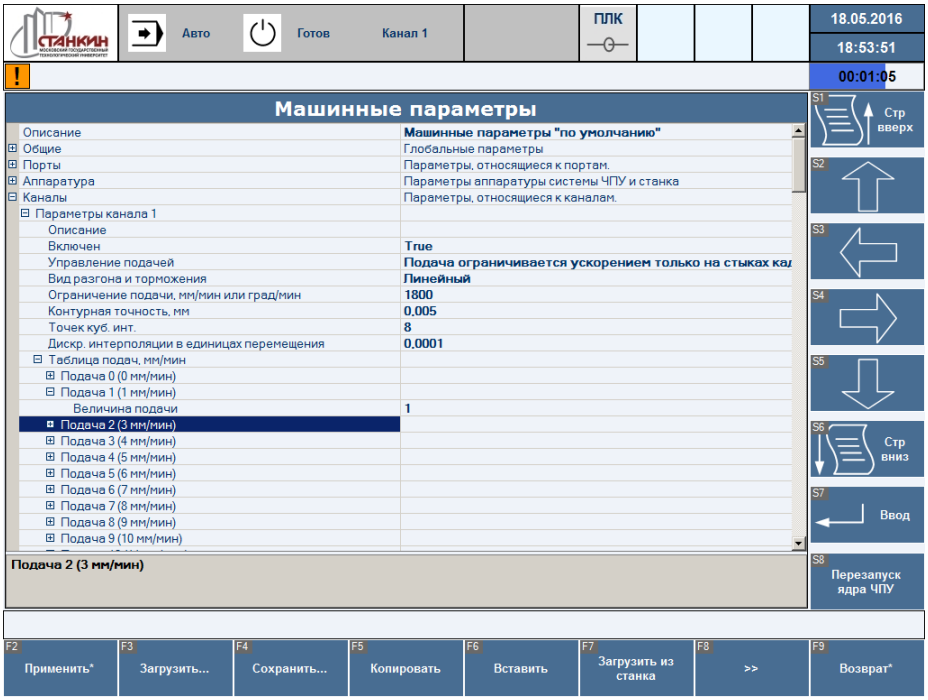


Рисунок 7 – Параметр «Таблица подач» канала 1

Изменение таблицы подач производится путём изменения значений элементов «Подача 0» – «Подача 127». Значения должны возрастать по мере увеличения индекса и не превышать величину максимального значения подачи (параметр «Ограничение подачи», Рисунок 6).

2.2.2.3 Таблица частот вращения шпинделей

Значение частоты вращения шпинделя в кадре управляющей программы может браться из таблицы, в этом случае оно задаётся в виде S=STABLE(index), где index – индекс в таблице подач канала, который может принимать значения от 0 до 127.

Параметр «**Таблица шпинделей**» для каждого из каналов системы находится в группе «Каналы – Параметры канала <номер канала>» (Рисунок 8):

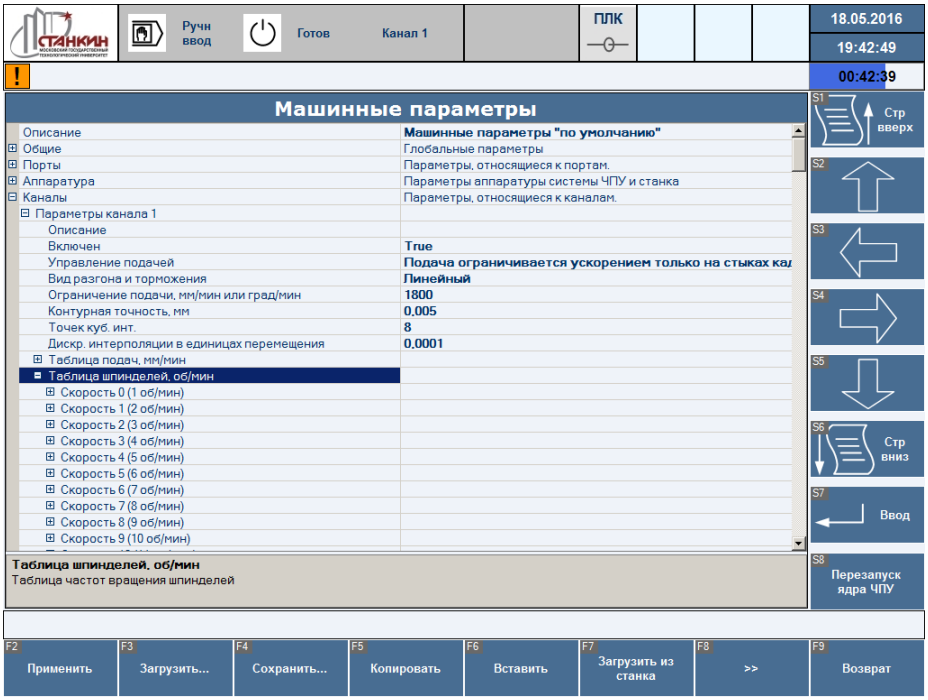


Рисунок 8 – Параметр «Таблица шпинделей» канала 1

Изменение таблицы частот вращения шпинделей производится путём изменения значений элементов «Скорость 0» – «Скорость 127». Значения должны возрастать по мере увеличения индекса и не превышать величину предельной скорости привода шпинделя (см. раздел 2.2.3.1).

Примечание. При выполнении управляющей программы или строки ручного ввода, содержащих значение частоты вращения шпинделя, превышающее предельное, оно будет ограничено.

2.2.2.4 Таблицы G- и M-функций

При вызове G- и M-команд из управляющей программы (или строки ручного ввода) для их успешного выполнения, соответствующие G- и M-функции должны быть включены в машинных параметрах. В противном случае при выполнении программы возникнет ошибка.

Таблицы G- и M-функций находятся в группе «Каналы – Параметры канала <номер канала>» (Рисунок 9).

Включение-выключение G- и M-функций производится путём изменения параметра «Разрешение» соответствующей функции.

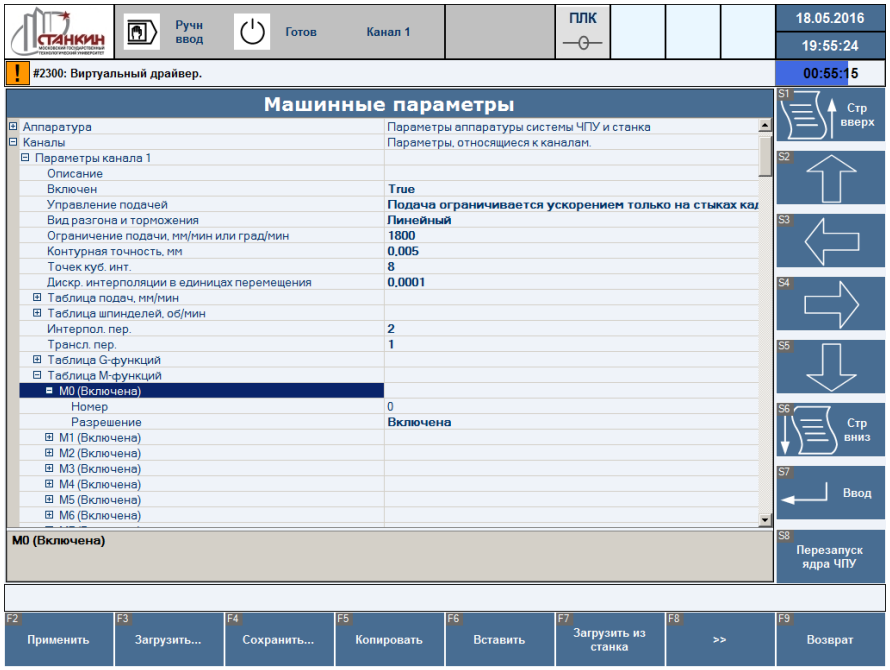


Рисунок 9 – Таблицы G- и M-функций

2.2.3 Параметры из групп «Приводы» и «Оси»

2.2.3.1 Максимальные рабочие скорости движения осей и частота вращения шпинделя

Максимальные рабочие скорости движения осей определяются параметром «**Максимальная рабочая скорость, об/мин**» соответствующих приводов.

Параметр «**Максимальная рабочая скорость, об/мин**» находится в группе «Приводы – Параметры привода <номер привода>».

Этот параметр связан с параметром «**Предельная скорость, об/мин**» (Рисунок 10).

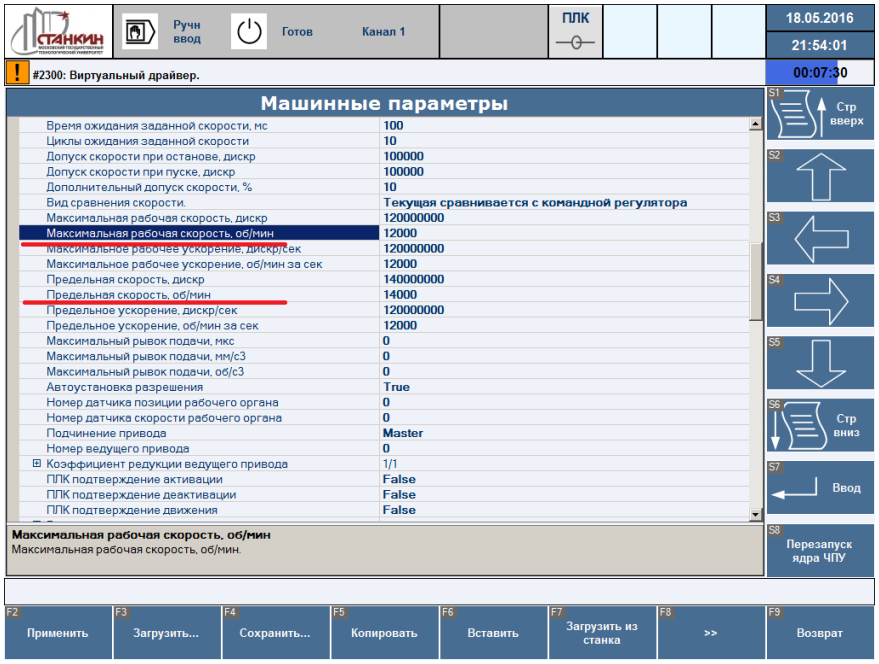


Рисунок 10 – Параметры, определяющие максимальные рабочие скорости приводов

Значение максимальной рабочей скорости не должно превышать значение предельной скорости. <u>При вводе значения максимальной рабочей скорости, большего предельной, значение параметра «**Предельная скорость, об/мин**» увеличивается автоматически</u>.

Максимальная частота вращения шпинделя задаётся параметром «**Максимальная рабочая скорость, об/мин**» привода шпинделя (Рисунок 11):

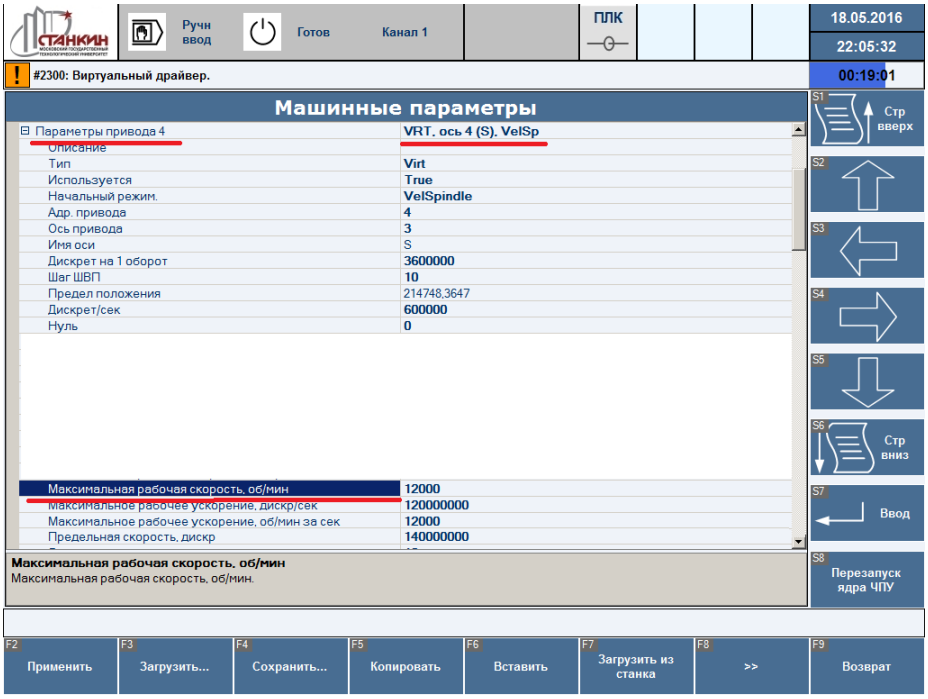


Рисунок 11 – Параметр, определяющий максимальную частоту вращения шпинделя

2.2.3.2 Изменение положений физических границ осей и программных концевых выключателей

Чтобы при срабатывании программных концевых выключателей происходил останов движения и соответствующие сообщения отображались на панели оператора, в системе ЧПУ «АксиОМА Контрол» должны быть настроены программные концевые выключатели.

Положения физических границ осей и программных концевых выключателей схематично показаны на экране режима «Ручной (Jog)» (Рисунок 12):

В окне «Рабочая область»:

- С помощью ползунков схематически показаны текущие положения осей.
- Границы рабочей области станка обозначены цифрами.
- Положения программных концевых выключателей (если они используются) обозначены красными рисками.

Рисунок 12 – Вид экрана режима «Ручной (Jog)»

В ряде случаев необходимо иметь возможность изменить допустимые положения физических границ осей и положения программных концевых выключателей.

Порядок изменения следующий:

1. Должны быть активированы (задействованы) программные концевые выключатели для каждой оси. Для этого параметры «**Левый программный концевой выключатель**» и «**Правый программный концевой выключатель**» в группах «Приводы – Параметры привода <номер привода> – Физические концевые выключатели и датчики» и «Приводы – Параметры привода <номер привода> – Задействованные концевые выключатели и датчики» должны быть установлены в **True** (Рисунок 13):

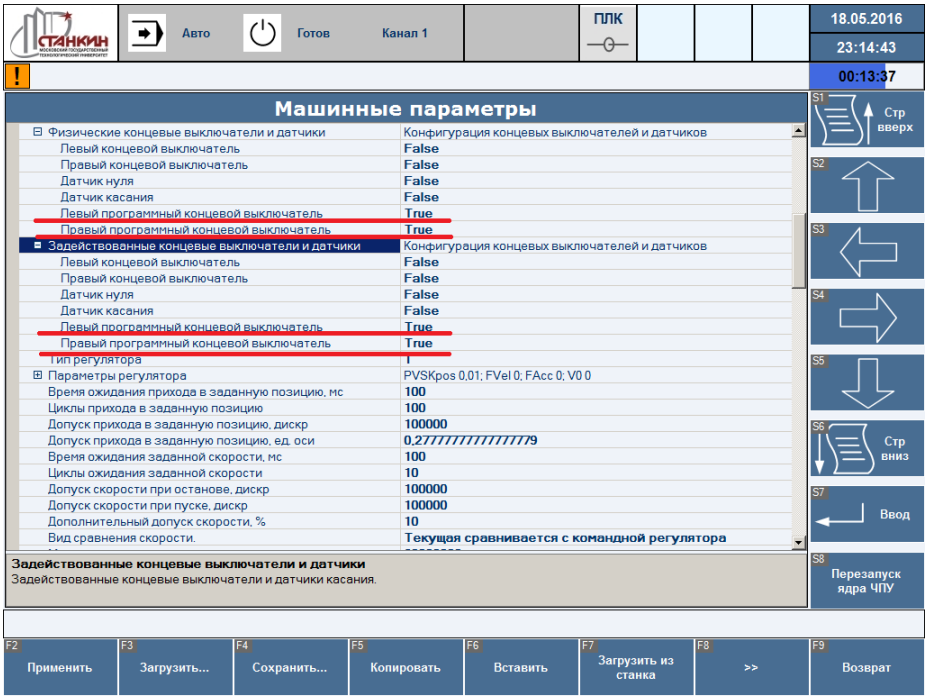


Рисунок 13 – Активация программных концевых выключателей

Примечание. Если программные концевые выключатели активированы в группе «Задействованные концевые выключатели и датчики», но не активированы в группе «Физические концевые выключатели и датчики», то система будет их игнорировать.

2. Положения допустимых физических границ осей определяются параметрами «**Левая граница, ед. оси**» и «**Правая граница, ед. оси**» в группе «Приводы – Параметры привода <номер привода>»:

Машинные параметры	
Приводы	Параметры, относящиеся к приводам.
Параметры привода 1	ECT, ось 1 (X), VelPos
Описание	
Тип	EtherCAT
Используется	True
Начальный режим.	VelPos
Адр. привода	1
Ось привода	0
Имя оси	X
Дискрет на 1 оборот	3600000
Шаг ШВП	10
Предел положения	5965,232352777778
Дискрет/сек	600000
Нуль	0
Мёртвая зона, в дискретах привода	0
Цикл	4000
Левая граница, дискр	-36000000
Правая граница, дискр	270000000
Левая граница, ед. оси	-100
Правая граница, ед. оси	750

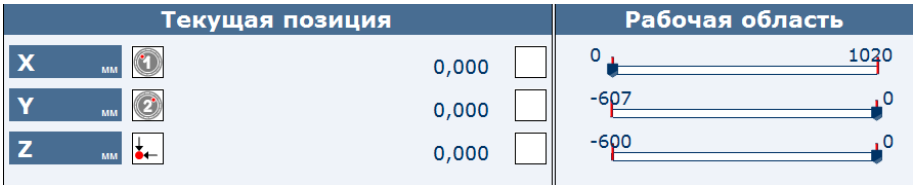
3. Положения программных концевых выключателей для каждой оси определяются параметрами «Лев. Прог. Конц. Ед. оси» и «Прав. Прог. Конц. Ед. оси» в группе «Оси – Параметры оси <номер оси>»:

Машинные параметры	
Оси	Параметры, относящиеся к осям.
Параметры оси 1	Имя: X, канал 1 (ось канала 1), линейная
Описание	
Канал	1
Имя оси	X
Номер оси у канала	1
Тип движения оси	Linear
Тип единиц измерения для оси	Metric
Скорость Jog	10
Скорость уск. Jog	100
Ускорение Jog	100
Лев. прог. конц., дискр	-500000
Лев. прог. конц., ед. оси	-50
Прав. прог. конц., дискр	7000000
Прав. прог. конц., ед. оси	700

Примечание. Положения программных концевых выключателей не должны выходить за пределы допустимых границ осей. При попытке ввода значения положения программного концевого выключателя, превышающего допустимые границы оси, оно автоматически заменяется на значение допустимой границы оси.

На данном **примере** показан порядок изменения положения допустимых физических границ и программных концевых выключателей для одной оси:

1. Перед изменением параметров отключить силовое напряжение.
2. Перейти в экран режима «Ручной (Jog)». Значения физических границ осей и программных концевых выключателей до изменения (цифрами показываются положения программных концевых выключателей, красными рисками – физические границы осей):



3. Перейти в экран «Сервис», ввести пароль (**ncs**) для получения доступа к редактированию машинных параметров.
4. Активировать (если они не активированы) программные концевые выключатели в группе «Приводы – Параметры привода 1»:

Машинные параметры	
Физические концевые выключатели и датчики	Конфигурация концевых выключателей и датчиков
Левый концевой выключатель	False
Правый концевой выключатель	False
Датчик нуля	False
Датчик касания	False
Левый программный концевой выключатель	True
Правый программный концевой выключатель	True
Задействованные концевые выключатели и датчики	Конфигурация концевых выключателей и датчиков
Левый концевой выключатель	False
Правый концевой выключатель	False
Датчик нуля	False
Датчик касания	False
Левый программный концевой выключатель	True
Правый программный концевой выключатель	True
Тип регулятора	1

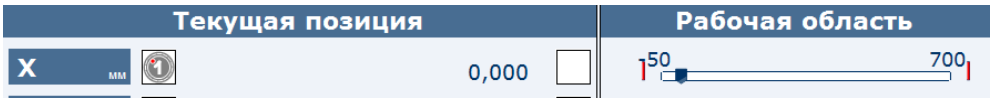
5. Изменить значения:
   - допустимых физических границ оси X («Приводы – Параметры привода 1 – Левая граница, ед. оси» и («Оси – Параметры оси 1 – Правая граница, ед. оси»):

Машинные параметры	
Приводы	Параметры, относящиеся к приводам.
Параметры привода 1	ECT, ось 1 (X), VelPos
Описание	
Тип	EtherCAT
Используется	True
Начальный режим.	VelPos
Адр. привода	1
Ось привода	0
Имя оси	X
Дискрет на 1 оборот	3600000
Шаг ШВП	10
Предел положения	5965,232352777778
Дискрет/сек	600000
Нуль	0
Мёртвая зона, в дискретах привода	0
Цикл	4000
Левая граница, дискр	-36000000
Правая граница, дискр	270000000
Левая граница, ед. оси	-100
Правая граница, ед. оси	750

   - программных концевых выключателей для оси X («Оси – Параметры оси 1 – Лев. Прог. Конц. Ед. оси» и («Оси – Параметры оси 1 – Прав. Прог. Конц. Ед. оси»):

Машинные параметры	
Оси	Параметры, относящиеся к осям.
Параметры оси 1	Имя: X, канал 1 (ось канала 1), линейная
Описание	
Канал	1
Имя оси	X
Номер оси у канала	1
Тип движения оси	Linear
Тип единиц измерения для оси	Metric
Скорость Jog	10
Скорость уск. Jog	100
Ускорение Jog	100
Лев. прог. конц., дискр	-500000
Лев. прог. конц., ед. оси	-50
Прав. прог. конц., дискр	7000000
Прав. прог. конц., ед. оси	700

6. Применить изменения.
7. Выключить станок.
8. Подождать 1 мин.
9. Включить станок.
10. Убедиться, что изменённые параметры вступили в силу. Для этого перейти в экран режима «Ручной (Jog)». Значения физических границ осей и программных концевых выключателей после изменения (цифрами показываются положения программных концевых выключателей, красными рисками – физические границы оси):



2.2.3.3 Контроль машинных параметров ведомых приводов

Если быстродействие ведомых приводов ниже, чем у их ведущих приводов, то при любом совместном их движении приводы будут состязаться не столько в участии в перемещении общей нагрузки, сколько между собой. Например, если максимальная скорость ведомого привода меньше максимальной скорости ведущего, то ведомый привод в определённых условиях будет играть роль тормоза, а не помощника. Поэтому ведомые приводы должны иметь быстродействие не ниже, чем ведущие.

Аналогично пределы перемещений ведомых приводов должны быть не меньше пределов перемещений ведущих приводов.

Меры, принятые в ядре СЧПУ «АксиОМА Контрол»

Для недопущения описанных ситуаций в ядре системы реализован следующий алгоритм:

• при каждой загрузке или изменении машинных параметров приводов ведомые приводы опрашиваются на предмет сравнения их границ перемещения, а также максимальных и предельных скоростей и ускорений с аналогичными параметрами ведущего привода.

• если выясняется, что параметры какого-либо ведомого привода уступают параметрам ведущего привода, то ядро запрещает движения и генерирует ошибки 1980 … 1985 с указанием номера ведомого привода (см. документ «Описание ошибок и диагностических сообщений»).

На Рисунок 14 приведён пример корректной конфигурации параметров ведущего и ведомого приводов.

Ведущий привод:

Максимальное рабочее ускорение, об/мин за сек	2000,0000000000002
Предельная скорость, дискр.	2400000
Предельная скорость, об/мин	4000,0000000000005
Предельное ускорение, дискр/сек	1800000
Предельное ускорение, об/мин за сек	3000
Максимальный рывок подачи, мкс	0

Машинные параметры

⊟ Параметры привода 2	VRT, ось 2 (Y), VelPos
Описание	
Тип	Virt
Используется	True
Начальный режим	VelPos
Адр. привода	3
Ось привода	1
Имя оси	Y
Дискрет на 1 оборот	33554432
Шаг ШВП	10
Предел положения	639,99999970197678
Дискрет/сек	36000
Нуль	0
Мёртвая зона, в дискретах привода	0
Цикл	1000
Левая граница, дискр.	-2013265920
Правая граница, дискр.	2013265920
Левая граница, ед. оси	-600
Правая граница, ед. оси	600
⊞ Физические концевые выключатели и датчики	Конфигурация концевых

Ведомый привод:

Максимальное рабочее ускорение, об/мин за сек	2000
Предельная скорость, дискр.	40000000
Предельная скорость, об/мин	4000
Предельное ускорение, дискр/сек	30000000
Предельное ускорение, об/мин за сек	3000
Максимальный рывок подачи, мкс	0

Машинные параметры

⊟ Параметры привода 3	VRT, ось 7 (Y2), VelPos
Описание	
Тип	Virt
Используется	True
Начальный режим	VelPos
Адр. привода	9
Ось привода	6
Имя оси	Y2
Дискрет на 1 оборот	3600000
Шаг ШВП	10
Предел положения	5965,232352777778
Дискрет/сек	600000
Нуль	0
Мёртвая зона, в дискретах привода	0
Цикл	1000
Левая граница, дискр.	-216000000
Правая граница, дискр.	216000000
Левая граница, ед. оси	-600
Правая граница, ед. оси	600
⊞ Физические концевые выключатели и датчики	Конфигурация концевых

Рисунок 14 – Пример корректной конфигурации параметров ведущего и ведомого приводов

2.2.3.4 Шаг перемещения по осям в режиме «Ручной (Jog)»

Параметры, определяющие величину шага перемещения в ручном режиме, находятся в группе «Оси – Параметры оси <номер оси>» (Рисунок 15):

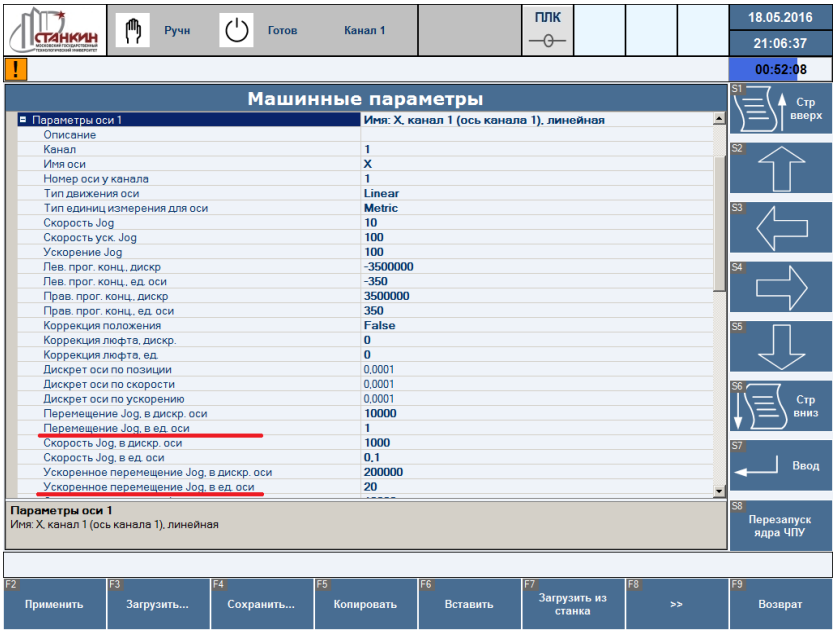


Рисунок 15 – Параметры, определяющие шаг перемещения по оси 1 канала 1 в ручном режиме

Параметр «**Перемещение Jog, в ед. оси**» определяет шаг перемещения по оси в неускоренном ручном режиме (при ненажатой кнопке RAPID станочной панели). Значение этого параметра для активной оси отображается также в поле «St.» на экране режима «Ручной (Jog)» (Рисунок 16):

Рисунок 16 – Отображение шага перемещения по оси в неускоренном ручном режиме

Параметр «**Ускоренное перемещение Jog, в ед. оси**» определяет шаг перемещения по оси в ускоренном ручном режиме (при нажатой кнопке RAPID

станочной панели).

Примечание. Оба параметра вступают в силу сразу после ввода и применения нового значения, перезапуск системы не требуется.

3 Физический смысл и расчёт некоторых машинных параметров привода

В данном разделе рассматриваются вопросы физического смысла машинных параметров привода, таких как количество дискрет на оборот/секунду, определение передаточного отношения при наличии редуктора. Также приведены примеры расчетов позиций и скорости для линейных и круговых осей.

3.1 Физический смысл некоторых машинных параметров привода

3.1.1 Параметр «Дискрет/сек» (дискрет на оборот в секунду)

Данный параметр применяется для преобразования значения скорости из физических единиц в единицы привода для случаев, когда движение задается скоростью. Физический смысл параметра: какое значение скорости в единицах привода надо передать, чтобы получить частоту вращения 1 об/с.

Необходимо учитывать, что преобразование скорости для шпинделя из об/мин в об/с (Гц) производится автоматически, поэтому это преобразование не нужно учитывать в параметре.

Пример. Скорость для шпинделя Omron задается в единицах 0,01 Гц. Необходимо задать скорость вращения двигателя 3 об/с.

Решение:

Для задания скорости 3 Гц (об/с) необходимо передать приводу параметр скорости 300, т.к. 3 Гц – это 300 х 0,01.

3.1.2 Параметр «Дискрет на 1 оборот» (количество дискрет на 1 оборот)

Данный параметр применяется для преобразования задания положения из физических единиц в единицы привода для случаев, когда движение задается позицией.

Физический смысл параметра: какое значение позиции в единицах привода надо передать, чтобы вал двигателя провернулся точно на 1 оборот.

3.1.3 Параметр «Передаточное отношение от двигателя к исполнительному органу» (mm_per_turn)

Данный параметр применяется для преобразования задания линейного положения из физических единиц (положение исполнительного органа) в единицы положения вала передачи.

Физический смысл: на сколько миллиметров переместится исполнительный орган при 1 обороте вала передачи.

Пример. Для ШВП с передачей 5 мм на 1 оборот вала, устанавливается значение 5.

3.1.4 Массив параметров «Редукторы»

Редукторы используются для задания передаточного отношения механической передачи. Каждый редуктор задается числителем и знаменателем.

Пример. Для редуктора с передаточным отношением 0,75 задаем числитель = 3, знаменатель = 4.

Передаточное отношение (i) – одна из важных характеристик механической передачи вращательного движения. В общем случае находится как отношение угловой скорости ведущего элемента (ω_1) механической передачи к угловой скорости ведомого элемента (ω_2) или отношение частоты вращения ведущего элемента (n_1) механической передачи к частоте вращения ведомого элемента (n_2).

$$i = i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

В случае зубчатых шестерён *передаточное отношение* всегда является рациональным числом и может быть легко определено как обратное соотношение числа зубьев ведущей шестерни (z_1) к числу зубьев ведомой шестерни (z_2).

$$i = \frac{1}{z_1/z_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

Характеристика *передаточное отношение* применима как к механической передаче с одной ступенью (одной кинематической парой), так и к механическим передачам со множеством ступеней. Во втором случае *передаточное отношение* всей механической передачи будет равно произведению передаточных отношений всех ступеней.

Формально механизмы с *передаточным отношением* больше единицы называются редукторами, с *передаточным отношением* меньше единицы – мультипликаторами. Фактически, и тот и другой механизм в обиходе можно называть редуктором, добавляя лишь определение «понижающий» в случае с ($i > 1$) и «повышающий» с ($i < 1$).

3.1.5 Параметр «Номер активного редуктора»

Так как механическая передача может иметь несколько переключаемых редукторов, то данный параметр задает номер редуктора, который активен в передаче. В случае, если редуктор не используется, задается значение 0.

3.2 Расчет параметров

3.2.1 Расчет позиции для линейной оси

Параметры:

- X – позиция исполнительного органа линейной оси (например, стола), задается в мм.
- d – число дискрет на оборот для привода.
- p – шаг ШВП, мм.
- i – передаточное отношение от двигателя к ШВП.
- D_x – позиция в единицах привода.

Преобразования позиций:

$$D_x = \frac{X \times d \times i}{p}$$

$$X = \frac{D_x \times p}{d \times i}$$

3.2.2 Расчет позиции для круговой оси

- α – позиция исполнительного органа круговой оси, задается в угловых градусах.
- d – число дискрет на оборот для привода.
- i – передаточное отношение от двигателя к исполнительному органу.
- D_α – позиция в единицах привода.

Преобразования позиций:

$$D_\alpha = \frac{\alpha \times d \times i}{360}$$
$$\alpha = \frac{D_\alpha \times 360}{d \times i}$$

3.2.3 Расчет скорости для линейной оси

- V – скорость исполнительного органа линейной оси (например, стола), задается в мм/с.
- d_V – значение скорости, которое необходимо задать приводу для задания частоты вращения 1 об/с.
- p – шаг ШВП, мм.
- i – передаточное отношение от двигателя к ШВП.
- D_V – скорость в единицах привода.

Преобразования скоростей:

$$D_v = \frac{V \times d_v \times i}{p}$$
$$V = \frac{D_v \times p}{d_v \times i}$$

3.2.4 Расчет скорости для круговой оси

- n – скорость исполнительного органа круговой оси, задается в об/с.
- d_n – значение скорости, которое необходимо задать приводу для задания частоты вращения 1 об/с.
- i – передаточное отношение от двигателя к исполнительному органу.
- D_n – скорость в единицах привода.

Преобразования скоростей:

$$D_n = n \times d_n \times i$$
$$n = \frac{D_n}{d_n \times i}$$

3.2.5 Расчет скорости для шпинделя

- n – скорость шпинделя, задается в об/мин.
- d_n – значение скорости, которое необходимо задать приводу для задания частоты вращения 1 об/с.
- i – передаточное отношение от двигателя к исполнительному органу.
- D_n – скорость в единицах привода.

Преобразования скоростей:

$$D_n = \frac{n \times d_n \times i}{60}$$

$$n = \frac{D_n \times 60}{d_n \times i}$$

4 Таблица машинных параметров

4.1 Условия активации параметров

Для описания условий активации машинных параметров (т.е. вступления изменений их значений в силу) использованы следующие обозначения:

- NA – No Activation (активация не требуется)
- CS – Cold Start (требуется перезапуск системы)
- SR – System Reset (требуется сброс системы)
- CR – Channel Reset (требуется сброс канала)
- EP – End of Program (по окончании выполнения текущей УП)
- IM – Immediately (немедленно)

4.2 Общие параметры

Таблица 2 – Общие (глобальные) параметры

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
Общие (глобальные) параметры							
1.	Версия	Номер версии структур машинных параметров. Устанавливается ядром системы ЧПУ и соответствует номеру сборки программного обеспечения.	String	(вариант) 1.45	Строка «X1.X2», где X1 – основной номер версии; X2 – дополнительный номер версии	NA Только чтение	При несоответствии версии машинных параметров ядра и терминала выдаётся сообщение об ошибке.
2.	Таймер ядра, мкс	Период таймера ядра в мкс	Uint16	1000	1…65535	CS	С этим периодом связаны: - синхронизация общей памяти ПЛК/ЧПУ и соотвующих объектов данных ввода-вывода; - цикл SoftPlc; - измерения (см. п. 6); - цикл предварительной интерполяции (см.

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
							параметр «Период интерполяции» в разделе 4.5); - цикл трансляции (см. (см. параметр «Период трансляции» в разделе 4.5).
3.	Таймер реального времени, мкс	Период таймера драйвера ядра в мкс	Uint16	1000	1…65535	CS	С этим периодом ведутся: - конечная интерполяция (в драйвере); - расчёт регуляторов (в драйвере); - обнаружение касания и срабатывания концевых выключателей; - расчёт траектории движения в ручных режимах.
4.	Период SoftPlc, мкс	Период SoftPlc в мкс. Изменение параметра применяется сразу.					
5.	Размер общей памяти ПЛК/ЧПУ, байт	Размер общей памяти ПЛК/ЧПУ, байт.	Uint32	819200		NA Только чтение	Размер и назначение отдельных разделов устанавливаются ядром системы ЧПУ
6.	Измерения с системным периодом	Если этот параметр установлен в True, то используется таймер ядра, в противном случае – Idle поток.	Bool	False	False True	IM	Как правило, измерения незначительно увеличивают загрузку CPU, но тем не менее, если измерения не проводятся, имеет смысл устанавливать False.

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
7.	Jog только после остановки	Если этот параметр установлен в True, то команда перемещения в режиме толчкового Jog будет выполнена только остановившейся осью.	Bool	False	False True	IM	
8.	Очистка ошибок приводов	Если этот параметр установлен в True, то команды очистки ошибки приводов не пропускаются.	Bool	False	False True	CS	Как правило, очистка ошибок приводов требуется только при наладке оборудования.
9.	Использовать физическую файловую систему	Если этот параметр установлен в True, то УП сохраняются на физическом носителе.	Bool	True	False True	CS	Как правило, False устанавливается только при отладке системы.
10.	Создавать неиспользуемые каналы	Если этот параметр установлен в True, то ядро создаёт максимальное количество каналов. Изменение параметра требует перезагрузки ядра.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр. Установка параметра в False позволяет экономить память в ядре.
11.	Запускать SoftPlc в ОМ	Если этот параметр установлен в True, то SoftPlc будет активирован тогда, когда все устройства выйдут в ОМ, иначе – когда начнётся циклический обмен данными. Изменение параметра требует перезагрузки ядра.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр.
12.	Время остановки, сек	Время ожидания остановки (в частности, каналов) при завершении работы ядра, сек. Если 0, ожидание не производится.	Uint16	0	1…65535	CS	В понятие остановки, в частности, входит останов осей каналов.

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
13.	Количество файлов клиента	Максимальное количество файлов, которое клиент может одновременно использовать.	Uint32	32	1…Максимальное количество файлов в системе ЧПУ	CS	Слишком большие значения приводят к нерациональному использованию ядром ресурсов платформы
14.	Параметры EtherCAT	Параметры EtherCAT (время цикла, таймауты).		Cycle 4000, TxRx 20000, TxRx cycle 2000, TxMb 200000, RxMb 700000, EEPROM 200000			
16.1.	Время цикла, мкс	Период циклического обмена, мкс. Требует перезапуска подсистемы EtherCAT.		4000			
16.2.	Tx->Rx таймаут параметризации, мкс	Tx->Rx таймаут при параметризации, мкс. Применяется немедленно.		20000			
16.3.	Максимальный Tx->Rx таймаут параметризации, мкс	Максимальный Tx->Rx таймаут при параметризации (по умолчанию тройной Tx->Rx таймаут), мкс. Применяется немедленно.		60000			
16.4.	Таймаут реконфигурации, мкс	Таймаут, используемый при реконфигурации, мкс. Если 0, то реконфигурация отключается.		500			
16.5.	Таймаут для медленных устройств, мкс	Таймаут, используемый при возможном взаимодействии с устройствами, имеющими сравнительно большое время отклика (напр, беспроводными		200000			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		адаптерами), мкс. Применяется немедленно.					
16.6.	EEPROM таймаут, мкс	Таймаут, используемый при взаимодействии с EEPROM, мкс. Применяется немедленно.		200000			
16.7.	TxMb таймаут, мкс	Таймаут Tx параметризации, мкс. Применяется немедленно.		200000			
16.8.	RxMb таймаут, мкс	Таймаут Rx параметризации, мкс. Применяется немедленно.		700000			
16.9.	Таймаут состояний, мкс	Таймаут, используемый при смене состояний, мкс. Применяется немедленно.		2000000			
16.10.	Количество повторов	Максимальное количество автоповторных запросов при работе с EEPROM. Применяется немедленно.		3			
16.11.	Вести и сохранять лог	Если этот параметр установлен в True, то в процессе работы ЧПУ ведётся лог событий, сохраняемый в файлах ядра. Изменение параметра требует перезагрузки ядра.	Bool	False		CS	
16.12.	Максимальный размер лог-файлов, КБ	Максимальный размер всех лог-файлов ядра, КБ. При нулевом значении автоматически используется значение по умолчанию. Изменение параметра требует перезагрузки ядра.		0		CS	
16.13.	Максимальный размер одного лог-файла, КБ	Максимальный размер одного лог-файла ядра, КБ. При нулевом значении автоматически используется		0		CS	

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		значение по умолчанию. Изменение параметра требует перезагрузки ядра.					
16.14.	Только SoftPlc	Если этот параметр установлен в True, в ЧПУ работает только SoftPLC.	Bool	False			
16.15.	Максимальный размер измерения, байт.	Максимальный размер измерения, байт. При слишком малом или слишком большом значении автоматически корректируется ядром при запуске. Изменение параметра требует перезагрузки ядра.		81920		CS	

4.3 Порты

16 портов

Таблица 3 – Параметры, относящиеся к портам

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
Порты (Параметры, относящиеся к портам)							
1.	Параметры порта 1	Параметры последовательного порта					
1.1.	Параметры порта 1	Параметры последовательного порта					
1.2.	Тип	Тип порта.		COMPortType_Unknown	1. COMPortType_Unknown 2. COMPortType_Standart 3. COMPortType_MOXACP114		
1.3.	Используется	Если этот параметр установлен в False, то управление данными портом отключено.	Bool	False	False True		
1.4.	Базовый адрес послед. Порта	Физический адрес порта для работы		0x0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		через регистры последовательного порта.					
1.5.	Имя порта	Имя последовательного порта.		/dev/mxchar A0??			
1.6.	Скор. Порта, бод	Скорость порта.		0	0 9600 38400 115200 921600		
1.7.	Чётность порта	Чётность порта.	Bool	False	False True		
1.8.	Стоп. бит порта	Количество стоповых бит порта.		0			
1.9.	Данн. бит порта	Количество бит данных порта.		0			
1.10.	Таймаут порта, мкс	Таймаут порта.		0			
1.11.	Нач. таймаут порта, мкс	Стартовый таймаут порта.		0			
1.12.	DeviceID	Шестнадцатиразрядный регистр Device ID. Назначается изготовителем устройства.		0x0	0…65535		
1.13.	VendorID	Шестнадцатиразрядный регистр Vendor ID. Выдаётся организацией PCI SIG.		0x0	0…65535		
1.14.	Номер слота	Номер слота карты на PCI-шине.		0			

4.4 Аппаратура

Таблица 4 – Параметры, относящиеся к аппаратной части системы

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
Аппаратура (Параметры, относящиеся к аппаратной части системы)							
1.	Порт UCSNet-привода	Номер порта UCSNet-привода.		0			
2.	Имя порта UCSNet-привода	Имя порта UCSNet-привода.		/dev/mxchar A0??	Имя порта UCSNet-привода		
3.	Порт шпинделя	Номер порта привода главного движения.					
4.	Имя порта шпинделя	Имя порта привода главного движения.		/dev/mxchar A0??	Имя порта шпинделя		
5.	Порт ПЛК	Номер порта ПЛК.					
6.	Имя порта ПЛК	Имя порта ПЛК.		/dev/mxchar A0??			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
7.	ПЛК	Машинные параметры ПЛК Параметры применяемых ПЛК.					
7.1.	Эмулятор ПЛК	Активация использования эмулятора ПЛК.	Bool	False	False True		
7.2.	Тип ПЛК	Выбор типа контроллера.		SOFT_PLC	PLC_ROBOKON_MODBUS SOFT_PLC		
7.3.	Watch Dog для приводов	Активация механизма Watch Dog для приводов.	Bool	False	False True		
7.4.	Watch Dog ПЛК байт	Номер байта в области памяти ПЛК для Watch Dog механизма.					
7.5.	Watch Dog интервал, мс	Интервал работы Watch Dog механизма.					
8.	Панель	Параметры станочной панели.					8 панелей
8.1.	Описание панели	Описание панели.		Panel1			
8.2.	Описание терминала	Описание терминала, которому сопоставлена панель.		Terminal1			
8.3.	Используется	Если этот параметр установлен в False, то управление данной панелью отключено.	Bool	False	False True		
8.4.	Тип	Тип станочной панели.		NC_ROBOKON43	NC_ROBOKON40 NC_ROBOKON43 NC_ROBOKON_HYDRO NC_ROBOKON_PLC_BASE NC_TCP_PANEL		
8.5.	Порт станочной панели	Номер порта станочной панели.		0			
8.6.	Имя порта станочной панели	Имя порта станочной панели.		/dev/mxcharA0??			
8.7.	Адреса контроллеров	Адреса контроллеров					

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		клавиш и подсветки.					
8.7.1.	Контроллер клавиш	Адрес контроллера клавиш.		0			
8.7.2.	Контроллер подсветки	Адрес контроллера подсветки.		0			
9.	Сетевой адрес ПЛК	Сетевой адрес, используемый для Ethernet-взаимодействия с ПЛК.		192.168.0.137			
10.	Номер порта ПЛК	Номер порта, используемого для Ethernet-взаимодействия с ПЛК.		402			
11.	Timeout Ethernet ПЛК	Timeout Ethernet ПЛК, мкс.		10000			
12.	Ethernet ПЛК подключен	Если этот параметр установлен в True, то используется Ethernet-связь с ПЛК.	Bool	True	False True		
13.	Сетевой адрес сервера диагностики	Сетевой адрес, используемый для Ethernet диагностических сообщений.	String	127.0.0.1	X.X.X.X, где X – число в диапазоне 0…255		Пока не используется.
14.	Номер порта диагностики	Номер порта, используемого для Ethernet диагностических сообщений.	Uint16	666	1…65535		Пока не используется.
15.	Timeout Ethernet-диагностики	Timeout Ethernet-диагностики, мкс.	Uint32	10000	>=0		Пока не используется.
16.	Ethernet-диагностика используется	Если этот параметр установлен в True, то используются Ethernet диагностические сообщения.	Bool	True	False True		Пока не используется.
17.	Номер порта Ethernet-приводов	Номер порта, используемого для Ethernet-взаимодействия с приводами.	Uint16	555	1…65535		Пока не используется.
18.	Активных терминалов, не более	Максимально возможное количество одновременно активных терминалов.	Byte	1	0…8	CS	
19.	Активных пультов, не более	Максимально возможное количество	Byte	1	0…8	CS	

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		одновременно активных пультов.					
20.	Активных клиентов, не более	Максимально возможное количество одновременно активных клиентов (кроме специальных).	Byte	1	0…8	CS	
21.	Таймаут терминалов, мс	Таймаут терминалов, мс. Если терминал не взаимодействует с ядром в течение таймаута, то он будет отключен. Нулевое значение деактивирует контроль.	Uint16	0	0…65535	CS	
22.	Таймаут пультов, мс	Таймаут пультов, мс. Если пульт не взаимодействует с ядром в течение таймаута, то он будет отключен. Нулевое значение деактивирует контроль.	Uint16	0	0…65535	CS	
23.	Таймаут РМ, сек	Максимальное время ожидания перехода приводов в РМ (режим параметризации), сек. При нулевом значении используется значение по умолчанию.	Byte	5	0…255	CS	Если ожидание закончится безрезультатно, то движение осей будет невозможно.
24.	Таймаут ОМ, сек	Максимальное время ожидания перехода приводов в ОМ (режим циклического обмена), сек. При нулевом значении используется значение по умолчанию.	Byte	5	0…255	CS	Если ожидание закончится безрезультатно, то движение осей будет невозможно.
25.	Автоактивация приводов	Если этот параметр установлен в True, то при загрузке ядра приводы будут автоматически активированы.	Bool	True	False True	CS	При False активацию приводов производит ПЛК.
26.	Использование ИБП	Если этот параметр	Bool	False	False True		

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		установлен в True, то будет производиться мониторинг состояния ИБП.					
27.	Порт ИБП	Номер порта ИБП.		0			
28.	Имя порта ИБП	Имя порта ИБП.		/dev/mxcharA0??			
29.	Протокол связи с ИБП	Протокол связи с ИБП.		UPS_Unknown_Protocol	UPS_Unknown_Protocol UPS_Megatec_2_7		
30.	Таймаут до выключения при отключении питания, сек	Таймаут до выключения при отключении питания, сек.		0			
31.	Цикл опроса ИБП, сек	Цикл опроса ИБП, сек.		0			
32.	Магазины инструментов	Параметры магазинов инструментов.					
32.1.	Магазин инструментов	Магазин инструментов					
32.1.1.	Описание магазина инструментов	Описание магазина инструментов.	String				Текстовое описание магазина инструментов
32.1.2.	Привод магазина инструментов	Номер привода магазина инструментов, используемого каналом. Если 0, привод не используется либо назначается другим способом.		0			
33.	EtherCAT-адаптер	Номер сетевого адаптера, используемого для взаимодействия с EtherCAT-устройствами.	Byte	0	0…255	CS	Если требуется игнорировать устройства с этим интерфейсом, следует установить 0.
34.	Запуск EtherCAT в режиме параметризации	Если этот параметр установлен в True, то при запуске ядра EtherCAT-подсистема будет активирована в состоянии параметризации (в противном случае – в состоянии циклического обмена).	Bool	False	False True		
35.	SERCOS2	Номер адаптера SERCANS,	Byte	0	0…255	CS	Если требуется

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		используемого для взаимодействия с SERCOS2-устройствами.					игнорировать устройства с этим интерфейсом, следует установить 0.
36.	SERCOS3	Номер адаптера SERCANS, используемого для взаимодействия с SERCOS3-устройствами.	Byte	0	0…255	CS	Если требуется игнорировать устройства с этим интерфейсом, следует установить 0.
37.	CAN	Номер адаптера CAN, используемого для взаимодействия с CAN-устройствами.	Byte	0	0…255		Если требуется игнорировать устройства с этим интерфейсом, следует установить 0.
38.	Запуск CAN в режиме параметризации	Если этот параметр установлен в True, то при запуске ядра CAN-подсистема будет активирована в состоянии параметризации (в противном случае – в состоянии циклического обмена).	Bool	False	False True		
39.	Игнорировать ошибки параметризации приводов	Если этот параметр установлен в True и в процессе стартовой параметризации приводов возникнут ошибки, то соответствующие приводы не будут автоматически отключены.	Bool	False	False True	CS	Действует только в отношении приводов, для которых указано непустое имя файла параметризации (см. п.1.67).
40.	Машинные параметры внешних устройств	Машинные параметры внешних устройств, подключенных по универсальному протоколу.		Внешние устройства не подключены			
40.1.	Адаптер	Номер сетевого адаптера, используемого для взаимодействия с внешними					

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		устройствами. Если 0, то внешние устройства не обслуживаются.					
40.2.	Сетевой адрес внешних устройств	Сетевой адрес, используемый для Ethernet-взаимодействия с внешними устройствами.		127.0.0.1			
40.3.	Номер порта TCP	Номер порта, используемого для TCP-взаимодействия с внешними устройствами (по умолчанию 55558).		55558			
40.4.	Запуск внешних устройств в режиме параметризации	Если этот параметр установлен в True, то при запуске ядра подсистема внешних устройств будет активирована в состоянии параметризации (в противном случае – в состоянии циклического обмена).	Bool	False	False True		
40.5.	Цикл внешних устройств	Время цикла внешних устройств, мкс.		1000			
40.6.	Таймаут внешних устройств	Таймаут внешних устройств, мкс.		10000			

4.5 Каналы

8 каналов

Таблица 5 – Параметры, относящиеся к каналам

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
Каналы (Параметры, относящиеся к каналам)							
1.	Параметры канала <номер канала>						8 каналов
1.1.	Описание	Описание канала.	String			CS	До 256 символов.
1.2.	Включен	Разрешение на работу канала.	Bool	True	False True	CS	Включен
1.3.	Интерполяция и	Параметры интерполяции и					

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
	управление движением	управления движением.					
1.3.1.	Управление подачей	Режим управления подачей в точках сопряжения кадров.	Enum	Обеспечение непрерывной подачи	Остановка в конце каждого кадра Обеспечение непрерывной подачи	CS	
1.3.2.	Вид разгона и торможения	Закон изменения подачи при разгоне и торможении. Режим “С ограничением рывка” обеспечивает соблюдение ограничений на рывок осей.	Enum	Линейный	Линейный с ограничением рывка	IM	
1.3.3.	Ограничение подачи, мм/мин или град/мин	Максимальное значение подачи [0 – 1000000].		1800	0 – 1000000	IM	
1.3.4.	Контурная точность, мм	Точность обработки контура в мм. Определяет максимальное отклонение интерполируемой траектории от идеального контура, заданного управляющей программой. [0.00001 – 0.1]		0,005	0.00001 – 0.1	IM	
1.3.5.	Угловая точность, град	Точность интерполяции в градусах. Определяет максимальное отклонение интерполируемых поворотов для движений ориентации. [0.00001 – 0.1]		0	0.00001 – 0.1		
1.3.6.	Дискрета интерполяции в единицах	Цена дискрета интерполяции в единицах перемещения (мм при линейных		0,0001	0.000001 – 0.1		

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
	перемещения	перемещениях или градусы при круговых). [0.000001 – 0.1]					
1.3.7.	Коэффициент дробления кадров	Определяет рекомендуемую величину пути микрокоманды движения относительно пути, проходимого с заданной в кадре подачей за период цикла управления. [0,1 – 10,0]		2	0,1 – 10,0		
1.3.8.	Область влияния узла кубического сплайна	Количество соседних точек контура, учитываемых при расчете коэффициентов сегмента кубического сплайна. [4 – 10]		8	4 – 10		
1.3.9.	Коэффициент перегрузки по ускорению, %	Процент от максимального рабочего ускорения, применяемый для ограничения подачи на стыках кадров. [1 – 10000]		100	1 – 10000		
1.3.10.	Коэффициент перегрузки по рывку, %	Процент от максимального рабочего рывка, применяемый для ограничения подачи на стыках кадров в режиме ограничения рывка. 0 – контроля рывка на стыках кадров нет. [0 – 10000]		0	0 – 10000		
1.3.11.	Безусловный останов при смене направления движения оси	Если параметр включен, производится полный останов на стыке кадров при смене направления движения оси, даже если не происходит перегрузки по ускорению и рывку.	Bool	True	True False		
1.3.12.	Частота увеличени	Максимальная частота		0	0 – 10000		

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
	я амплитуд контурной скорости, Гц	увеличения амплитуд подачи в ходе обработки контура. Ноль соответствует отключению контроля частоты. [0 – 10000]					
1.3.13.	Коэффициент сглаживания контурной скорости, %	Допустимый процент увеличения времени обработки кадра при сглаживании скорости. [0 – 10000]		0	0 – 10000		
1.3.14.	Коэффициент изменения ускорения для режима ограничения рывка, %	Процент рабочего ускорения приводов, применяемый для разгона и торможения в режиме ограничения рывка. [0 – 1000]		100	0 – 10000		
1.3.15.	Коэффициент увеличения ускорения внутри кадра	Определяет, во сколько раз ускорение внутри кадра может быть выше межкадрового лимита. 0 – отключение контроля ускорения внутри кадров. [0-10]		0	0 – 10		
1.3.16.	Коэффициент увеличения рывка внутри кадра	Определяет, во сколько раз рывок внутри кадра может быть выше межкадрового лимита. 0 – отключение контроля рывка внутри кадров. [0-100]		0	0 – 100		
1.3.17.	Глубина просмотра буфера микрокоманд	Максимальное количество микрокоманд, просматриваемых при расчёте движения в режимах Auto и MDI. [0-10000]		120	0-10000		
1.4.	Таблица подач. Мм/мин	Таблица значений подачи по интерполируемым осям.					128 значений
1.4.1.	Подача <номер в						

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
	таблице> (<значение>)						
1.4.1.1.	Величина подачи	Величина подачи в мм/мин.		<значение>			
1.5.	Таблица шпинделей, об/мин	Таблица скоростей вращения шпинделей.					128 значений
1.5.1.	Скорость <номер в таблице> (<значение>)						
1.5.1.1.	Скорость, об/мин	Скорость шпинделя, об/мин.	Скорость, об/мин	<значение>			
1.6.	Период интерполяции	Период интерполяции, в периодах главного таймера.	Byte	2	1 – 255	IM	См. также параметр «Таймер ядра, мкс» в разделе 4.2.
1.7.	Период трансляции	Период трансляции, в периодах главного таймера.	Byte	1	1 – 255	IM	См. также параметр «Таймер ядра, мкс» в разделе 4.2.
1.8.	Таблица G-функций	Таблица допустимых G-функций					
1.8.1.	G<номер функции> (Включена/Выключена)						
1.8.1.1.	Номер	Номер функции.		<номер функции>			
1.8.1.2.	Разрешение	Допустимость выполнения функции.		Включена	Выключена Включена		
1.9.	Таблица M-функций	Таблица допустимых M-функций.					
1.10.1.	M<номер функции> (Включена/Выключена)						
1.10.1.1.	Номер	Номер функции.		<номер функции>			
1.10.1.2.	Разрешение	Допустимость выполнения функции.		Включена	Выключена Включена		
1.10.	M – конфигурация	Таблица конфигурируемых M функций.				IM	
1.10.1.	M <номер функции>						
1.10.1.1.	Номер	Номер конфигурируемой M-функции.		<номер функции>		IM	

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.10.1.2.	Конфигурация	Набор выполняемых функций.				IM	
1.10.1.2.1.	M <номер функции>					IM	
1.10.1.2.1.1.	Тип функции	Тип функции (задействуются: для М ПЛК, М канала, программы и дом. Поз.- номер; для задержки – параметр; для уст.вых. параметр определяет адрес, номер – маску (байт), доп.пар. – значение (байт)).			Не исп. М ПЛК М канала Задержка, мс Дом. Поз. Уст. Вых. Программа	IM	
1.10.1.2.1.2.	Номер	Номер функции				IM	
1.10.1.2.1.3.	Параметр	Параметр функции				IM	
1.10.1.2.1.4.	Доп. Параметр	Дополнительный параметр функции		0		IM	
1.11.	Шпиндель 1	Номер оси шпинделя 1. Если 0, шпиндель не используется.	Byte	4	0…32	CS	
1.12.	Ось шпинделя 1	Имя оси шпинделя 1.	String	C			Только для чтения, устанавливается автоматически в зависимости от предыдущего параметра.
1.13.	Шпиндель 2	Номер оси для шпинделя 2. Если 0, шпиндель не используется.	Byte	6	0…32	CS	
1.14.	Ось шпинделя 2	Имя оси шпинделя 2.		S2			Только для чтения, устанавливается автоматически в зависимости от предыдущего параметра.
1.15.	Шпиндель 3	Номер оси для шпинделя 3. Если 0, шпиндель не используется.	Byte	0	0…32	CS	
1.16.	Ось шпинделя 3	Имя оси шпинделя 3.					Только для чтения, устанавливается автоматическ

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
							и в зависимости от предыдущего параметра.
1.17.	Шпиндель 4	Номер оси для шпинделя 4. Если 0, шпиндель не используется.	Byte	0	0…32	CS	
1.18.	Ось шпинделя 4	Имя оси шпинделя 4.					Только для чтения, устанавливается автоматически в зависимости от предыдущего параметра.
1.19.	Внешний интерполятор	Разрешение использования внешнего интерполятора.	Bool	False	False True	IM	
1.20.	Магазин инструментов	Номер магазина инструментов, используемого каналом. Если 0, магазин инструментов не используется.		1			
1.21.	Управление от ПЛК	Разрешение управления каналом со стороны ПЛК.	Bool	False	False True		
1.22.	Ошибки ПЛК	Если true, то любая ошибка выполнения команды ПЛК будет переводить канал в состояние ошибки.	Bool	False	False True		
1.23.	Таймаут ПЛК, мс	Если не 0, то задаёт максимальное время ожидания выполнения команды ПЛК в мс. При установленном параметре «Ошибки ПЛК» будет переводить канал в состояние ошибки.		0			
1.24.	Управление УП от ПЛК	Если true, то ПЛК контролирует выполнение управляющей программы.	Bool	False	False True		

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.25.	Буфер возврата на контур	Размер буфера возврата на контур в точках траектории (должен быть не менее 2 точек).		10000			
1.26.	Минимальный Feedrate override	Минимальный Feedrate override, %.		0			
1.27.	Максимальный Feedrate override	Максимальный Feedrate override, %.		150			
1.28.	Минимальный Spindle override	Минимальный Spindle override, %.		50			
1.29.	Максимальный Spindle override	Максимальный Spindle override, %.		200			
1.30.	Глубина коррекции	Максимальная глубина эквидистантной коррекции					
1.31.	Виртуальный режим	В виртуальном режиме канала пропускает обработку перемещений и большинства М-команд.	Bool	False	False True	IM	Отладочный параметр.
1.32.	Уведомление о состоянии ошибки	При установленном флаге канал каждый раз при переходе в состояние ошибки формирует соответствуующее дополнительное уведомление.	Bool	False	False True	IM	Отладочный параметр; номер дополнительного сообщения – 1700.
1.33.	Информационные уведомления	При установленном флаге канал формирует некоторые дополнительные информационные уведомления.	Bool	False	False True	IM	Отладочный параметр; номер дополнительного сообщения – 1704.
1.34.	Смещение выходов	Смещение адресов выходных сигналов в памяти ПЛК. Используется командами G110, G111.		0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.35.	Смещение выходов (HEX)	Смещение адресов (HEX) выходных сигналов в памяти ПЛК. Используется командами G110, G111.					
1.36.	Маховики	Таблица осей по умолчанию для маховиков канала					До 4 маховиков.
1.36.1.	Параметры маховика 1		string	X		NA	Заполняется автоматически; только для чтения.
1.36.1.1.	Номер маховика	Номер маховика канала.	Byte	1		NA	Заполняется автоматически; только для чтения.
1.36.1.2.	Номер оси	Номер оси канала, назначенный по умолчанию.	Byte	1	0…32	IM	0 означает, что маховику не сопоставлена никакая ось.
1.36.1.3.	Имя оси	Имя оси канала, назначенной по умолчанию.	String	X		NA	Заполняется автоматически; только для чтения.
1.37.	Таймаут остановки приводов, сек	Максимальное время в сек, в течение которого приводы канала должны остановиться. Если 0, контроль остановки не производится. Используется, например, при ожидании фактического выхода в домашние позиции.		0			
1.38.	Конфигурация Reset	Определяет дополнительные действия, выполняемые при сбросе канала.					
1.38.1	Номер	Номер конфигурируемой М-функции.		65534			
1.38.2	Конфигурация	Набор выполняемых функций.					До 8 функций.
1.38.2.1	М <номер функции> <тип функции>						Заполняется автоматически; только для чтения.
1.38.2.1.1	Тип функции	Тип функции - задействуются:		Не исп.	Не исп.; М ПЛК;		

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		для конфигурирования М-функций			М канала; Задержка, мс; Дом. Поз.; Уст. Вых. Программа		
1.38.2.1.2	Номер	Номер функции.		0			
1.38.2.1.3	Параметр	Параметр функции.		0			
1.38.2.1.4	Доп. Параметр	Дополнительный параметр функции.		Доп. Параметр			
1.39.	Режим относительных Jog-перемещений	Определяет, какая позиция будет браться за исходную при расчёте относительных перемещений в режиме Jog. Применяется непосредственно после изменения значения параметра.		Относительно текущей командной позиции	Относительно текущей командной позиции Относительно последней командной позиции		
1.40.	Ускорение времени при поиске	Коэффициент ускорения времени при операциях, выполняемых без движения интерполируемых осей (определение времени выполнения УП, поиск кадра с предысторией, …). Применяется немедленно. Для отключения ускорения установить в 1.		10		IM	
1.41.	Время М-функции при поиске, мсек	Среднее время выполнения М-функций, компенсируемое при поиске, в миллисекундах. Применяется немедленно.		1		IM	

4.6 Оси

32 оси

Таблица 6 – Параметры, относящиеся к осям

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
Оси (Параметры, относящиеся к осям)							
1.	Параметры оси <номер оси>	Имя: X, канал 1 (ось канала 1), линейная				NA	32 оси. Заполняется автоматическ и; только для чтения.
1.1.	Описание	Описание оси.	String			NA	До 32 символов.
1.2.	Канал	Номер канала, управляющего осью. Если номер канала равен нулю, то ось не принадлежит никакому каналу.	Byte	1	0…8	CS	
1.3.	Имя оси	Видимое имя оси	string	X		CS	До 20 символов.
1.4.	Номер оси у канала	Номер оси с точки зрения канала, управляющего осью. Если не используется, то может быть равен нулю.	Byte	1	0…32		
1.5.	Тип движения оси	Начальный тип движения оси, устанавливаемый при загрузке ядра.	Enum	Linear	NoMotion Linear Rotation VelSpindle VelNotSpi ndle	CS	
1.6.	Тип единиц измерения для оси	Тип единиц измерения для оси, устанавливаемый при загрузке ядра.	Enum	Metric	NoUnit Metric Inch Degree Vel	CS	
1.7.	Скорость Jog	Скорость Jog, в мм/с.	Double	10		IM	Только положительн ые значения, большие 0.
1.8.	Скорость уск. Jog	Скорость ускоренного Jog, в мм/с.	Double	100		IM	Только положительн ые значения, большие 0.
1.9.	Ускорение Jog	Ускорение Jog в мм/с2.	Double	100		IM	Только положительн ые значения, большие 0.
1.10.	Лев. прог. конц., дискр	Положение левого программного концевого выключателя, в дискретах оси.	Int32	-3500000		IM	При равенстве значений левого и правого программных концевиков эти концевики отключаются.

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.11.	Лев. прог. конц., ед. оси	Положение левого программного концевого выключателя, в единицах оси.	Double	-350		IM	
1.12.	Прав. прог. конц., дискр	Положение правого программного концевого выключателя, в дискретах оси.	Int32	3500000		IM	При равенстве значений левого и правого программных концевиков эти концевики отключаются.
1.13.	Прав. прог. конц., ед. оси	Положение правого программного концевого выключателя, в единицах оси.	Double	350		IM	
1.14.	Коррекция положения	Если этот параметр установлен в true, то включена коррекция датчика положения.	Bool	False	False True		
1.15.	Коррекция люфта, дискр.	Коррекция люфта, в дискретах оси.		0			
1.16.	Коррекция люфта, ед.	Коррекция люфта, в единицах оси.		0			
1.17.	Дискрет оси по позиции	Величина дискрета оси по позиции, в единицах оси.	Double	0,0001	>0	CS	Используется для преобразования дискрет оси в физическую величину.
1.18.	Дискрет оси по скорости	Величина дискрета по скорости, в единицах оси.	Double	0,0001	>0	CS	Используется для преобразования дискрет оси в физическую величину.
1.19.	Дискрет оси по ускорению	Величина дискрета по ускорению, в единицах оси.	Double	0,0001	>0	CS	Используется для преобразования дискрет оси в физическую величину.
1.20.	Перемещение Jog, в дискр. оси	Перемещение оси по умолчанию в режиме Jog толчковый, в дискретах оси.	Uint32	10000	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+»,«-

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
							») в физическую величину.
1.21.	Перемещение Jog, в ед. оси	Перемещение оси по умолчанию в режиме Jog толчковый, в единицах оси.	Double	1	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+»,«-») в физическую величину.
1.22.	Скорость Jog, в дискр. оси	Скорость перемещения оси по умолчанию в режиме Jog непрерывный, в дискретах оси.	Uint32	1000	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+»/«-») в физическую величину.
1.23.	Скорость Jog, в ед. оси	Скорость перемещения оси по умолчанию в режиме Jog непрерывный, в единицах оси.	Double	0, 1	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+»/«-») в физическую величину.
1.24.	Ускоренное перемещение Jog, в дискр. Оси	Ускоренное перемещение оси по умолчанию в режиме Jog толчковый, в дискретах оси.	Uint32	100000	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+»/«-») в физическую величину.
1.25.	Ускоренное перемещение Jog, в ед. оси	Ускоренное перемещение оси по умолчанию в режиме Jog толчковый, в единицах оси.	Double	10	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+» и «-») в физическую величину.

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.26.	Скорость ускоренного Jog, в дискр. оси	Скорость ускоренного перемещения оси по умолчанию в режиме Jog непрерывный, в дискретах оси.	Uint32	10000	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+»/ «-») в физическую величину.
1.27.	Скорость ускоренного Jog, в ед. оси	Скорость ускоренного перемещения оси по умолчанию в режиме Jog непрерывный, в единицах оси.	Double	1	>0	IM	Используется для преобразования дискрет Jog-задатчиков (маховиков, кнопок «+»/ «-») в физическую величину.
1.28.	Скорость шпинделя, об/мин	Скорость шпинделя при управлении с панели, об/мин.		1			
1.29.	Ось необходимо реферировать	Если этот параметр установлен в true, то ось необходимо отреферировать перед началом работы.	Bool	False	True False		

4.7 Приводы

32 привода

Таблица 7 – Параметры, относящиеся к приводам

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
Приводы (Параметры, относящиеся к приводам)							
1.	Параметры привода <номер привода >	VRT, ось 1 (X), VelPos	string	VRT, ось 1 (X), VelPos		NA	32 привода. Заполняется автоматически; только для чтения.
1.1.	Описание	Описание привода.	String			NA	До 32 символов.
1.2.	Тип	Тип привода.	Enum	Virt	EtherCAT CANBus SoftPlc StepDir PisoEncoder	CS	

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
					StepDirHydro R_1455 R_1456 ModbusHR UscNetVVirt		
1.3.	Используется	Если этот параметр установлен в False, то управление данным приводом отключено.	Bool	True	False True	CS	
1.4.	Начальный режим	Начальный режим управления привода.	Enum	VelPos	None VelPos VelSpindle CmdPos VelNotSpindle	CS	
1.5.	Адр. Привода	Адрес привода.	Uint32	1	0…32	CS	
1.6.	Ось привода	Индекс оси, к которой привязан привод (индексы начинаются с 0, а не с 1).	Uint32	0	0…31	CS	
1.7.	Имя оси	Имя оси, к которой привязан привод.	String	X		NA	Заполняется автоматически; только для чтения.
1.8.	Дискрет на 1 оборот	Дискретность (количество дискрет на 1 оборот). Типичные значения: для UCSNet 131 072, для SERCOS 3 600 000.	Uint32	3600000	Зависят от типа привода	CS	Типичные значения: для UCSNet 131 072, для SERCOS 3 600 000.
1.9.	Шаг ШВП	Шаг ШВП – 1 об. двигателя – x мм перемещения (без учёта редуктора 1:1). Если двигатель не связан с исполнительным органом, обязательно ставить 1. Для шпинделя и круговых осей значение игнорируется.	Double	10		CS	Если двигатель не связан с исполнительным органом обязательно ставить 1. Для шпинделя и круговых осей значение игнорируется.
1.10.	Предел положения	Предел положения,		5965,232352777778			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		ограниченный разрядностью представления, в единицах оси.					
1.11.	Дискрет/сек	Дискретность скорости двигателя (дискрет на оборот в секунду). Типичные значения: для UCSNet 51, для SERCOS 600 000.	Uint32	600000	Зависят от типа привода	CS	Типичные значения: для UCSNet 51, для SERCOS 600 000.
1.12.	Нуль	Нулевая позиция (в дискретах).	Int32	0		NA	Пока не используется
1.13.	Мёртвая зона, в дискретах привода	Минимальная величина перемещения (в дискретах привода). Если перемещение меньше этой дельты, то оно не передаётся на привод.	Uint32	0	>=0	CS	
1.14.	Цикл	Время цикла опроса привода, мкс.	Uint32	1000	>0 Зависит от типа привода	CS	
1.15.	Левая граница, дискр	Левая допустимая конечная позиция (в дискретах привода).	Int32	-126000000		IM	При равенстве значений левой и правой позиций соответствующие пределы перемещений игнорируются.
1.16.	Правая граница, дискр	Правая допустимая конечная позиция (в дискретах привода).	Int32	126000000		IM	При равенстве значений левой и правой позиций соответствующие пределы перемещений игнорируются.
1.17.	Левая граница, ед. оси	Левая допустимая конечная позиция (в единицах оси).	Double	-350		IM	При равенстве значений левой и правой позиций соответствую

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
							щие пределы перемещений игнорируютс я.
1.18.	Правая граница, ед. оси	Правая допустимая конечная позиция (в единицах оси).	Double	350		IM	При равенстве значений левой и правой позиций соответствую щие пределы перемещений игнорируютс я.
1.19.	Физические концевые выключатели и датчики	Физически установленные концевые выключатели и датчики касания.		Конфигур ация концевых выключат елей и датчиков		NA	
1.19.1.	Левый концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	
1.19.2.	Правый концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	
1.19.3.	Датчик нуля	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	
1.19.4.	Датчик касания	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	
1.19.5.	Левый программный концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	
1.19.6.	Правый программный концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	
1.20.	Задействованные концевые выключатели и датчики	Задействованные концевые выключатели и датчики касания.		Конфигур ация концевых выключат елей и датчиков		NA	
1.20.1.	Левый концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр.
1.20.2.	Правый концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр.
1.20.3.	Датчик нуля	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр.
1.20.4.	Датчик касания	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр.

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.20.5.	Левый программный концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр.
1.20.6.	Правый программный концевой выключатель	True, если должен использоваться.	Bool	False	False True	CS	Отладочный параметр.
1.21.	Тип регулятора	Тип регулятора привода.	1	7			
1.22.	Параметры регулятора	Параметры регулятора привода.	PosVel Simple, K = 0,01	PVSKpos 3; Kvel 0; Fvel 1,0025; Facc 0,0015; V0 0			
1.22.1.	Параметр <номер параметра> (<название параметра>)=<значение параметра>						С Параметр 1 по Параметр 64
1.23.	Время ожидания прихода в заданную позицию, мс	Время ожидания прихода в заданную позицию, мс; если 0 – параметр игнорируется.		100			
1.24.	Циклы прихода в заданную позицию	Количество циклов ожидания прихода в заданную позицию; если 0 – параметр игнорируется.		100			
1.25.	Допуск прихода в заданную позицию, дискр.	Допуск прихода в заданную позицию в дискретах привода. Если 0, то допуск не контролируется.		100000			
1.26.	Допуск прихода в заданную позицию, ед. оси	Допуск прихода в заданную позицию (в единицу оси). Если 0, то допуск не контролируется.		0,2777777777777777 9			
1.27.	Время ожидания заданной скорости, мс	Время ожидания заданной скорости, мс; если 0 – параметр игнорируется.		100			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.28.	Циклы ожидания заданной скорости	Количество циклов ожидания заданной скорости; если 0 – параметр игнорируется.		10			
1.29.	Допуск скорости при останове, дискр.	Допуск скорости при останове в дискретах привода.		100000			
1.30.	Допуск скорости при пуске, дискр.	Допуск скорости при пуске в дискретах привода.		100000			
1.31.	Дополнительный допуск скорости, %	Дополнительный допуск скорости в процентах от командного значения.		10			
1.32.	Вид сравнения скорости	Вид сравнения скорости при определении достижения заданного значения.		Текущая сравнивается с командной регулятора	Текущая сравнивается с командной регулятора Командная привода сравнивается с командной регулятора Значения игнорируются		
1.33.	Максимальная рабочая скорость, дискр.	Максимальная рабочая скорость в дискретах привода.		30000000			
1.34.	Максимальная рабочая скорость, об/мин	Максимальная рабочая скорость, об/мин.		3000			
1.35.	Максимальное рабочее ускорение, дискр/сек	Максимальное рабочее ускорение, в дискретах привода за секунду (набор скорости за секунду).		3000000			
1.36.	Максимальное рабочее ускорение, об/мин за сек	Максимальное рабочее ускорение, об/мин за сек.		300			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.37.	Предельная скорость, дискр.	Предельная скорость в дискретах привода.		60000000			
1.38.	Предельная скорость, об/мин	Предельная скорость, об/мин.		6000			
1.39.	Предельное ускорение, дискр/сек	Предельное ускорение в дискретах привода за секунду (набор скорости за секунду).		10000000			
1.40.	Предельное ускорение, об/мин за сек	Предельное рабочее ускорение, об/мин за сек.		1000			
1.41.	Максимальный рывок подачи, мкс	Максимальный рывок подачи, мкс на достижение предельного ускорения.		0			
1.42.	Максимальный рывок подачи, мм/с3	Максимальный рывок подачи с учётом редуктора, мм/с3.		0			
1.43.	Максимальный рывок подачи, об/с3	Максимальный рывок подачи с учётом редуктора, об/с3.		0			
1.44.	Автоустановка разрешения	Автоустановка разрешения датчиков привода. Если true, то при инициализации привода автоматически устанавливается разрешение датчиков позиции и скорости привода. Применяется после перезагрузки ядра. Действует в отношении виртуальных и Sercos приводов.	Bool	True	False True	CS	
1.45.	Номер датчика позиции рабочего органа	Номер датчика позиции рабочего органа (если 0, то не используется).	0	0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.46.	Номер датчика скорости рабочего органа	Номер датчика позиции рабочего органа (если 0, то не используется).	0	0			
1.47.	Подчинение привода	Подчинение привода (если Master, то привод ведущий, иначе – ведомый).		Master	Master SlavePos SlaveVel SlavePosVel SlaveTorque		
1.48.	Номер ведущего привода	Номер ведущего привода (если 0, то не используется).		0			
1.49.	Коэффициент редукции ведущего привода	Коэффициент повторения задания ведущего привода.		1/1			
1.49.1.	Числитель	Числитель редуктора.		1			
1.49.2.	Знаменатель	Знаменатель редуктора.		1			
1.49.3.	Передаточное отношение	Передаточное отношение редуктора.		1			
1.50.	ПЛК подтверждение активации	Подтверждение активации привода со стороны ПЛК. Если true, то для активации требуется разрешение ПЛК.	Bool	False	False True		
1.51.	ПЛК подтверждение деактивации	Подтверждение деактивации привода со стороны ПЛК. Если true, то для деактивации требуется разрешение ПЛК.	Bool	False	False True		
1.52.	ПЛК подтверждение движения	Если true, то для движения в ручных режимах требуется разрешение ПЛК.	Bool	False	False True		
1.53.	Редукторы	Параметры редукторов.					
1.53.1.	Редуктор 1=1	1/1		1/1			Редуктор 1 – Редуктор 8
1.53.1.1.	Числитель	Числитель редуктора.		1			
1.53.1.2.	Знаменатель	Знаменатель редуктора.		1			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.53.1.3.	Передаточное отношение	Передаточное отношение редуктора.		1			
1.54.	Номер активного редуктора	Номер активного редуктора (если 0, то не используется).		0			
1.55.	Передаточное отношение активного редуктора	Передаточное отношение активного редуктора (если действительно).		---			
1.56.	Параметры виртуального привода	Параметры виртуального привода. Применяются при загрузке ядра.		Параметры виртуального привода			
1.56.1.	Процент срабатывания датчика касания	Процент от перемещения в кадре, определяющий срабатывание датчика касания. Новое значение применяется при загрузке ядра.		90		CS	
1.56.2.	Флаг автоматической обработки пределов перемещения	Если true, то виртуальный привод сам проверяет пределы перемещения и выставляет флаги концеввых выключателей. Новое значение применяется при загрузке ядра.	Bool	True	False True	CS	
1.56.3.	Время готовности	Время готовности привода в секундах. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.56.4.	Начальное положение	Начальное положение привода в единицах привода. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.56.5.	Начальное положение, ед. оси	Начальное положение привода в единицах оси. Новое значение		0		CS	

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		применяется при загрузке ядра.					
1.56.6.	Смещение внешнего энкодера	Смещение внешнего энкодера в единицах привода. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.56.7.	Смещение внешнего энкодера, ед. оси	Смещение внешнего энкодера в единицах оси. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.56.8.	Шум текущей позиции привода	Шум текущей позиции привода в единицах привода. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.56.9.	Шум текущей позиции привода, ед. оси	Шум текущей позиции привода в единицах оси. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.56.10.	Шум текущей скорости привода	Шум текущей скорости привода в единицах привода. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.56.11.	Шум текущей скорости привода, ед. оси	Шум текущей скорости привода в единицах оси. Новое значение применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.57.	Параметры шагового привода	Параметры шагового привода. Применяются при загрузке ядра.		Параметры шагового привода		CS	
1.57.1.	Прямой адрес (HEX)	Адрес порта ввода-вывода, через который идёт управление двигателем.		0			
1.57.2.	Маска сигнала Step (DEC)	Маска сигнала Step, определяющая, какой бит будет		0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		использоваться для этого сигнала.					
1.57.3.	Маска сигнала Dir (DEC)	Маска сигнала Dir, определяющая, какой бит будет использоваться для этого сигнала.		0			
1.57.4.	Маска сигнала Enable (DEC)	Маска сигнала Enable, определяющая, какой бит будет использоваться для этого сигнала.		0			
1.57.5.	Маска инверсии сигналов (DEC)	Маска инверсии сигналов прямого управления двигателем.		0			
1.57.6.	Длительность задержки сигналов, мкс	Длительность задержки выдачи отдельных сигналов, мкс.		0			
1.57.7.	Длительность сигналов, мкс	Длительность сигналов прямого управления двигателем, мкс.		0			
1.58.	Домашние позиции	Таблица домашних позиций.					Домашняя позиция 1 = 18000000, Домашняя позиция 2 не используется, …….. Домашняя позиция 8 не используется.
1.58.1.	Домашняя позиция 1 = 18000000			18000000			
1.58.1.1.	Позиция, ед. оси	Позиция или смещение привода в единицах измерения оси.		50			
1.58.1.2.	Позиция, дискр.	Позиция или смещение привода в дискретах привода.		18000000			
1.58.1.3.	Используется	Если этот параметр установлен в False, то позиция или смещение не задействуется.	Bool	True	False True		

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.59.	Начальное смещение	Начальное смещение привода.					
1.59.1.	Позиция, ед. оси	Позиция или смещение привода в единицах измерения оси.		0			
1.59.2.	Позиция, дискр.	Позиция или смещение привода в дискретах привода.		0			
1.59.3.	Используется	Если этот параметр установлен в False, то позиция или смещение не задействуется.	Bool	False	False True		
1.60.	Маска позиции привода	Маска, ограничивающая значащие разряды датчика позиции привода.		0			
1.61.	HEX маска позиции привода	HEX маска, ограничивающая значащие разряды позиции привода.		0			
1.62.	Маска скорости привода	Маска, ограничивающая значащие разряды скорости привода.		0			
1.63.	HEX маска скорости привода	HEX маска, ограничивающая значащие разряды скорости привода.		0			
1.64.	Маска момента привода	Маска, ограничивающая значащие разряды момента привода.		0			
1.65.	HEX маска момента привода	HEX маска, ограничивающая значащие разряды момента привода.		0			
1.66.	Контроль движения	Параметры контроля движения привода.		Контроль движения привода отключен			
1.66.1.	Фильтр позиции, мс	Постоянная времени фильтра рассогласования по позиции.		0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.66.2.	Допуск отклонения, дискр.	Допуск отклонения от задаваемой позиции в дискретах привода; если 0 – параметр игнорируется.		0			
1.66.3.	Допуск отклонения, ед. оси	Допуск отклонения от задаваемой позиции в единицах оси; если 0 – параметр игнорируется.		0			
1.66.4.	Фильтр скорости, мс	Постоянная времени фильтра рассогласования по скорости, мс.		0			
1.66.5.	Допуск скорости, дискр.	Допуск скорости в дискретах привода; если 0 – параметр игнорируется.		0			
1.66.6.	Допуск скорости, ед. оси	Допуск скорости в единицах оси; если 0 – параметр игнорируется.		0			
1.66.7.	Дополнительный допуск скорости, %	Дополнительный допуск скорости в процентах от командного значения.		0			
1.66.8.	Вид сравнения скорости	Вид сравнения скорости при определении достижения заданного значения.		Значения игнорируются	Значения игнорируются Текущая сравнивается с командной привода Текущая сравнивается с выходной регулятора		
1.66.9.	Фильтр момента, мс	Постоянная времени фильтра рассогласования по моменту, мс.		0			
1.66.10.	Допуск момента, дискр.	Допуск момента в дискретах привода; если 0 – параметр игнорируется.		0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.66.11.	Разрешить контроль движения	Если false, то контроль движения не действует (используется при отладке).	Bool	False	False True		
1.67.	Реферирование	Параметры реферирования.					
1.67.1.	Способ реферирования	Способ реферирования (по какому или каким датчикам).		Реферирование не разрешено	Реферирование не разрешено: По левому датчику; По правому датчику; По датчику нуля, сначала влево; По датчику нуля, сначала вправо; По однооборотному датчику нуля		
1.67.2.	Скорость грубого подъезда, ед. оси	Скорость первоначального подъезда привода к датчику в единицах измерения оси (мм/сек или град/сек).		0			
1.67.3.	Скорость точного подъезда, ед. оси	Скорость точного подъезда привода к датчику в единицах измерения оси (мм/сек или град/сек).		0			
1.67.4.	Позиция левого датчика, ед. оси	Позиция левого датчика реферирования привода в единицах измерения оси.		0			
1.67.5.	Позиция правого датчика, ед. оси	Позиция правого датчика реферирования привода в		0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		единицах измерения оси.					
1.67.6.	Позиция датчика нуля, ед. оси	Позиция датчика нуля реферирования привода в единицах измерения оси.		0			
1.68.	Файл параметризации	Имя файла стартовой параметризации привода (должен располагаться в рабочей директории).		0			
1.69.	Повтор записи startup параметров	Число повторов записи startup параметров в случае ошибки.					
1.70.	Задержка записи startup параметров	Задержка записи startup параметров, мс.		0			
1.71.	Предварительное смещение привода, ед. оси	Предварительное смещение позиции привода (до делителя) в единицах оси. Применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.72.	Предварительное смещение привода, дискр.	Предварительное смещение позиции привода (до делителя) в дискретах. Применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.73.	Множитель позиции привода	Множитель позиции привода (перед использованием). Если 0 или 1, то умножение не производится. Применяется при загрузке ядра.		0		CS	
1.74.	Делитель позиции привода	Делитель позиции привода (перед использованием). Если 0 или 1, то деление не производится. Применяется при загрузке ядра.		0		CS	

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
1.75.	Дополнительное смещение привода, дискр.	Дополнительное смещение позиции привода (после делителя) в дискретах. Применяется при загрузке ядра		0		CS	
1.76.	Дополнительное смещение привода, ед. оси	Дополнительное смещение позиции привода (после делителя) в единицах оси. Применяется при загрузке ядра		0		CS	
1.77.	Инверсия направления	Если true, направление движения инвертируется.		False	True False		
1.78.	Левая граница датчика положения, дискр.	Левая граница датчика положения (в дискретах привода).		0			
1.79.	HEX левая граница датчика положения	HEX левая граница датчика положения (в дискретах привода).		0			
1.80.	Левая граница датчика положения, ед. оси	Левая граница датчика положения (в единицах оси).		0			
1.81.	Правая граница датчика положения, дискр.	Правая граница датчика положения (в дискретах привода).		0			
1.82.	HEX правая граница датчика положения	HEX правая граница датчика положения (в дискретах привода).		0			
1.83.	Правая граница датчика положения, ед. оси	Правая граница датчика положения (в единицах оси).		0			
1.84.	Маска датчика положения привода	Маска датчика положения привода, ограничивающая диапазон перехода шпиндель-ось.		0			
1.85.	HEX маска датчика положения привода	HEX маска датчика положения привода, ограничивающая		0			

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
		диапазон перехода шпиндель-ось.					
1.86.	Маска датчика положения привода, ед. оси	Маска датчика положения привода, ограничивающая диапазон перехода шпиндель-ось (в единицах оси).		0			
1.87.	Использование таблицы компенсаций	Определяет способ применения значений дополнительных смещений, содержащихся в таблице компенсаций. Применяется немедленно.		Компенсация по среднему значению	Компенсаци по среднему значению Компенсация отключена Компенсация связана со знаком командной скорости	IM	

4.8 Переменные окружения процесса

Таблица 8 – Системные переменные процесса ЧПУ (только чтение и сброс)

№	Название	Описание	Тип	Знач. по умолчанию	Возможные значения	Условие активации	Примеч.
Переменные окружения процесса (Системные переменные процесса ЧПУ (только чтение и сброс))							
1.	Переменная #501 (мкм)	Коррекция щупа, мкм.		101			
2.	Переменная #502 (мкм)	Коррекция щупа, мкм.		102			

5 Конфигурация кинематической схемы станка

В данном разделе рассматривается работа с экраном конфигурирования кинематической схемы станка и описаны поддерживаемые кинематические схемы.

5.1 Основные понятия и описание экрана конфигурации

Конфигурирование кинематической схемы станка требуется для связывания программируемых координат и физических осей станка. Кроме того, для кинематических схем с поддержкой осевых трансформаций производится задание геометрических и вспомогательных параметров, необходимых при расчетах преобразований координат.

5.1.1 Понятия и обозначения

Кинематическая схема – набор параметров, характеризующих геометрические соотношения конструкции станка, а также зависимости между физическими осями станка и программируемыми адресами.

Физическая ось (системная ось, ось станка) – объект системы ЧПУ, реализующий движение одного привода станка (и, возможно, группы подчиненных приводов, связанных с ведущим по схеме Master/Slave). Задание движения физической оси равнозначно заданию движения одному приводу станка. Если системная ось не связана с приводом, она называется виртуальной. Такие оси могут использоваться для ряда диагностических задач.

Программируемая координата (программируемый адрес) – адрес в программе СЧПУ, с помощью которого задается перемещение по геометрической или абстрактной координате. Когда в кадре задается координата (например, G01 X20), следует иметь в виду, что это не прямое задание перемещения приводу или физической оси. Как оси станка будут при этом двигаться и куда, зависит от типа и настроек кинематической схемы.

Программная система координат – упорядоченный набор координат, задаваемых адресами в управляющей программе.

Нулевой инструмент – условный инструмент, длина которого считается нулевой (т.е. относительно длины которого считаются длины всех других инструментов, прописанные в таблице системы ЧПУ). Обычно нулевой инструмент – это синоним базовой поверхности держателя инструментов станка.

СКС – система координат станка. Это декартова система координат с заданным нулем, положение которого зависит от заданных смещений приводов и выполненных в ходе настройки и запуска системы ЧПУ процедур реферирования.

БСКД – базовая система координат детали. Это декартова система координат, ориентация которой совпадает с ориентацией СКС, а ноль может быть смещен относительно нуля СКС, если это предусмотрено кинематической схемой. На иллюстрациях к кинематическим схемам может быть показано взаимное положение СКС и БСКД. Это простая формальность. Данные системы всегда имеют одинаковую ориентацию.

Xt, **Yt**, **Zt** – оси системы координат инструмента.

Базовое положение кинематической схемы – позиция осей станка, при которой нулевой инструмент имеет базовую ориентацию, а положение конца нулевого инструмента совпадает с нулем БСКД. Если специально не указано иное, базовая ориентация нулевого инструмента соответствует нулевым эйлеровым углам (вектор инструмента при этом направлен вдоль оси Z СКС {0, 0, 1}). Однако если какой-либо действительный инструмент выбран, базовая ориентация этого инструмента зависит от его типа и от активной функции

компенсации длины G43-G49 (см. Руководство программиста). Таким образом, при базовом положении схемы реальный инструмент может иметь иную ориентацию относительно нулевого инструмента (Рисунок 17).

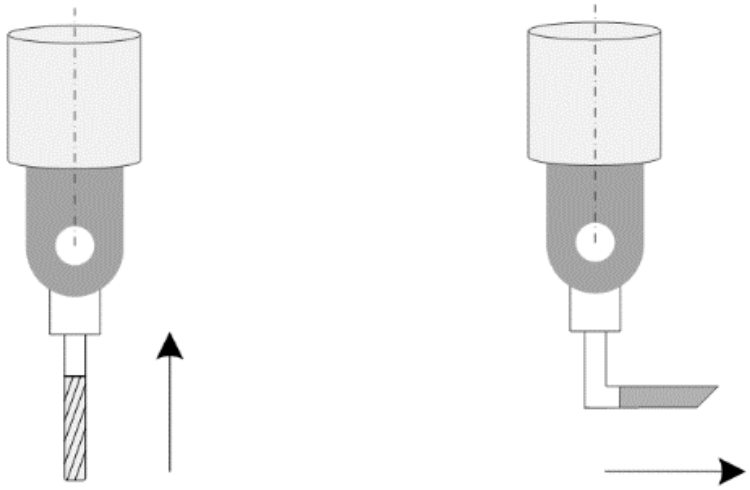


Рисунок 17 – Разная базовая ориентация реальных инструментов при базовом положении кинематической схемы

Следует иметь в виду, что (если не указано иное) базовая ориентация инструмента с ненулевыми эйлеровыми углами (например, вдоль оси X) не позволяет программировать ориентацию в обобщенных координатах (углами или компонентами вектора). В этом случае доступно только прямое задание перемещений круговым и иным осям, влияющим на ориентацию инструмента.

5.1.2 Экран конфигурации кинематических параметров

Переход к экрану конфигурации кинематической схемы осуществляется из режима редактирования машинных параметров (F-клавиша «Параметры кинематики»). Общий вид экрана показан на Рисунок 18.

Основным элементом экрана является дерево, содержащее параметры кинематики всех каналов системы. Каждому каналу задаётся тип кинематической схемы (выпадающий список «Тип кинематики»). После выбора схемы из списка в узле «Настройки кинематической схемы» отображаются все параметры выбранной схемы.

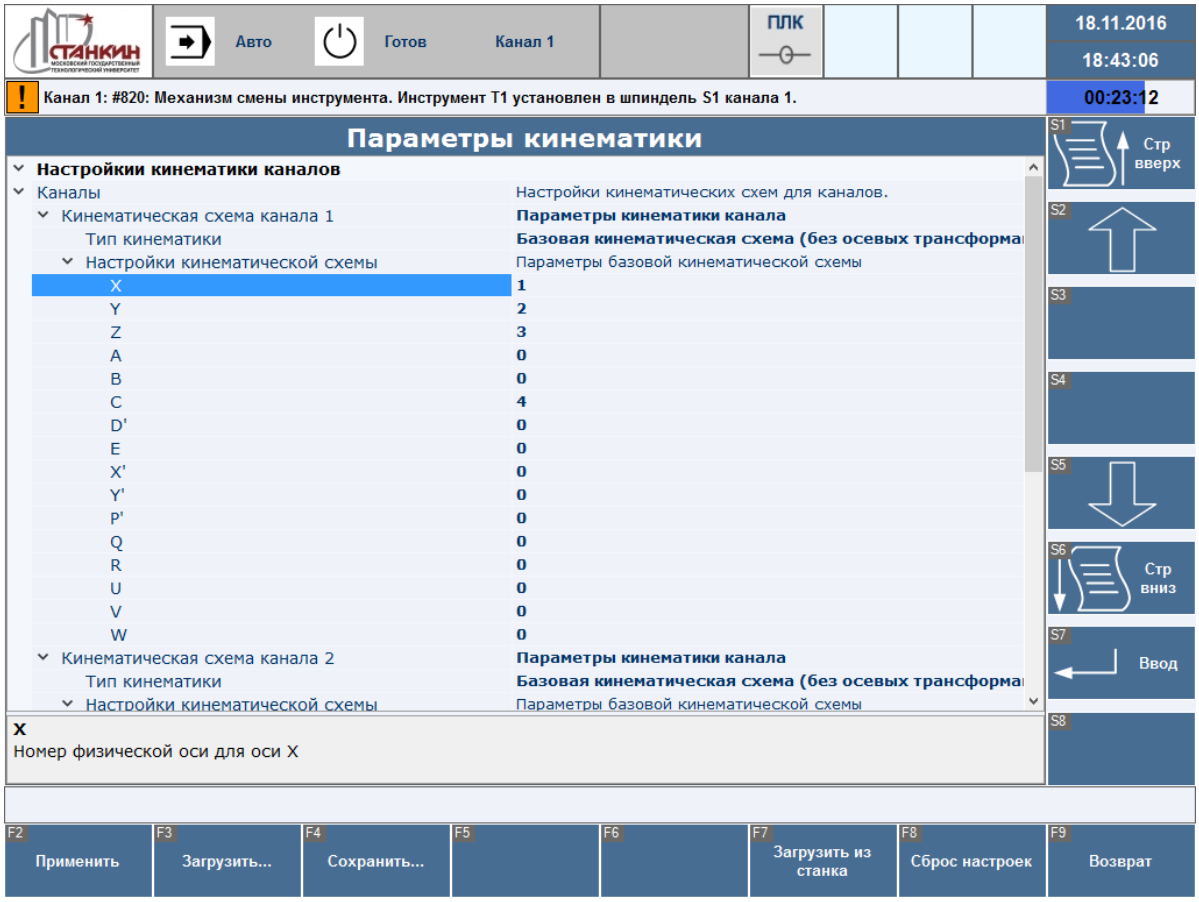


Рисунок 18 – Экран конфигурации кинематических параметров

<u>Функции F-клавиш:</u>

- F2 – применение внесённых изменений.
- F3 – загрузка параметров кинематики из файла; вызывает диалог открытия файла.
- F4 – сохранение параметров кинематики в файле; вызывает диалог сохранения файла.
- F7 – загрузка параметров кинематики из станка (ядра системы ЧПУ).
- F8 – сброс значений параметров кинематики.
- F9 – выход из режима настроек кинематической схемы. Если оператором были произведены изменения в настройках, перед выходом появляется диалог с предложением применить настройки.

S-клавиши экрана имеют стандартное назначение (навигация по таблице).

Внимание! Любые изменения (включая загрузку из файла и сброс настроек) сохраняются в станке только при нажатии клавиши «Применить» или при подтверждении применения настроек при выходе из режима. После применения настроек требуется перезагрузить систему (машину реального времени).

Для получения дополнительной информации о работе с экранами СЧПУ «АксиОМА Контрол» см. документ «Руководство оператора».

5.2 Базовая кинематическая схема (без осевых трансформаций)

Базовая кинематическая схема позволяет привязать программируемые оси к физическим осям станка, но не поддерживает осевые трансформации любых видов. Этот вариант подходит для любого станка, если не предполагается использовать осевые трансформации при многокоординатной обработке и если прямого задания движений осям станка достаточно для решаемых технологических задач.

5.2.1 Ограничения режимов программирования

Включение кинематической трансформации (TRAORI) и программирование ориентации инструмента в обобщенных координатах (с помощью компонент вектора или углов Эйлера) запрещено (канал останавливается с ошибкой 654).

5.2.2 Задание номеров осей для программируемых координат

Настройка базовой схемы сводится к заданию номеров физических осей станка для программируемых координат. Каждой программируемой координате может быть сопоставлен номер физической оси. Если номер оси нулевой, то соответствующая координата считается выключенной и запрещена к использованию в управляющей программе.

Номера осей берутся из списка «Оси» в машинных параметрах (Рисунок 19).

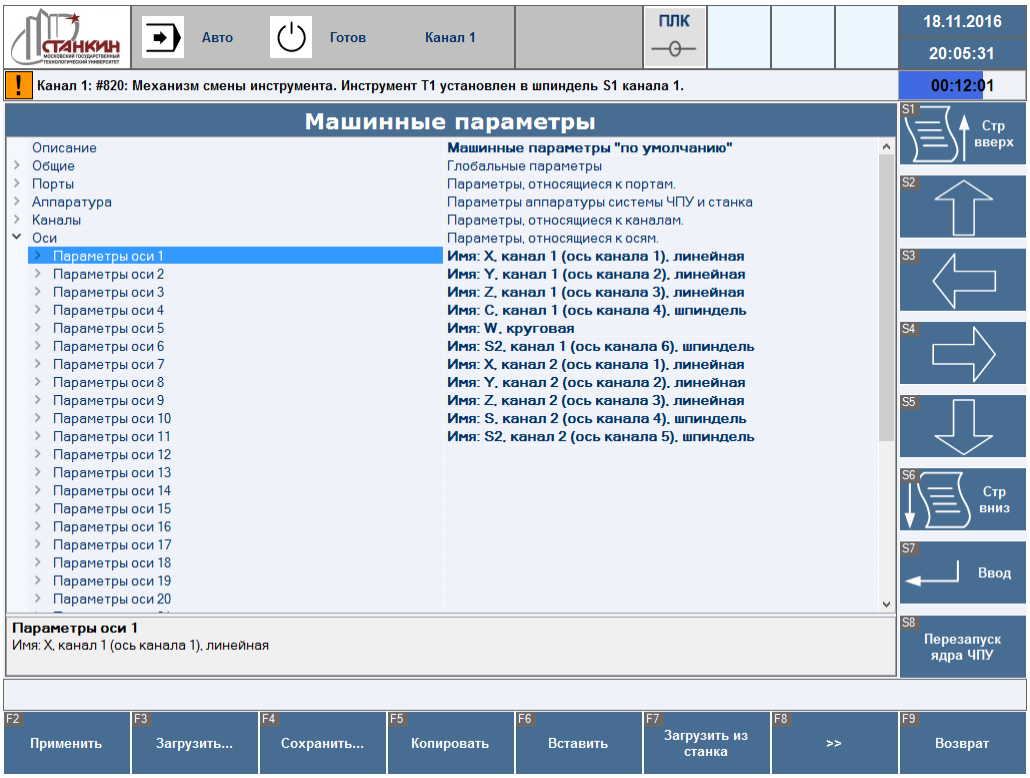


Рисунок 19 – Порядковые номера физических осей системы

Рассмотрим процедуру установки номера на примере одной из осей. В варианте машинных параметров на Рисунок 19 ось с именем Z является третьей по порядку (см. наименование узла параметров оси: «Параметры оси 3». Именно порядковый номер системной физической оси в общем списке является её номером, а не номер этой оси у канала). Если мы хотим, чтобы при задании в кадре координаты Z двигалась ось станка Z (например, G01 Z10 F600), в параметрах кинематической схемы мы должны поставить номер 3 для адреса координаты «Z». Обратим внимание, что имя системной оси из

машинных параметров само по себе никак не влияет на её назначение. Точно так же адресу Z можно было бы установить номер оси 5, и в таком случае при задании координаты Z в кадре будет двигаться системная ось W.

Для указания реверсивного направления движения оси её номер указывается со знаком минус (Рисунок 20). Однако в случае базовой кинематической схемы это не окажет никакого влияния на работу системы, так как указание реверса движения предназначено для правильной настройки осевых трансформаций, не поддерживаемых базовой схемой в текущей версии системы. Данным замечанием мы просто указываем на возможность ввода отрицательного значения номера.

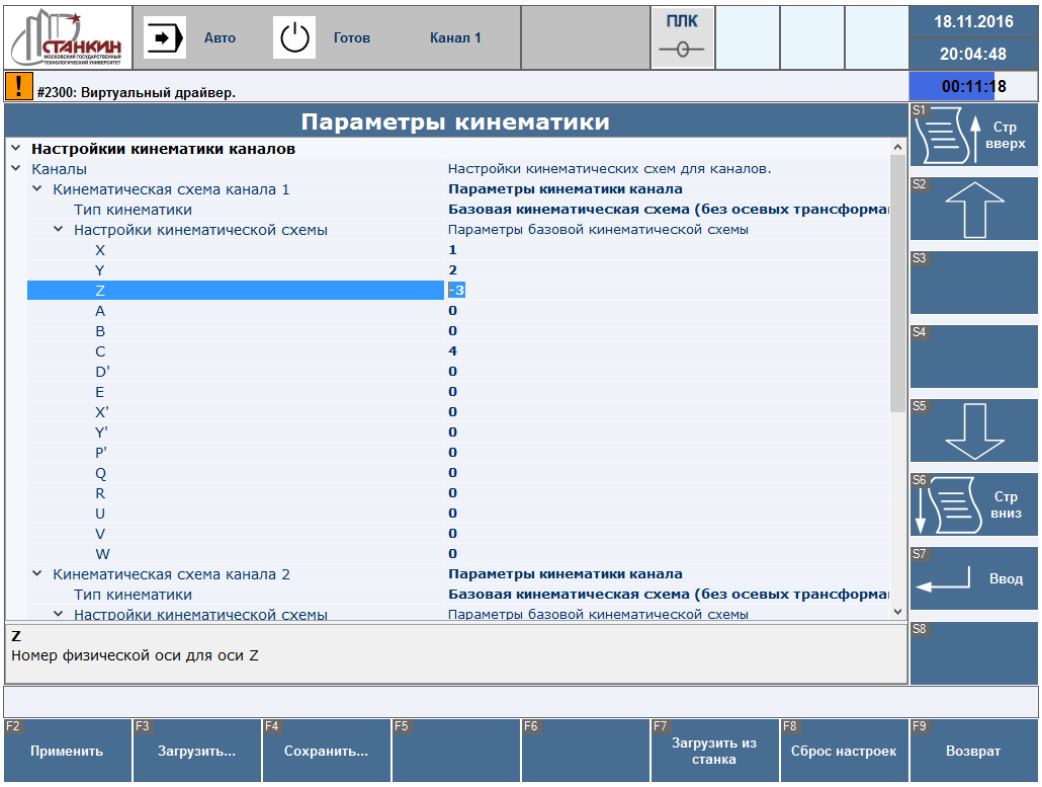


Рисунок 20 – Задание реверсивного направления для оси

Указанные правила при задании номеров осей актуальны для любой кинематической схемы, так как сопоставление программируемых координат и осей станка необходимо для всех схем.

5.3 Многокоординатные схемы с круговыми осями ориентации, направленными взаимно ортогонально

Схемы, описанные в данном разделе, соответствуют станкам с декартовыми осями X, Y, Z, вокруг которых осуществляют вращение круговые оси ориентации. Наличие круговых осей позволяет реализовывать трансформации координат в 3-х, 4-х, 5-ти и 6-ти координатном режимах. При наличии двух или трех поворотных осей схемы позволяют реализовать программирование ориентации инструмента в обобщенных координатах (с помощью компонент вектора инструмента или углов ориентации).

5.3.1 LLLRR+R (голова с двумя осями ориентации)

Схема типа LLLRR+R соответствует станку с деталью постоянной ориентации (относительно СКС) и держателем инструмента, ориентация которого определяется

позициями двух поворотных осей, направленных ортогонально друг относительно друга вдоль декартовых осей СКС (Рисунок 21).

Обозначения:

R1 – первая ось вращения держателя инструмента.

R2 – вторая ось вращения держателя инструмента.

Ψ – ось собственного вращения инструмента.

L1 – вектор оси R2 относительно оси R1.

L2 – вектор конца нулевого инструмента (нуля БСКД) относительно оси R2.

X, Y, Z, U, V, W – линейные оси станка.

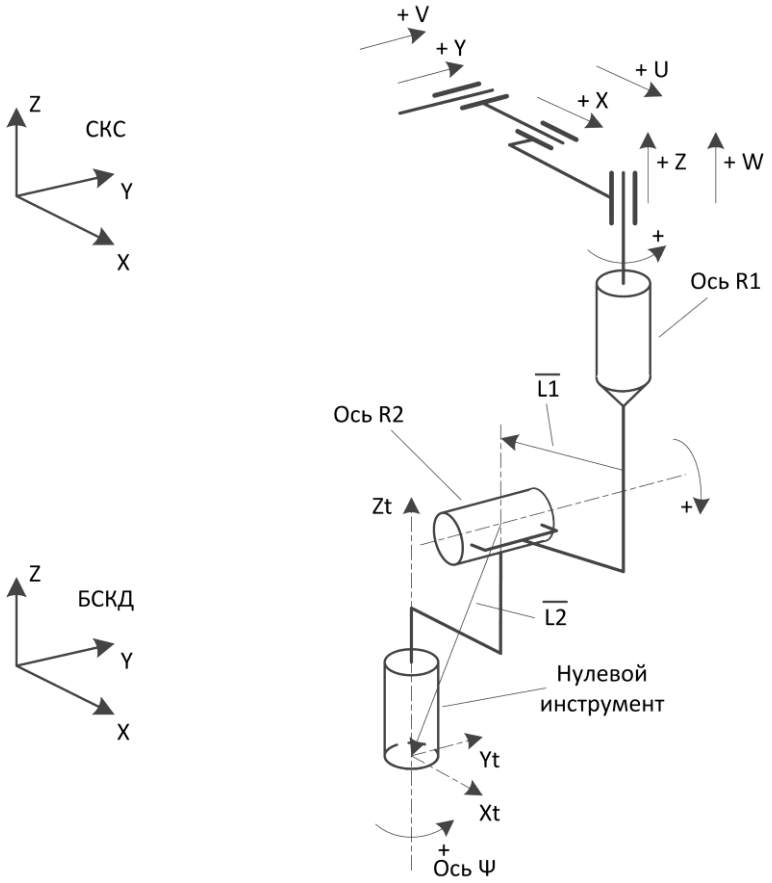


Рисунок 21 – Схема LLLRR+R (с конфигурацией поворотных осей ZY)

Оси ориентации могут иметь различное направление относительно СКС. Схема LLLRR+R поддерживает 3 возможных ортогональных конфигурации осей – XY, YX, ZY (первая ось в двухбуквенном обозначении – это направление для оси R1, вторая – для R2 при базовом положении кинематической схемы) (Рисунок 22). Другие варианты либо не имеют смысла с точки зрения обеспечения осевой трансформации, либо сводятся к одной из трех поддерживаемых конфигураций (в частности, ZX была бы тождественна схеме ZY со смещением позиции оси R1 на -90°).

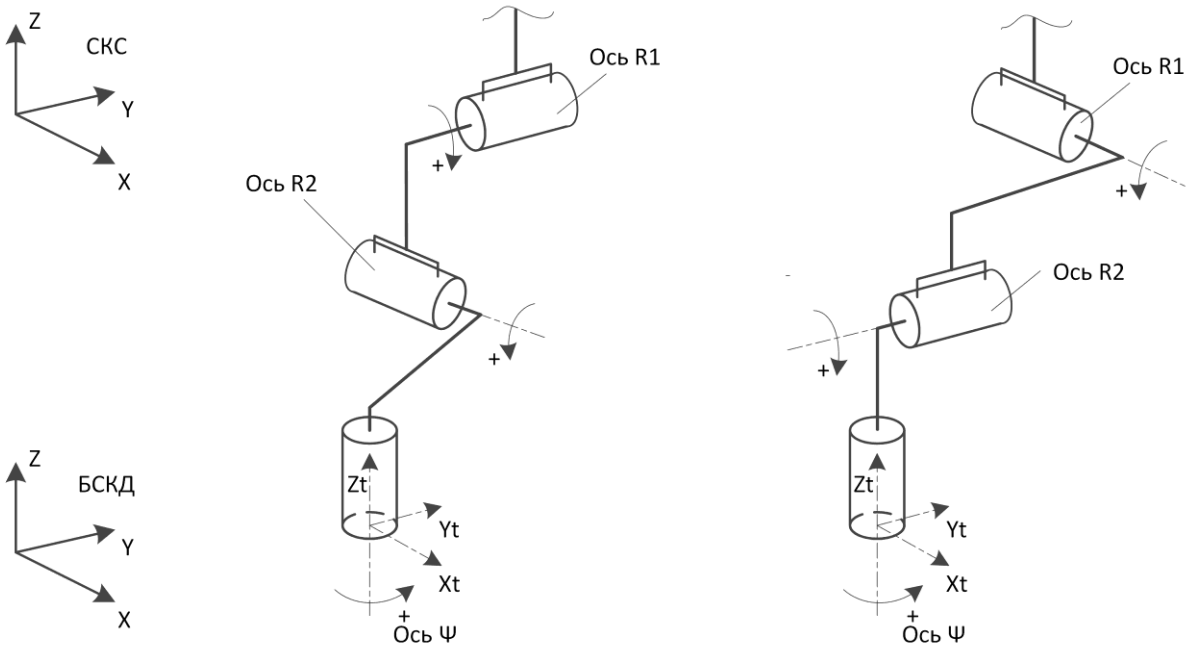


Рисунок 22 – Конфигурации YX и XY (упрощенное изображение)

Параметры кинематической схемы:

Номера физических осей (X-W) – номера осей, привязанных к программируемым координатам. Устанавливаются аналогично базовой кинематической схеме (см. главу 5.2.2).

Программируемый адрес для оси R1 – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует R1. По умолчанию – «C».

Программируемый адрес для оси R2 – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует R2. По умолчанию – «B».

Программируемый адрес для оси Ψ – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует Ψ. По умолчанию – «Не задано», т.е. ось собственного вращения не используется при трансформации.

L1 X, L1 Y, L1 Z – компоненты вектора L1.

L2 X, L2 Y, L2 Z – компоненты вектора L2.

Компенсация осей UVW при трансформации – определяет, будут ли перемещения по осям U, V, W компенсироваться при расчете движений в режиме кинематической трансформации.

Направление осей R1 и R2 – пара осей станочной системы, вдоль которых направлены оси вращения R1 и R2 в базовом положении кинематической схемы. По умолчанию – «ZY».

Выбор пути для движения ориентации – указывает системе, как выбирать путь движения при программировании ориентации в обобщенных координатах.

Смещение R1, R2, Ψ, X, Y, Z – смещения осей станка, необходимые для приведения кинематической схемы в базовое положение.

5.3.2 RLLLR+R (поворотный стол и голова с одной осью ориентации)

Схема типа RLLRR+R соответствует станку, где деталь закрепляется на поворотном столе, а наклон держателя инструмента относительно стола определяется позицией одной поворотной оси (Рисунок 23). Возможны 2 варианта схемы, которые отличаются направлением оси вращения инструмента: ось ориентирована вдоль Y в первом варианте и вдоль X во втором.

Обозначения:

R1 – ось вращения стола.

R2 – ось вращения держателя инструмента.

Ψ – ось собственного вращения инструмента.

L1 – вектор конца нулевого инструмента (нуля БСКД) относительно оси R1.

L2 – вектор конца нулевого инструмента (нуля БСКД) относительно оси R2.

X, Y, Z, U, V, W – линейные оси станка.

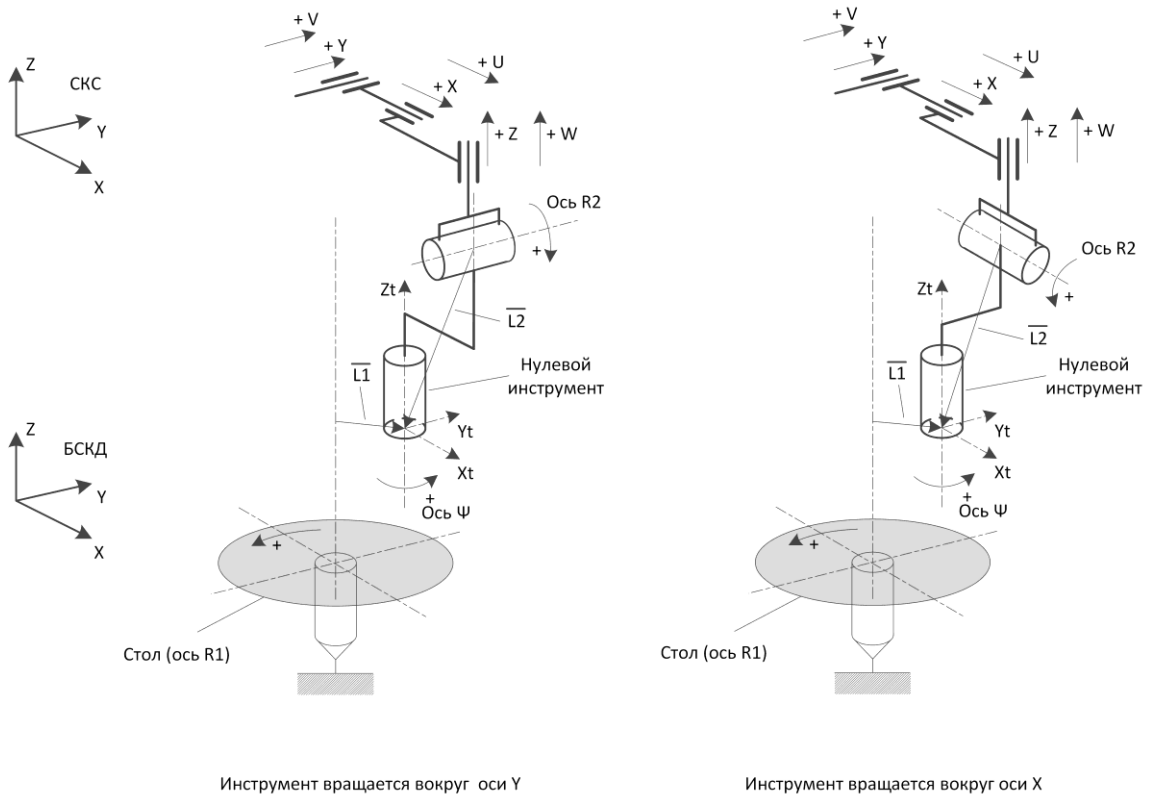


Рисунок 23 – Варианты схем с поворотным столом

Параметры кинематической схемы:

Номера физических осей (X-W) – номера осей, привязанных к программируемым координатам. Устанавливаются аналогично базовой кинематической схеме (см. раздел 5.2.2).

Программируемый адрес для оси R1 – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует R1. По умолчанию – «C».

Программируемый адрес для оси R2 – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует R2. По умолчанию – «B».

Программируемый адрес для оси Ψ – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует Ψ. По умолчанию – «Не задано», т.е. ось собственного вращения не используется при трансформации.

L1 X, L1 Y – компоненты вектора L1.

L2 X, L2 Y, L2 Z – компоненты вектора L2.

Компенсация осей UVW при трансформации – определяет, будут ли перемещения по осям U, V, W компенсироваться при расчете движений в режиме кинематической трансформации.

Направление оси поворота инструмента – направление оси R2 относительно станочной системы координат. По умолчанию – «Y».

Выбор пути для движения ориентации – указывает системе, как выбирать путь движения при программировании ориентации в обобщенных координатах.

Смещение R1, R2, Ψ, X, Y, Z – смещения осей станка, необходимые для приведения кинематической схемы в базовое положение.

5.3.3 RRLLL+R (глобусный стол)

Схема типа RRLLL+R соответствует станку с глобусным столом. Как и в случае с поворотным столом (схема RLLLR+R), возможны 2 варианта схемы. Они отличаются ориентацией оси вращения, используемой для наклона стола: ось ориентирована вдоль Y в первом варианте и вдоль X во втором (на Рисунок 24 показан вариант с осью вращения Y).

Обозначения:

R1 – ось вращения стола.

R2 – ось наклона стола.

Ψ – ось собственного вращения инструмента.

L1 – вектор оси R2 относительно оси R1.

L2 – вектор конца нулевого инструмента (нуля БСКД) относительно оси R2.

X, Y, Z, U, V, W – линейные оси станка.

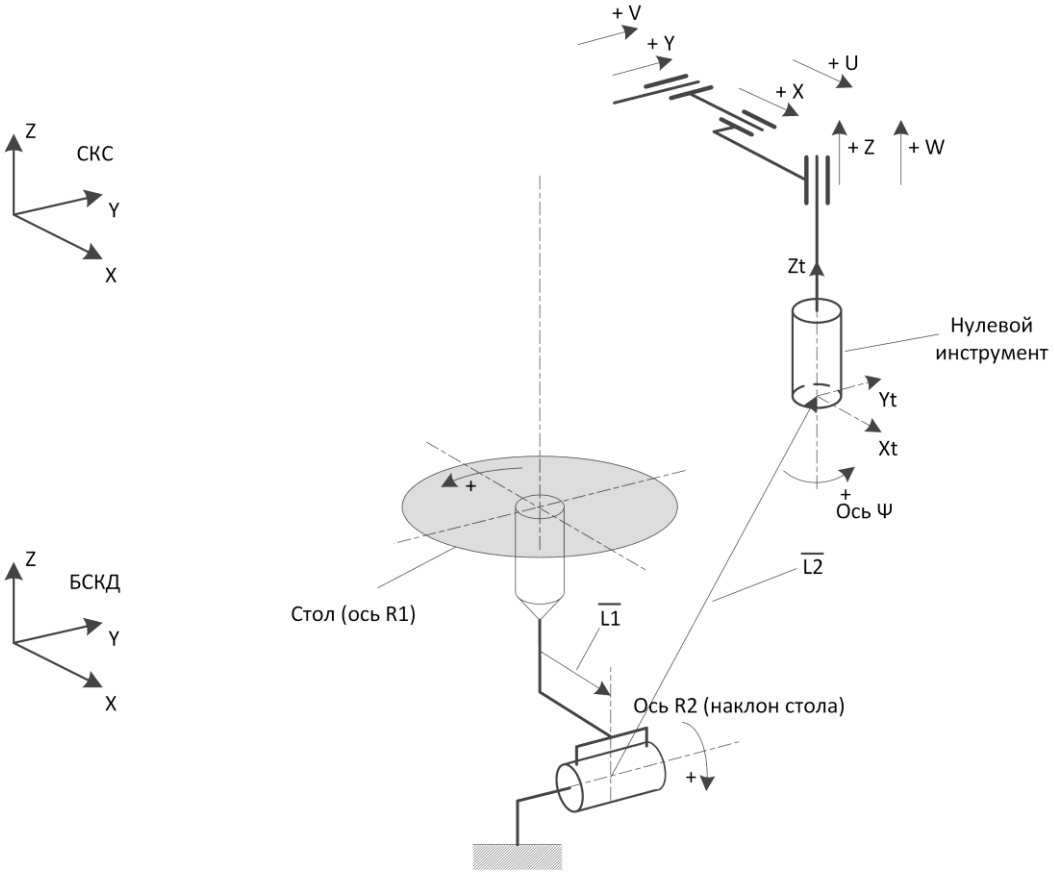


Рисунок 24 – Кинематическая схема с глобусным столом

Параметры кинематической схемы:

Номера физических осей (X-W) – номера осей, привязанных к программируемым координатам. Устанавливаются аналогично базовой кинематической схеме (см. раздел 5.2.2).

Программируемый адрес для оси R1 – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует R1. По умолчанию – «C».

Программируемый адрес для оси R2 – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует R2. По умолчанию – «B».

Программируемый адрес для оси Ψ – определяет адрес программируемой координаты, привязанная ось которой соответствует Ψ. По умолчанию – «Не задано», т.е. ось собственного вращения не используется при трансформации.

L1 X, L1 Y – компоненты вектора L1.

L2 X, L2 Y, L2 Z – компоненты вектора L2.

Компенсация осей U, V, W при трансформации – определяет, будут ли перемещения по осям U, V, W компенсироваться при расчете движений в режиме кинематической трансформации.

Направление оси наклона стола – направление оси R2 относительно станочной системы координат. По умолчанию – «Y».

Выбор пути для движения ориентации – указывает системе, как выбирать путь движения при программировании ориентации в обобщенных координатах.

Смещение R1, R2, Ψ, X, Y, Z – смещения осей станка, необходимые для приведения кинематической схемы в базовое положение.

5.3.4 Общие характеристики и особенности схем

5.3.4.1 Дополнительные комментарии к схемам

Если при задании положительного перемещения физическая ось станка смещается в обратную сторону относительно положительного направления, показанного на иллюстрации к схеме, то номер физической оси для соответствующей программируемой координаты нужно указывать со знаком минус. Пример: пусть станок имеет левую систему координат (направление Y обратное). В этом случае для координаты Y номер оси станка следует указать отрицательным. То же самое касается направлений вращения круговых осей.

Векторы L1 и L2 определяют взаимное положение частей системы при базовом положении кинематической схемы, то есть когда нулевой инструмент имеет нулевую ориентацию (углы Эйлера {0,0,0}), а положение конца нулевого инструмента совпадает с нулем БСКД.

Для систем с поворотным и глобусным столом Z-компонента вектора L1 не указывается, так как не влияет на кинематические расчеты. Сама же величина вектора L1 показывает степень удаления БСКД от центра стола в проекции XY при базовой ориентации. Чем больше модуль вектора, тем больше поворот стола влияет на пространственное перемещение системы координат детали (Рисунок 25). Разумеется, это справедливо только для БСКД, так как программист может с помощью команд сместить текущую СКД куда угодно. В большинстве случаев вектор L1 устанавливается нулевым, т.е. считается, что ноль БСКД лежит на оси вращения стола. Хотя иногда технологи, наоборот, удаляют базовую систему координат от центра, так как при некоторых сочетаниях скоростей поворотных и линейных осей это позволяет добиться более высоких линейных (но более низких круговых) подач при одной и той же точности обработки.

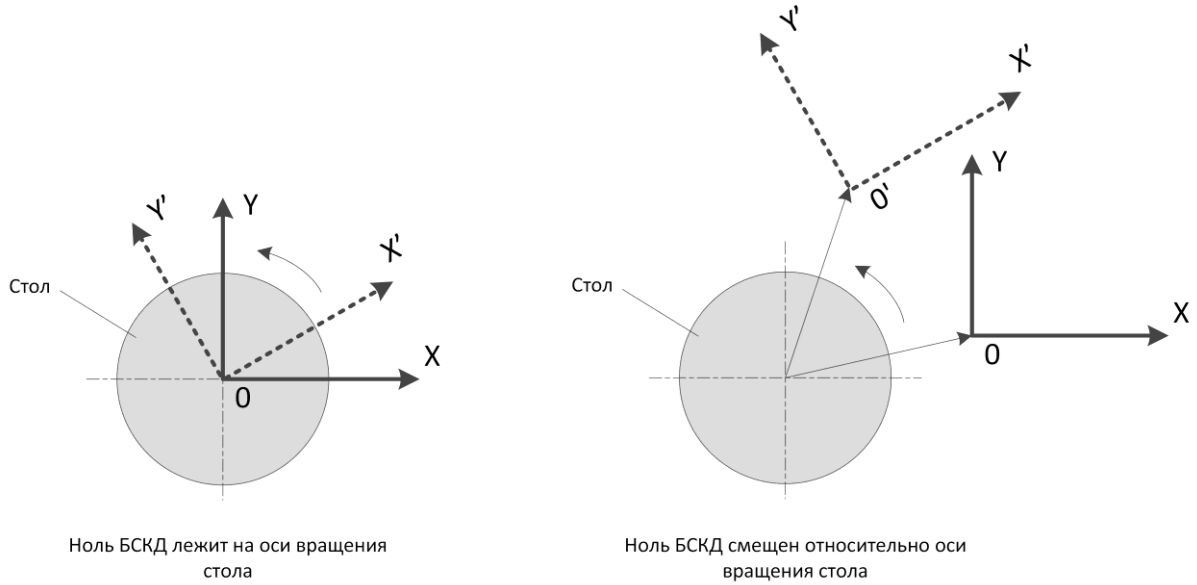


Рисунок 25 – Смещение СКД при повороте стола вокруг оси Z

5.3.4.2 Компенсация перемещений вспомогательных линейных осей

Параметр «Компенсация осей U, V, W при трансформации» позволяет включить учет смещения дополнительных линейных осей в режиме кинематической трансформации (TRAORI). В случае активации этого параметра движения по осям (U, V, W) при включенной трансформации не приводят к изменению позиции конца инструмента относительно системы координат детали, так как при этом происходит компенсация смещений обратным движением осей (X, Y, Z).

Пример (фрагмент):

N10 TRAORI // Включение трансформации

N20 Z60 W0 F600 // Движение в точку Z=60 относительно СКД

N30 W20 // Смещение оси W

N50 M30 // Конец программы

При обработке кадра N30 ось Z станка будет перемещаться в позицию 40 (синхронно с перемещением оси W в позицию 20) таким образом, чтобы в ходе движения конец инструмента остался неподвижным в системе координат детали.

Замечание: если оси U, V, W станка имеют нестандартный геометрический смысл (не коллинеарны осям X, Y, Z), то компенсация не будет работать корректно.

5.3.4.3 Поведение при разных наборах активных осей ориентации

Для каждой схемы данного раздела можно задать программируемые адреса трех осей ориентации: R1 и R2, определяющих направление вектора инструмента относительно детали, и оси собственного вращения инструмента Ψ (суффикс «+R» в обозначении схем указывает на опциональную возможность конфигурирования этой оси). Для работы системы ЧПУ указание любой из трех осей не является обязательным, но неполный набор осей ориентации обуславливает ограничения на способы программирования движений и влияет на особенности поведения системы ЧПУ в целом.

Для обеспечения возможности программирования ориентации инструмента в обобщенных координатах (с помощью компонент вектора или углов Эйлера) необходимо задание программируемых адресов для обеих осей R1 и R2 (т.е. требуется полноценный 5-координатный станок). Если адрес для одной из этих осей не задан, выполнение кадра с заданием вектора или угла будет прервано.

Если адрес для оси Ψ не задан, то запрограммированный угол собственного вращения (C2) игнорируется, а его значение никак не влияет на выбор пути движения. Если же ось Ψ имеет заданный адрес, то система ЧПУ работает в 6-координатном режиме, т.е. все три угла ориентации твердого тела для инструмента будут учитываться системой при выборе пути движения. Из этого следует, что позиция оси собственного вращения инструмента может быть изменена системой в ходе движения, даже если угол Ψ не задавался в управляющей программе. Такое «спонтанное» движение оси Ψ неизбежно в следующих случаях:

- при смене кинематической конфигурации (см 5.3.4.4 – 5.3.4.6) без запрограммированного перехода угла θ через ноль;
- при программировании углов в режиме ORIRPY (так как результирующая матрица поворота для системы углов «тангаж-крен-рысканье» неизбежно дает изменение

угла собственного вращения инструмента в системе углов Эйлера ZY'Z'', хотя напрямую этот угол в режиме ORIRPY не задается).

Таким образом, устанавливать адрес оси Ψ следует только в том случае, если станок предполагается использовать в полноценном 6-координатном режиме (например, как ориентируемый манипулятор). Если же инструмент и технология обработки не предполагают задание угла собственного вращения в виде угла Эйлера, указывать адрес оси Ψ не рекомендуется, чтобы исключить взаимное влияние движений осей ориентации вектора инструмента (R1, R2) и оси собственного вращения.

Функция трансформации (TRAORI) поддерживается, если хотя бы одной из осей (R1, R2) задан программируемый адрес. При этом позиция неактивной оси (не имеющей адреса) принимается равной нулю. Таким образом, для 4-координатной системы трансформация ориентации может применяться. В частности, это справедливо для станков с изменяемым наклоном инструмента относительно фиксированного стола или с наклонным столом и инструментом фиксированной ориентации. Однако в 4-координатном режиме для оси вращения можно задавать позицию только напрямую (например: G01 TRAORI B45 F600). Обобщенное программирование ориентации не допускается. Все сказанное также справедливо для 3-х координатных систем с одной осью вращения, лишенных одной декартовой оси (ее позиция принимается равной нулю).

5.3.4.4 Кинематические конфигурации

При программировании ориентации инструмента с помощью обобщенных координат (углов Эйлера или компонент вектора инструмента) нужно понимать, что для заданной ориентации инструмента существует 2 варианта пары позиций осей R1 и R2. Отличительной особенностью каждого варианта (кинематической конфигурации) является положение оси R2.

Конфигурация №1: R2 ≥ 0 (|R2| ≤ 90 для вариантов XY и YX схемы LLLRR+R)

Конфигурация №2: R2 < 0 (|R2| > 90 для вариантов XY и YX схемы LLLRR+R)

Нулем оси R2 в данном случае условно считаем позицию оси при базовой ориентации (ось Z инструмента вдоль оси Z СКС).

При этом может быть неограниченно много кратных вариантов обеих конфигураций, отличающихся друг от друга на полный оборот одной из осей (количество таких конфигураций зависит от диапазона позиций осей).

На Рисунок 26 условно изображена фрезерная голова с двумя осями ориентации (тип ZY). Если считать начальную позицию осей нулевой (R1=0, R2=0 при нулевой ориентации инструмента), то нетрудно мысленно представить, что заданная ориентация (φ=30, θ=45) может быть достигнута путем перемещения осей двумя различными кратчайшими путями:

1) R1=30, R2=45
2) R1=-150, R2=-45

С учетом произвольного числа полных оборотов N и K, возможные пары позиций осей для заданной ориентации можно записать в следующем общем виде:

3) R1=30±360*N, R2=45±360*K
4) R1=-150±360*N, R2=-45±360*K

Какая пара значений будет выбрана системой в том или ином случае, зависит от положения в начале кадра, режимов управления движением и ограничений на позиции осей в машинных параметрах.

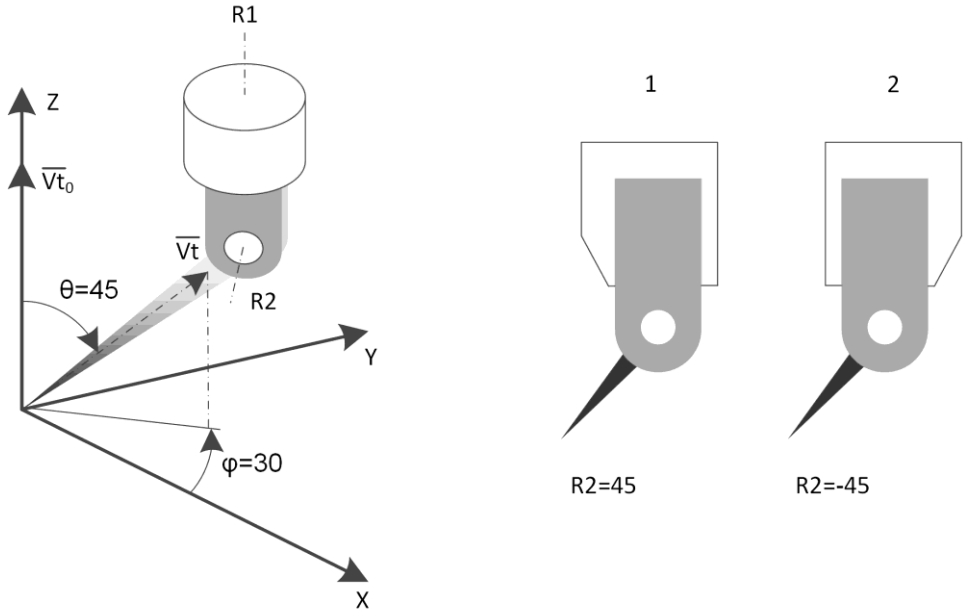


Рисунок 26 – О неоднозначности позиций осей для заданных углов Эйлера

5.3.4.5 Выбор пути для движения ориентации

Алгоритм выбора системой ЧПУ пути для движения ориентации состоит из следующих шагов:

1. Определяются позиции осей для двух возможных кинематических конфигураций.
2. Для каждой из конфигураций определяется кратчайший путь поворота осей. В зависимости от параметра «*Выбор пути для движения ориентации*» решается вопрос о реализуемости обеих конфигураций.
3. Если ни одна конфигурация не реализуема, выполнение кадра прерывается и канал системы останавливается с ошибкой 337.
4. Если возможен проход через особую точку (см 5.3.4.6) с переключением конфигурации (т.е. путем поворота одной оси R2), выбирается именно такой путь и процедура подготовки завершается.
5. Если обе конфигурации реализуемы, выбирается та, для которой сумма квадратов углов поворотов (от начальной до конечной позиции кадра) всех активных осей ориентации наименьшая.

Вывод о реализуемости той или иной кинематической конфигурации зависит от режима интерполяции (ORIAXES, ORIVECT) и значения параметра «*Выбор пути для движения ориентации*» кинематической схемы (Таблица 9). Примечание: номера в левом столбце даны только для ссылок на соответствующий вариант в дальнейшем тексте.

Таблица 9 – Варианты параметра выбора пути для движения ориентации

#	Значение	Описание
1	Ориентация только по кратчайшему пути	В любом режиме движения ориентации поворот оси R1 выполняется по кратчайшему пути. Если проход по кратчайшему пути невозможен из-за нарушения пределов оси, выполнение кадра прерывается.
2	Ориентация по любому возможному пути (только для режима ORIAXES)	В режиме ORIAXES поворот оси R1 допускается по длинному пути, если кратчайший путь недопустим из-за нарушения пределов или по совокупности поворотов всех осей ориентации длинный путь оси R1 получается более выгодным. В режиме ORIVECT при отсутствии возможности кратчайшего перемещения выполнение кадра прерывается.
3	Ориентация по любому возможному пути (для всех режимов)	Аналогично варианту #2, но режим ORIVECT при необходимости заменяется на ORIAXES для обрабатываемого кадра.

Рассматриваемый параметр влияет на поведение системы в тех случаях, когда поворот по оси R1 не может быть произведен по кратчайшему пути из-за возможного нарушения пределов осей. На практике разумнее всего выбирать вариант #2, так как для режима ORIAXES длинный путь поворота, как правило, допустим. В то же время, в случае выбора варианта #3 принудительная замена режима ORIVECT на ORIAXES может привести к непредсказуемым последствиям (повреждению поверхности детали, поломке инструмента и оснастки).

Уточним, что подразумевается под длинным и кратчайшим путем. Достижение заданного углового положения оси возможно путем поворота как в отрицательную, так и в положительную сторону. Один вариант дает путь меньше 180 градусов, другой – больше. При этом в случае равных путей оба варианта считаются кратчайшими (Рисунок 27).

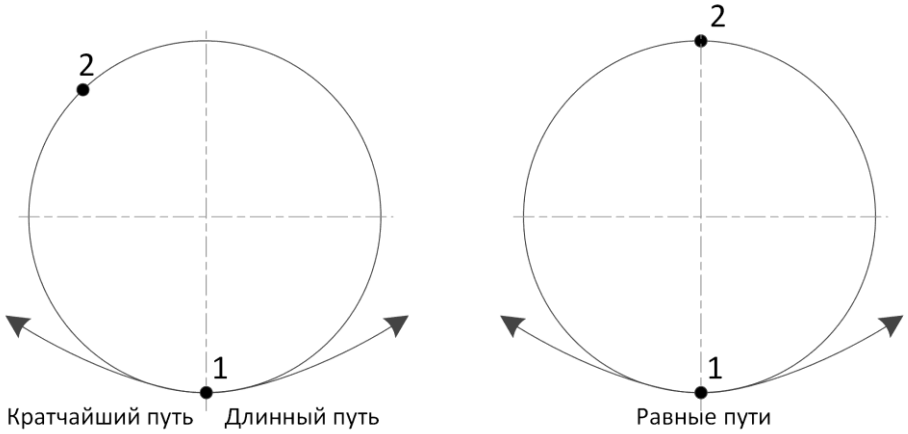


Рисунок 27 – Кратчайший и длинный пути поворота оси от позиции 1 к позиции 2

В режиме ORIVECT движение оси R1 может быть произведено только по кратчайшему пути, либо через особую точку (см. далее).

5.3.4.6 Особые (сингулярные) точки

В кадре управляющей программы может быть задано движение, для которого векторы начальной и конечной ориентации инструмента лежат в одной плоскости с той или иной осью СКС. В этом случае при совершении движения ориентации возможен (а в режиме ORIVECT необходим) переход через особые точки на координатной сфере, называемые полярным и экваториальным положением. На Рисунок 28 изображены движения вектора ориентации через такие положения.

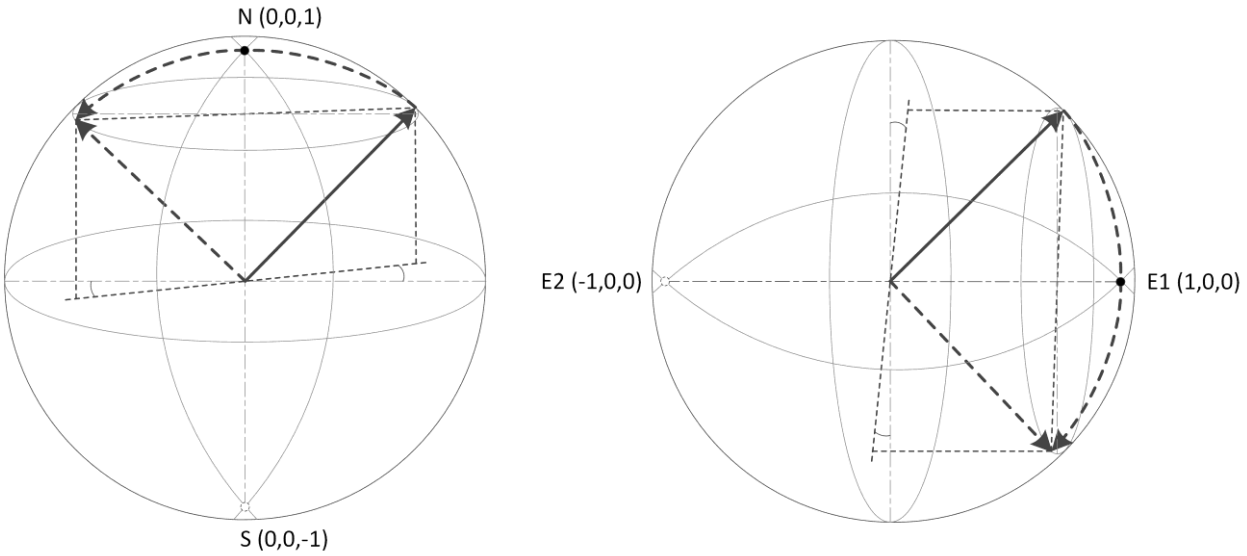


Рисунок 28 – Переход вектора через полярное и экваториальное положения

Для каждой из кинематических схем имеется свой набор точек, которые являются особыми (представляем точки единичными векторами в системе СКС, три цифры обозначают три компоненты вектора (x, y, z)):

1. Для схем с поворотным и глобусным столом, а также для схем LLLRR+R типа ZY особыми точками являются северный и южный полюса N(0,0,1) и S(0,0,-1).
2. Для схемы LLLRR+R типа XY – точки на экваторе E1(1,0,0) и E2(-1,0,0).
3. Для схемы LLLRR+R типа YX – точки на экваторе E3(0,1,0) и E4(0,-1,0).

Можно заметить, что особые точки лежат на оси R1 соответствующей схемы. Эти точки также называются сингулярными. Дело в том, что движение с ненулевой скоростью в режиме интерполяции вектора (ORIVECT) через особые точки формально приводит к мгновенному повороту оси R1. Рассмотрим пример (считаем, что ось R1 совпадает с Z).

Пример (фрагмент):

N10 TRAORI ORIVECT // Включение трансформации и режима ORIVECT

N20 A2=0 B2=45 F600 // Первое движение

N30 A2=180 // Второе движение

N50 M30 // Конец программы

Кадр N30 задает поворот вектора через северный полюс N в пределах вертикальной плоскости (как на Рисунок 28, слева). Если ось R2 не допускает задания отрицательных позиций, единственный способ реализовать запрограммированное движение – повернуть инструмент до полярного положения путем движения оси R2 в ноль, затем мгновенно развернуть ось R1 на 180 градусов, после чего продолжить движение оси R2 в позицию, соответствующую наклону в 45 градусов. На практике система ЧПУ в таких случаях снижает скорость до нуля при подходе к сингулярной точке, затем разворачивает ось R1 с

допустимым ускорением, после чего реализует вторую фазу движения оси R2, тоже не выходя за пределы заданного ускорения оси.

Второй способ прохода особой точки – это движение с переключением кинематической конфигурации. В этом случае поворот вектора ориентации реализуется путем движения одной оси R2 при неподвижной оси R1. В вышеприведенном примере второе движение будет реализовано путем поворота оси R2 на ±90 градусов.

На Рисунок 29 показаны оба способа: с поворотом оси R1 в особой точке и с переключением кинематической конфигурации (справа).

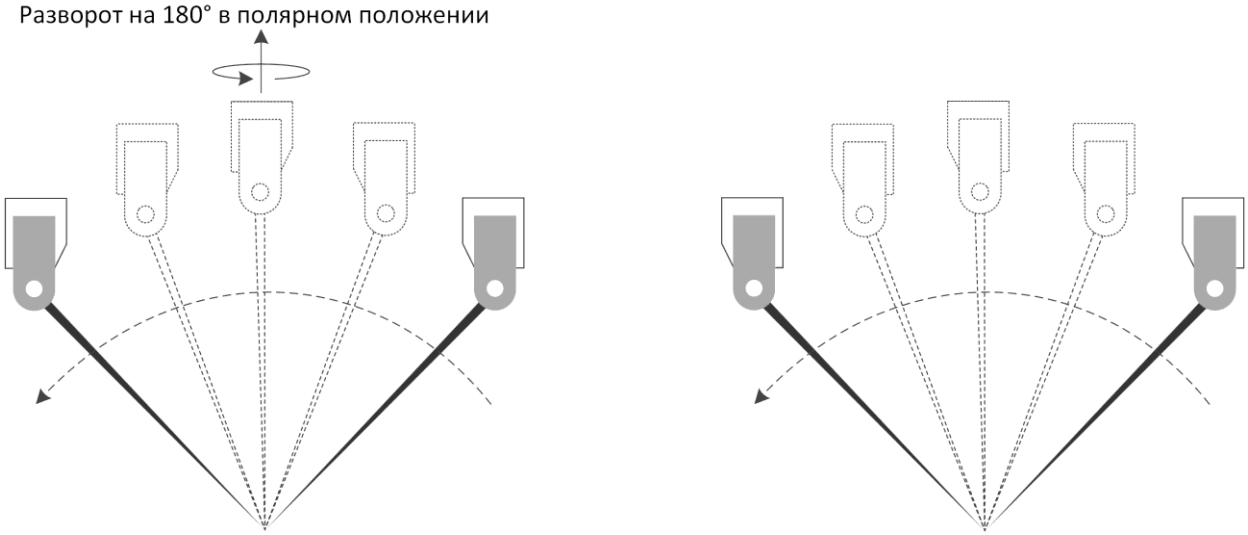


Рисунок 29 – Способы прохода полюса

Вариант с переключением конфигурации при проходе особой точки имеет приоритет и при возможности выбирается системой даже в режиме осевой интерполяции (ORIAXES), так как является самым выгодным с точки зрения величины суммарного поворота осей.

6 Таблицы компенсаций механических погрешностей

В разделе рассматриваются виды компенсаций механических погрешностей станка, реализованные в системе ЧПУ «АксиОМА Контрол»: компенсация собственной погрешности оси, перекрестная компенсация, температурная компенсация, интерполяционная компенсация длины инструмента.

6.1 Типы компенсаций погрешностей

Как правило, физические координаты осей станка не соответствуют идеальным командным значениям, заданным в управляющей программе, что приводит к погрешностям обработки. Происходит это по многим причинам: отсутствие линейных датчиков положения или систематические ошибки имеющихся датчиков, перекосы осей, прогибы и т.п. Многие систематические погрешности поддаются измерению и для конкретного станка существенно не меняются в течение достаточно длительного времени, что позволяет скомпенсировать их на этапе задания положения приводам системой ЧПУ.

Даже при наличии надежных датчиков положения компенсация погрешностей на уровне интерполятора системы ЧПУ может принести существенную пользу, так как замыкание по положению при достаточно существенных величинах отклонений не всегда работает эффективно (ошибку нельзя предсказать, что ведет к заметным скачкам скорости при регулировании по положению и неполной компенсации рассогласования). Компенсация погрешности на уровне интерполятора уменьшает разность между заданным и фактическим положением, что облегчает работу контура обратной связи.

Система ЧПУ «АксиОМА Контрол» поддерживает следующие типы компенсаций:

- компенсация собственной погрешности оси;
- перекрестная компенсация;
- температурная компенсация;
- интерполяционная компенсация длины инструмента.

Компенсация собственной погрешности оси – это минимизация погрешности положения, обусловленной конструкцией конкретной оси и не зависящей от положения других осей. Примеры применения: ошибки ШВП, ошибки линейного датчика оси.

Перекрестная компенсация – это минимизация погрешности положения, обусловленной механической связью оси с другой осью. Варианты применения: отклонения от прямолинейности, наклоны, перекосы. На Рисунок 30 показан пример. Здесь прогиб направляющей оси X является причиной ошибки позиционирования по оси Z. Ось X называется в этом случае **референсной** осью, ось Z – **компенсируемой**.

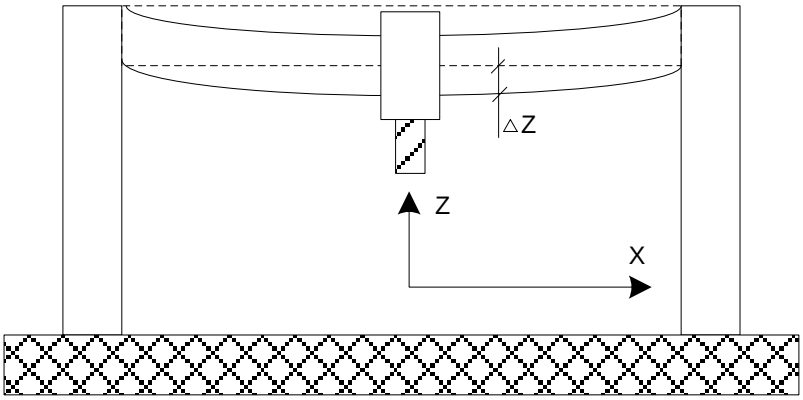


Рисунок 30 – Погрешность оси, зависящая от положения другой оси

Температурная компенсация – минимизация погрешности положения, связанной с изменениями линейных размеров механических элементов станка при изменении температуры.

Интерполяционная компенсация длины инструмента – коррекция длины инструмента с изменяемой ориентацией в многокоординатных системах. Пример показан на Рисунок 31. Фактическое расстояние от точки вращения узла крепления до конца инструмента меняется при изменении ориентации.

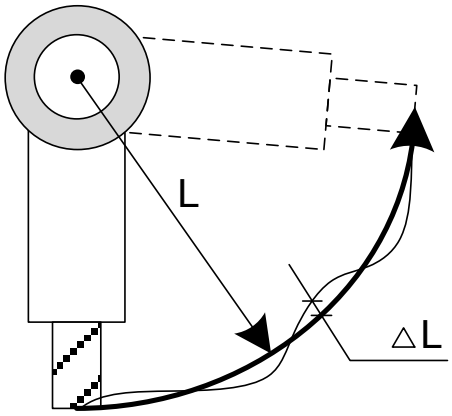


Рисунок 31 – Отклонение фактической длины инструмента от номинальной

6.2 Определение компенсационных величин

Данные для компенсаций определяются путем прямых измерений ошибок и организуются в таблицах, которые можно загружать из текстовых файлов. Таблицы содержат ограниченное число компенсационных значений (обычно это десятки или сотни измерений), но коррекции для промежуточных положений осей определяются системой с помощью линейной аппроксимации. Следует отметить, что в таблицах вводятся данные измерений как для положительного, так и для отрицательного направления перемещения (обычно ошибки для разных направлений отличаются из-за люфтов, изменения векторов прилагаемых к осям сил и других эффектов).

Описание таблицы содержит следующие данные (Рисунок 32):

- начало интервала измерений в единицах оси (мм или градусы);
- приращение позиции между измерениями в единицах оси;

- номер компенсируемой физической оси станка;
- номер перемещаемой оси (только для перекрестных компенсаций).

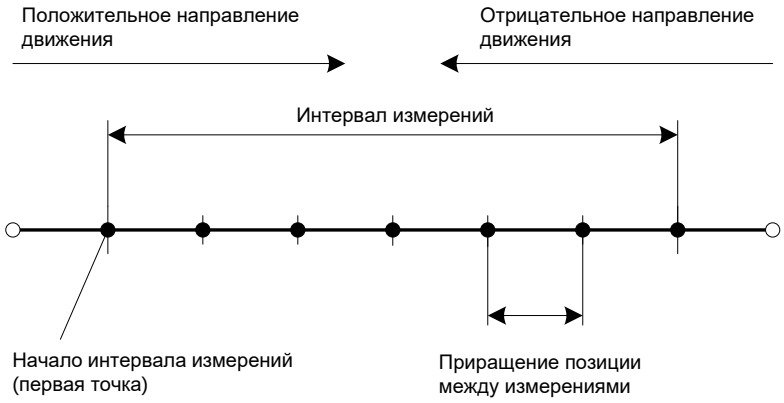


Рисунок 32 – Параметры измерения компенсаций

Предельные положения оси Рисунок 32 показаны незакрашенными кружками.

Система поддерживает одновременное включение нескольких компенсаций для одной оси. В этом случае компенсации суммируются. Однако, на оператора при этом возлагается ответственность за корректность методики измерения и наличие физического смысла комбинации нескольких компенсаций.

Перед измерением все активные таблицы компенсаций должны быть отключены.

Процедура измерения компенсационных значений состоит из следующих шагов:

1. Оси переводятся в ноль осевой системы координат станка и реферируются. Как правило, в точке реферирования погрешность считается равной нулю, и измерительный прибор калибруется по этому условию.
2. Ось перемещается в начало интервала измерений. Производится первое измерение.
3. Ось перемещается на расстояние, равное заданному приращению между измерительными позициями. Производится измерение фактического положения оси.
4. Шаг 3 повторяется до достижения последней измерительной позиции.
5. Ось перемещается правее последней измерительной позиции и возвращается в эту позицию. Производится первое измерение в отрицательном направлении.
6. Шаг 3 повторяются до достижения начала интервала измерений. Направление движения при этом отрицательное.

Таким образом, производится измерение позиций на заданном числе узлов интервала. Значения компенсаций для таблицы определяются исходя из соотношения:

$$C = Рзад – Ризм \quad (1)$$

Где Рзад – заданная позиция оси, Ризм – измеренная позиция.

Для измерения температурных компенсаций процедура иная, а данные измерений обрабатываются по-другому (

Рисунок **33**):

1. Измеряется температура элемента, расширение которого влияет на точность позиционирования (либо же элемент целенаправленно нагревается до заданной температуры).
2. Ось перемещается в любую начальную точку интервала измерений (как правило, это точка, близкая к началу отсчета оси или датчика положения). Производится измерение начальной позиции.
3. Последовательно производится ряд измерений фактического положения для точек, отстоящих от начала интервала на произвольную величину. При этом значение компенсации определяется как разность между заданным и фактическим расстоянием между началом интервала и точкой текущего измерения.
4. Аналитически или графически определяются параметры прямой, аппроксимирующей полученное множество измерительных данных (пары позиция – величина коррекции). Определяется позиция, для которой величина отклонения равна нулю (P0) и тангенс наклона прямой к компенсируемой оси (tan(A)).

Температурные деформации имеют линейный характер, поэтому зачастую требуется измерить ошибки в двух достаточно удаленных друг от друга позициях, хотя это не всегда справедливо.

Все шаги повторяются для нескольких заданных температур, после чего в таблицу заносятся пары значений P0, tan(A) для каждой температуры.

Следует отметить, что при одновременном использовании интерполяционной компенсации (собственной или перекрестной) с температурной возникает ряд трудностей, связанных с правильным выбором методики измерения погрешностей. Оптимальное решение при этом следующее: сначала проводятся измерения для таблиц интерполяционной компенсации, затем эти таблицы загружаются в систему и **активируются**, после чего проводятся измерения температурных погрешностей.

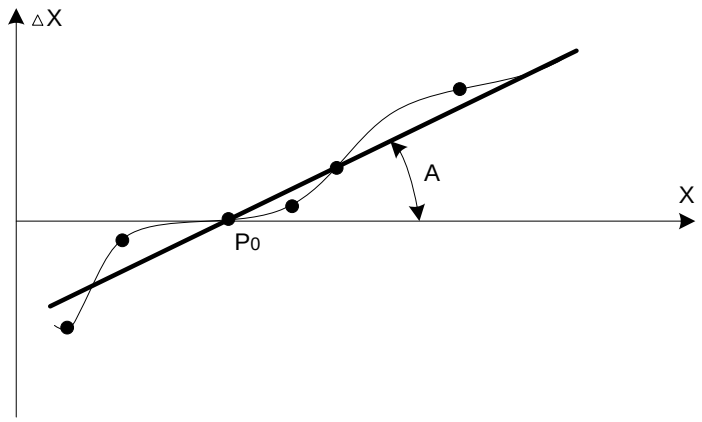


Рисунок 33 – Параметры измерения температурных компенсаций

Примечание: эффективная компенсация погрешностей возможна только при выполнении следующих условий:

1. Погрешности являются систематическими (имеется явная повторяемость ошибок при измерениях).
2. Ошибки позиционирования приводов, обусловленные их внутренней реализацией, существенно меньше компенсируемой погрешности.

6.3 Формат текстовых файлов таблиц компенсаций

Данные измерений записываются в текстовые файлы со стандартным расширением .txt (хотя можно использовать и любое другое расширение) для последующей загрузки в систему ЧПУ. Файл таблицы компенсаций состоит из заголовка с описанием и блока данных и в общем виде имеет следующий формат:

[header]

type = <тип таблицы>

start = <начало интервала измерений>

increment = <расстояние между точками измерений>

axis = <номер компенсируемой оси>

axis2 = <номер референсной оси> (для перекрестных компенсаций)

[data]

<компенсация в полож. Направлении> <компенсация в отриц. Направлении>

<компенсация в полож. Направлении> <компенсация в отриц. Направлении>

<компенсация в полож. Направлении> <компенсация в отриц. Направлении>

……

В разделе [**header**] описываются параметры таблицы: тип, начало интервала измерений, номер компенсируемой оси. Для таблиц перекрестных компенсаций также указывается номер референсной оси.

Поддерживаемые типы таблиц:
LSEC – компенсация собственной погрешности оси;
CCOMP – перекрестная компенсация;
TEMP – температурная компенсация;
TOOLLEN – интерполяционная компенсация длины инструмента.

Компенсационные значения задаются в единицах оси (мм или градусах).

Для таблиц температурных компенсаций вместо значений коррекций для двух направлений в строке данных записываются три величины: температура, параметры P0 и tan(A) компенсационной прямой:

[data]

<Температура, C°> < P_0> < tan(A)>

<Температура, C°> < P_0> < tan(A)>

……

Значения начала интервала измерений и расстояния между точками не используются для таблицы температурной компенсации, так как они не требуются для определения корректирующих значений.

Примечания:

1. Формат файла нечувствителен к регистру (прописные и строчные буквы не различаются).
2. В качестве разделителя целой и дробной части чисел можно использовать как точку, так и запятую.

3. Между двумя числами в строках раздела [data] можно ставить точку с запятой.

Пример текста файла с данными для таблицы перекрестной компенсации:

[header]

type = CCOMP

start = 0

increment = 10.0

axis = 1

axis2 = 2

[data]

0.01 -0.03

0.02 -0.04

0.01 -0.03

0.02 -0.03

0.01 -0.03

0.02 -0.03

0.01 -0.03

0.02 -0.02

0.01 -0.03

0.02 -0.02

0.01 -0.02

Значение коррекции в отрицательную сторону может отсутствовать в строке. В этом случае коррекция для обоих направлений перемещений считается одинаковой.

6.4 Экран работы с таблицами компенсаций.

На Рисунок 34 представлен общий вид экрана работы с таблицами компенсаций. Переход к экрану: Сервис > Маш параметры > Таблицы компенсаций.

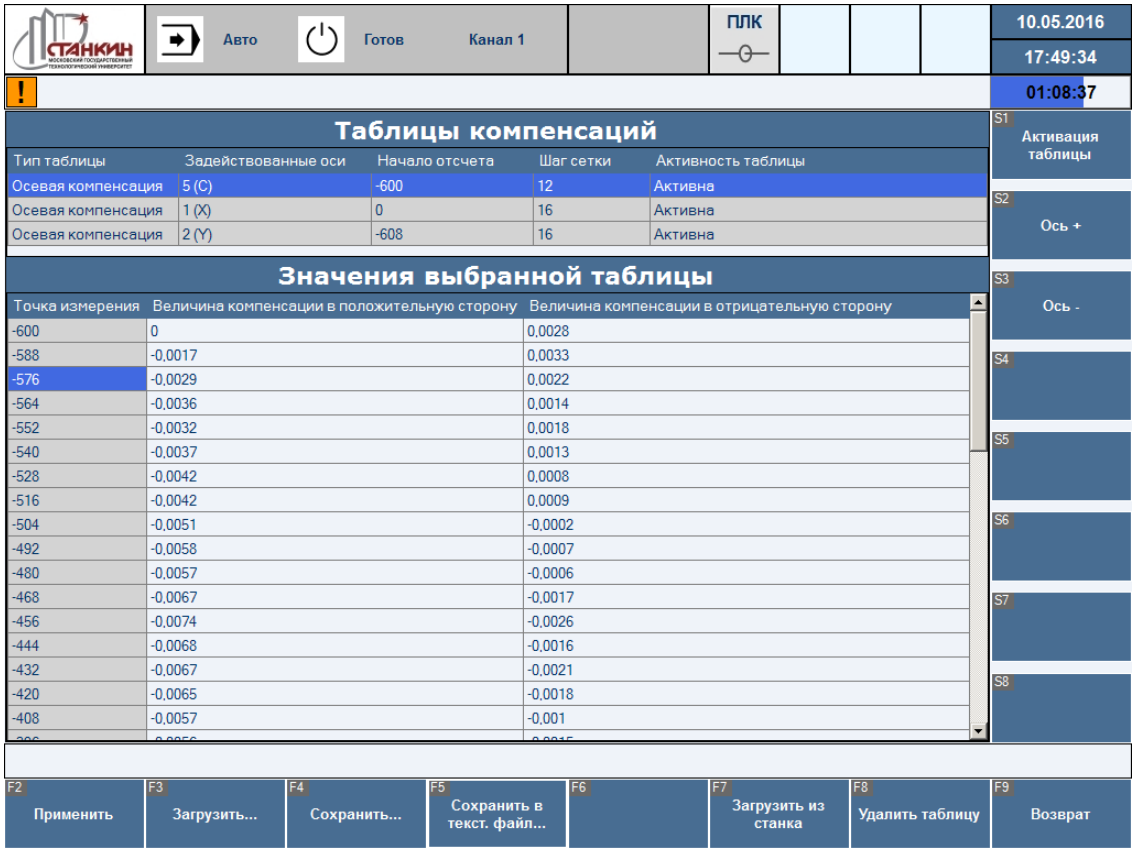


Рисунок 34 – Экран работы с таблицами компенсаций

При переходе на данный экран отображается текущая конфигурация таблиц системы ЧПУ, загруженная из ядра.

Экран разделён на две части: в верхней расположен список имеющихся таблиц, в нижней – данные выбранной в списке таблицы.

Назначение функциональных клавиш:

- F2 – Применение изменений (в том числе, произведенных загрузок или удалений таблиц). После нажатия данной клавиши оператору предлагается подтвердить действие. При подтверждении конфигурация таблиц в системе ЧПУ заменяется на новую (полученную путем манипуляций с таблицами на данном экране).
- F3 – Загрузка конфигурации таблиц из бинарного файла.
- F4 – Сохранение конфигурации таблиц в бинарный файл.
- F5 – Загрузка таблицы из текстового файла. Следует заметить, что таблица не привязана к конкретному файлу, поэтому оператор может загрузить один и тот же файл несколько раз (хотя это в общем случае не имеет смысла).
- F6 – Сохранение выбранной таблицы в текстовый файл.
- F7 – Загрузка текущей конфигурации таблиц из ядра системы. Это требуется в случаях, когда оператор выполнил какие-то неправильные, требующие отката изменений действия (например, удалил нужную таблицу).
- F8 – Удаление выбранной таблицы. После нажатия данной клавиши оператору предлагается подтвердить действие.
- F9 – Выход из режима. После нажатия данной клавиши оператору предлагается применить сделанные изменения, если они были.

- S1 – активация или деактивация выбранной таблицы. Неактивные таблицы сохраняются в системе, но не используются для коррекции координат.
- S2 – выбор задействованной оси для таблицы (переключение на следующую ось в порядке возрастания номера).
- S3 – выбор задействованной оси для таблицы (переключение на предыдущую ось в порядке убывания номера).

В текущей версии системы редактирование описания таблиц заблокировано. Непосредственно на экране можно изменять только значения компенсационных величин. Если требуется изменить параметры таблицы, тоеё следует сохранить в файл, после чего отредактировать в файле нужные свойства и загрузить таблицу из файла.

7 Конфигурация инструмента

7.1 Группы инструментов и параметры

Каждый инструмент в системе ЧПУ относится к одной из групп, определяющих его технологическое назначение. От выбора группы зависит набор доступных для редактирования параметров инструмента.

Общими для всех групп являются параметры длин **L1**, **L2**, **L3** (см. Руководство программиста, раздел «Компенсация размеров инструмента). Все три длины используются для компенсации всегда, даже если инструмент на чертеже не имеет соответствующих размеров (например, для сверла на схеме указывается только длина L1, при этом L2 и L3 всё равно будут применяться при компенсации длин). Так же для всех инструментов указываются величины ресурса и износа кромки.

Таблица 10 – Общие параметры всех инструментов

Параметр	Значение
L1, L2, L3	Длины инструмента. Привязка длин к осям зависит от режимов программирования. Могут задаваться и отрицательные длины. В этом случае компенсации будут обратными.
t	Начальный ресурс кромки инструмента. Положительное значение.
tr	Текущее значение ресурса кромки. Если значение равно нулю или отрицательно, то соответствующая кромка инструмента считается полностью изношенной.

Большинство дополнительных параметров инструментов, более подробно описывающих геометрию, используются только для виртуальной симуляции обработки.

Для инструментов шлифовальной группы никакие дополнительные параметры не задаются (Рисунок 35).

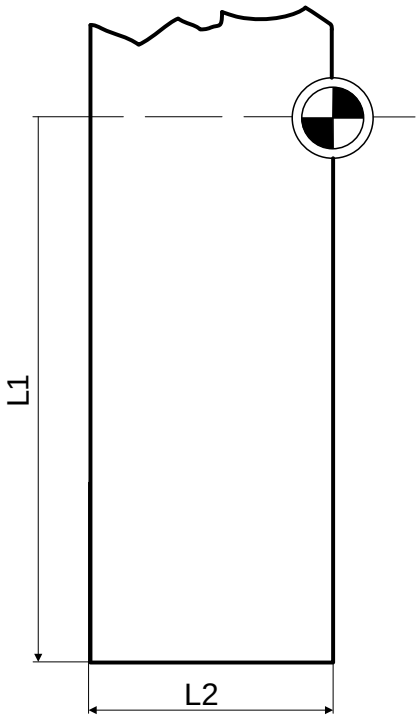


Рисунок 35 – Инструмент шлифовальной группы

Для инструментов сверлильной группы дополнительно можно задавать угол торцевого конуса **α** и радиус **R** (Рисунок 36).

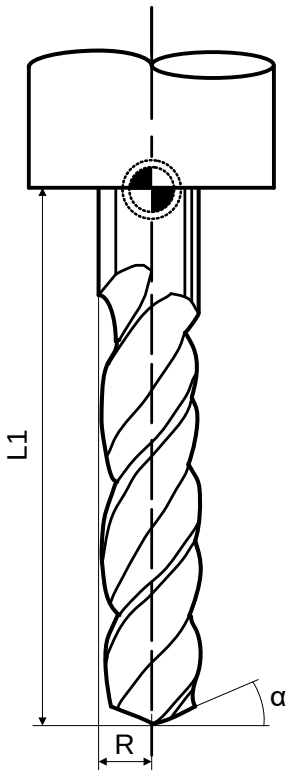


Рисунок 36 – Инструмент сверлильной группы

Для фрезерного инструмента задается ряд дополнительных геометрических параметров, определяющих форму (Рисунок 37, Таблица **11**).

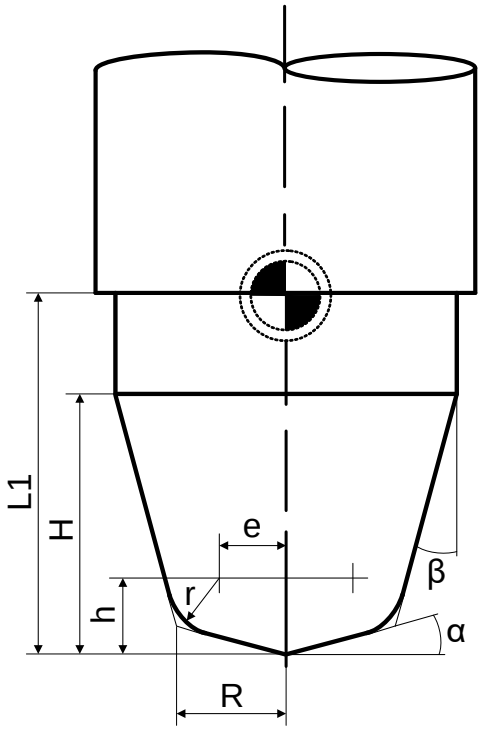


Рисунок 37 – Инструмент фрезерной группы

Таблица 11 – Краткое описание параметров конфигурации фрезы

Параметр	Значение
R	Радиус инструмента. **Для фрез с коническими поверхностями радиус соответствует окружности пересечения торцевого и периферийного конусов.**
r	Радиус среза или тангенциального скругления угла между образующими торцевого и периферийного конусов.
α	Угол торцевого конуса инструмента. Допустимые значения: [0°…+89°].
β	Угол периферийного конуса инструмента. Допустимые значения: [-89°…+89°].
H	Высота верхнего основания периферийного конуса относительно вершины инструмента. При β=0 игнорируется.
h	Высота центра окружности среза угла относительно вершины инструмента.
e	Расстояние от оси вращения до центра окружности среза угла.
n	Число зубьев. Целое положительное значение.

Для токарного инструмента также задаются расширенные параметры описания формы (Рисунок 38, Таблица 12).

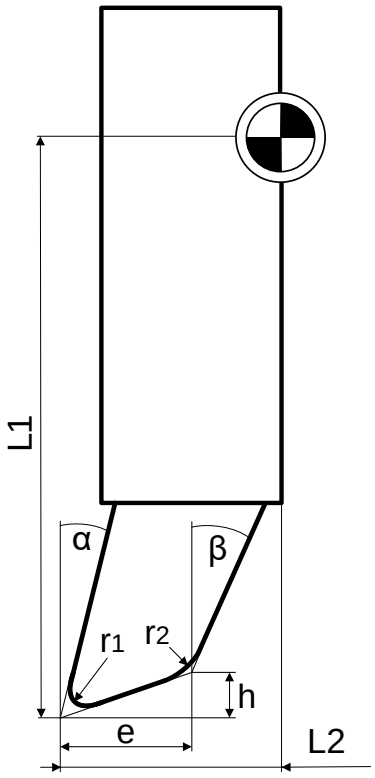


Рисунок 38 – Токарный инструмент

Таблица 12 – Краткое описание параметров конфигурации токарного резца

Параметр	Значение
r1	Радиус скругления ближайшего к нулю станка угла резца (этот угол совпадает с точкой центра инструмента, для которой задаются координаты в программе)
r2	Радиус скругления дальнего от нуля станка угла резца
α	Угол наклона ближайшей к нулю боковой поверхности
β	Угол наклона дальней от нуля боковой поверхности

Параметр	Значение
h	Размер промежуточного ребра вдоль L1
e	Размер промежуточного ребра вдоль L2

Токарный инструмент предполагается ориентированным перпендикулярно оси вращения детали (при использовании инструмента для виртуального моделирования обработки вектор L1 считается перпендикулярным оси Z независимо от выбранной рабочей плоскости).

7.2 Правила задания геометрических параметров для фрез

Если требуется задать скругление угла тангенциально к обоим конусам (что встречается на практике чаще всего), нужно параметры **h** и **e** задать равными нулю (Рисунок 39).

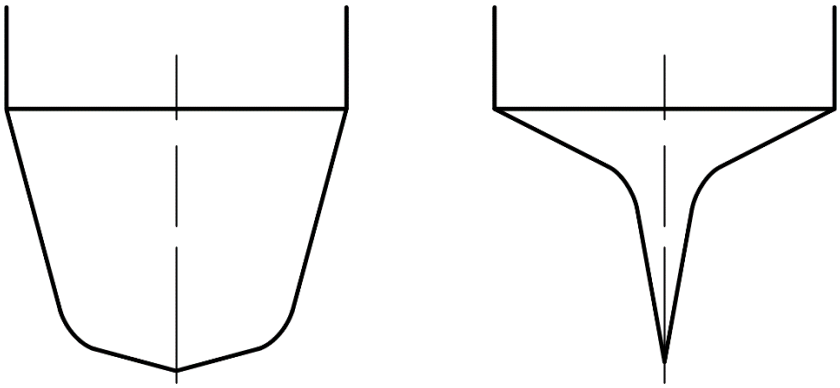


Рисунок 39 – Тангенциальное задание среза угла

Ненулевые значения **h** и **e** нужны для создания инструмента с «экзотической формой», например, с поверхностью отрицательной кривизны или с образующей в виде частичной дуги окружности. Для пары значений **h** и **e** в определённой совокупности с остальными геометрическими параметрами система ЧПУ создает профиль среза угла в соответствии с приведёнными далее правилами. Во всех случаях срез определяется ближайшими к углу точками пересечения окружности с обеими образующими торцевого и периферийного конусов.

1) Для внешнего угла между образующими конусов (Рисунок 40):
   - если расстояние от центра окружности до угла больше **r**, создаётся срез с положительной кривизной;
   - в противном случае реализуется срез с отрицательной кривизной.

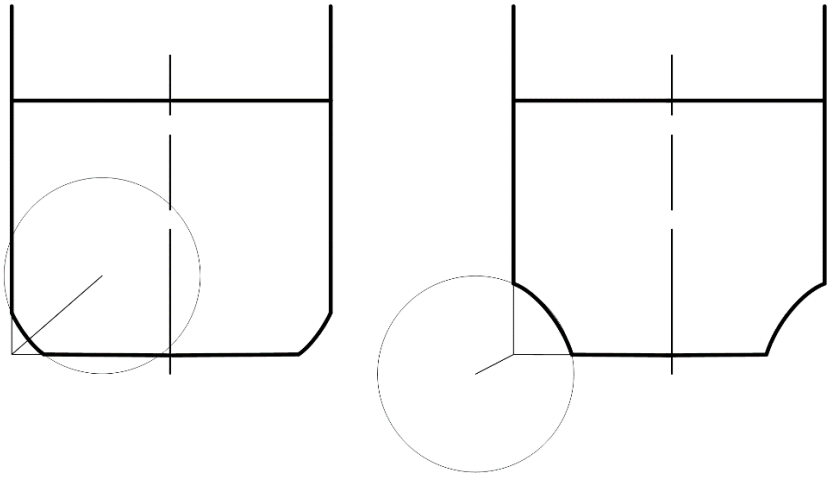


Рисунок 40 – Знак кривизны среза для внешнего угла между образующими

2) Для внутреннего угла между образующими конусов (Рисунок 41) правило обратное:
   - если расстояние от центра окружности до угла больше **r**, создаётся срез с отрицательной кривизной;
   - в противном случае реализуется срез с положительной кривизной.

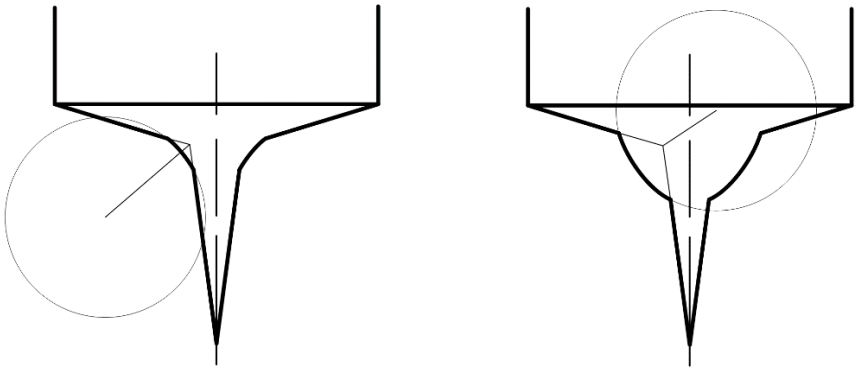


Рисунок 41 – Знак кривизны среза для внутреннего угла между образующими

При выходе одного из параметров инструмента за пределы диапазона допустимых значений, а также при нарушении норм геометрических соотношений инструмент считается несконфигурированным. В зависимости от настроек режима симуляции обработки это приводит либо к останову процесса с индикацией ошибки, либо к холостому движению инструмента (т.е. материал с виртуальной заготовки не «снимается»).

При задании среза угла основная норма – наличие хотя бы одной точки пересечения окружности с каждой из образующих торцевого и периферийного конусов. Ошибкой конфигурации считается ситуация, когда окружность не пересекает одну или обе образующих (Рисунок 42).

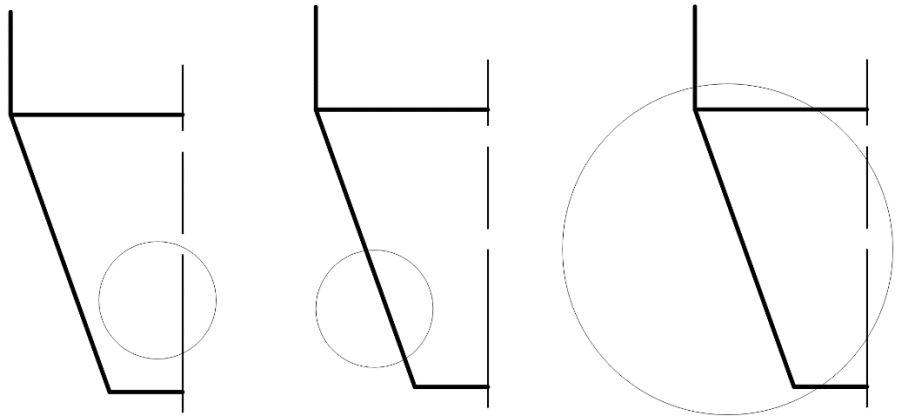


Рисунок 42 – Ошибочное задание положения окружности среза

Ещё одна ошибка заключается в таком задании углов конусов, радиуса **R** и высот **H**, при которых радиус верхнего основания периферийного конуса оказывается равным нулю или отрицательным. Также ошибкой считается превышение высоты торцевого конуса над **H** в случае, если задан ненулевой угол периферийного конуса **β** (Рисунок 43).

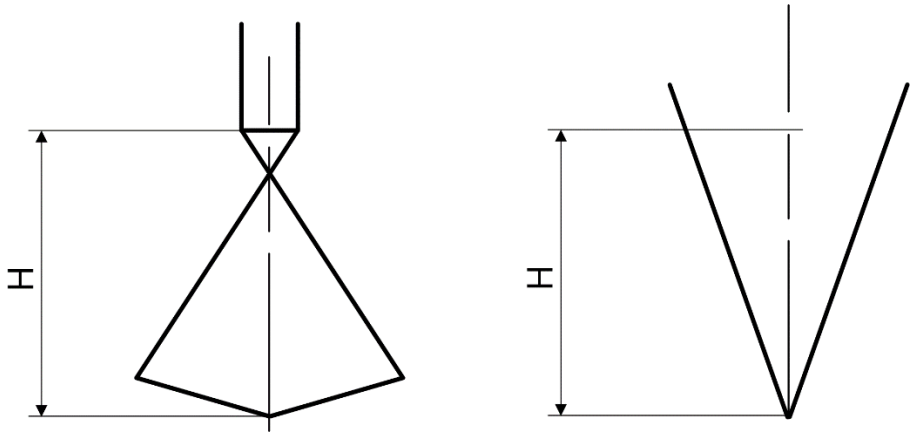


Рисунок 43 – Ошибочное задание параметров конусов

Особого рассмотрения заслуживает вариант тангенциального задания среза угла. Если радиус среза задан слишком большим для заданных параметров конусов («не помещается» между образующими), радиус автоматически пересчитывается таким образом, чтобы срез начинался с вершины инструмента (Рисунок 44).

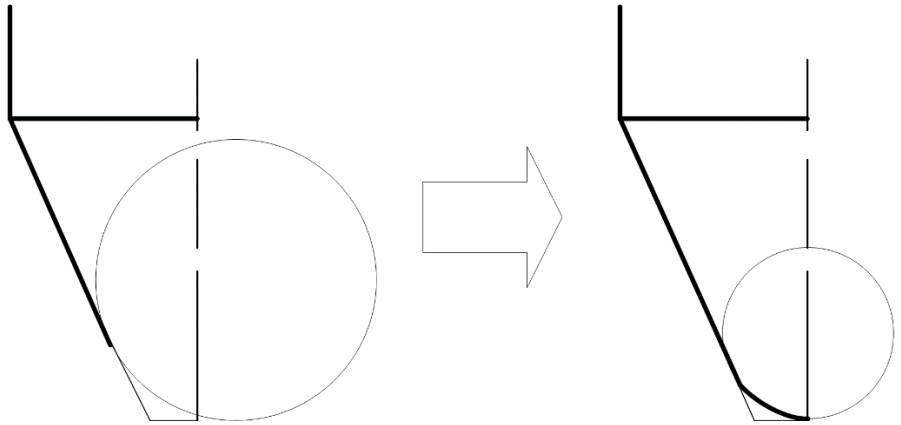


Рисунок 44 – Пересчёт слишком большой окружности при тангенциальном задании

Однако если при этом задан ненулевой угол **β**, после пересчёта окружность должна пересекать образующую периферийного конуса, в противном случае конфигурация считается ошибочной.

7.3 Правила задания геометрических параметров для токарных инструментов

Углы α, β и размеры h, e должны быть заданы так, чтобы многоугольник, определяющий профиль резца, был выпуклым (Рисунок 45, слева). Считается ошибкой, если один из углов профиля получается больше 180 градусов или ортицательным (т.е. происходит перехлёст отрезков).

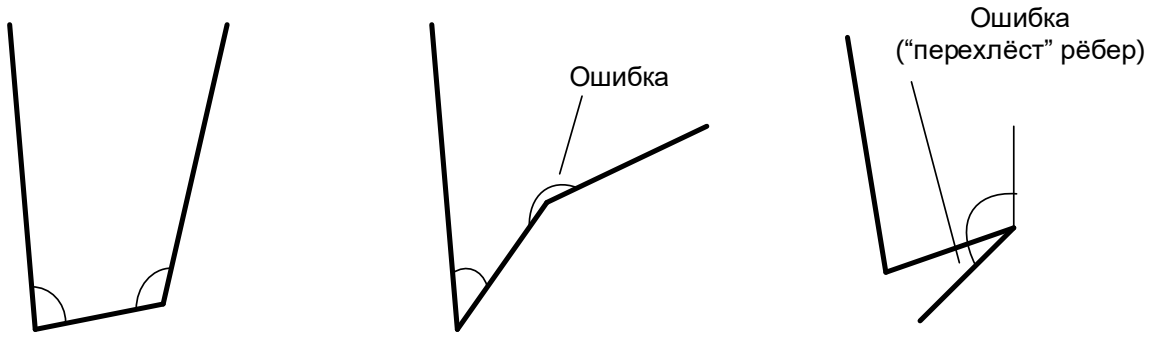


Рисунок 45 – Задание параметров резца

Если оба значения **h** и **e** заданы нулевыми, промежуточный отрезок профиля отсутствует. Это нормальная ситуация – имеем треугольный профиль (со скруглением или без него).

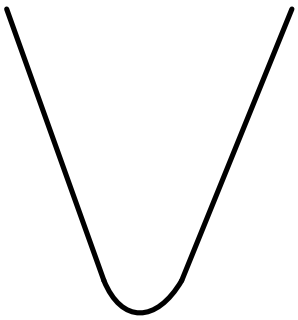


Рисунок 46 – Профиль резца без промежуточного отрезка

Если же промежуточный отрезок задан, радиусы скруглений углов при их наличии должны быть выбраны так, чтобы длины отрезка “хватало” для обоих скруглений:

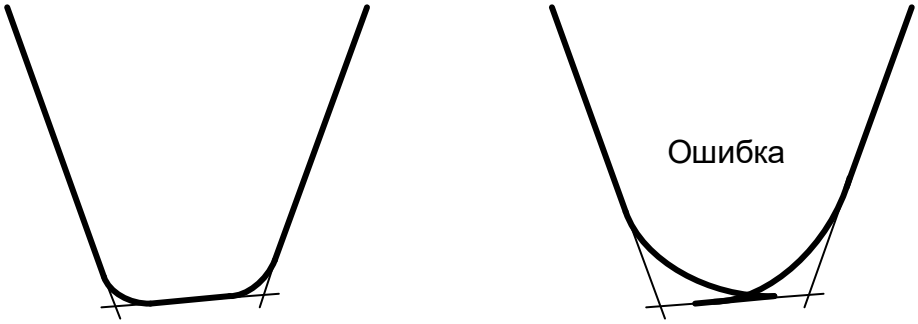


Рисунок 47 – Ошибка задания радиусов скруглений углов

8 Подключение датчиков

8.1 Подключение внешних датчиков к контроллеру привода NCT по протоколу EnDat 2.2

Контроллер привода NCT не имеет входа для подключения второго (внешнего) датчика положения (энкодера), поэтому внешний датчик подключается через I/O модуль EnDat, подсоединенный к bus coupler (EPU) по шине EtherCAT (Рисунок 48).

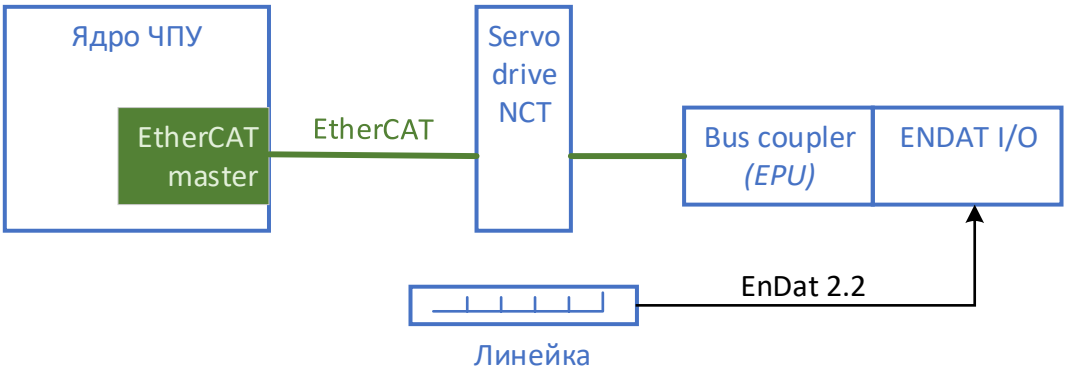
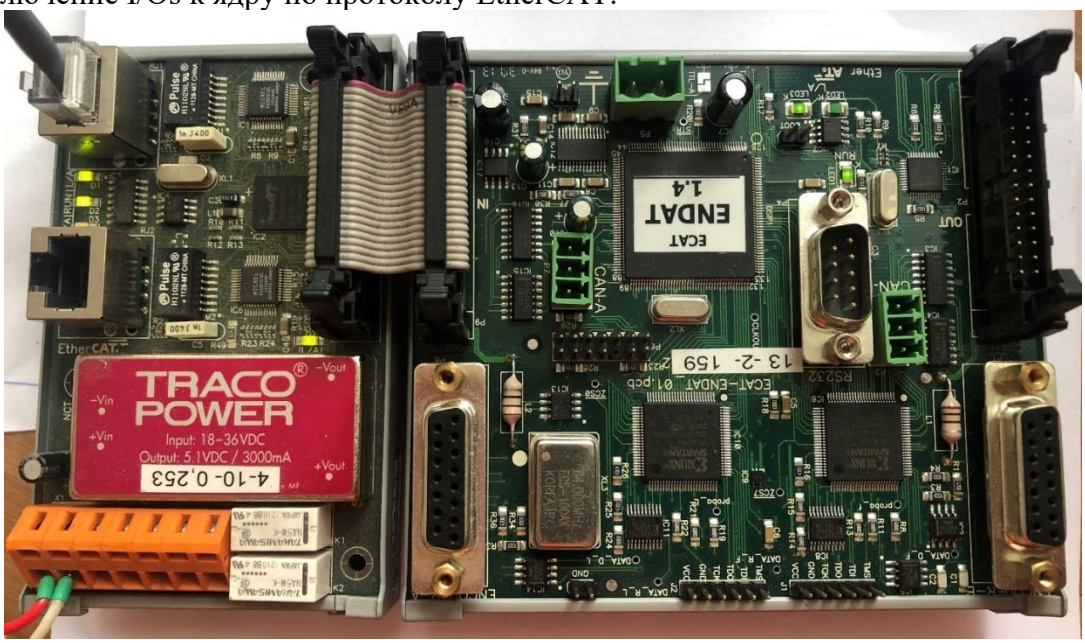


Рисунок 48 – Схема подключения внешней линейки к приводу NCT

1. Подключение I/Os к ядру по протоколу EtherCAT:



Определение размерности модулей с помощью утилиты (Рисунок 49):

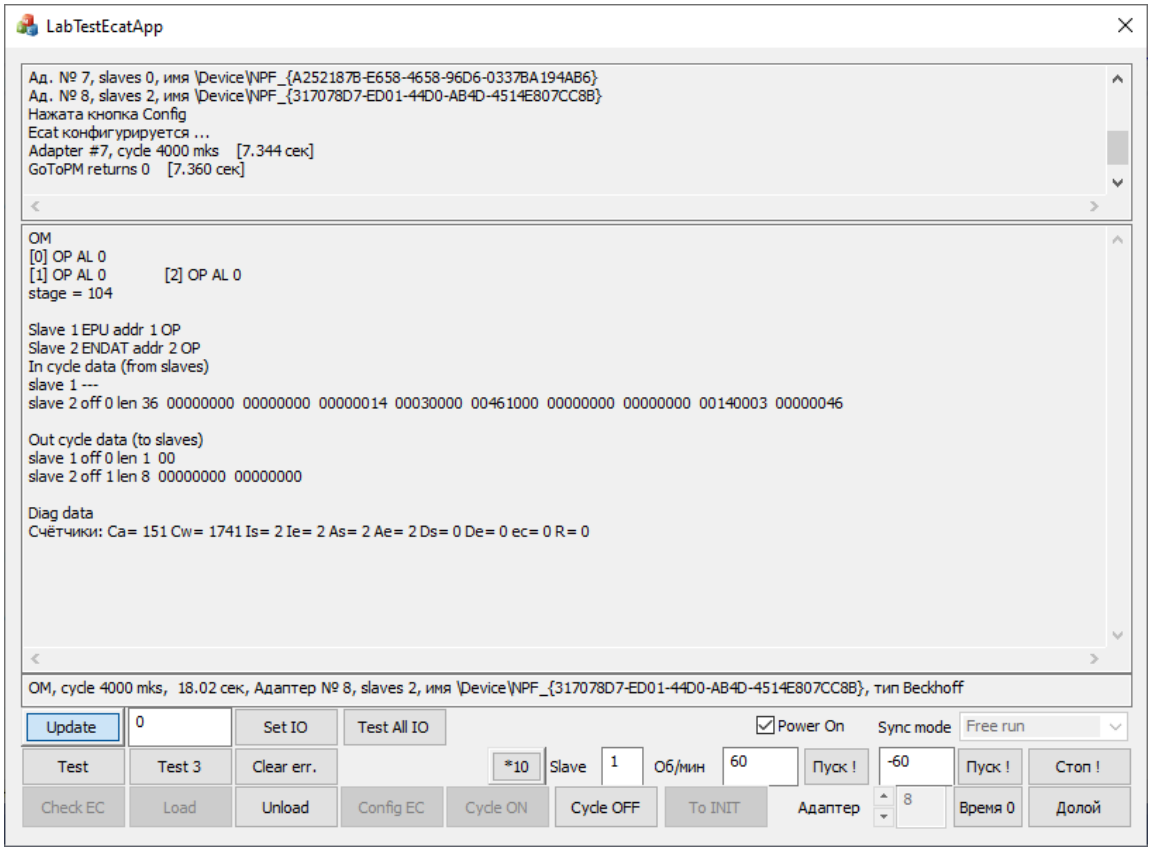
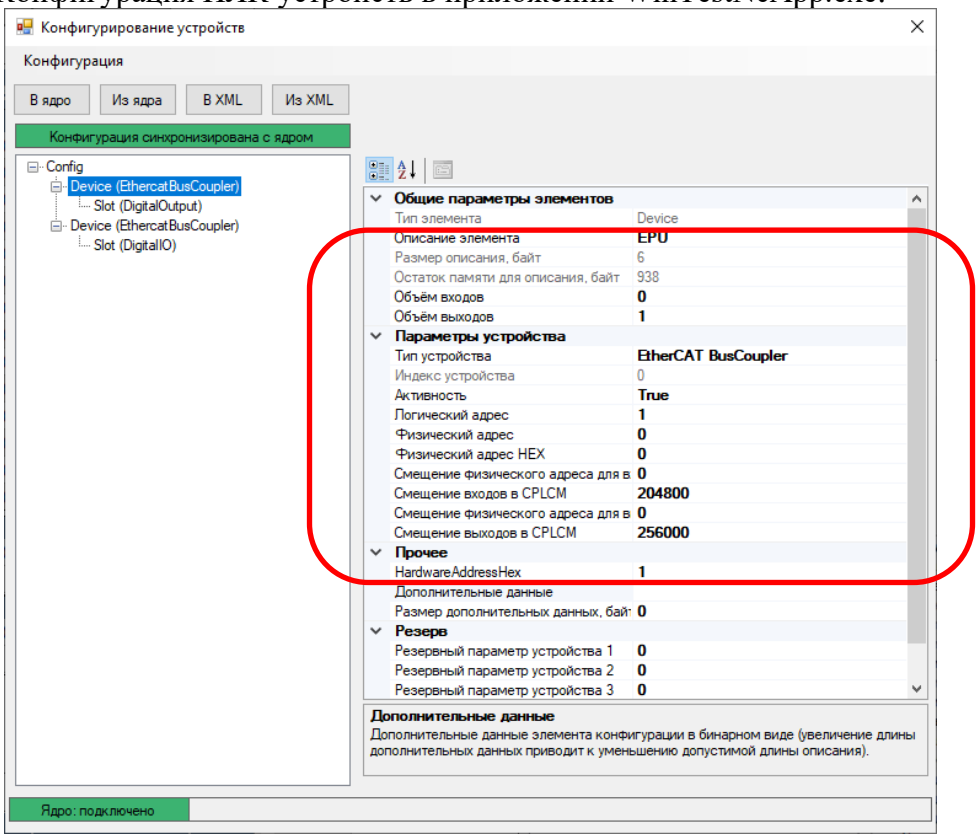


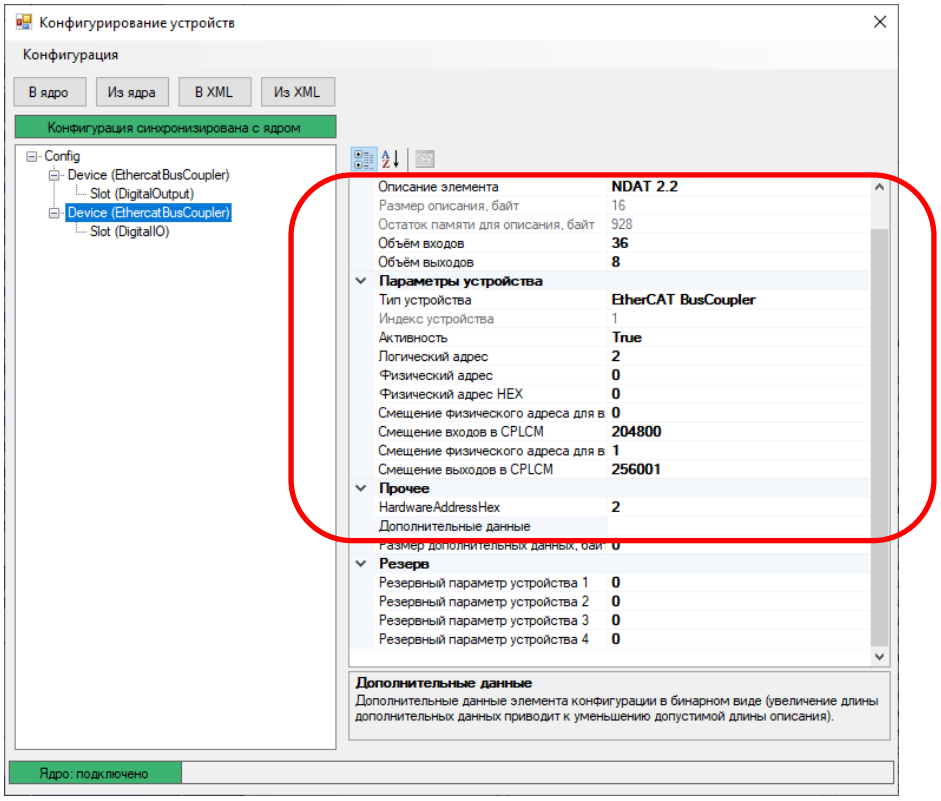
Рисунок 49 – Экран утилиты

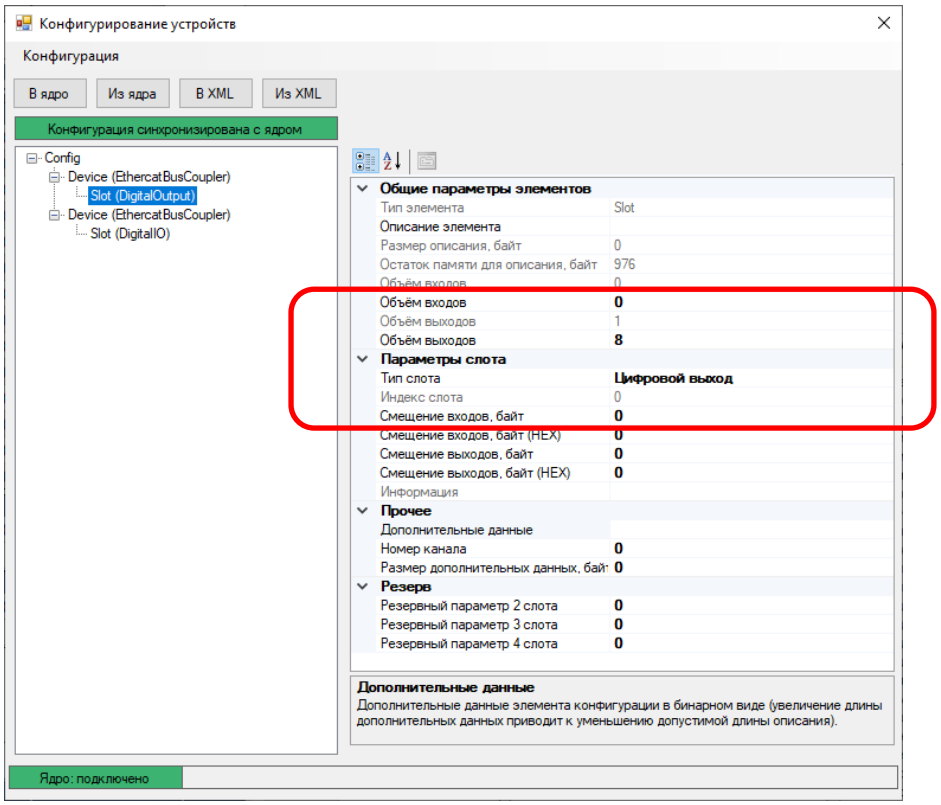
Bus coupler (EPU) имеет In – 0 bytes, Out – 1 byte

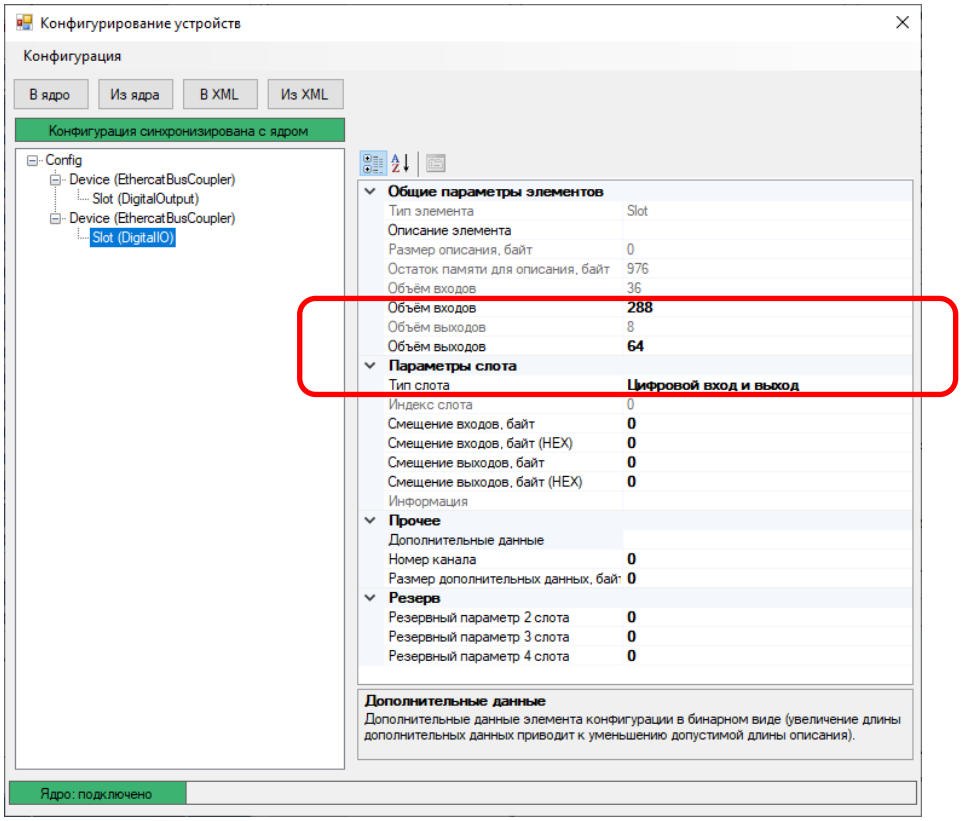
I/O модуль EnDat имеет In – 36 bytes, Out 8 – bytes

2. Конфигурация ПЛК устройств в приложении WinTestNcApp.exe:




Конфигурирование устройств
Конфигурация
В ядро
Из ядра
В XML
Из XML
Конфигурация синхронизирована с ядром
Config
Device (EthercatBusCoupler)
Slot (DigitalOutput)
Device (EthercatBusCoupler)
Slot (DigitalIO)
Описание элемента NDAT 2.2
Размер описания, байт 16
Остаток памяти для описания, байт 928
Объём входов 36
Объём выходов 8
Параметры устройства
Тип устройства EtherCAT BusCoupler
Индекс устройства 1
Активность True
Логический адрес 2
Физический адрес 0
Физический адрес HEX 0
Смещение физического адреса для в 0
Смещение входов в CPLCM 204800
Смещение физического адреса для в 1
Смещение выходов в CPLCM 256001
Прочее
HardwareAddressHex 2
Дополнительные данные
Резерв
Резервный параметр устройства 1 0
Резервный параметр устройства 2 0
Резервный параметр устройства 3 0
Резервный параметр устройства 4 0
Дополнительные данные
Дополнительные данные элемента конфигурации в бинарном виде (увеличение длины дополнительных данных приводит к уменьшению допустимой длины описания).
Ядро: подключено


Конфигурирование устройств
Конфигурация
В ядро
Из ядра
В XML
Из XML
Конфигурация синхронизирована с ядром
Config
Device (EthercatBusCoupler)
Slot (DigitalOutput)
Device (EthercatBusCoupler)
Slot (DigitalIO)
Общие параметры элементов
Тип элемента Slot
Описание элемента
Размер описания, байт 0
Остаток памяти для описания, байт 976
Объём входов 0
Объём выходов 1
Объём выходов 8
Параметры слота
Тип слота Цифровой выход
Индекс слота 0
Смещение входов, байт 0
Смещение входов, байт (HEX) 0
Смещение выходов, байт 0
Смещение выходов, байт (HEX) 0
Информация
Прочее
Дополнительные данные
Номер канала 0
Размер дополнительных данных, байт 0
Резерв
Резервный параметр 2 слота 0
Резервный параметр 3 слота 0
Резервный параметр 4 слота 0
Дополнительные данные
Дополнительные данные элемента конфигурации в бинарном виде (увеличение длины дополнительных данных приводит к уменьшению допустимой длины описания).
Ядро: подключено



Расположение байт входа_1 I/O модуля ENDAT (получены через TwinCAT):

Name	[X]	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	Linked to
ActualPosition		0	ULINT	8.0	26.0	Input	
StatusDword		1310720	UDINT	4.0	34.0	Input	
ErrorDword		3	UDINT	4.0	38.0	Input	
TimeStamp		2000	UINT	2.0	42.0	Input	

Расположение байт выхода_1 ENDAT модуля:

Name	[X]	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	Linked to
ControlDword		0	UDINT	4.0	26.0	Output	

3. Конфигурация датчика в машинных параметрах «АксиОМы Контрол» в приложении WinTestNcApp.exe:

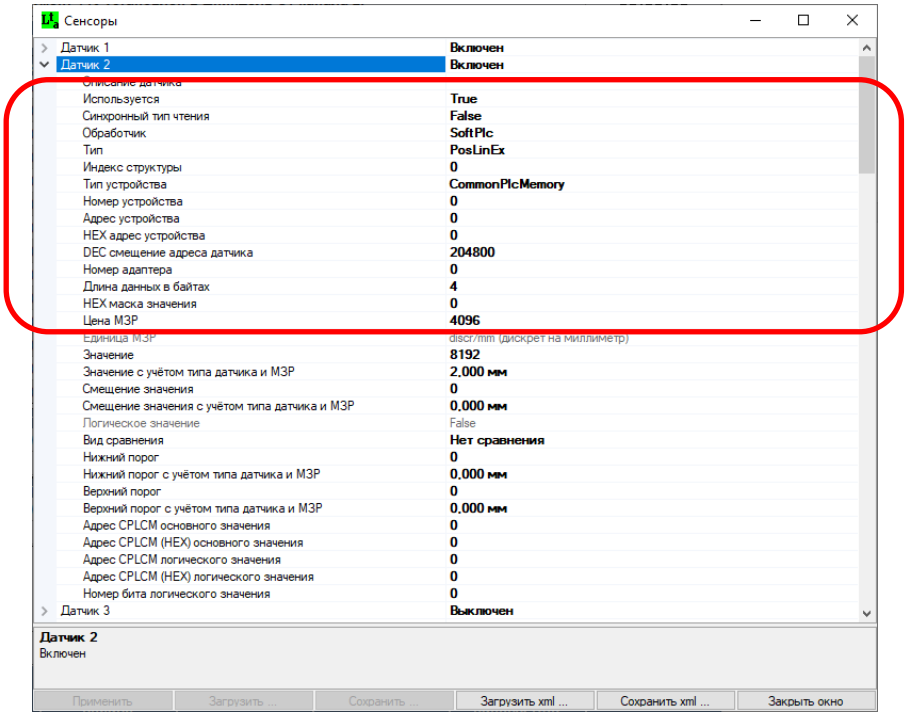
Далее рассмотрены два равнозначных варианта конфигурирования датчиков.

3.1. *Вариант 1* – получение значения датчика из Common PLC Memory

Выбираем незадействованный датчик и конфигурируем его.

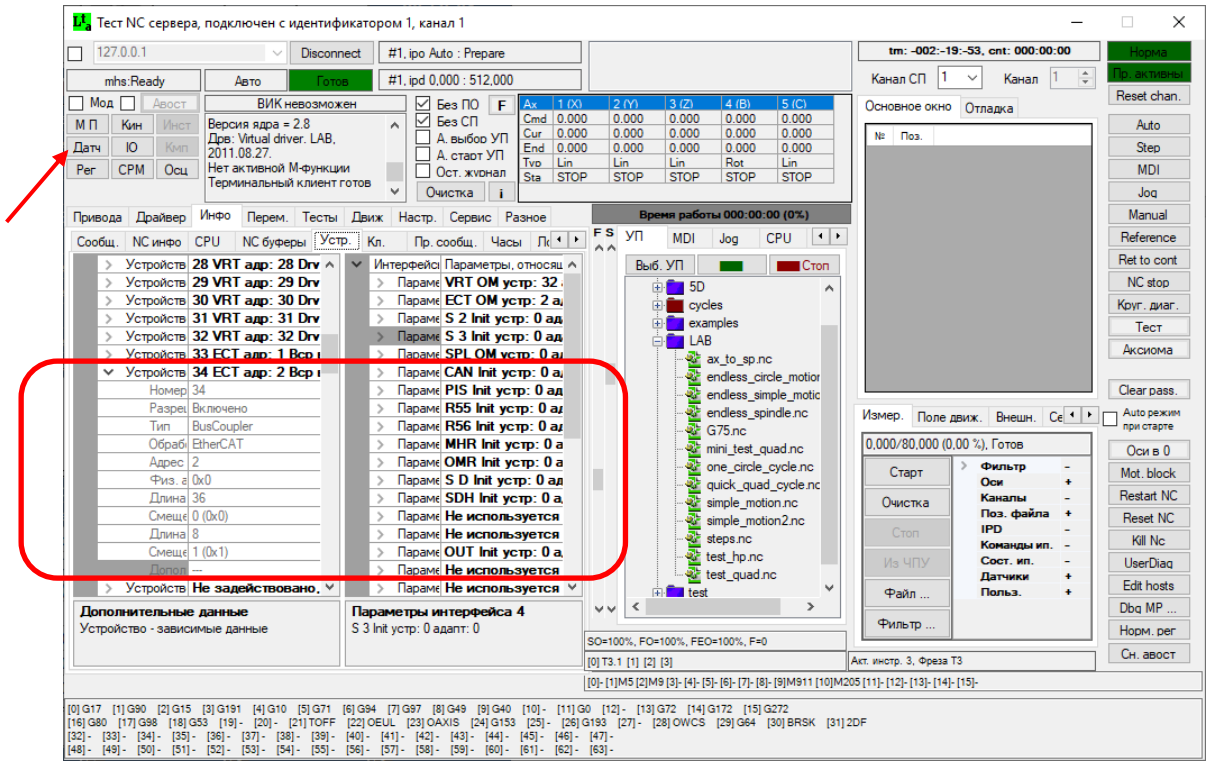
Смещение адреса датчика в CPLCM = 204800 +0 (использовать +4 для 4-х младших разрядов из-за ограничения разрядности).

Цена МЗР – зависит от датчика, в качестве примера используется 4096.

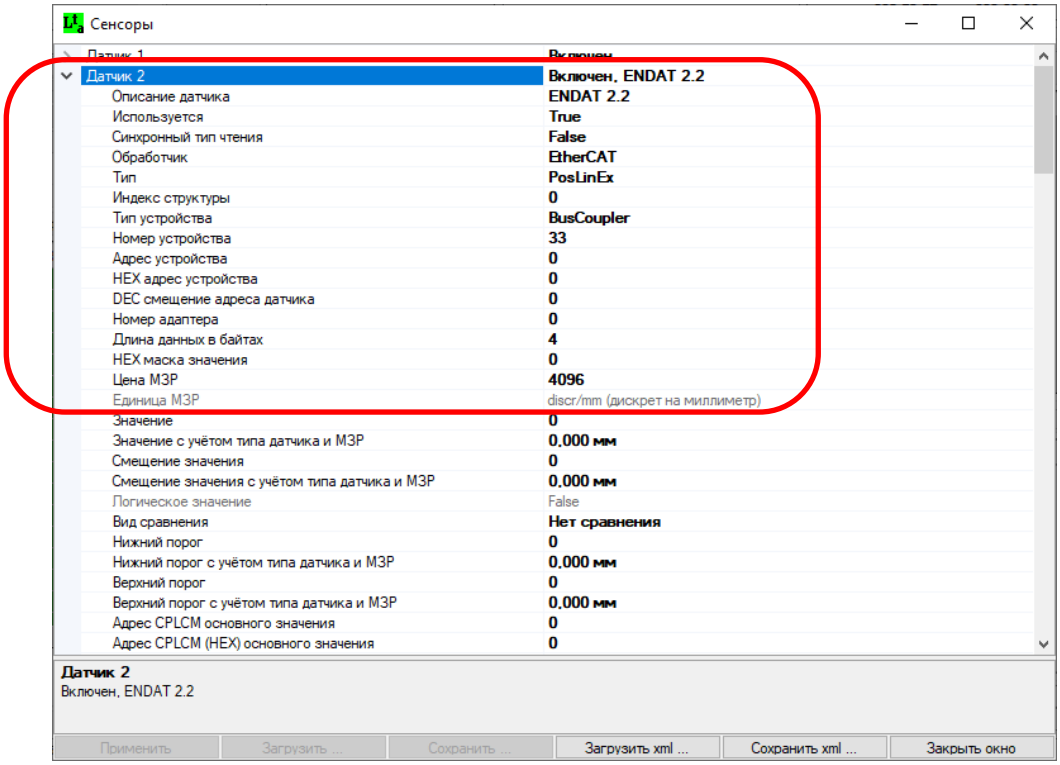


3.2. *Вариант 2* – получение значения датчика из EtherCAT-устройства

Находим с помощью утилиты WinNcTestApp.exe номер устройства, соответствующего модулю ENDAT, в списке ядра ЧПУ (в нашем примере это 34):

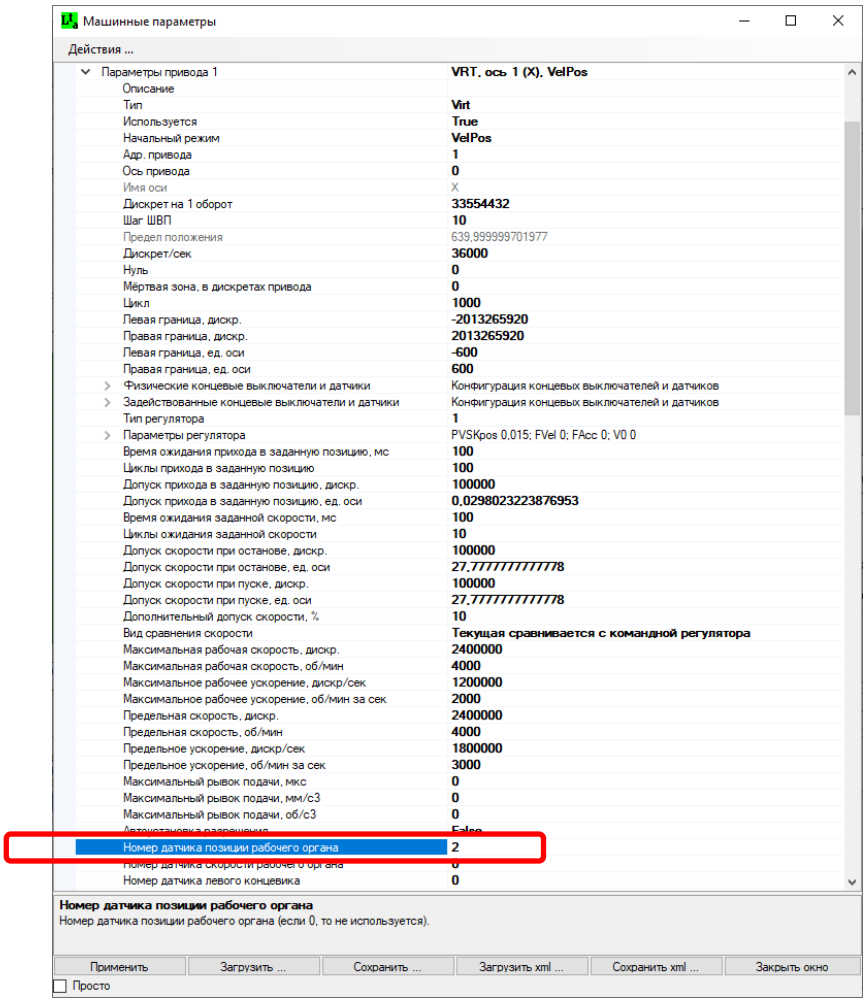


В поле «Номер устройства» надо использовать номер устройства в списке ядра ЧПУ, уменьшенный на единицу.



4. Использование значения датчика в качестве датчика обратной связи по положению для привода:

Для соответствующего привода устанавливается номер сконфигурированного датчика.



5. В PLC программе надо проверять входной параметр ErrorDword входа_1 I/O модуля ENDAT на значение != 0 и обрабатывать ошибку, например, ставить EmergencyBlockMotionPLC.

8.2 Подключение датчиков концевых выключателей к контроллеру привода Delta ASD-A2-E по протоколу EtherCAT

В данном примере описано подключение датчиков концевых выключателей для линейных осей X, Y, Z, Z1 и поворотной оси B (Рисунок 50).

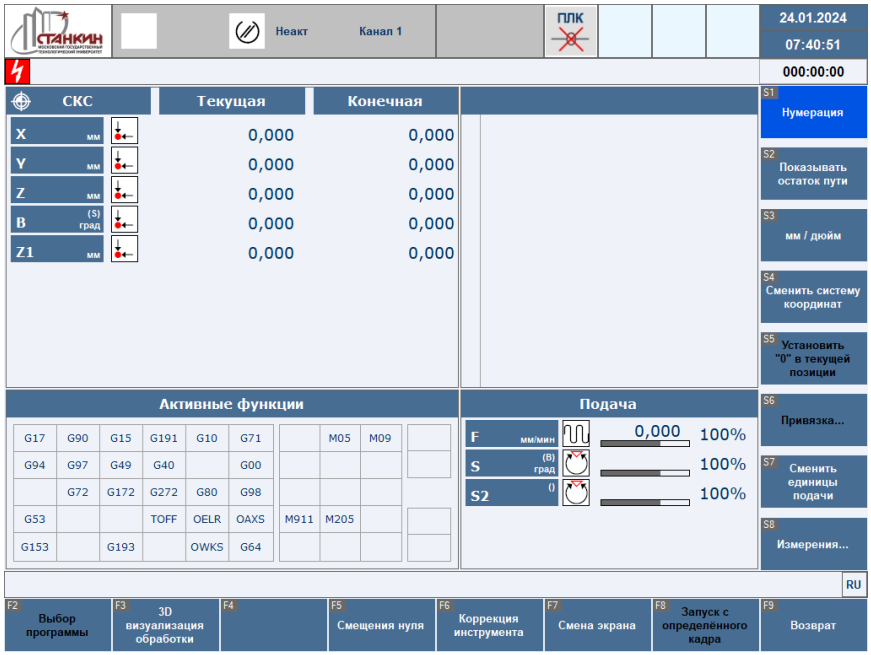


Рисунок 50 – Оси станка на экране терминала СЧПУ

В примере используются датчики 10–19. Для каждой оси подключаются датчики касания левого и правого пределов (обозначаются в виде `<имя_оси>_l_lim` и `<имя_оси>_r_lim`) (Рисунок 51):

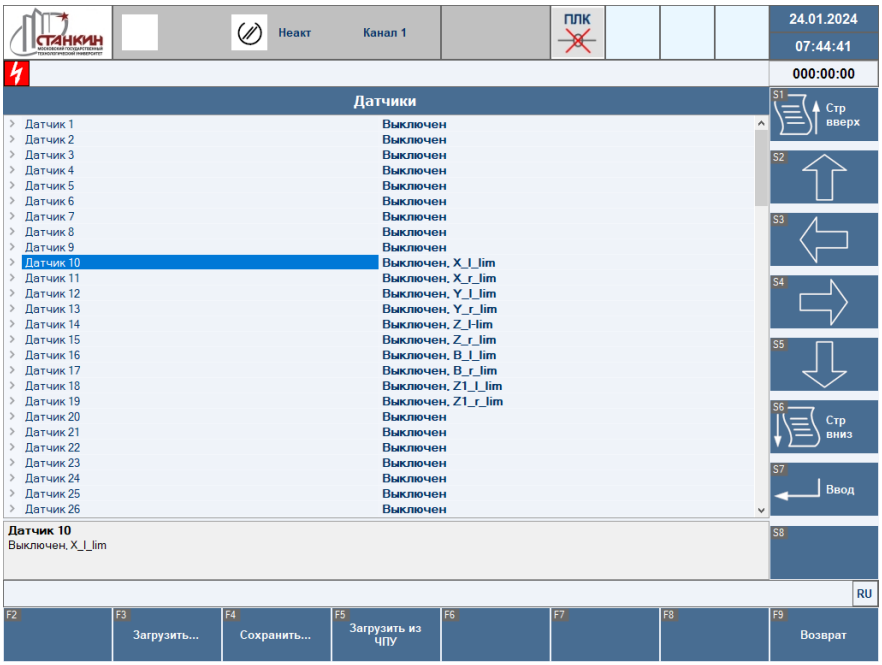


Рисунок 51 – Используемые датчики на экране «Датчики»

8.2.1 Подключение датчиков концевых выключателей для оси X (Датчики 10, 11)

Установка параметров датчиков концевых выключателей на экране «Датчики»

Датчик 10 (левый предел)

1. Перейти в экран «Датчики» (Сервис → Маш. параметры → Сервис → >> Датчики).
2. Установить значения параметров Датчика 10, как показано на рисунке (см. параметры в выделенных областях на Рисунок 52; синим цветом выделены параметры, отличающиеся для разных датчиков; для остальных параметров оставить значения по умолчанию):

Датчики	
Датчик 10	Включен. X_l_lim
Описание датчика	X_l_lim
Используется	True
Синхронный тип чтения	False
Обработчик	Virt
Тип	Bool
Индекс структуры	0
Тип устройства	DrvData
Номер устройства	0
Адрес устройства	0
HEX адрес устройства	0
DEC смещение адреса датчика	226
Номер адаптера	0
Длина данных в байтах	1
HEX маска значения	1
Цена МЗР	0
Единица МЗР	0/1
Значение	0
Значение с учётом типа датчика и МЗР	0.000
Смещение значения	0
Смещение значения с учётом типа датчика и МЗР	0.000
Логическое значение	False
Вид сравнения	x != 0
Нижний порог	0

Рисунок 52 – Подключение левого концевого датчика для оси X на экране «Датчики»

Датчик 11 (правый предел)

3. Выбрать «Датчик 11» и установить значения его параметров (Рисунок 53).

Датчики	
Датчик 11	Включен. X_r_lim
Описание датчика	X_r_lim
Используется	True
Синхронный тип чтения	False
Обработчик	Virt
Тип	Bool
Индекс структуры	0
Тип устройства	DrvData
Номер устройства	0
Адрес устройства	0
HEX адрес устройства	0
DEC смещение адреса датчика	226
Номер адаптера	0
Длина данных в байтах	1
HEX маска значения	2
Цена МЗР	0
Единица МЗР	0/1
Значение	0
Значение с учётом типа датчика и МЗР	0.000
Смещение значения	0
Смещение значения с учётом типа датчика и МЗР	0.000
Логическое значение	False
Вид сравнения	x != 0
Нижний порог	0

Рисунок 53 – Подключение правого концевого датчика для оси X на экране «Датчики»

Параметр «Индекс структуры» должен быть равен 0 для датчиков первой конфигурируемой оси (Ось X в данном примере), для каждой следующей оси индекс увеличивается на 1.

Параметр «HEX маска значения» должен быть равен 1 для левого концевого выключателя каждой оси и 2 для правого.

Установка датчиков в машинных параметрах

4. Перейти в экран «Маш. параметры», выбрать параметры Привода оси X («Параметры привода 1»):

Машинные параметры	
Приводы	Параметры, относящиеся к приводам
Параметры привода 1	ECT. ось 1 (X). VelPos
Описание	
Тип	EtherCAT

5. Установить в значение True параметры в выделенных на рисунке ниже областях:

Физические концевые выключатели и датчики	Конфигурация концевых выключателей и датчиков
Левый концевой выключатель	True
Правый концевой выключатель	True
Датчик нуля	False
Датчик касания	True
Левый программный концевой выключатель	True
Правый программный концевой выключатель	True
Задействованные концевые выключатели и датчики	Конфигурация концевых выключателей и датчиков
Левый концевой выключатель	True
Правый концевой выключатель	True
Датчик нуля	False
Датчик касания	True
Левый программный концевой выключатель	True
Правый программный концевой выключатель	True

6. Установить номера датчиков концевых выключателей:

Машинные параметры

Допуск скорости при пуске, ед. оси	0,78125
Дополнительный допуск скорости, %	10
Вид сравнения скорости	Текущая сравнивается с командной регулятора
Максимальная рабочая скорость, дискр.	30000000
Максимальная рабочая скорость, об/мин	1406,25
Максимальное рабочее ускорение, дискр/сек	3000000
Максимальное рабочее ускорение, об/мин за сек	140,625
Предельная скорость, дискр.	60000000
Предельная скорость, об/мин	2812,5
Предельное ускорение, дискр/сек	10000000
Предельное ускорение, об/мин за сек	468,75
Максимальный рывок подачи, мкс	0
Максимальный рывок подачи, мм/с3	0
Максимальный рывок подачи, об/с3	0
Автоустановка разрешения	True
Номер датчика позиции рабочего органа	0
Номер датчика скорости рабочего органа	0
Номер датчика левого концевика	10
Номер датчика правого концевика	11
Номер датчика левого реферирования	0
Номер датчика правого реферирования	0
Номер датчика нуля	0
Номер датчика касания	0
Подчинение привода	Master
Номер ведущего привода	0
Коэффициент редукции ведущего привода	1/1

Параметры привода 1
ECT, ось 1 (X), VelPos

8.2.2 Подключение датчиков концевых выключателей для осей Y, Z, Z1 и поворотной оси B (Датчики 12–19)

Установка параметров датчиков концевых выключателей на экране «Датчики»

Установка параметров датчиков концевых выключателей остальных осей (Y, Z, B, Z1) на экране «Датчики» производится по аналогии с установкой параметров датчиков для оси X (см. пп. 1–3 предыдущего раздела). Изменяются только следующие параметры:

- Номер датчика.
- «Описание датчика».
- «Индекс структуры» – как было сказано выше, он должен быть равен 0 для датчиков первой конфигурируемой оси, для каждой следующей оси индекс увеличивается на 1.
- «HEX маска значения» – как было сказано выше, он должен быть равен 1 для левого концевого выключателя каждой оси и 2 для правого

Установка датчиков в машинных параметрах

Датчики концевых выключателей остальных осей (Y, Z, B, Z1) подключаются в машинных параметрах по аналогии с подключением датчиков для оси X, изменяются только выбранные в машинных параметрах приводы осей и номера датчиков (см. пп. 4–6 предыдущего раздела).

9 Задание смещения аппаратных дискретных выходов ПЛК для функций G110/111

Обозначение функций: G110 (установка сигналов); G111 (сброс сигналов)

Характеристика функций: немодальные

В зависимости от конфигурации система ЧПУ имеет некоторое количество доступных аппаратных дискретных выходов ПЛК, к которым можно напрямую обращаться из управляющей программы ЧПУ.

Также возможно передавать выходные сигналы от программы ЧПУ в управляющую программу ПЛК.

Запись на аппаратные дискретные выходы и передача сигналов в управляющую программу ПЛК реализуется на основе механизма общей памяти ПЛК (Common PLC Memory – CPM).

Структура разделов общей памяти ПЛК представлена на Рисунок 54:

0 (0x0000)	102400 (0x19000)	204800 (0x32000)	256000 (0x3E800)	307200 (0x4B000)	409600 (0x64000)	512000 (0x7D000)
Системная память ПЛК	Внутренняя память ПЛК	Входы ПЛК	Выходы ПЛК	Команды ПЛК	Переменные ПЛК	Управление приводами
Общая память подсистемы ПЛК						

Рисунок 54 – Структура разделов CPM

Если необходимо, чтобы выходные сигналы поступали от программы ЧПУ в программу ПЛК, нужно задать смещение в машинных параметрах до нужного раздела CPM, где сигналы будут представлены в определенных маркированных полях как входные сигналы (доступные только для чтения) в программе ПЛК. Другие системные сигналы обмена данными между ЧПУ и ПЛК (как фиксированный набор сигналов) представлены в интерфейсе ЧПУ–ПЛК. Описание интерфейса между ПЛК и ЧПУ можно найти в документе «Интерфейс ЧПУ–ПЛК для Soft ПЛК “АксиОМА Контрол”».

В силу того, что выходные сигналы действуют только в направлении к ПЛК, предполагается, что ассоциированные с ними части ПЛК-программы выполнят все необходимые действия с лампочками, индикаторами, переключателями, реле и др.

Если необходимо, чтобы выходные сигналы от программы ЧПУ напрямую (без участия ПЛК) задавали значения аппаратных дискретных выходов ПЛК, нужно задать смещение в машинных параметрах до раздела выходов ПЛК (например, по умолчанию 0x3E800, как показано на Рисунок 54 выше, или в соответствии с настройками адресов модулей выходов в конфигурации устройств ПЛК, см. Рисунок 58) в CPM.

Важным отличием от обычных М-функций является то, что выходные сигналы от программы ЧПУ могут быть выведены без прерывания движения координатных приводов (например, для включения/выключения лазерного излучения или дополнительной подачи СОЖ).

9.1 Задание смещения выходов для функций G110/111

9.1.1 Задание смещения выходов в машинных параметрах каналов

На экране машинных параметров, в настройках каналов, доступен параметр «Смещение выходов». Этот параметр задает смещение адресов для выходов, которые будут использоваться командами G110 и G111 (Рисунок 55). Смещение задается от начала общей

памяти ПЛК (СРМ) так же, как это устанавливается в настройках модулей ввода-вывода (см. Рисунок 59).

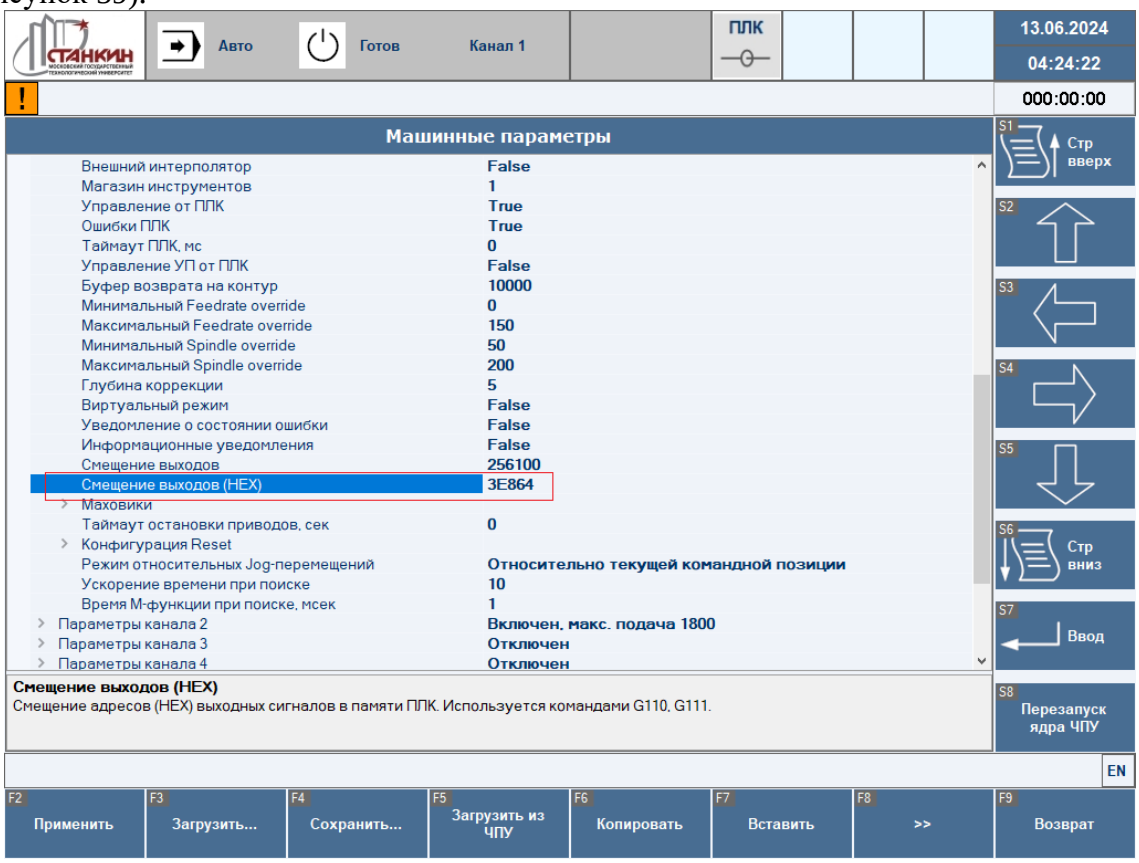


Рисунок 55 – Задание смещения выходов в машинных параметрах канала для адресации выходов команд G110 и G111

Значение параметра «Смещение выходов» в настройках канала задается:

1. Исходя из настроек модулей ввода-вывода ПЛК (Рисунок 56 и Рисунок 58). Тогда управляющая программа ЧПУ в данном канале будет иметь возможность напрямую включать и выключать аппаратные дискретные выходы устройств удаленного ввода/вывода. Значения параметров «Смещение выходов» для каждого канала должны находиться в пределах области СРМ «Выходы ПЛК» (Рисунок 54).
2. В соответствии с программой ПЛК (Рисунок 56) устанавливается смещение до области памяти в СРМ, из которой программа ПЛК будет получать сигналы от управляющей программы ЧПУ для дальнейшей обработки. Тогда, например, включение выхода может быть дополнительно обусловлено логикой для предотвращения коллизий в управлении станочным оборудованием (таких, как одновременное включение выходов, включающих прямое и обратное движение шнеков, или включения СОЖ при отсутствии давления в гидросистеме).

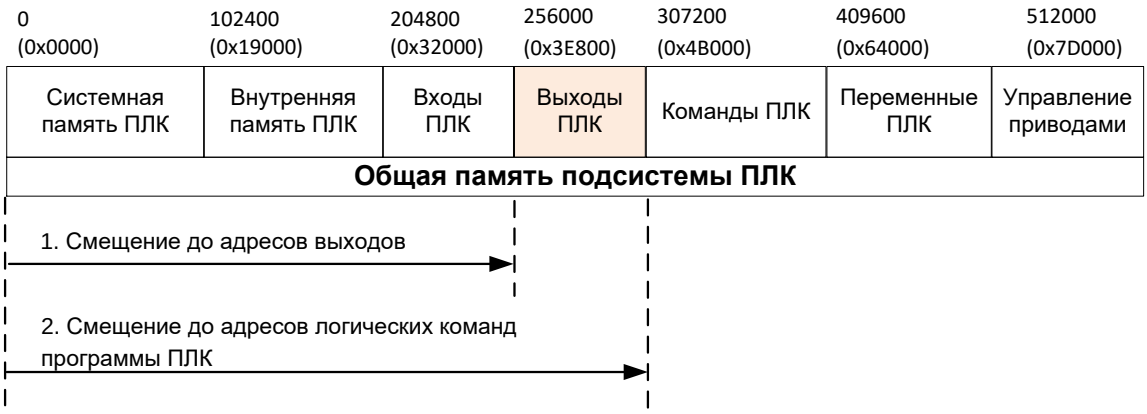


Рисунок 56 – Возможные значения параметра «Смещение выходов» в машинных параметрах канала для адресации выходов команд G110 и G111

9.1.2 Задание смещения выходов в конфигурации устройств ввода-вывода

Для настройки адресации аппаратных модулей ввода-вывода используется диалог «Конфигурация устройств» редактора программ ПЛК. С помощью этого диалога устанавливается соответствие выходных сигналов ПЛК в СРМ аппаратным дискретным выходам.

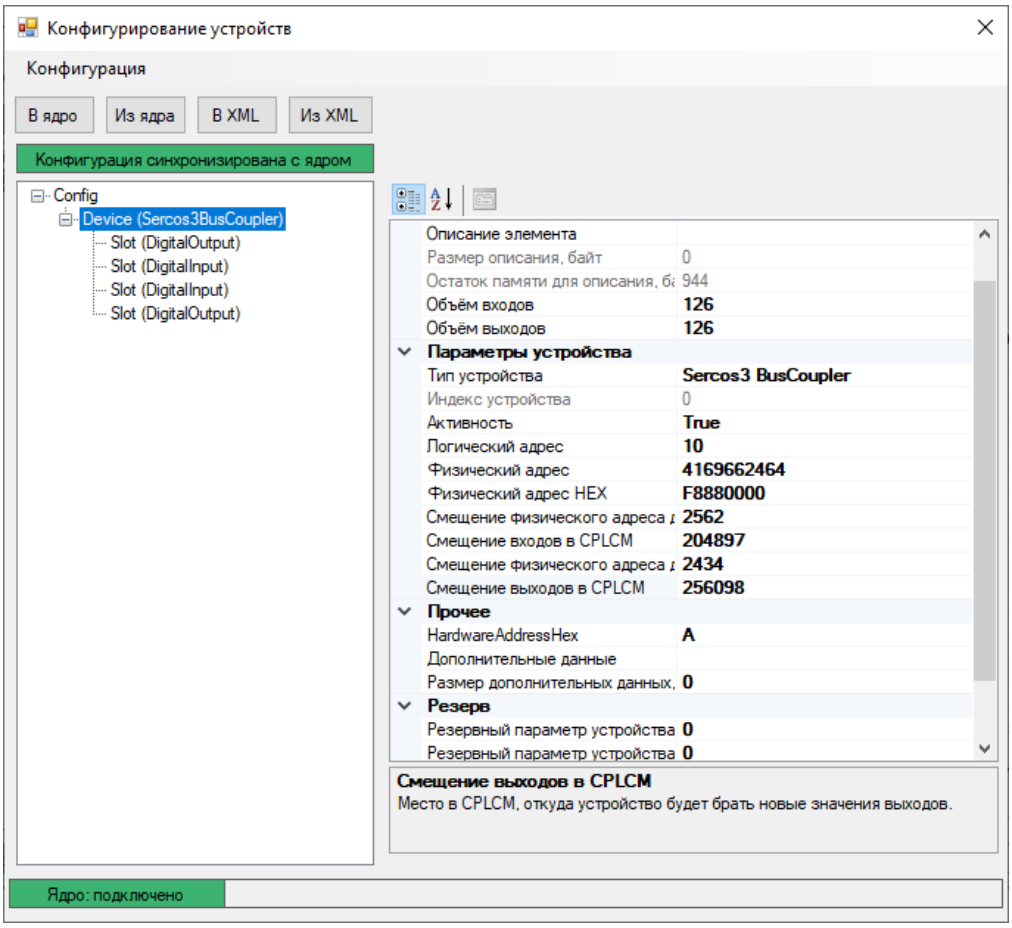


Рисунок 57 – Диалог для конфигурирования устройств в редакторе программ ПЛК

Таким образом Q-параметры команд G110 и G111 обозначают индексы битов, которые будут соответствовать либо аппаратным выходам, либо битам в памяти контроллера, в соответствии с которыми будут выполняться команды от программы ЧПУ.

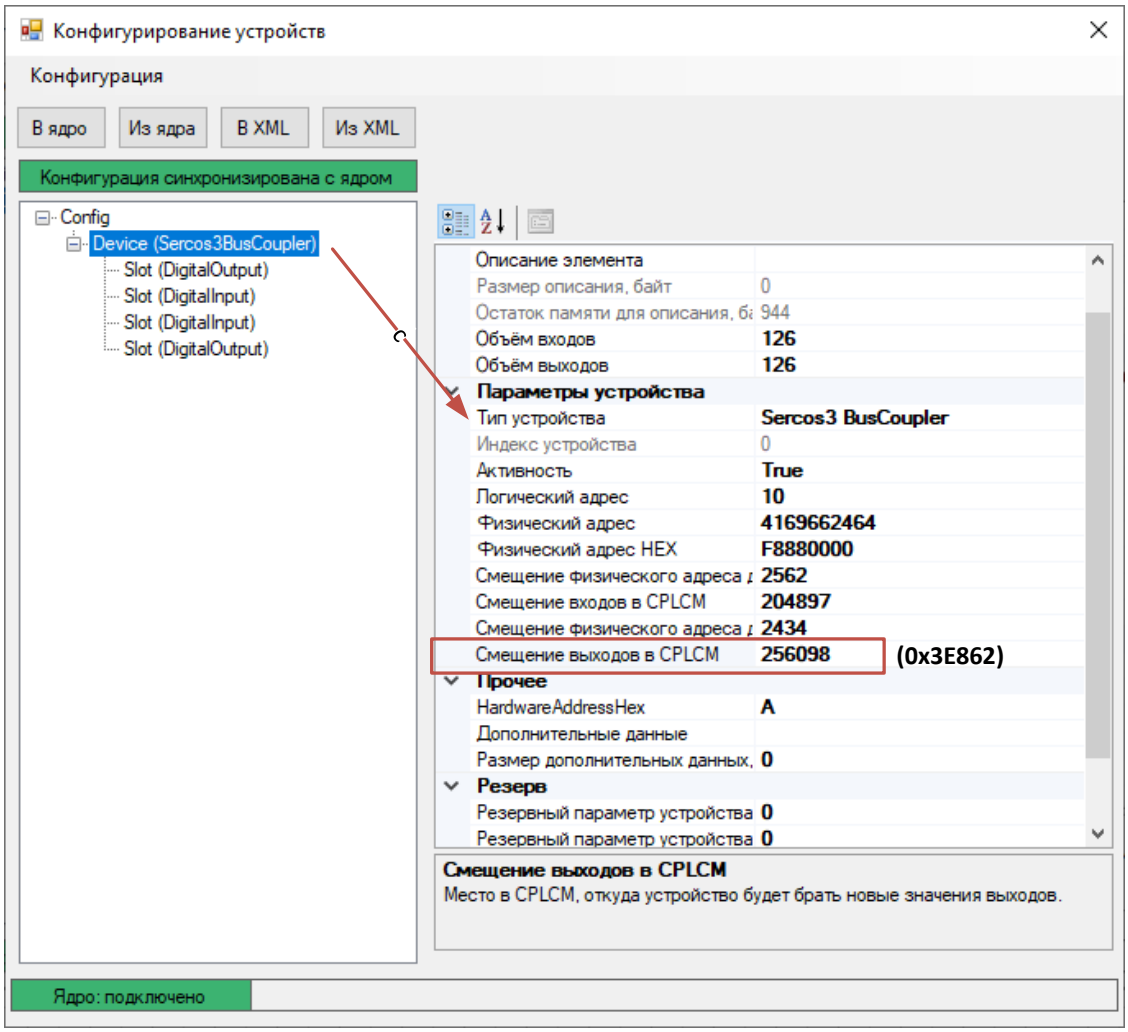


Рисунок 58 – Параметр «Смещение выходов в CPLCM» в настройках устройства удаленного ввода-вывода по шине SERCOS III в редакторе программ ПЛК

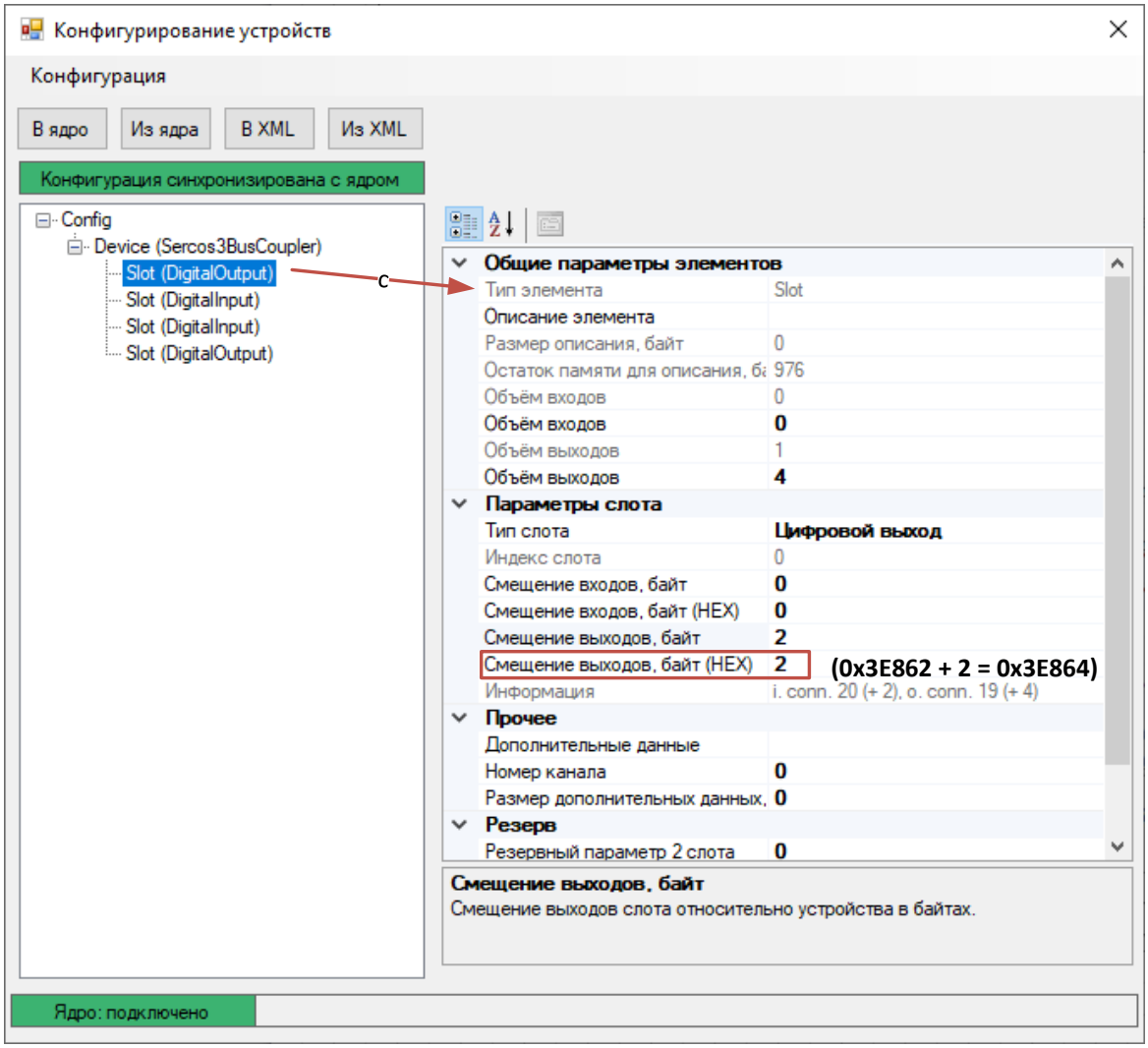


Рисунок 59 – Параметр «Смещение выходов» в настройках модуля выходов в составе устройства удаленного ввода-вывода по шине SERCOS III в редакторе программ ПЛК

9.2 Задание смещения выходов в управляющей программе

Смещения выходов могут быть заданы и в управляющей программе.

9.2.1 Установка сигналов на выходы ПЛК (G110)

Синтаксис: G110 [H<смещение выходов>] Q<i>=<выходной адрес> [Q<j>=<выходной адрес> ...]

В соответствии с этой инструкцией выходной сигнал с указанным «выходным адресом» устанавливается состояние ON или 1.

9.2.2 Сброс сигналов на выходах ПЛК (G111)

Синтаксис: G111 [H<смещение выходов>] Q<i>=<выходной адрес> [Q<j>=<выходной адрес> ...]

В соответствии с этой инструкцией выходной сигнал с указанным «выходным адресом» устанавливается в состояние OFF или 0.

Для функций G110, G111:

Характеристика: немодальные

Q<i>, где <i> или <j> (при этом <i> не равно <j>, т.к. при их равенстве будет неоднократно установлен (сброшен) один и тот же выходной сигнал) – номер параметра в текущем вызове G-функции, это целые числа в интервале от 1 до 32.

Параметр H необязательный, если этот параметр не задан при вызове функции G110 (G111), то смещение нулевое (т.е. используется значение, определенное в машинных параметрах).

Если параметр H больше 0, то смещение выхода при вызове функции равно сумме смещения, заданного в машинных параметрах, и значения параметра H.

Не более 32 выходных адресов могут присутствовать в одном кадре. В одном кадре может быть только одна из подготовительных функций G110 или G111.

<Выходной адрес>:

«Выходной адрес» указывает на управляемый ПЛК выход. Адресация выходов осуществляется в битах, адрес первого выхода 0, адрес последнего выхода N-1, где N – число выходов, которые будет включать/выключать управляющая программа ЧПУ. Интерпретатор ожидает целые неотрицательные числа в качестве адресов выходов.

После включения контроллера (MPB) все выходы системы устанавливаются в состояние 0 (неактивные или OFF). После выхода из автоматического режима (конец программы, прерывание программы, сбой) состояния остаются теми же, какими они были установлены в программе. Для создания определенности рекомендуется, чтобы выходы сбрасывались либо в конце программы, либо в ее начале.

Выходные инструкции могут использоваться в кадре вместе с любыми другими.

Пример (фрагмент управляющей программы):

```
//N120 MSG("Включение аэрозольного потока и лазера.")
msg("Switch on the aerosol flow and laser.")
N130 G110 H256000 Q1=6 Q2=7
```

Пример 1:

```
* Пример инструкций для включения/выключения выходов ПЛК
G17 G90 G15 G191 G71 G72 G172 G272 G94 G97 G49 G40 G00 G80 G98
G53 G153 G193 G64 BRISK CUT2DF ORIAXES // Строка безопасности

G110 Q1=0 Q3=33
G111 Q1=22
// G111 Q1=33 //закомментировано отключение
M30
```

В результате работы Примера 1 будут включены (будут иметь значение 1) соответствующие биты в памяти CPM. Если эти биты соответствуют дискретным выходам устройств ввода-вывода, то будут включены дискретные выходы (Рисунок 60). Нумерация битов в байтах и нумерация дискретных выходов в модулях ввода-вывода начинается с 0.

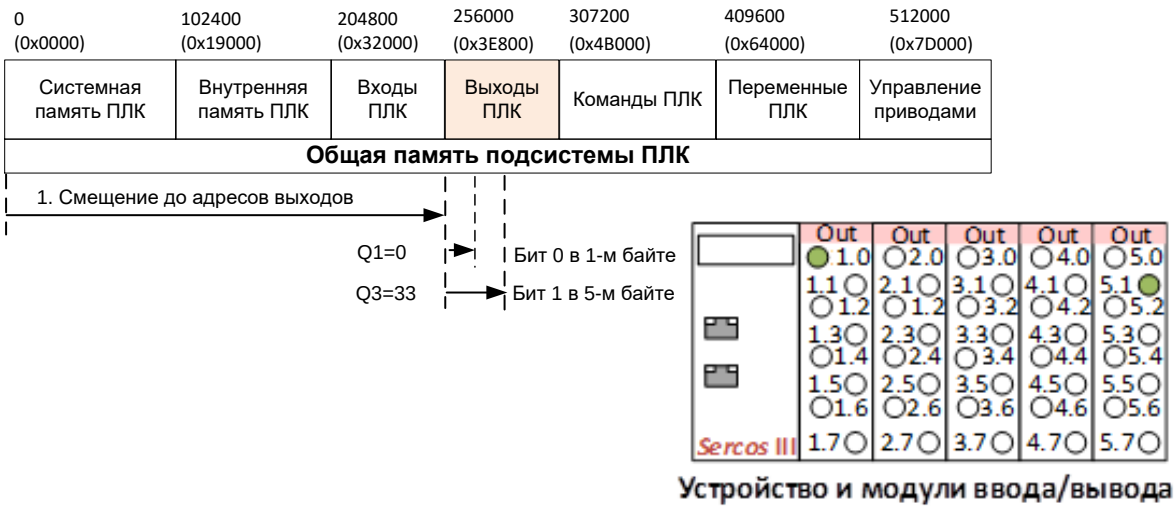


Рисунок 60 – Результат выполнения Примера 1 – включение выходов устройства удаленного ввода-вывода

Пример 2:

```
* Выходные инструкции, присутствующие вместе с инструкциями
ускоренных перемещений.
* Перед функцией G00 осуществляется выход из интерполяции.

G17 G90 G15 G191 G71 G72 G172 G272 G94 G97 G49 G40 G00 G80 G98
G53 G153 G193 G64 BRISK CUT2DF ORIAXES // Строка безопасности

N10 G00 X130 Y200 G110 Q1=21
N20 G00 X160 G111 Q1=26
N30 G00 Y155 G110 Q1=13
N40 M30
```

Пример 3:

```
* Выходные инструкции, присутствующие вместе с G01, G02, G03,
* не инициируют выхода из интерполяции.

G17 G90 G15 G191 G71 G72 G172 G272 G94 G97 G49 G40 G00 G80 G98
G53 G153 G193 G64 BRISK CUT2DF ORIAXES // Строка безопасности


N10 G01 X130 Y200 F1500    G110   Q1=21
N20 G01 X160         G111   Q1=26
N30 G01 Y160       G110   Q1=13 Q2=22
N40 G02 X0 Y0 I-80 J-80  G110 Q1=5
N50 G03 X-50 Y-50 I-25 J-25  G111 Q1=5
N60 G01 X0   Y0      G111 Q1=21
N70 M30
```

Ниже показано управление выходными сигналами, при этом поочередно используются обе функции G110 и G111. Обратите внимание, что максимально допустимые номера адресов выходов не превышаются (сконфигурировано 40 выходов, что соответствует 5 байтам в адресном пространстве CPM, Рисунок 60).

Пример 4:

```
G17 G90 G15 G191 G71 G72 G172 G272 G94 G97 G49 G40 G00 G80 G98
G53 G153 G193 G64 BRISK CUT2DF ORIAXES // Строка безопасности
```

```
N10 G01 X130 Y200 F500 G110 Q1=21 Q2=22
N20 G01 X160       G111 Q1=26
N30 G01 Y160       G110 Q1=13
N40 G02 X0 Y0 I-80 J-80  G110 Q1=23 Q2=35
N50 G03 X-50 Y-50 I-25 J-25  G110 Q1=4  Q2=5
N60 G01 X0 Y0      G111 Q1=11
N70 G01 X5         G110 Q1=3  Q2=4
          G111 Q1=7  Q2=8  Q3=7
N80 M30
```

10 Восстановление программного обеспечения и параметров системы ЧПУ «АксиОМА Контрол»

Для получения дополнительных сведений по работе с экранами системы рекомендуется пользоваться документом «Руководство оператора».

10.1 Восстановление программного обеспечения терминальной части системы

Восстановление программного обеспечения (ПО) терминальной части системы производится с использованием файла установки Setup AxiOMA Ctrl.msi (предоставляется разработчиком системы).

Порядок установки ПО терминальной части системы:

1. Запустить файл Setup AxiOMA Ctrl.msi (с флеш-накопителя или предварительно скопировав его на жёсткий диск терминального компьютера) – на экране появляется диалог установки (Рисунок 61):

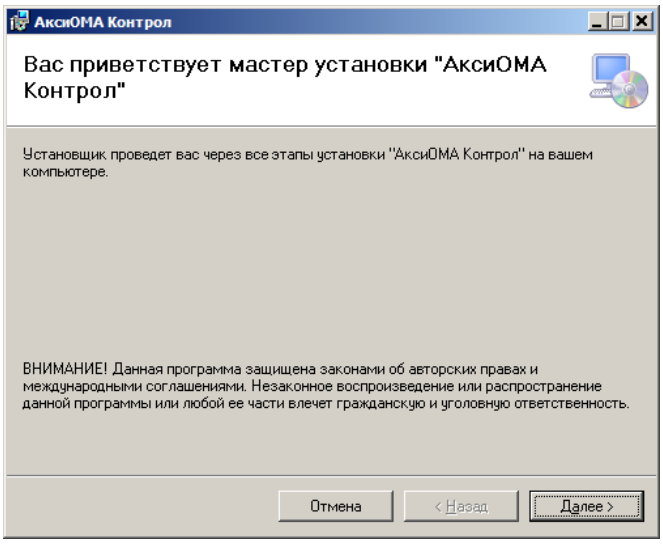


Рисунок 61 – Диалог установки

2. Нажать кнопку «Далее» диалога.
3. Выбрать папку для установки (либо принять предлагаемую по умолчанию) (Рисунок 62):

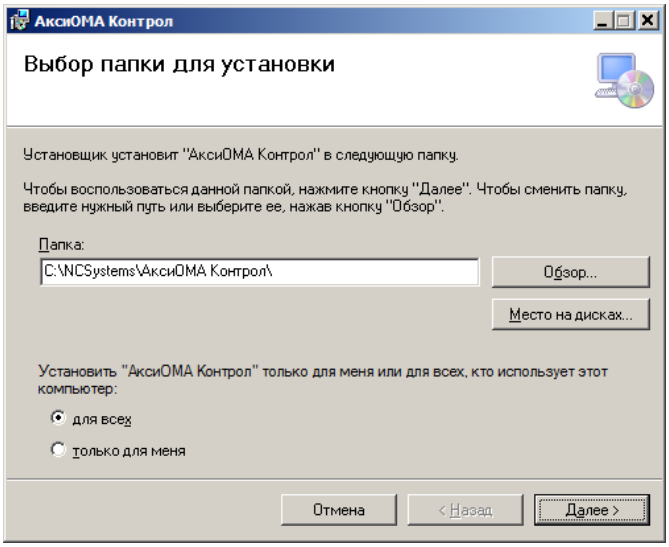


Рисунок 62 – Выбор папки для установки

4. Нажать кнопку «Далее» диалога.
5. Установить флажки в диалоге «Компоненты», как показано на рисунке (Рисунок 63):

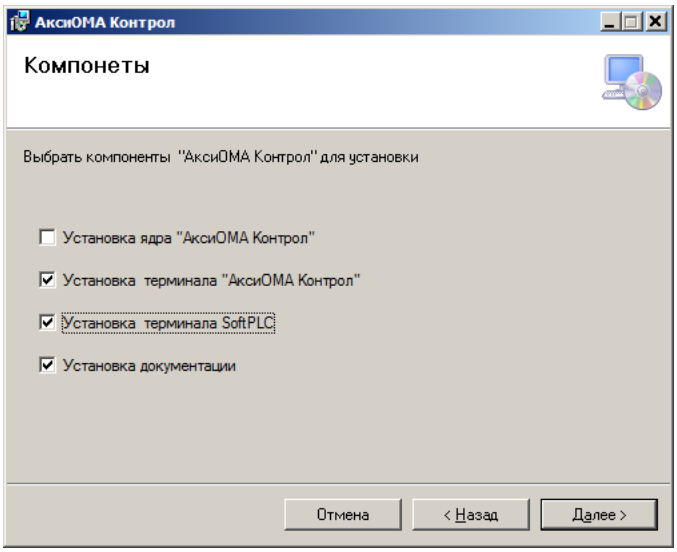


Рисунок 63 – Установка параметров в диалоге «Компоненты»

6. Нажать кнопку «Далее» диалога «Компоненты».
7. Нажать кнопку «Далее» диалога «Подтверждение установки» (Рисунок 64):

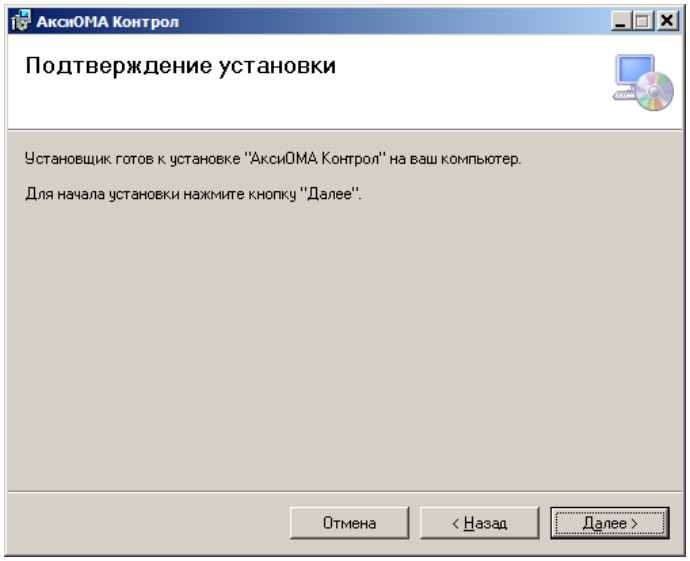


Рисунок 64 – Подтверждение установки

8. Принять условия лицензионного соглашения (Рисунок 65):

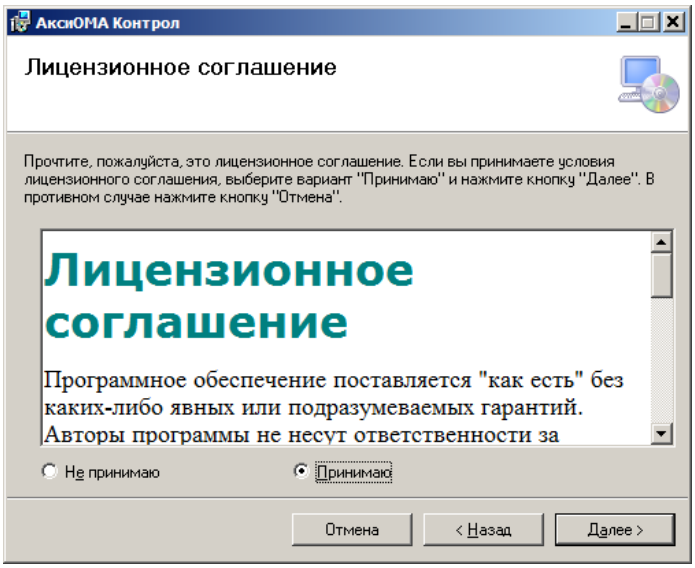


Рисунок 65 – Условия лицензионного соглашения

9. Нажать кнопку «Далее» диалога – начинается процесс установки (Рисунок 66):

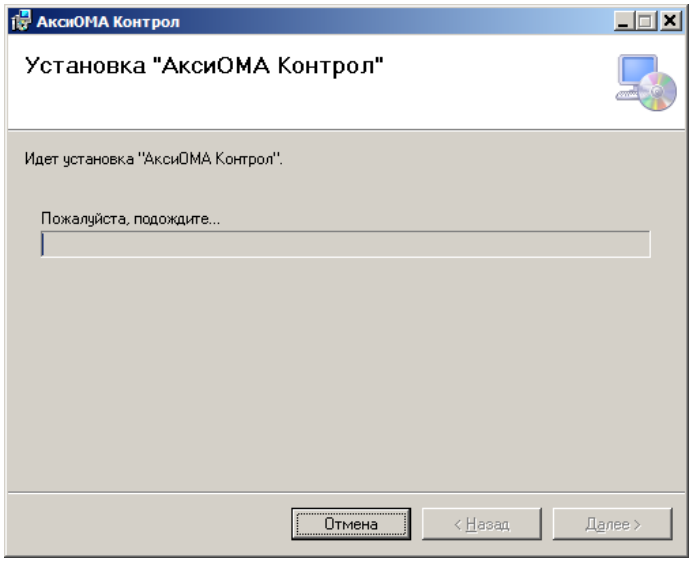


Рисунок 66 – Начало процесса установки

10. По завершению установки нажать кнопку «Закрыть» диалога (Рисунок 67):

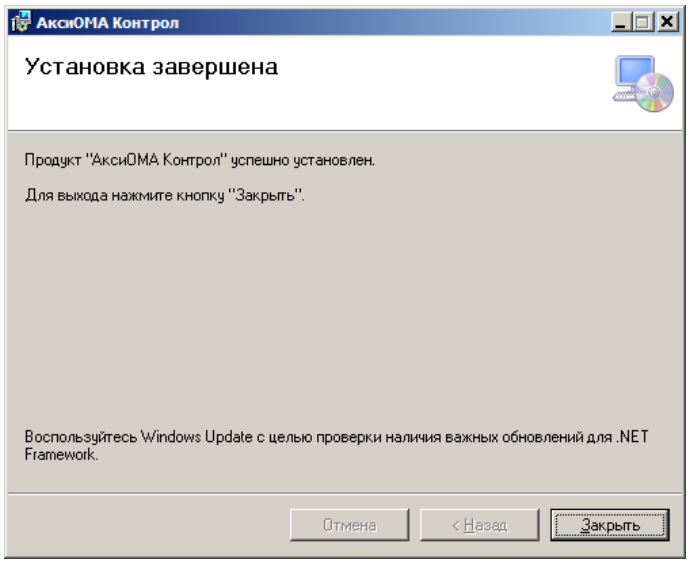


Рисунок 67 – Завершение диалога установки

11. В меню компьютера «Пуск – Программы» появляется пункт «AxiOMA Ctrl» (Рисунок 68):

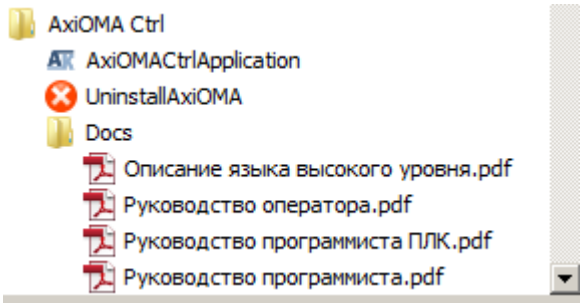


Рисунок 68 – Пункт меню «AxiOMA Ctrl»

12. Установка завершена, после перезагрузки терминального компьютера терминальная части системы запускается автоматически.

10.2 Восстановление ПО ядра системы

Восстановление программного обеспечения ядра системы ЧПУ «АксиОМА Контрол» в модуле реального времени (МРВ) производятся разработчиками системы.

10.3 Восстановление параметров системы

Для восстановления параметров системы (машинные параметры, параметры кинематики, таблицы смещений нулевой точки, таблицы компенсаций и пр.) необходимо иметь их резервную копию.

Создание резервной копии параметров системы:

1. Перейти в экран «Сервис», ввести пароль (**ncs**) для получения доступа к сохранению параметров (Рисунок 69):

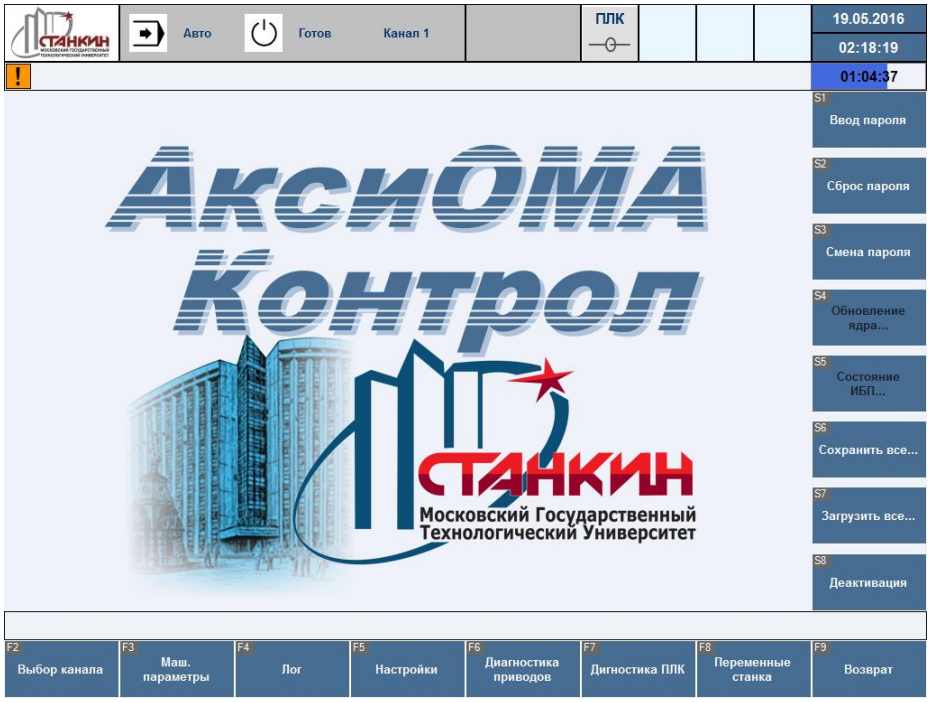


Рисунок 69 – Внешний вид экрана «Сервис» и ввод пароля для доступа к машинным параметрам

2. Нажать клавишу S6 «Сохранить все…».
3. Ввести в диалоге имя файла и нажать кнопку «Сохранить» (Рисунок 70):

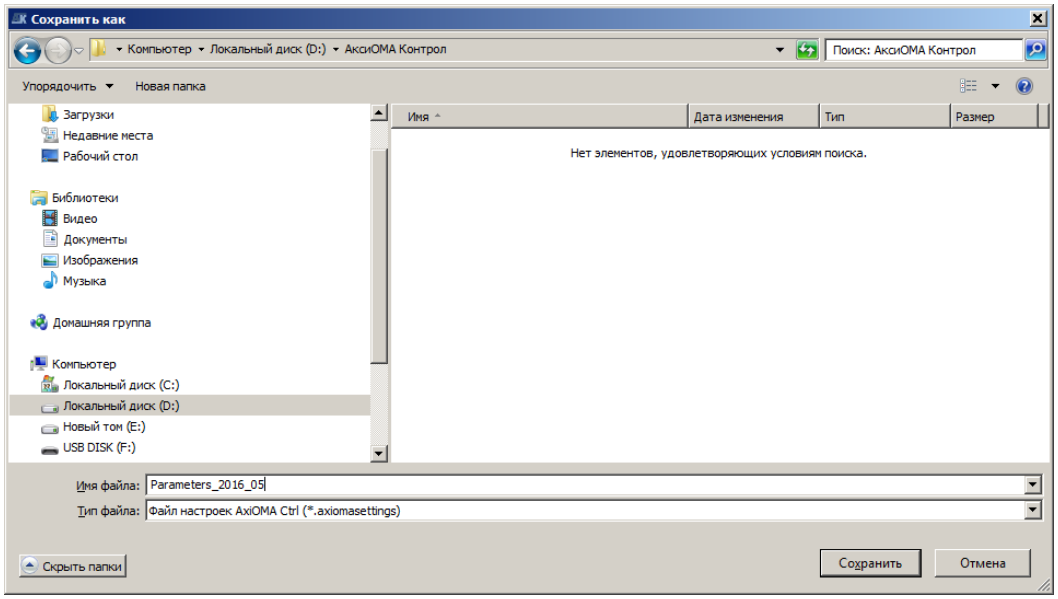


Рисунок 70 – Сохранение машинных параметров

Восстановление параметров системы:

1. Перед загрузкой параметров из резервной копии отключить силовое напряжение.
2. Перейти в экран «Сервис», ввести пароль (**ncs**) для получения доступа к сохранению параметров.
3. Нажать клавишу S7 «Загрузить все…».
4. Выбрать в диалоге файл с резервной копией параметров и нажать кнопку «Открыть» (Рисунок 71):

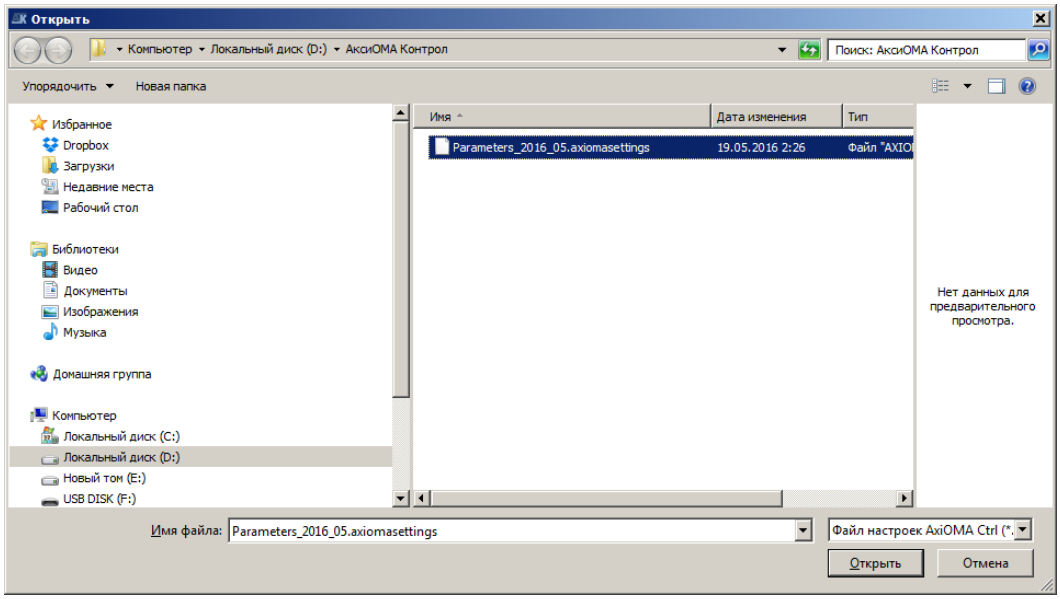


Рисунок 71 – Загрузка машинных параметров системы

5. Перезапустить систему (выключить и не менее чем через 1 мин. Включить станок).

10.4 Восстановление файлов управляющих программ

Для восстановления файлов управляющих программ необходимо иметь их резервную копию.

Восстановление файлов управляющих программ:

1. Включить режим «Автоматический».
2. Перейти в экран «Авто», нажать F2 «Выбор программы».
3. На экране файловых операций нажать клавишу F7 «Копировать в станок…» (Рисунок 72):

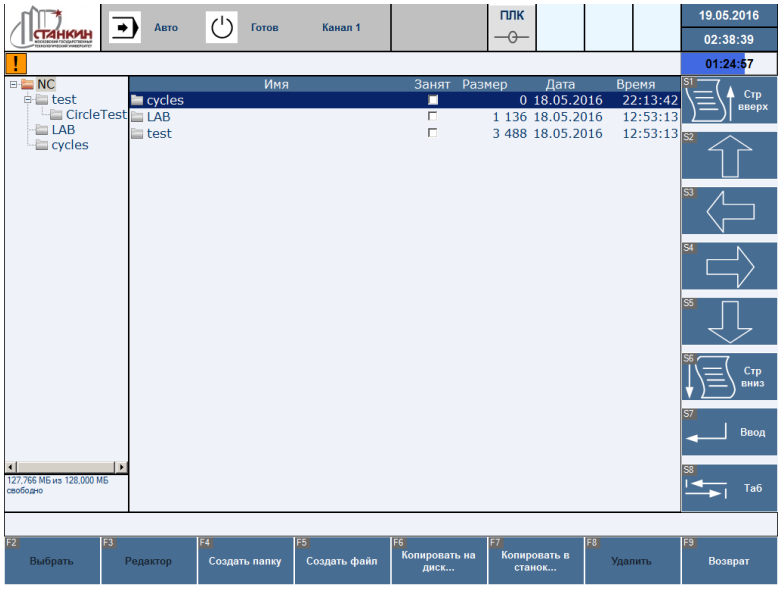


Рисунок 72 – Экран файловых операций

4. Выбрать в диалоге файлы и папки с резервными копиями управляющих программ, расположенные на жёстком диске терминального компьютера либо на флеш-накопителе, и нажать F2 «ОК» (Рисунок 73):

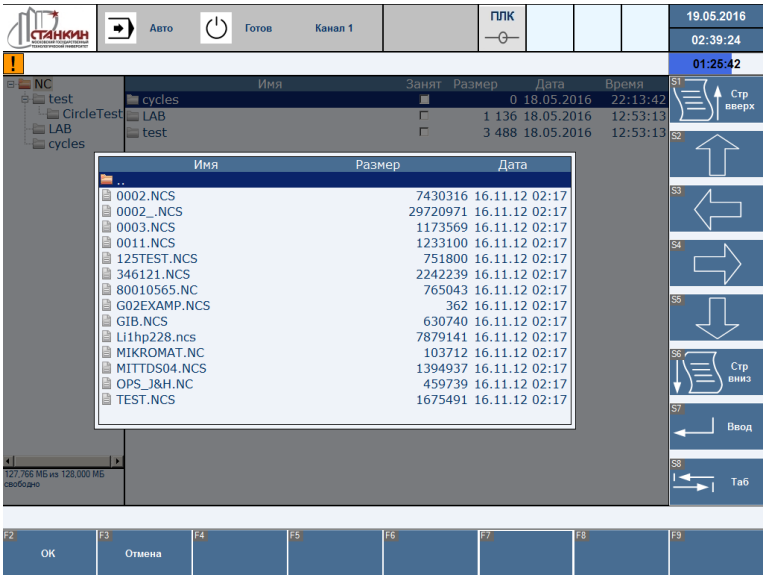


Рисунок 73 – Выбор файлов для копирования в станок

5. Дождаться окончания загрузки файлов (Рисунок 74):

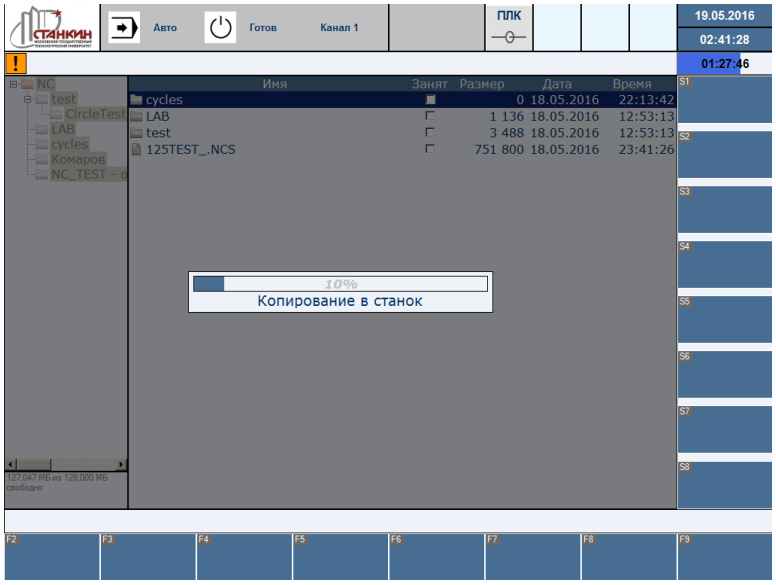


Рисунок 74 – Процесс копирования файлов

6. По окончании загрузки файлы управляющих программ доступны для работы с ними (Рисунок 75):

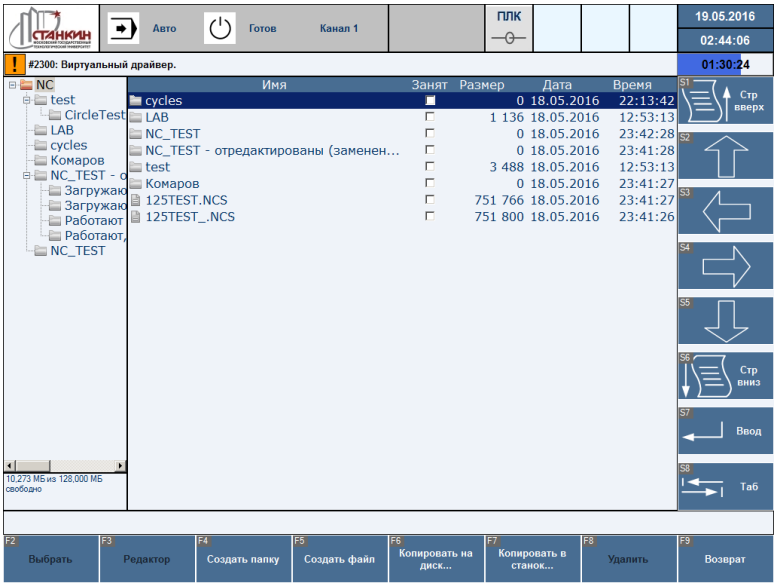


Рисунок 75 – Отображение загруженных файлов управляющих программ

Примечание. Для хранения файлов управляющих программ в файловой системе станка машинный параметр «**Использовать физическую файловую систему**» должен быть установлен в значение **True**. В этом случае файлы программ доступны при повторных включениях станка (см. раздел «Настройка машинных параметров в процессе эксплуатации станка» документа «Руководство по вводу в эксплуатацию»).

10.5 Восстановление операционной системы терминальной части и модуля реального времени (МРВ)

Восстановление операционной системы терминальной части и модуля реального времени (МРВ) и последующая установка программного обеспечения СЧПУ «АксиОМА Контрол» производятся разработчиками системы.

11 Подключение внешних устройств к системе ЧПУ «АксиОМА Контрол»

11.1 Подключение внешних устройств в машинных параметрпах (МП)

Собственно подключение внешних устройств выполняется очень похоже на то, как это делается для других типов устройств.

Для подключения требуется задать МП внешних устройств (Рисунок 76):

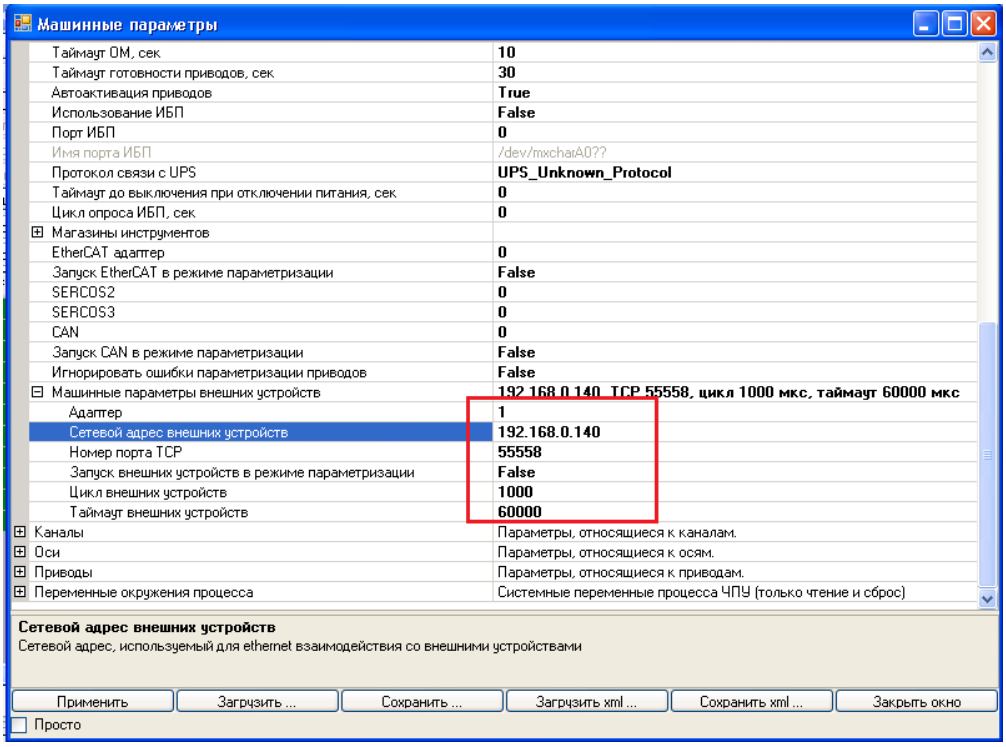


Рисунок 76 – Общие МП внешних устройств

Затем указать адреса и, если надо, другие МП соответствующих приводов (Рисунок 77):

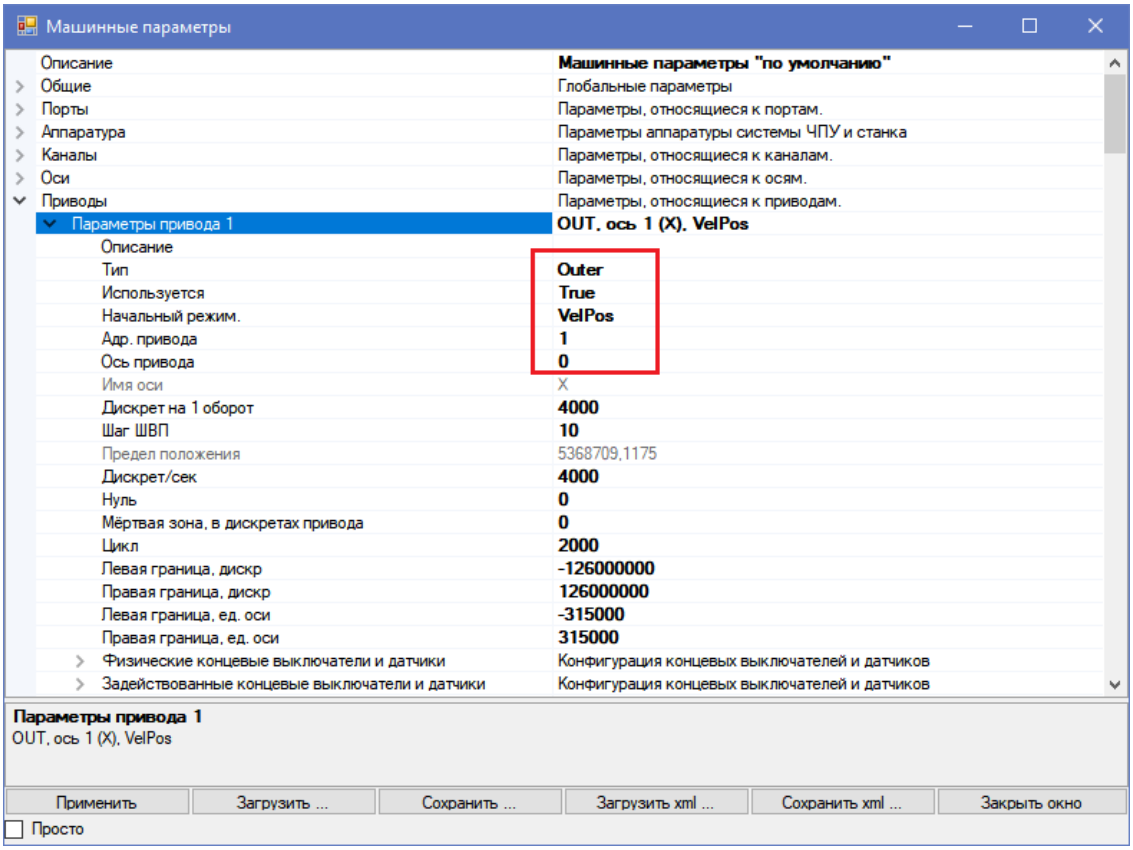


Рисунок 77 – МП внешнего привода

Если нужна параметризация привода, следует создать соответствующий файл, поместить его в исполняемую директорию и указать имя файла в МП (Рисунок 78):

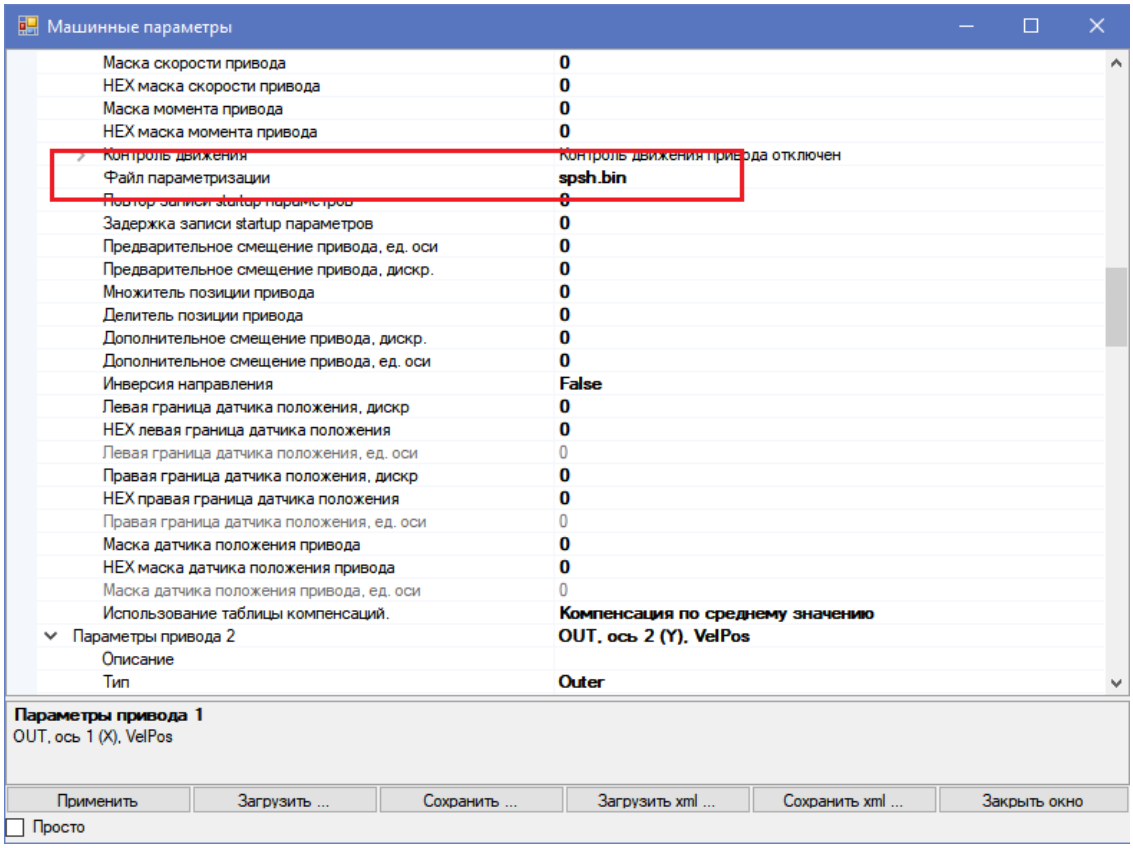


Рисунок 78 – Пример использования файла параметризации в МП

Содержимое файла параметризации зависит от типа привода.

Пример файла параметризации, с помощью которого для привода типа СПШ параметр «Ускорение/Замедление» будет автоматически устанавливаться при параметризации в значение 1000:

[NcInfo]

NC_PARAM_FILE_VERSION_MAJOR=0x0001

NC_PARAM_FILE_VERSION_MINOR=0x0002

FORMAT=NC

DATE_TIME(UTC)=04/24/2014 11:19:15

DATE_TIME(Local)=04/24/2014 19:19:15

[ActiveParameters]

;"Ускорение/Замедление, 1 – 15000"

CAN Par 0x000A IntDec 4 PreOp

1000

[Version]

;Version: 1.1

[DriveInfo]

;Name: СПШ

Наконец, если это нужно, сконфигурировать устройства ввода-вывода (Рисунок 79):

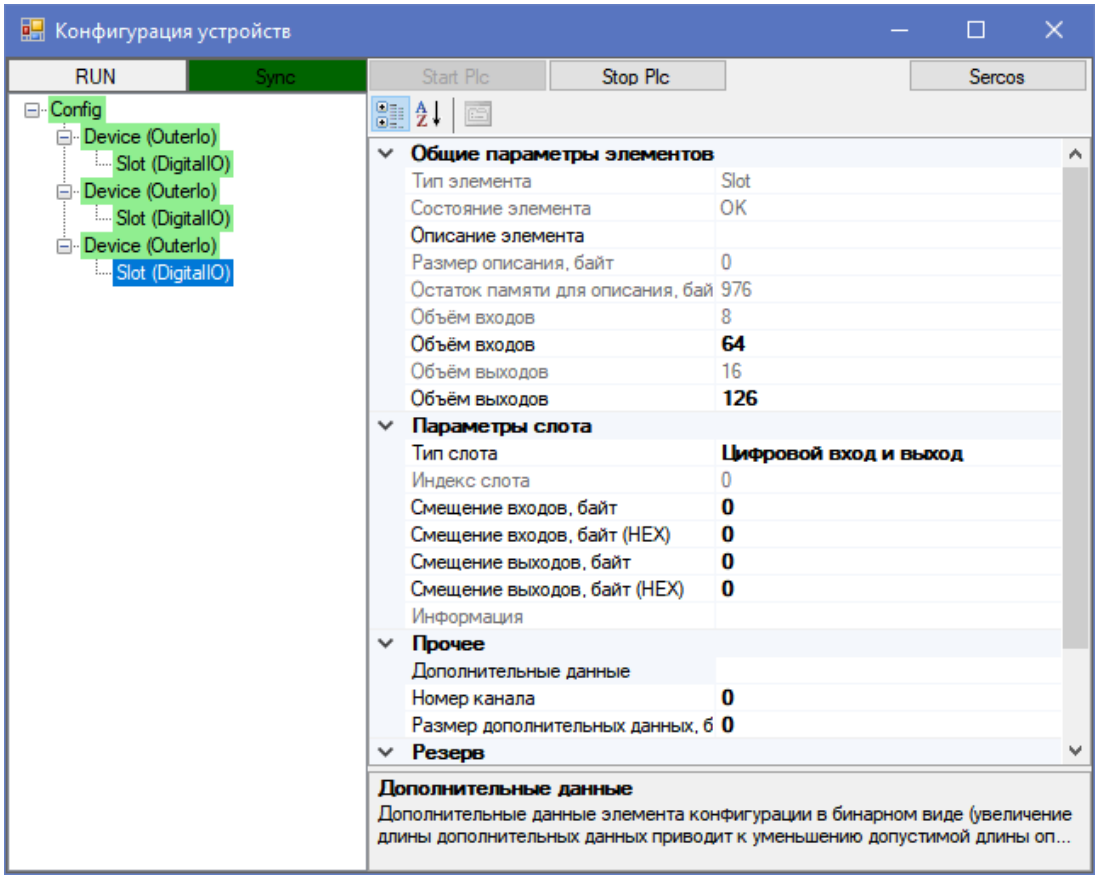


Рисунок 79 – Пример конфигурации внешних устройств ввода-вывода

После перезагрузки ядра с этим можно будет работать (ниже показано использование двух внешних приводов) (Рисунок 80):

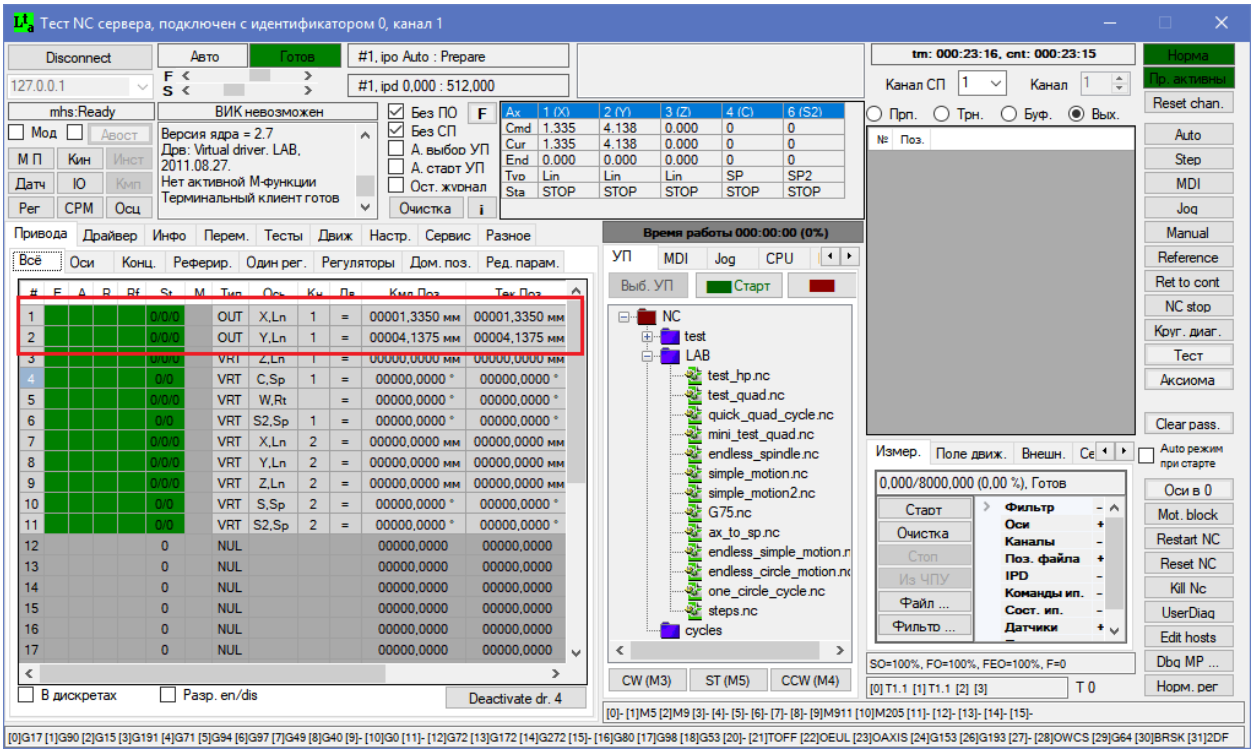


Рисунок 80 – Использование двух внешних приводов

11.2 Краткое описание эмулятора

Для тех случаев, когда надо работать с внешними устройствами без самих внешних устройств, разработан .NET эмулятор внешних устройств (решение ClientServer).

Решение состоит из следующих проектов:

- библиотека общих классов и определений (проект Common);
- эмулятор ядра (проект Client), используется при отладке;
- эмулятор внешних приводов (проект Server);
- тестовое приложение, создающее объект эмулятора ядра и эмулятора внешних приводов, используется при отладке.

Для эмуляции внешних приводов достаточно откомпилировать и запустить проект Server.

Рабочее окно эмулятора (Рисунок 81):

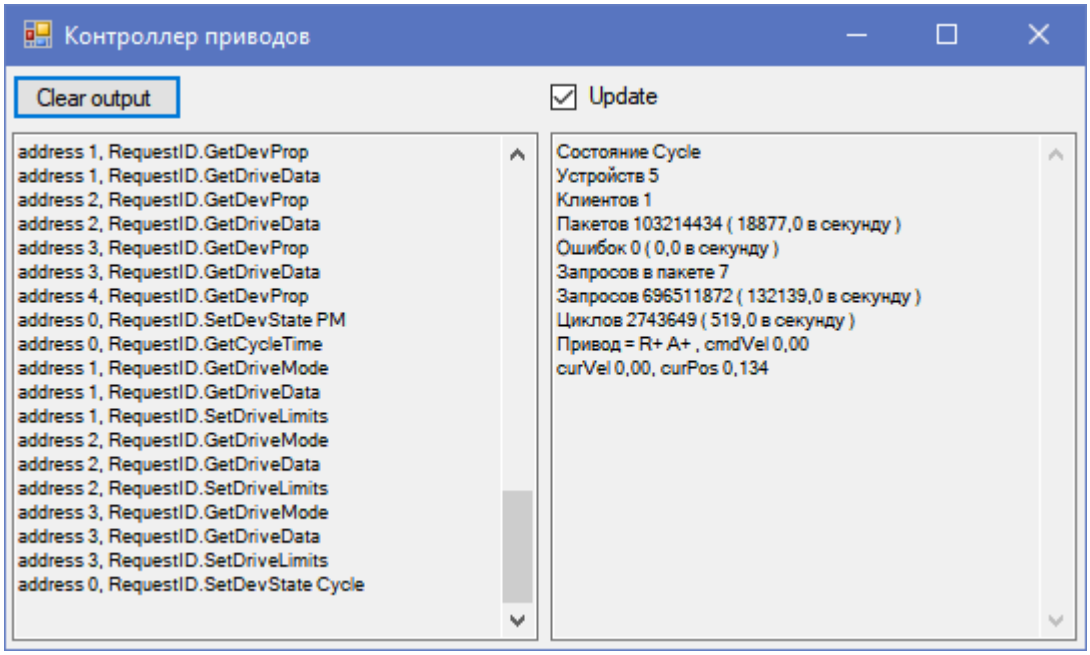


Рисунок 81 – Рабочее окно эмулятора внешних устройств

Эмулятор позволяет отслеживать некоторую отладочную информацию и может быть легко доработан для любых разумных надобностей.

На текущий момент эмулятор позволяет использовать классы виртуального привода общего назначения и виртуального привода СПШ.

Состав внешних устройств определяется в функции контроллера `CreateDevices()`.

Пример функции с комментариями:

```
    protected virtual void CreateDevices()
    {
// Очистка списка устройств
      _devices.Clear();

// Добавление собственно контроллера
      _devices.Add(this);
```

```
        // Добавление виртуального привода СПШ
            _devices.Add(new VirtDriveSpsh((Uint16)_devices.Count));

        // Добавление виртуального привода общего назначения,
        // у которого дополнительно имеется 4 байта входных сигналов и 2 байта выходных
сигналов
            BaseDevice bd = new VirtDrive((Uint16) _devices.Count);
            bd.InLen = 4;
            bd.OutLen = 2;
            _devices.Add(bd);

        // Добавление виртуального привода общего назначения
            _devices.Add(new VirtDrive((Uint16) _devices.Count));

        // Добавление устройства ввода-вывода (8 байт входов и 10 байт выходов)
            _devices.Add(new VirtIoDevice((Uint16) _devices.Count, 8, 10));
        }
```

В конструкторе контроллера можно задать количество его собственных входов-выходов

```
        public Controller()
          : base(DevTypes.Controller, 0)
        {
…
          this.InLen = 4;
          this.OutLen = 4;
```

11.3 Online редактор параметров привода СПШ

Для приводов СПШ поддерживается online редактор параметров (Рисунок 82):

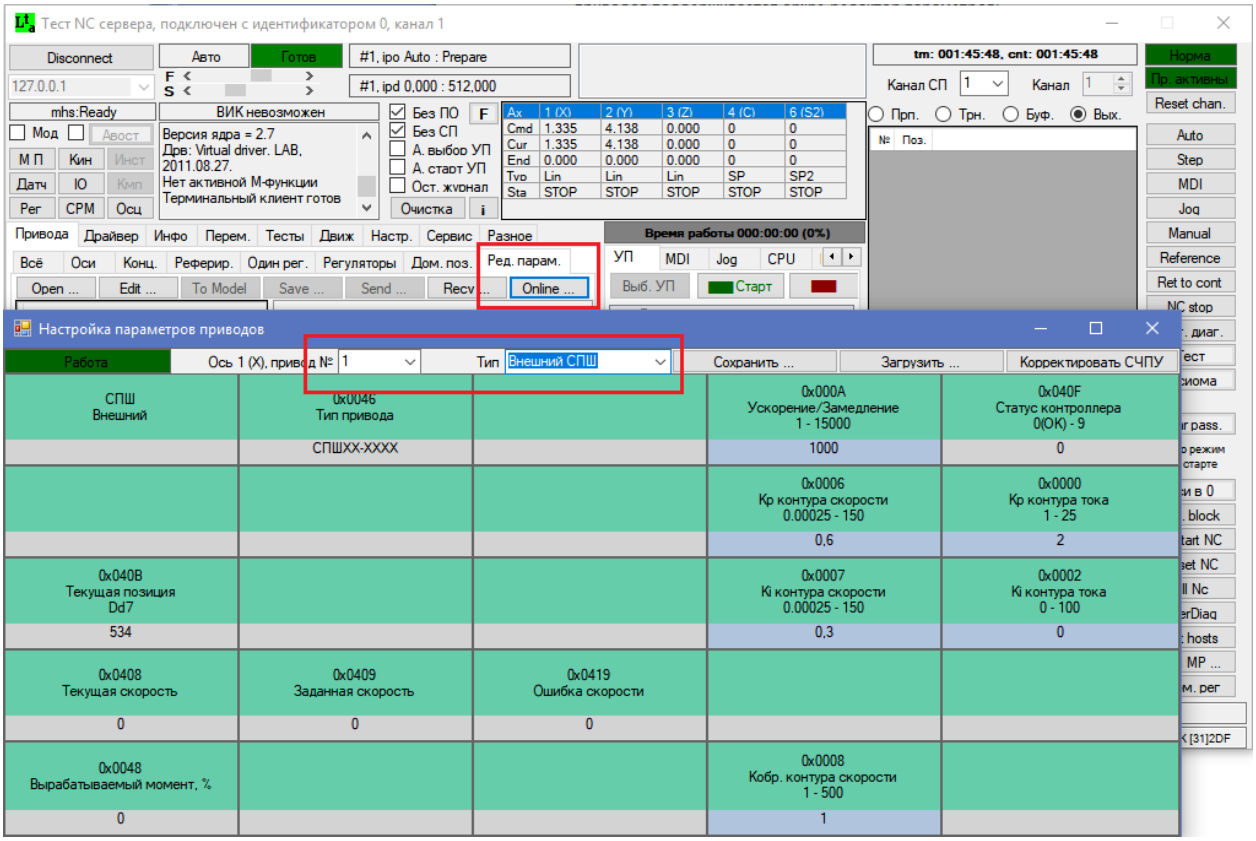


Рисунок 82 – Online редактор параметров для приводов СПШ

11.4 Имитация работы входов-выходов

Для устройств ввода-вывода имитацию их работы можно переопределить в функции `OnTick` класса `VirtIoDevice` или производного от него.

```
Public class VirtIoDevice : BaseIoDevice
{
  public VirtIoDevice(Uint16 address, Uint16 in_size, Uint16 out_size)
    : base(address, in_size, out_size)
  {
    _prop.Description = «Виртуальное устройство ввода-вывода»;
    _prop.iface = IfaceDevTypes.Outer;
  }

  public override void OnTick(Int64 mks)
  {
    switch (_state)
    {
      case DevStates.OM:
      case DevStates.Cycle:
        if (InLen >= (Uint16) sizeof (Int64))
        {
          WriteInputs(
            (Uint16) sizeof (Int64),
            0,
            BitConverter.GetBytes(mks));
        }
        break;
      default:
        break;
    }
  }
}
```

Для самого контроллера – в функции контроллера `TickThreadFunc()`

```
  protected void TickThreadFunc()
  {
    _tick_thread_run = true;
    Int64 mks;

    while (_tick_thread_run)
    {
      switch (_state)
      {
        case DevStates.PM:
        case DevStates.ToOM:
        case DevStates.OM:
        case DevStates.Cycle:
        case DevStates.FromOM:

          if ((_devices == null) || (_devices.Count <= 0))
            break;

          if (this.InLen >= sizeof (Int32))
          {
            // Псевдореализация входов
            WriteInputs((Uint16) sizeof (Int32), 0,
BitConverter.GetBytes((Int32) _cycle_counter));
          }
```

И для приводов – в функции `Run` класса `VirtDrive`

```
  public virtual void Run(Int64 mks)
  {
    Int64 delta_time_mks = (Int64)(mks - _prev_mks);
```

```
            if (delta_time_mks < 0)
            {
              _prev_mks = mks;
              return;
            }

            if (delta_time_mks <= 100)
              return;

            if (this.InLen >= sizeof(Int32))
            {// Псевдоработа входов
              Array.Copy(BitConverter.GetBytes((Int32)delta_time_mks), _inputs,
sizeof(Int32));
            }
```

На картинке показан результат (входы устройств отображаются на часть резервной области общей памяти ПЛК) (Рисунок 83):

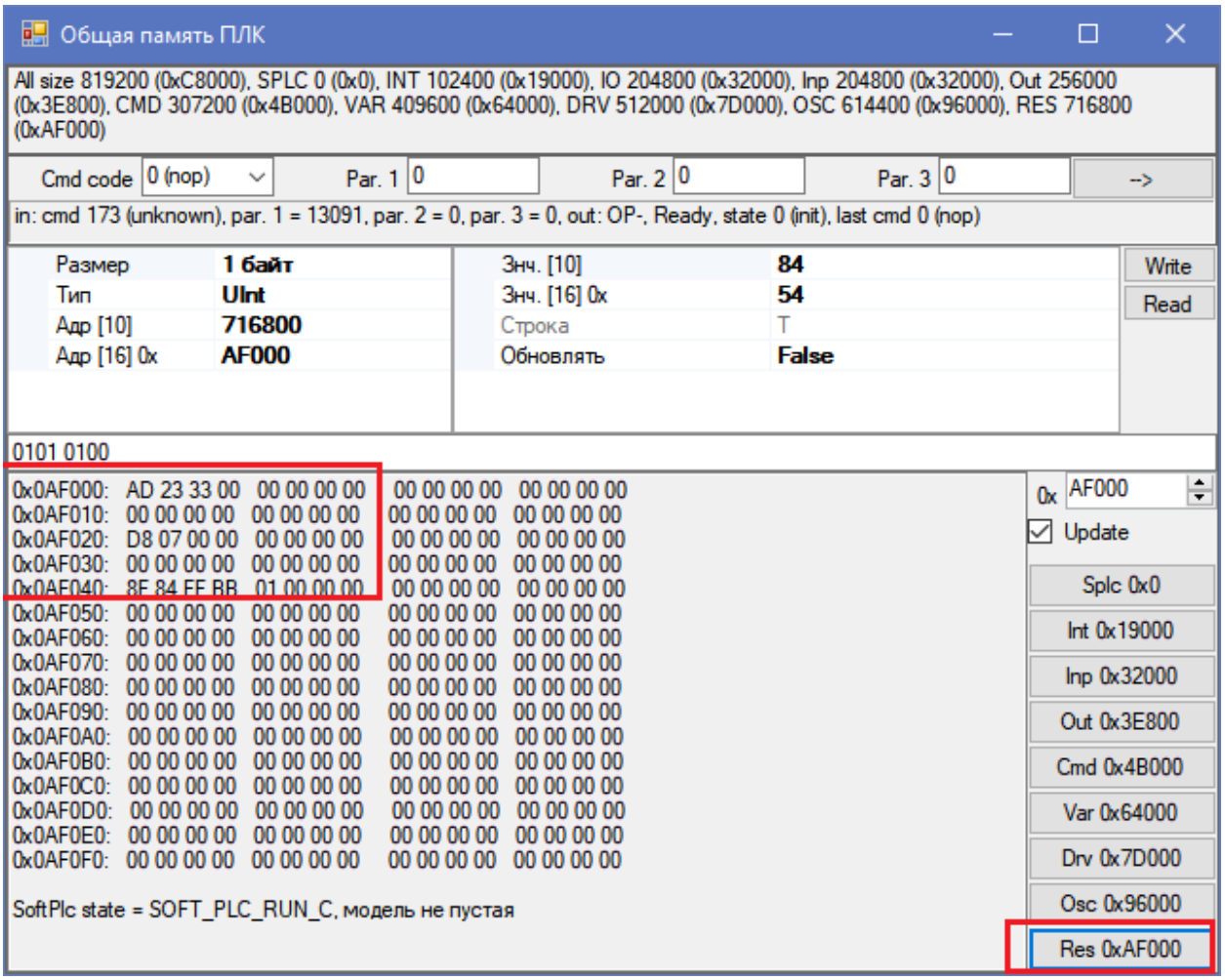


Рисунок 83 – Работа входов/выходов