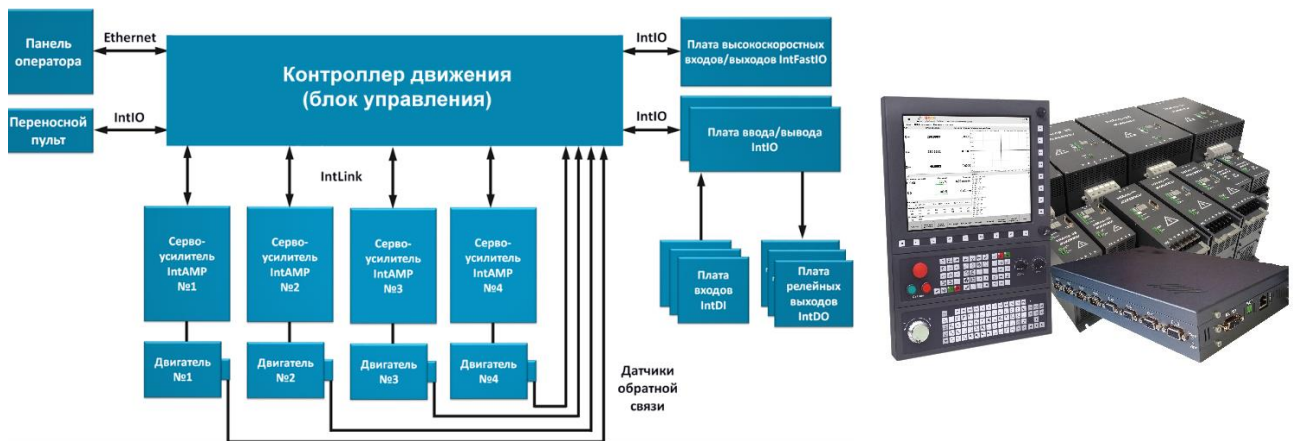


Основная идея, актуальность и характеристики разработки

Аппаратно-программная платформа управления движением IntCS – комплектная модульная аппаратно-программная платформа для построения систем управления движением и автоматизации электромеханических объектов со сложной кинематической структурой на уровне лучших мировых образцов.



Актуальность разработки обусловлена отсутствием в РФ современных отечественных систем управления движением с характеристиками на уровне мировых (разработанные отечественные системы, как правило, выполнены на ПК/ПЛК, либо имеют специализированную реализацию); значительным отставанием от ведущих компаний стран Западной Европы, США, Японии производящих системы «motion control»; ограничением распространения технологий и оборудования двойного назначения механизмами Вассенаарского соглашения; прекращением поставок импортных систем управления в РФ.

Названные факторы являются проблемами обеспечения технологической независимости России. Формирование внутренних компетенций в производстве современного высокотехнологичного оборудования является стратегически важной задачей в рамках обеспечения национальной безопасности.

Подтверждением соответствия аппаратно-программных характеристик платформы IntCS уровню мировых разработок (Siemens «SIMOTION», Omron «Trajexia», Delta Tau «Power PMAC», Yaskawa «MP3200/MP3300») являются: высокое быстродействие и точность производимых вычислений в режиме «реального времени», цифровые интерфейсы, широкий набор подключаемых

измерительных и исполнительных устройств, развитые функциональные возможности, состав системного, технологического и прикладного программного обеспечения.

Технические характеристики платформы IntCS

Количество осей/координатных систем	32/16
Количество датчиков обратной связи	32
Количество высокоскоростных входов/выходов	128/64
Количество входов/выходов	768/576
Такт квантования контура тока/положения	100/400 мкс
Встроенный ПЛК	Да
Типы двигателей	асинхронный, синхронный, шаговый
Типы датчиков обратной связи	TTL, Sin/Cos, EnDat 2.1/2.2, SSI, BISS, Hiperface, Fanuc, Tamagawa, Omron, Yaskawa, Delta Electronics, Mitsubishi
Интерфейсы	RS-232, RS-422, Ethernet
Минимальная дискретность задания перемещений	1 нм

Задачи планирования и расчёта траектории движения, управления электроприводами и электроавтоматикой, взаимодействие с терминальными устройствами, контроль безопасности реализованы на единой платформе и интегрированы на аппаратном и программном уровнях, что обеспечивает комплексное решение сложных технологических задач и сокращает время разработки, унифицирует решения, повышает надежность и снижает стоимость реализации систем управления движением.

Функциональные возможности платформы IntCS

Управление движением	Управление электроприводом
<ul style="list-style-type: none"> • Линейные оси и оси вращения • Управление осями отдельно и в составе координатной системы • Режим «ведущий-ведомый» • Управление порталными механизмами • Электронный кулачок • Формирование профиля траектории с заданными ограничениями по ускорению и рывку • Различные виды интерполяции • Задание кривых разгона/торможения: <ul style="list-style-type: none"> - по времени участков s-кривой, - по величине ускорения и рывка • Временное масштабирование движений (timebase) 	<ul style="list-style-type: none"> • Цифровой интерфейс • Управление моментом, скоростью, положением • Автодиагностика и автонастройка • Регулятор с упреждающими связями • Полиномиальные фильтры до 7-го порядка • Адаптивное управление коэффициентом усиления • Ослабление поля • Изменение параметров регуляторов «на лету» • Пользовательские регуляторы • Алгоритмы обработки аварийных ситуаций

Программирование	Контроль и безопасность
<ul style="list-style-type: none"> ● Язык высокого уровня на основе стандарта ANSI C и G-коды ● Библиотека математических, тригонометрических и логических функций ● Средства алгоритмического программирования ● Синхронизация программ в различных координатных системах ● Встроенный контроллер логических программ ● До 32 одновременно работающих программ ПЛК в режиме «жесткого реального времени» ● Механизм задания приоритетов выполнения программ 	<ul style="list-style-type: none"> ● Многоуровневая система безопасности ● Ограничение рабочей зоны ● Контроль максимальных тока/скорости/ускорения ● Контроль датчиков конечного положения ● Программные и аппаратные ограничители ● Сигнал разрешения работы преобразователя и контроль ошибок ● Контроль ошибок линий связи ● Защита от потери сигнала датчиков ● Ограничение ошибки слежения ● Ограничение максимального тока ● Сторожевые таймеры ● Система мониторинга

Инновационность разработки подтверждается целым рядом научно-технических решений, не имеющих отечественных аналогов, а практическое значение – широким внедрением созданных на её основе систем управления в промышленности.

Состав платформы

Аппаратно-программная платформа IntCS – комплектное, полностью законченное решение для построения систем управления движением и автоматизации сложных электромеханических объектов, которое включает все компоненты, необходимые для реализации задач координированного многоосевого движения.

Платформа IntCS является фактически конструкторским набором, который позволяет, используя базу готовых компонентов и решений, быстро и эффективно получать продукт с заданными техническими характеристиками и функциональными возможностями.

Все компоненты платформы производятся на территории РФ, а такие компоненты, как контроллер движения, цифровые сервопривода, ряд программных средств, включая полноценную 5-ти осевую обработку – впервые выполненные стране разработки.

Компоненты платформы IntCS

<p>Контроллер движения (блок управления)</p>	<p>Программно-аппаратный комплекс, работающий в режиме реального времени, является основным компонентом платформы. Обеспечивает управление 32 осями.</p>	
<p>Цифровые сервопривода и рекуператоры</p>	<p>Цифровые силовые сервопривода, предназначены для управления различными типами двигателей мощностью от 1 до 66 кВт.</p>	
<p>Терминальные устройства для организации человеко-машинного интерфейса</p>	<p>Пульты управления с функциями отображения информации в текстовом и графическом виде, управления оборудованием и программирования.</p>	
<p>Периферийные модули входов/выходов и сопряжения с датчиками обратной связи</p>	<p>Расширения системы для ввода, вывода и обработки дискретных и аналоговых сигналов, а также для подключения устройств, требующих максимальной скорости реакции системы.</p>	
<p>Многоуровневое программное обеспечение</p>	<p>Системное программное обеспечение, технологическое программное обеспечение, терминальное программное обеспечение, среда конфигурирования и настройки.</p>	

К особенностям разработанной платформы следует отнести: полностью отечественная разработка, открытая архитектура, цифровая реализация, модульность построения, кроссплатформенность, комплектность поставки, развитые средства настройки и диагностики, расширенный набор готовых алгоритмов управления движением.

Общий объем разработанной документации превышает 4000 страниц.

Области применения

Области применения платформы **IntCS**:

- Металлорежущие фрезерные и токарные станки и многоцелевые обрабатывающие центры.
- Специальные станки – ткацкие, намоточные, лазерные, шлифовальные и др.
- Промышленные роботы и манипуляторы.
- Мобильные роботизированные платформы.
- Системы наведения и стабилизации.
- Испытательные стенды.
- Системы слежения.
- Космическая роботехника.
- Медицинская роботехника.



Разработанная платформа является продукцией двойного назначения и может использоваться предприятиями военно-промышленного комплекса для создания ВВСТ (систем слежения и наведения, мобильных роботов, поворотных платформ и т.п.). Проведенные переговоры с предприятиями Индии, Узбекистана, Белоруссии указывают на экспортный потенциал платформы.

Система ЧПУ IntNC Pro как развитие платформы IntCS

На базе платформы IntCS разработана система ЧПУ IntNC Pro – отечественная цифровая система числового программного управления, предназначенная для комплексного решения задач управления токарными и фрезерными металлорежущими станками, многоцелевыми обрабатывающими центрами, включая 5-ти координатную обработку, а также специализированными станками (шлифовальными, лазерными, намоточными и др.).

Система ЧПУ IntNC Pro ориентирована на эффективное решение задач как технического перевооружения существующего станочного парка, так и на создание нового оборудования, рассчитанного на потребности предприятий машиностроительной, авиакосмической, атомной, автомобильной, судостроительной, оборонной и других отраслей промышленности.

Поскольку системы ЧПУ относятся к высокотехнологичному оборудованию, попадающему под действие Вассенаарских соглашений, то важнейшая задача – внедрение СЧПУ на многоосевых обрабатывающих центрах (с 5-ю и более осевой обработкой), где существуют прямые запреты на импортные поставки и где предприятия испытывают наибольшие трудности с реализацией гособоронзаказов.

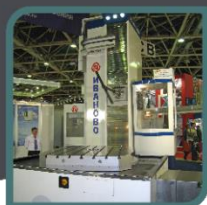
Результаты внедрения

Системы управления на базе платформы IntCS прошли длительный период апробации более чем на 50 промышленных предприятиях РФ.

В числе станкостроительных заводов, на которые поставляется СЧПУ IntNC Pro, можно назвать такие, как АО «СТП» ПЗМЦ», АО «КЭМЗ», АО «ИЗТС», АО «Концерн «КАЛАШНИКОВ», ООО «УНИМАТИК», ООО «Пумори инжинирнг» и др.

Система ЧПУ IntNC Pro получила заключение о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719.

СЧПУ IntNC PRO БАЗОВАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА



Токарные, токарно-фрезерные, фрезерные станки и обрабатывающие центры, шлифовальные, ткацкие, намоточные станки и станки лазерной резки

Выполнены проекты по установке СЧПУ IntNC Pro на более чем 50 моделей станков, среди которых можно назвать следующие:

- токарные станки и токарно-фрезерные обрабатывающие центры КТС-4000, ПРОТОН Т160/Т6250/Т630, ЕМСО МТ65Е/МТ25, ГЕНОС ТФ 12/50, 16А20Ф3, СА500С10Ф2К, 1П732РФ3, 1А734Ф3, 1В340Ф30;
- вертикальные фрезерные станки и обрабатывающие центры КВС МВ184 М5, Фотон Ф5/Ф1, VMC2100В, ИС630, 6Р13Ф3, 2550 ПМФ4.

Станкостроительные заводы используют СЧПУ IntNC Pro как на вновь производимом ими станочном оборудовании, так и для замены импортных систем ЧПУ на оборудовании зарубежного производства.

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ

Вертикально-фрезерный 5-осевой обрабатывающий центр КВС МВ184 М5 (АО «КЭМЗ»)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр МаХХTurn 65ЕМУ (ООО «Эмко-Рус»)

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр КВС МВ184М5 с возможностью 5-ти осевой обработки предназначен для изготовления сложных, объёмных поверхностей деталей. На станке была произведена замена системы ЧПУ Heidenhain iTNC530 HSC и установлен наклонно-поворотный стол фирмы HIWIN.

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр МаХХTurn 65ЕМУ предназначен для комплексной обработки деталей вращения типа вал, фланец посредством выполнения различных видов токарных и фрезерных работ. На станке была произведена замена СЧПУ Siemens Sinumerik 828D.



Токарно-фрезерный 8-осевой обрабатывающий центр КТС 4000 (АО «КЭМЗ»)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр КТС модели 4000 предназначен для выполнения расточных, сверлильных, резьбонарезных, зубонарезных, долбежных и фрезерных работ с помощью токарного и осевого инструмента. На станке произведена замена системы ЧПУ Fanuc 32i.



Вертикально-фрезерный 4-осевой обрабатывающий центр ФОТОН Ф5 (ООО «ПЗМЦ»)

Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр ПЗМЦ ФОТОН Ф5 обеспечивает высокоточное чистовое, черновое фрезерование, плунжерное фрезерование, сверление отверстий, растачивание и резьбонарезание. На станке произведена замена системы ЧПУ Fanuc 0i.



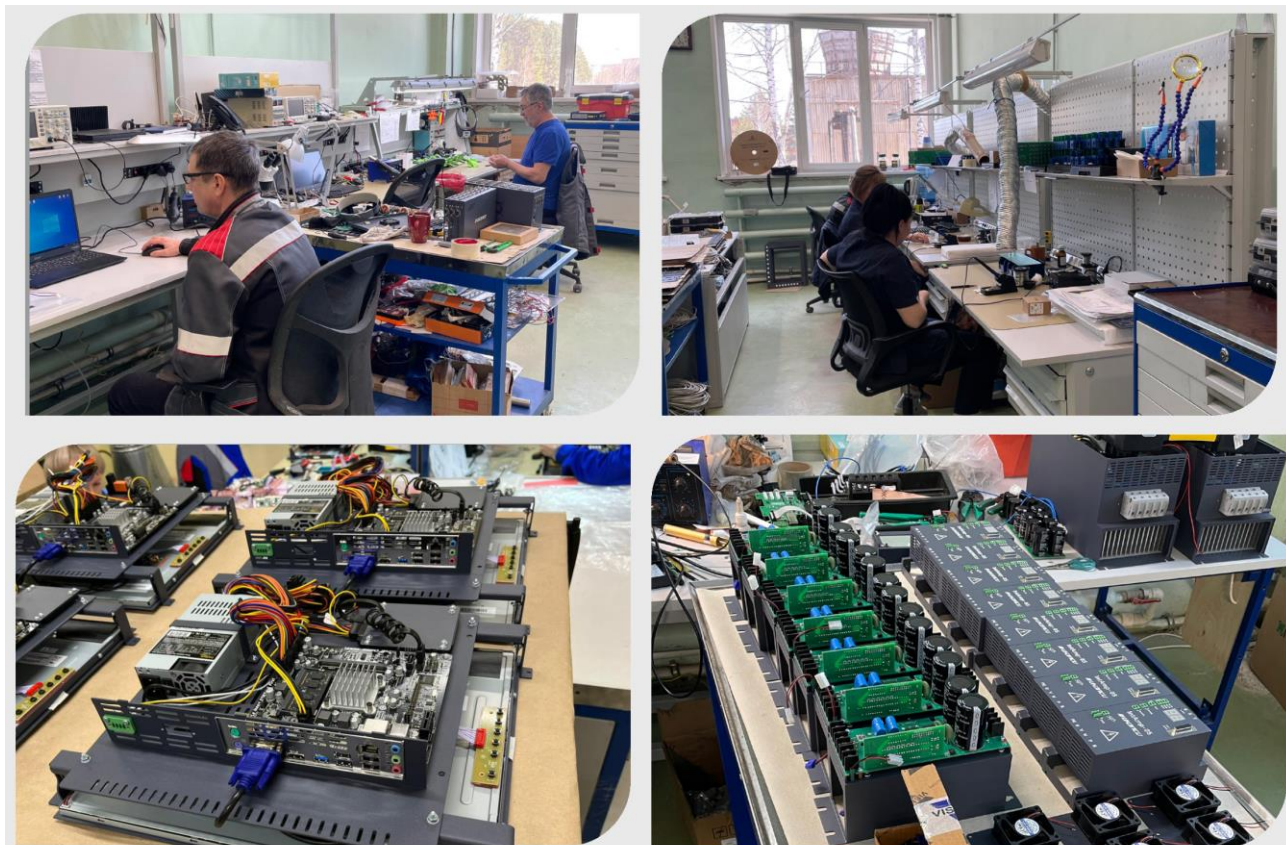
Число выпущенных с 2015 по 2023 г. комплектов СЧПУ IntNC Pro составляет более 300 шт.



Серийное производство

Одной из приоритетных задач реализации «Стратегии развития станкоинструментальной промышленности» является локализация серийного производства конкурентоспособных комплектующих (дающих 70% затрат для производства станка), на территории Российской Федерации. Решение данной задачи невозможно без разработки и освоения серийного производства российских систем ЧПУ, не уступающих по своим техническим характеристикам и конкурентоспособности лучшим мировым аналогам.

На электромеханическом заводе «Купол» (г. Ижевск) концерна «Алмаз-Антей» организовано серийное производство всех компонентов СЧПУ IntNC Pro, которое способно обеспечить объем выпуска до 500 систем в год.



Экономический и социальный эффект разработки

Мультипликативные экономико-социальные эффекты разработки заключаются в повышении доли импортозамещения и увеличении конкурентоспособности российской продукции, обеспечении технологической независимости, расширении объёма внутреннего рынка, экспортном потенциале выпускаемой продукции, создании полностью российского высокотехнологического оборудования.

В ИГЭУ – существенное усиление научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности, целевой подготовки, модернизации материально-технической базы, что в совокупности ведёт к увеличению притока хорошо подготовленных молодых специалистов на производство и в науку.

Значимым фактором является создание серийного производства СЧПУ, стимулирующее рост объемов выпуска станочного оборудования в РФ, и как результат – создание новых квалифицированных рабочих мест.