



## Цифровая модульная платформа ЧПУ **IntNC**

# 5

## **причин выбора IntNC:**

- полностью отечественная разработка
- модульный принцип построения
- цифровая реализация
- поддержка широкого спектра оборудования
- комплектность поставки

# 5

## **КОМПОНЕНТОВ IntNC:**

- высокопроизводительный блок управления
- прецизионные цифровые преобразователи
- цифровой интерфейс реального времени
- функциональная панель оператора
- широкий набор модулей ввода-вывода

# 5

## **- осевая обработка IntNC:**

- 3D коррекция формы, ориентации и длины инструмента
- расчёт кинематики станков с различной комбинацией осей
- пространственные преобразования координатной системы детали (сдвиг, поворот, масштабирование)
- контроль положения центра инструмента и точки резания
- сглаживание сегментированной траектории

# ЦИФРОВАЯ МОДУЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ЧПУ INTNC

Отечественная модульная цифровая платформа ЧПУ IntNC предназначена для комплексного решения задач управления токарными и фрезерными металлорежущими станками, обрабатывающими центрами, включая 5-ти координатную обработку, шлифовальными, лазерными станками, станками электроэрозионной резки и специализированными станками.



Модульная структура аппаратной и программной частей IntNC служит основой создания систем ЧПУ для широкой гаммы станков различного назначения.

В состав систем ЧПУ серии IntNC входят:

- блок управления;
- сервопривода;
- панели оператора и переносной пульт;
- периферийные модули ввода-вывода;
- многоуровневое программное обеспечение.

Все компоненты системы связаны посредством высокоскоростных цифровых интерфейсов.

Системы ЧПУ серии IntNC ориентированы на эффективное решение задач как технического перевооружения и модернизации существующего станочного парка, так и на создание нового перспективного оборудования, рассчитанного на потребности предприятий машиностроительной, авиакосмической, атомной, автомобильной, судостроительной и других отраслей промышленности.

Возможности, надёжность и стоимость системы ЧПУ IntNC способны составить конкуренцию мировым лидерам в области систем управления металлообработкой.



## Технические данные

Количество осей/шпинделей	32
Количество независимых каналов	16
Количество одновременно интерполируемых осей на канал	8
Количество одновременно интерполируемых каналов	2
Количество датчиков обратной связи	64
Количество высокоскоростных входов/выходов	128/64
Количество входов/выходов	768/576
Максимальная скорость холостого хода	200 м/мин
Максимальная скорость рабочей подачи	20 м/мин
Максимальная скорость вращения шпинделя	20 000 об/мин
Частота работы сервоконтура	2,5 кГц
Микроинтерполяция	до 400 мкс
Размер буфера Look-Ahead	16000 кадров
Максимальный объем управляющей программы	10 Мб (500 000 кадров)
Минимальное время выполнения кадра	1 мс
Размер буфера компенсации инструмента	256 кадров



## Режимы работы

- Автоматический с покадровой обработкой и обработкой с произвольного кадра
- MDI
- Ручной
- Виртуальный станок
- Реферирование осей

## Оси и шпиндель

- Режим master-slave
- Пара синхронных осей (Gantry оси)
- Наезд на упор с контролем усилия
- Электронный кулачок
- Позиционирование шпинделя
- Постоянная скорость резания
- Поддержка аналоговых шпинделей
- Функции резьбонарезания
- Ускорение с ограничением рывка
- Программные ограничители

## Интерполяция

- Линейная
- Круговая
- Винтовая
- Спиральная
- Сплайновая (B-сплайн, Эрмитов сплайн, кривая Безье)

## 5-ти осевая обработка

- 3D коррекция формы, ориентации и длины инструмента
- Кинематические преобразования координатной системы станка
- Пространственные преобразования (сдвиг, поворот и масштабирование) координатной системы детали
- Сглаживание сегментированной траектории
- Контроль положения центра инструмента и точки резания
- Виды установочных обработок: 3+2, 4+1

## Управление электроприводом

- Цифровое управление
- Контур управления – момент, скорость, положение
- Регулятор с упреждающими связями
- Полиномиальные фильтры до 7-го порядка
- Адаптивное управление коэффициентом усиления
- Ослабление поля (для асинхронного двигателя)
- Специальные механизмы регулирования для высокоскоростных шпинделей
- Изменение параметров регулятора «на лету»
- Алгоритмы обработки аварийных ситуаций

## Измерительные циклы

- Наличие высокоскоростных измерительных входов
- Поддержка в формате G-кодов
- Измерения в ручном и автоматическом режимах
- Индикация результатов измерений
- Автоматическое обновление данных инструмента и детали

## Виды движений

- Формирование профиля траектории с ограничениями по ускорению и рывку (расширенный Look-Ahead)
- Отход и возврат на контур
- Задание кривых разгона/торможения:
  - по времени участков s-кривой,
  - по величине ускорения и рывка;
- Временное масштабирование движений (timebase);
- Режим контроля зарезов
- Конфигурация обхода углов

## Сопряжение кадров

- С допустимым отклонением от траектории
- С постоянным временем перехода
- С постоянным радиусом
- С постоянным ускорением

## Компенсации

- Люфта и погрешности ходового винта
- Температурная
- Прогиба
- Для кинематических преобразований
- 1D и 2D таблица компенсации нелинейности
- 3D таблица компенсаций
- До 256 таблиц компенсации

## Инструмент

- Коррекция на радиус инструмента в произвольной плоскости
- Коррекция на форму, длину инструмента и его ориентации в пространстве
- Поддержка магазина инструментов
- Наличие библиотеки инструментов
- Доступ к данным инструмента из технологической программы
- Контроль времени жизни инструмента

## Контроль и безопасность

- Ограничение рабочей зоны
- Контроль датчиков конечного положения
- Ограничение скорости шпинделя
- Контроль максимальных тока/скорости/ускорения
- Контроль ошибок линий связи
- Защита от потери сигнала ДОС
- Ограничение ошибки слежения
- Ограничение максимального тока
- Сторожевой таймер

## Программирование

- Язык высокого уровня на основе стандарта ANSI C
- Встроенный контроллер логических программ
- Стандартный набор математических, логических функций и средств алгоритмического программирования
- Развитый редактор программ
- Поддержка стандарта ISO 6983-1:1982, ГОСТ 20999-83 (G-Code)
- Фрезерные и токарные технологические циклы
- Поддержка постпроцессора CAM Fanuc

## Блок управления IntCU

Блок управления IntCU – программно-аппаратный комплекс, работающий в режиме реального времени, является основным компонентом СЧПУ.

Вычислитель блока управления, реализованный на базе 2-х ядерного процессора и ПЛИС со свободно конфигурируемой архитектурой, выделен в отдельный модуль. Такое решение в совокупности в кроссплатформенность программного обеспечения даёт возможность менять аппаратную платформу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Основные функции блока управления:

- планирование и расчёт траектории движения;
- управление электроприводом;
- управление электроавтоматикой;
- выполнение системных и управляющих программ;
- взаимодействие с терминальными устройствами;
- контроль безопасности.

Базовый блок IntCU-4 (габаритные размеры 294x42x157 мм) обеспечивает управление 4 осями. Масштабируемость аппаратных средств даёт возможность наращивать число осей в одном блоке управления до 32.



Варианты исполнения блока управления: IntCU-4, IntCU-8, IntCU-12.



Блок управления:  
вычислительный модуль и плата управления

Основные характеристики вычислительного модуля блока управления:

- 925 МГц 2-х ядерный процессор ARM Cortex-A9;
- 64-битная точность вычислений;
- ПЛИС Cyclone V (SoC);
- 2 Гб DDR3 SDRAM с коррекцией ошибок (ECC);
- 128 Мб QSPI Flash загрузочная память;
- 2 Гб встроенной NAND памяти;
- Поддержка карт памяти Micro SD емкостью до 32 Гб;
- Порт JTAG to USB, UART to USB;
- Интерфейсы SPI, I2C, GPIO;
- 1 порта Ethernet 100/1000 Мбит/с;
- 2 порта Ethernet 100/1000 Мбит/с промышленной сети реального времени.

Особенности аппаратно-программной платформы блока управления:

- различный форм-фактор,
- использование языка Verilog для аппаратных решений,
- кроссплатформенность,
- модульная структура программного обеспечения.



Вычислительный модуль блока управления на базе 2-х ядерного процессора и ПЛИС

# Сервоусилители IntAmp



Сервоусилители IntAmp – цифровые силовые преобразователи, предназначены для управления различными типами двигателей мощностью от 1 до 45 кВт.

Обмен данными с блоком управления ведется по специализированному высокоскоростному цифровому интерфейсу IntLink.

## Режимы работы

- Управление положением
- Поддержание скорости
- Контроль момента

## Законы разгона/торможения

- Линейный
- Трапецеидальный
- S – образный

## Типы регуляторов

- ПИД с упреждающими связями
- Расширенный
- Модальный
- Адаптивный

## Типы двигателей

- Асинхронный
- Синхронный
- Постоянного тока
- Шаговый
- Линейный
- Гидравлический



Состав модельного ряда	1,1; 2; 5,5; 11; 15; 22; 30; 45 кВт
Частота ШИМ	до 10 кГц
Частота опроса энкодерных сигналов	до 10 мГц
Такт квантования в контуре тока	от 50 мкс
Такт квантования в контуре положения/скорости	от 200 мкс
Типы датчиков обратной связи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• инкрементальный,</li> <li>• синусно-косинусный,</li> <li>• резольвер,</li> <li>• HIPERFACE,</li> <li>• EnDat 2.1/2.2,</li> <li>• SSI,</li> <li>• BISS</li> </ul>
Диапазон регулирования скорости	<ul style="list-style-type: none"> <li>• инкрементальный датчик, резольвер – 20 000 : 1,</li> <li>• EnDat, HIPERFACE, SSI, SinCos – 100 000 : 1</li> </ul>
Интерфейс управления	цифровой IntLink
Число дискретных входов/выходов	4/4
Индикатор	двухзначный для отображения режимов работы и ошибок
Типы датчиков температуры двигателя	PTC, КТУ83 и КТУ84
Тормозной резистор	встроенный/внешний
Виды защит	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль максимального тока (перегрузка по току),</li> <li>• перегрузка по I<sup>2</sup>t,</li> <li>• превышение заданной ошибки рассогласования,</li> <li>• контроль повышенного/пониженного напряжения в ЗПТ,</li> <li>• перегрев двигателя</li> </ul>
Уровень защиты корпуса	IP20

## Пульт оператора

Пульт оператора выполняет функции отображения информации, управления станком и программирования. Оптимальное сочетание аппаратных и программных средств обеспечивает высокую скорость обработки и отображения информации.

Пульт оператора состоит из 3-х функционально законченных панелей: монитора, компьютерной и функциональной клавиатур.

Характеристики пульта оператора:

- цветной ЖК монитор 19”;
- 17 навигационных клавиш по периметру монитора для переключения экранов оболочки оператора и выбора пунктов меню;
- USB порт;
- компьютерная клавиатура;
- герметизированная функциональная клавиатура с тактильным эффектом и светодиодной индикацией;
- 25 программируемых и маркируемых ПЛК кнопок;
- ручные корректоры подачи и оборотов шпинделя;
- электронный штурвал (маховик);
- кнопки и ключ включения/выключения СЧПУ и станка;
- габаритные размеры 683x483x110 мм;
- степень защиты IP54.

Переносной пульт является упрощенной версией функциональной клавиатуры.



## Периферийные модули ввода-вывода



Базовый блок управления имеет два канала, к каждому из которых может быть подключено до 8 модулей IntIO, и один канал для подключения модуля IntFastIO.

## Встроенный ПЛК

- Обработка логических сигналов непосредственно в системе управления.
- Наличие настраиваемого логического анализатора для отладки ПЛК программ.
- Неограниченное количество пользовательских таймеров и счётчиков.
- Многозадачность (до 32 программ ПЛК одновременно).
- Наличие режима «жесткого реального времени».
- Высокоуровневый язык программирования IntLang.
- Система приоритетов выполнения программ ПЛК.

Периферийные модули ввода-вывода — основное средство взаимодействия встроенного контроллера логических программ (ПЛК) и электроавтоматики станка.

Модули ввода-вывода IntIO служат для расширения числа подключаемых дискретных входов/выходов и их контроля.

Набор модулей дискретных входов IntDI (32 входа) и релейных выходов IntDO (до 24 выходов), подключаемых к плате IntIO, обеспечивает работу с различными аппаратными устройствами: кнопками, переключателями, датчиками, реле, контакторами.

Модули высокоскоростных дискретных входов/выходов IntFastIO предназначены для подключения устройств, требующих максимальной скорости реакции системы.

```
#define TIMER_ERRORS (1+2500)
#define TIMER_HOME_INCOMPLETE (1+2500)

void mtUpdateCNCIndication() {
    mt.PultOut.PultLed[0] = 0;
    mt.PultOut.PultLed[1] = 0;

    mt.PortablePultOut.PultLed = 0;

    int homeLed = !isHomeComplete() && timerSc(TIMER_HOME_INCOMPLETE);
    int resetLed = (mt.ncNotReadyReq || CNC.notReadyReq) && timerSc(TIMER_ERRORS);
    int startLed = 0;
    int stopLed = 0;
    int mode = CNC.mode;
    if (mode == cncWaitChangeMode) {
        mode = CNC.prevMode;
    }
    switch (mode) {
        case cncOff:
```



# Язык программирования

Язык программирования IntLang – язык высокого уровня на основе стандарта ANSI C, поддерживающий различные типы данных, выражения, директивы препроцессора, операторы и функции.

```
#include <sys/sys.h>
#include <include/func/axis.h>
#include <include/func/spnd.h>

void axisInitPlatform(int axis)
{
    axesControl.axis[axis].platform.status = 0;
    Motor[axesConfig[axis].motor].Safety.SoftMinLim = 0;
    Motor[axesConfig[axis].motor].Safety.SoftMaxLim = 0;
}

void axesInitPlatform()
{
    axesControl.platform.speedSelect = 0;
    axesControl.platform.incSelect = 0;

    Local.coord = 1;
    assignMotor(axesConfig[axisX].motor, {.X = axesConfig[axisX].encRes});
    assignMotor(axesConfig[axisY].motor, {.Y = axesConfig[axisY].encRes});
    assignMotor(axesConfig[axisZ].motor, {.Z = axesConfig[axisZ].encRes});
}
```

IntLang – инструмент для создания:

- программ ПЛК;
- системных программ;
- подпрограмм кинематических преобразований.

Библиотека языка IntLang содержит:

- математические функции;
- функции работы с массивами и строками;
- большой набор операторов цикла, условий и перехода;
- функции параметрирования осей и движения;
- прямые команды двигателям и осям;
- функции обмена данными с внешними устройствами;
- команды ПЛК.

## Программное обеспечение

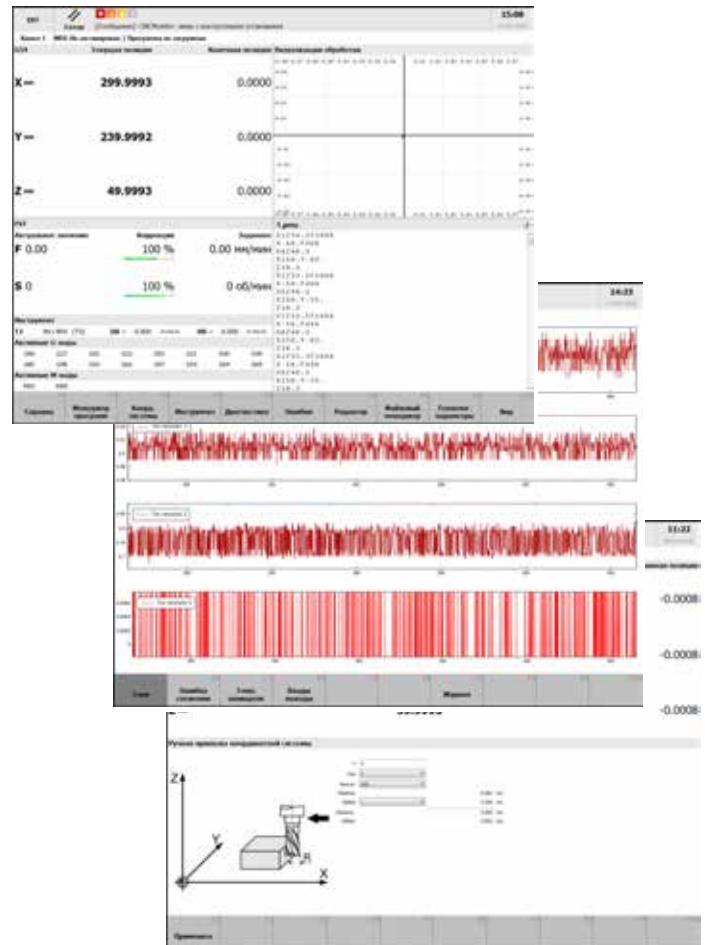
Оболочка оператора является основным средством взаимодействия с системой в процессе эксплуатации.

На основном экране оболочки оператора отображаются:

- режим работы станка, сообщения и статус управляющей программы;
- текущие и конечные координаты в выбранной системе координат детали, машинные координаты и остаток пути;
- заданные и текущие величины подачи, скорости вращения шпинделя, номер инструмента и данные корректора инструмента, активные G и M-коды;
- траектория движения инструмента;
- текст управляющей программы при её отработке.

В оболочке операторе реализованы:

- текстовый редактор с проверкой синтаксиса управляющей программы и контекстной помощью;
- доступ к технологическим параметрам системы;
- привязка координатных систем детали;
- ввод параметров инструмента;
- диагностика параметров работы приводов подач и шпинделя, состояния дискретных входов/выходов;
- менеджер программ;
- файловый менеджер;
- просмотр сообщений об активных ошибках, предупреждениях и информационных сообщениях;
- журнал событий системы;
- встроенная справочная система.



## Документация

- Руководство программиста по созданию управляющих программ (фрезерная и токарная версии).
- Руководство оператора станка с ЧПУ серии IntNC.
- Описание языка программирования IntLang программ движения и программ ПЛК.
- Руководства по эксплуатации сервоусилителей серии IntAmp, электронных модулей IntFastIO, IntIO, IntDI и IntDO.



# АВТОНОМНЫЕ СЕРВОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ INTDRIVE



Цифровые сервопреобразователи IntDrive — интеллектуальные автономные преобразователи, предназначенные для создания высокоточных электроприводов переменного и постоянного тока.

Модельный ряд сервопреобразователей IntDrive обеспечивает управление вращающимися и линейными серводвигателями с постоянными магнитами, асинхронными двигателями, а также двигателями постоянного тока.

Управление сервопреобразователем предусматривает получение им данных и команд от системы управления по интерфейсу Ethernet 100/1000 Мбит/с согласно протоколу MCSNet 2.0. Поддерживается управление от аналогового сигнала.

## Технические данные

Состав модельного ряда	1, 5, 11, 15, 22 кВт
Питающая сеть	3 x 380В + 10%, - 15%, 50 Гц ± 2%
Выходное напряжение	3 x 0...380В ± 2%
Выходная частота	1...150 Гц
Типы двигателей	<ul style="list-style-type: none"> <li>• асинхронный с короткозамкнутым ротором,</li> <li>• синхронный бесколлекторный с постоянными магнитами на роторе</li> <li>• постоянного тока</li> </ul>
Частота ШИМ	до 15 кГц
Частота опроса энкодерных сигналов	10 мГц
Такт квантования в контуре момента	100 мкс
Такт квантования в контуре положения/скорости	400 мкс
Типы датчиков обратной связи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• инкрементальный,</li> <li>• SinCos,</li> <li>• резольвер,</li> <li>• HIPERFACE,</li> <li>• EnDat 2.1/2.2,</li> <li>• SSI</li> </ul>
Диапазон регулирования скорости	<ul style="list-style-type: none"> <li>• инкрементальный датчик, резольвер – 20 000 : 1,</li> <li>• EnDat, HIPERFACE, SSI, SinCos – 100 000 : 1</li> </ul>
Ток перегрузки	150 % номинального значения в течение 60 с
Интерфейс наладки и диагностики	Ethernet 100/1000 Мбит/с
Интерфейсы управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>• аналоговый (в том числе дифференциальный) – 0 ÷ ± 10 В,</li> <li>• цифровой – по протоколу MCSNet 2.0</li> </ul>
Режим торможения	динамический
Тормозной резистор	встроенный/внешний
Число дискретных входов/выходов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• быстродействующих входов – 4,</li> <li>• выходов – 4 (в том числе 2 типа «сухой контакт»)</li> </ul>
Число подключаемых датчиков обратной связи	2
Индикация	семисегментный светодиодный индикатор
Типы датчиков температуры двигателя	PTC, КТУ83 и КТУ84
Виды защит	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль максимального тока (перегрузка по току),</li> <li>• перегрузка по I<sup>2</sup>t,</li> <li>• превышение заданной ошибки рассогласования положения/скорости,</li> <li>• контроль повышенного напряжения в звене постоянного тока,</li> <li>• контроль пониженного напряжения в звене постоянного тока,</li> <li>• перегрев двигателя (при наличии датчика температуры на двигателе)</li> </ul>

# Функциональные возможности

## Управление скоростью и положением

- Расширенный ПИД-регулятор
- Упреждение по скорости и ускорению задания
- Компенсация резонансных частот
- Использование двух датчиков положения
- Компенсация люфта

## Управление моментом

- ПИ-регулятор
- Перекрестная связь токов намагничивания и активного для высокоскоростных осей

## Движение

- Задание S – кривых разгона/торможения
- Поддержка команд типа Jog
- Контроль ускорений

## Двигатель

- Контроль температуры двигателя
- Управление тормозным устройством с настраиваемой задержкой включения и выключения

## Коммутация

- Компенсация запаздывания в таблице коммутации для высокоскоростных осей
- Ослабление поля
- Компенсация мертвого времени силовых транзисторов
- Формирование синусоидального напряжения двигателя с использованием третьей гармоники

## Специальные функции

- Выезд в нулевую точку по конечному выключателю или внешнему событию
- Позиционирование на «жесткий упор»
- Настраиваемый по внешнему событию захват позиции

## Режимы цифрового управления

- Командный режим
- Прямое управление, при котором передается задание на положение, скорость или момент

# Программное обеспечение

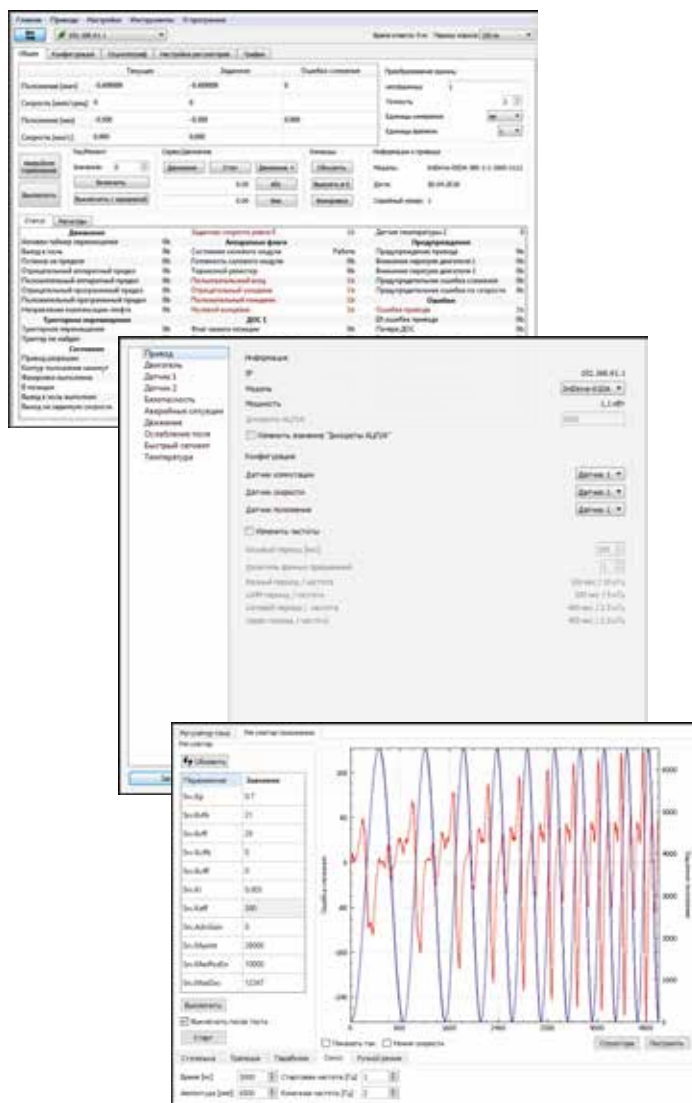
Программная оболочка Drive IDE предназначена для настройки, загрузки и выгрузки конфигурации, диагностики сервопреобразователя, а также задания простых перемещений электродвигателя, подключённого к сервопреобразователю.

Drive IDE позволяет в диалоговом режиме:

- проводить быстрое конфигурирование сервопреобразователя с введением параметров двигателя, преобразователя, датчиков, безопасности, движения;
- редактировать, сохранять и загружать заданную конфигурацию;
- выполнять настройку регуляторов тока и положения посредством задания тестовых воздействий;
- выводить одновременно несколько графиков предопределённых переменных (положение, скорость, токи)
- выполнять перемещения в отрицательном и положительном направлениях, в заданное положение, на указанную величину, выезд в нулевую точку;
- осуществлять сбор данных в режиме реального времени и выводить их в текстовом или графическом виде.

В режиме реального времени цифровое управление сервопреобразователем осуществляется от системы управления путем передачи:

- команд (фазирование, включение и выключение с задержкой на срабатывание тормоза, выезд в нулевую точку, движение в заданное положение, движение с постоянной скоростью, останов движения, аварийный останов, сброс ошибки);
- задания на положение, скорость или момент с фиксированным периодом.



# ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ

ИС2А637Ф4



16А20Ф3



ИС1250С

ИС1400ПМФ4



КВС184

ОС2550ПМФ4



16А20Ф3, 16К30Ф3, ТПК125, DFS-400, ЗК152ВФ2, 6Р13Ф3, 6Т13Ф3, ГФ2171, МА655, ОС1000, ОС2550ПМФ4, 2Е450АМФ4, 1П732РФ3, 2А622Ф4, ИС1250, ИС2А637Ф4, ИС1400ПМФ4, КВС184, шлифовальные, ткацкие, намоточные станки и станки лазерной резки, манипуляционные роботы



## НАШИ ПАРТНЁРЫ

ОАО «Ковровский электромеханический завод» (ГК Ростех, Высокоточные комплексы)

ООО «Уральский завод по производству газовых центрифуг» (ГК Росатом)

ОАО «Завод по ремонту горного оборудования» (г. Железногорск)

ОАО «Ивановский завод тяжелого станкостроения» (г. Иваново)

ОАО «Ковровский механический завод» (ГК Росатом, г. Ковров)

ОАО «Композит» (ГК Роскосмос, г. Королев, Московская обл.)

ОАО «Автодизель» (группа ГАЗ, г. Ярославль)

ВПО «Точмаш» (ГК Росатом, г. Владимир)

ФГУП «Красмаш» (ОРКК, г. Красноярск)

ОАО «УралАЗ» (группа ГАЗ, г. Миасс)

ОАО «Текстильмаш» (г. Чебоксары)

ФГБОУ ВО «Станкин» (г. Москва)

ОАО «Вати-Авто» (г. Волжский)

ПТОО «АвтоВаз» (г. Тольятти)

ОАО «Орелтекмаш» (г. Орел)

ФГБОУ ВО МАДИ (г. Москва)

ЗАО «ЧЗМК» (г. Череповец)

ГосНИИАС (г. Москва)

Ивановский, Красноярский, Курский машиностроительные колледжи



## КОНТАКТЫ

НТЦ «ИНЭЛСИ»

Российская Федерация, 153007, г. Иваново, ул. 1-я Минеевская, д. 3-А

Тел./факс: (4932) 26-97-03, 26-97-52, 8-910-6-671-671

[www.inelsy.ru](http://www.inelsy.ru)