



XVI специализированная выставка по промышленной
автоматизации и встраиваемым системам
«Передовые технологии автоматизации (ПТА-2016)»
Промышленная автоматизация: на пути к Industry 4.0



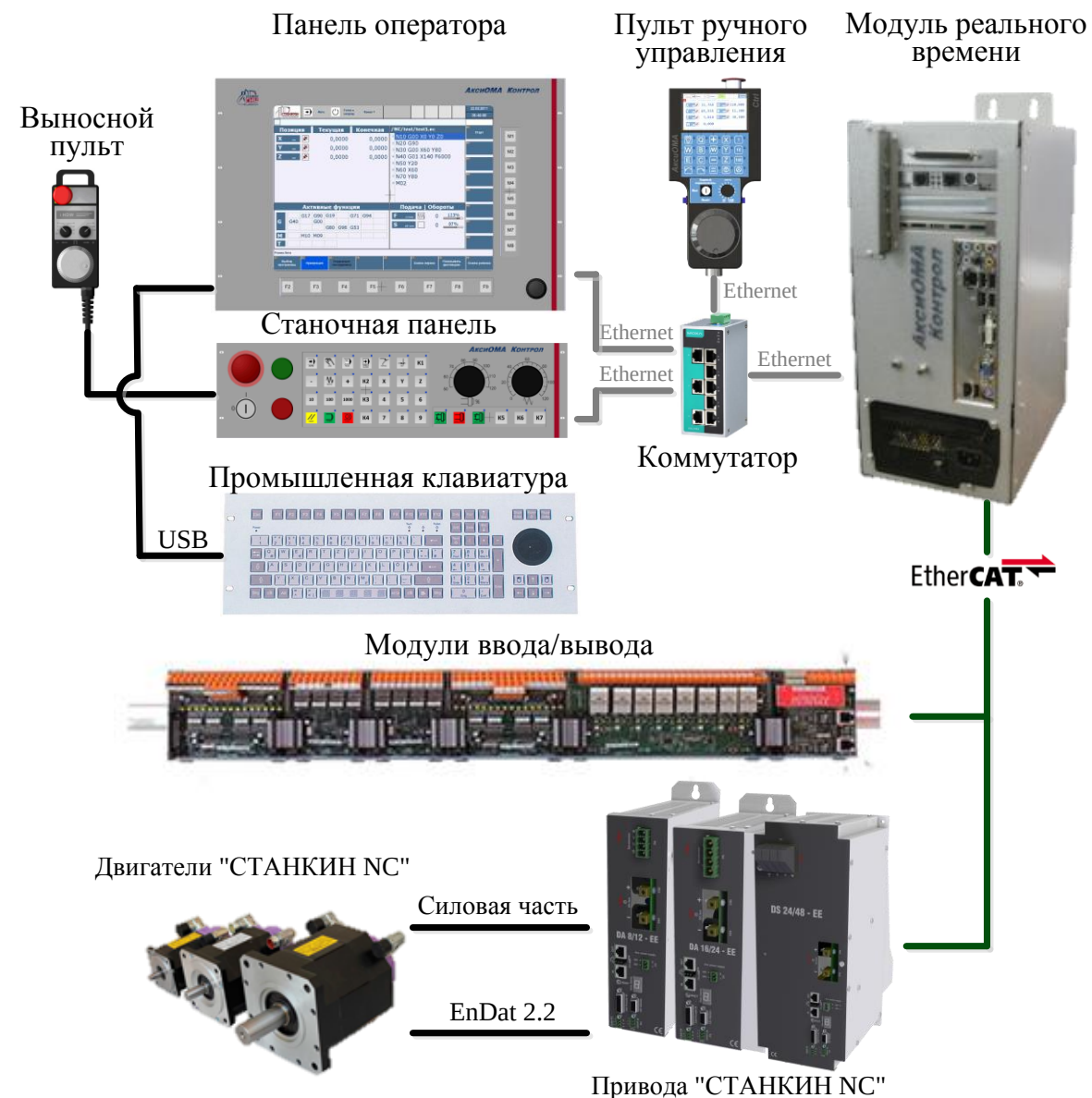
Программно-реализованный контроллер автоматизации технологических процессов для умных производств, ориентированный на отечественную элементную базу

Никишечкин П.А., Ковалев И.А.

(Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»)

Комплектная система ЧПУ «АксиОМА Контроль»

Параметр	Значение
Количество каналов управления	≤ 8
Количество управляемых осей	≤ 32 (≤ 16 осей на канал)
Количество шпинделей	≤ 4 (на канал)
Количество групп master-slave	≤ 16 (на канал)
Реализуемые оси	линейные, круговые, бесконечные, шпиндель/ось
Цикл интерполяции	$\geq 0,1$ мс (настраиваемый)
Буфер предпросмотра, look-ahead	500 кадров
Сплайновая интерполяция	кубический, Акима, NURBS
Промышленные шины	SERCOS III, EtherCAT, SERCOS II, UCSNet, CAN, Step/Dir, ...
ОСРВ	Linux, Windows RTX
Аппаратная платформа	PC, ARM
Трансформация осей	5-координатная с TCP-программированием
Программирование	ISO-7bit, язык высокого уровня (ANSI C)
Программирование ПЛК	FBD для SoftPLC



Модульный подход построения архитектуры системы ЧПУ

«АксиОМА Контрол»

Терминальная часть (прикладные приложения)

Терминальные
клиенты

Вспомогательные
терминальные средства

Взаимодействие с оператором, функционирование прикладных приложений: интерфейс оператора, редакторы (управляющих программ, машинных параметров), специальные диагностические приложения (цифровой осциллограф, логический анализатор, мониторинг и прогнозирование износа инструмента), системы визуализации обработки

Коммуникационная среда

Обеспечение взаимодействия основных уровней системы

Ядро системы ЧПУ

Интерполятор

Файловая система

Диагностические модули

Интерпретатор

NC-приложения

Контроллер (SoftPLC)

Реализация алгоритмов интерполяции, предпросмотра кадров, кинематической трансформации, управление электроавтоматикой, диспетчеризация задач

Платформонезависимые библиотеки

мьютексы, таймеры, разделяемая память, оболочки функций Runtime библиотек

Обеспечение кроссплатформенности системы управления

Операционная система

MS Windows RTX, MS Windows CE, Ubuntu, RTLinux

Работа программного обеспечения, интерфейсы взаимодействия с аппаратной частью

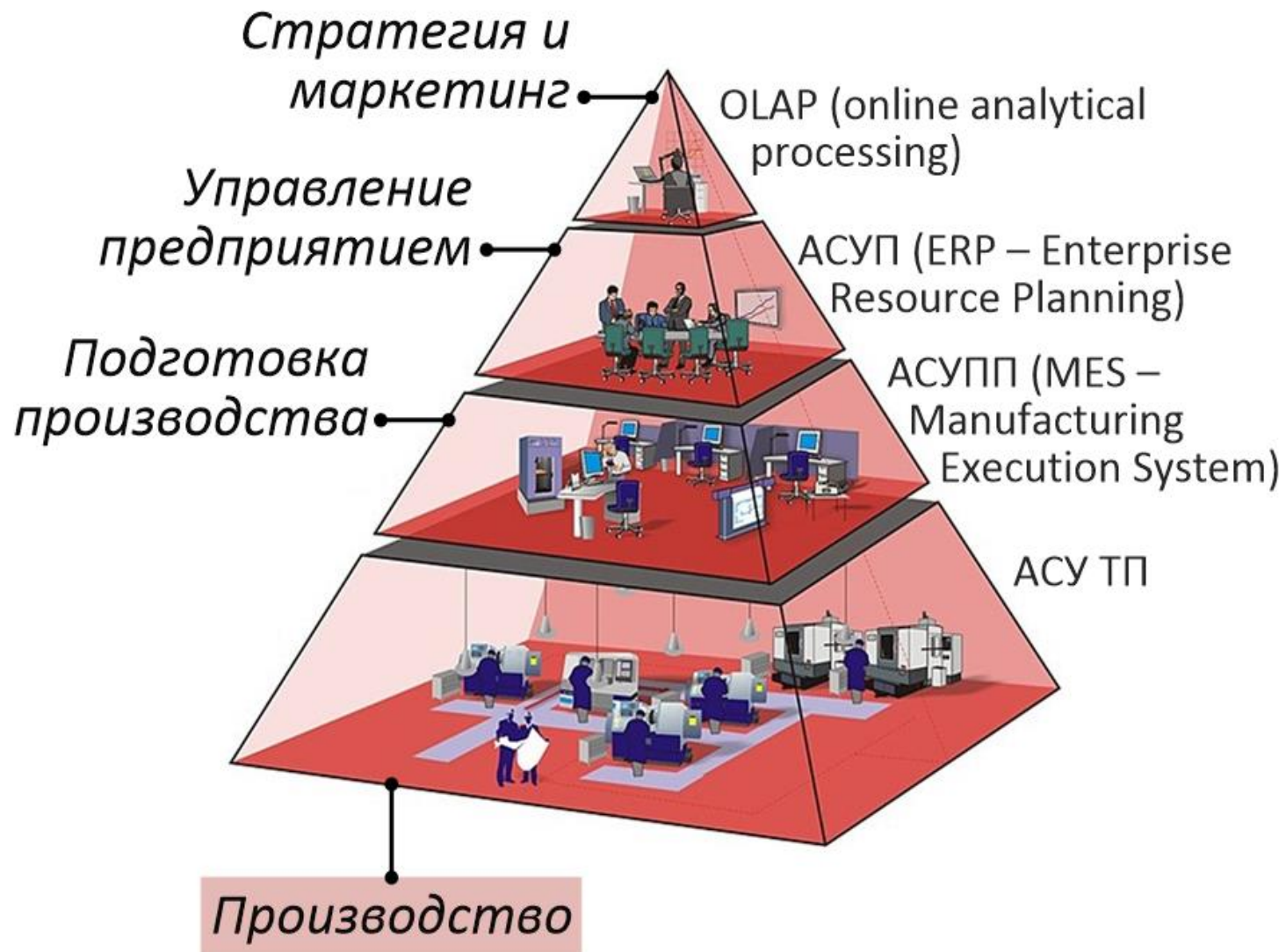
Аппаратура

- **PC** (материнская плата, память, порты Ethernet, RS-485, RS-232)
- **NC** (SERCOS, EthertCAT, CAN-bus, PROFIBUS, PROFINet, Modbus)

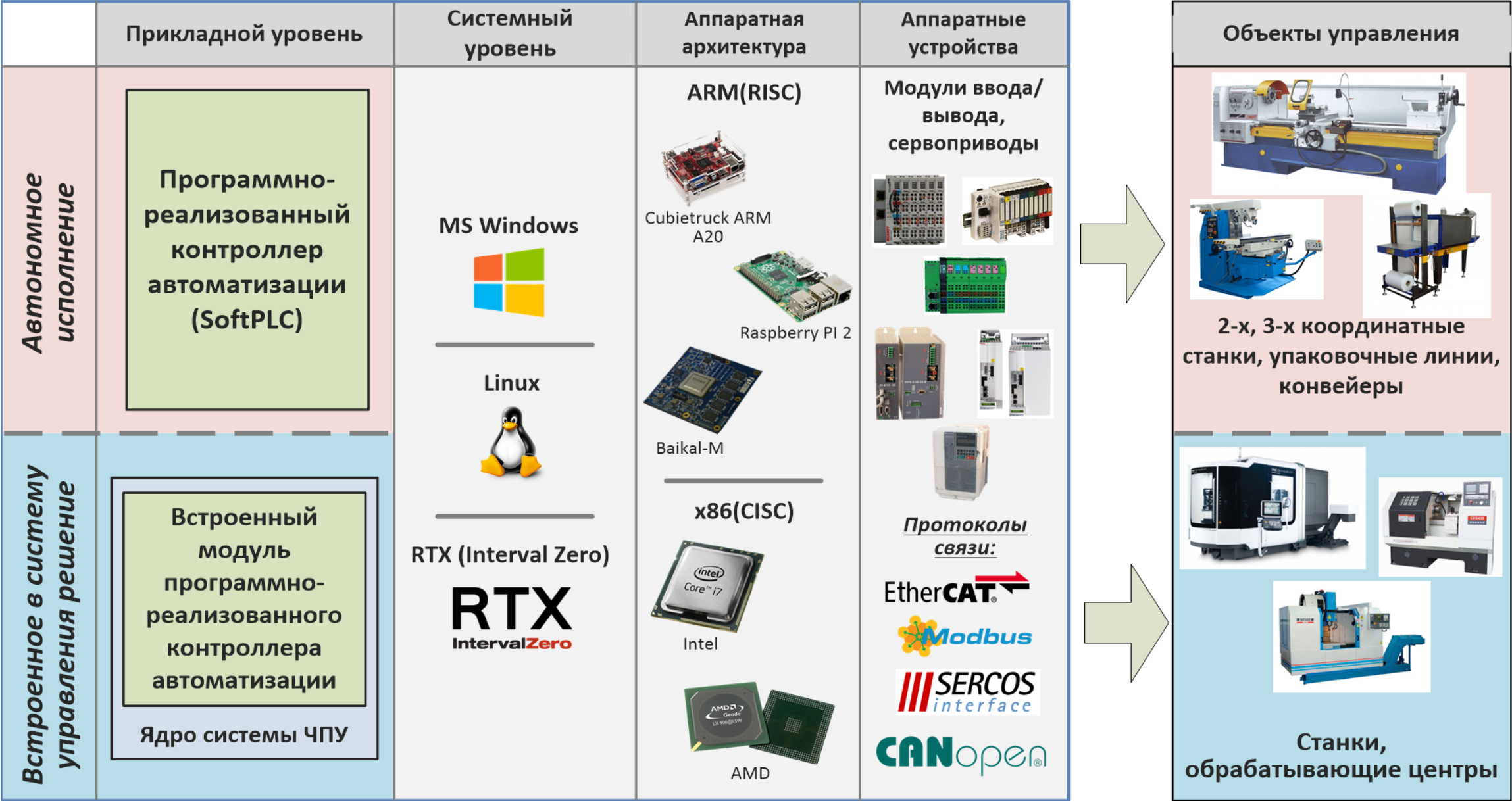
PC – вычислительные функции на базе x86 или ARM архитектуры
NC – работа сервоприводов, модулей ввода/вывода, исполнительными устройствами

Современные тенденции и требования для построения «умного» производства

- высокий уровень коммуникации между всеми устройствами и уровнями производства;
- сбор и обработка информации в режиме реального времени;
- развитые сетевые технологии;
- удаленная диагностика;
- высокая гибкость и возможности переналадки;
- возможности адаптивного управления;
- оперативное реагирование на неполадки и аварийные ситуации;
- экологическая устойчивость;

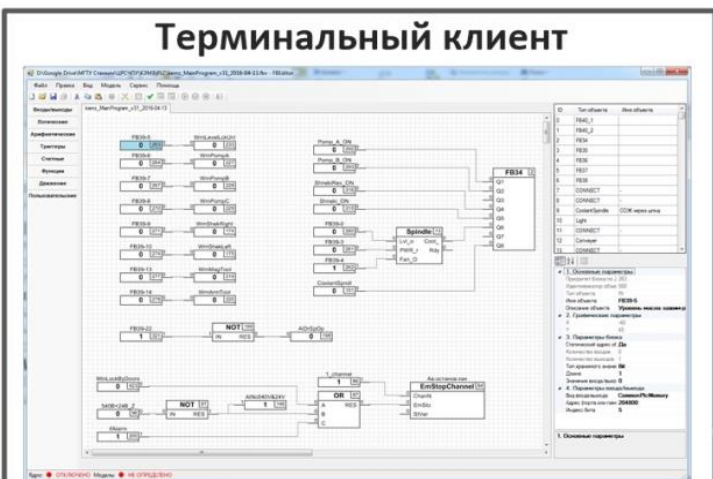


Структурная схема программно-реализованного контроллера



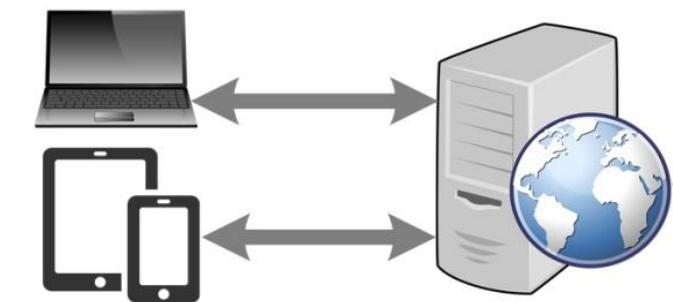
Реализация программно-реализованного контроллера с функциями управления движением

Терминальная часть (машинное время)



Редактор управляющих программ:

- создание, редактирование программ на языке FBD (функциональных блоков);
- верификация, отладка программ;
- конфигурирование аппаратной части (модули ввода/вывода, приводы движения, и т.д.).

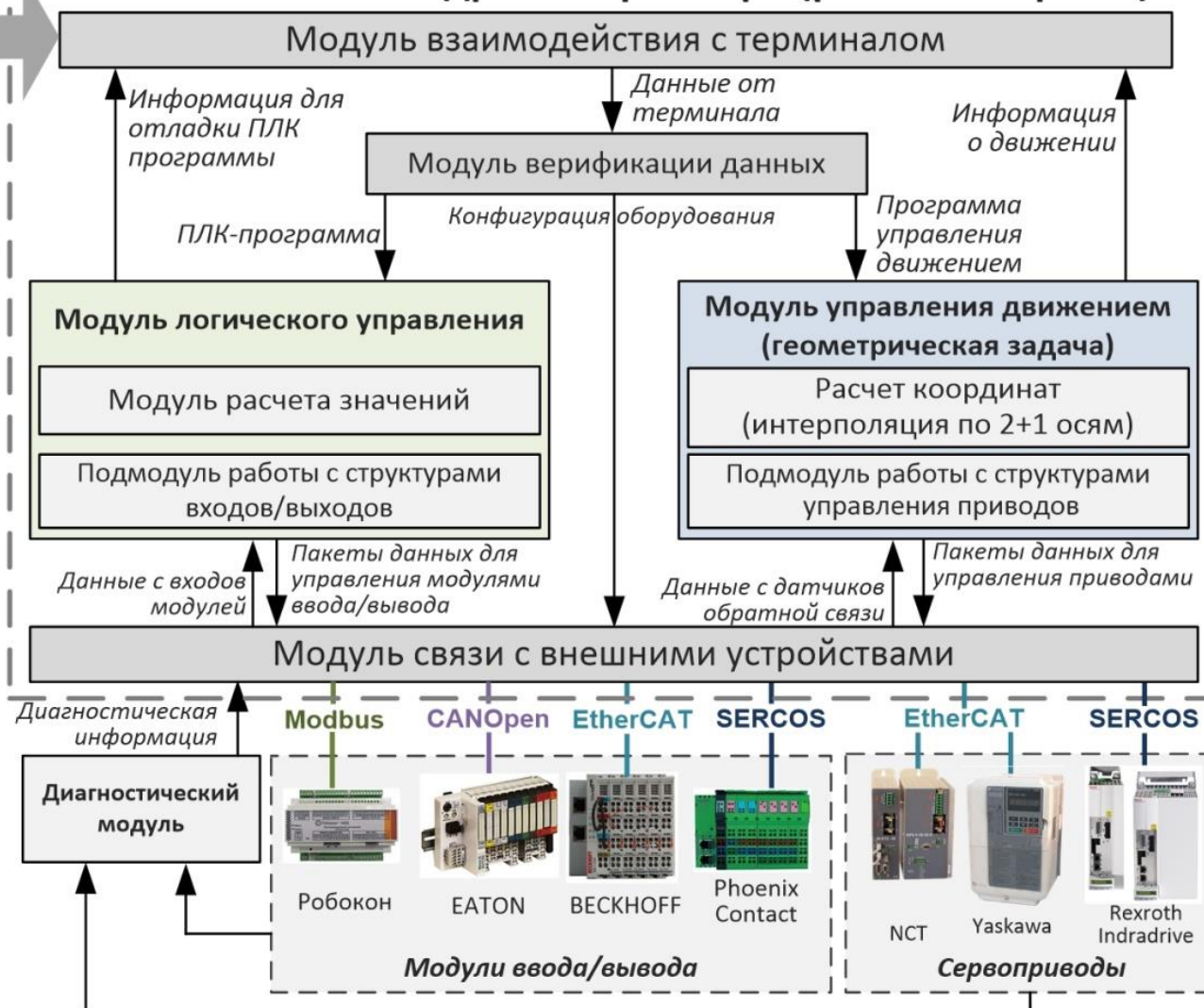


Удаленные
клиенты

Web-сервер

Коммуникационная среда

Вычислительное ядро контроллера (реальное время)



Матрица компоновок модулей кроссплатформенного контроллера автоматизации под технологические задачи

		Обязательные модули				Выбираемые модули																	
Модули		Связь с терминалом				self - test	Электроавтоматика			Работа с движением				Верификация данных				Диагностика				Связь с NC частью ЧПУ	
Подмодули		FBRedactor	IOConfig	IODiag	Другой клиент	Проверка работоспособности	Решение логической задачи	Дискретные/аналоговые входы/выходы	Другие входы/выходы	Решение геометрич. задачи	Синхронные/асинхронные двигатели	Шаговые двигатели	Другие двигатели и привода	Модуль УП	Протоколы связи	Конфигурация устройств	Другой подмодуль	Внешние устройства	Канал обмена данными	Периферийные устройства	Другой подмодуль	Расширение возможностей системы управления	
Технология	Подсистема электроавтоматики																						
	Измерение инструмента и заготовки																						
	Управление сменой инструмента																						
	Гидромоторы и гидроцилиндры																						
	Диагностика подсистем и оборудования																						
	Вспомогательные задачи																						

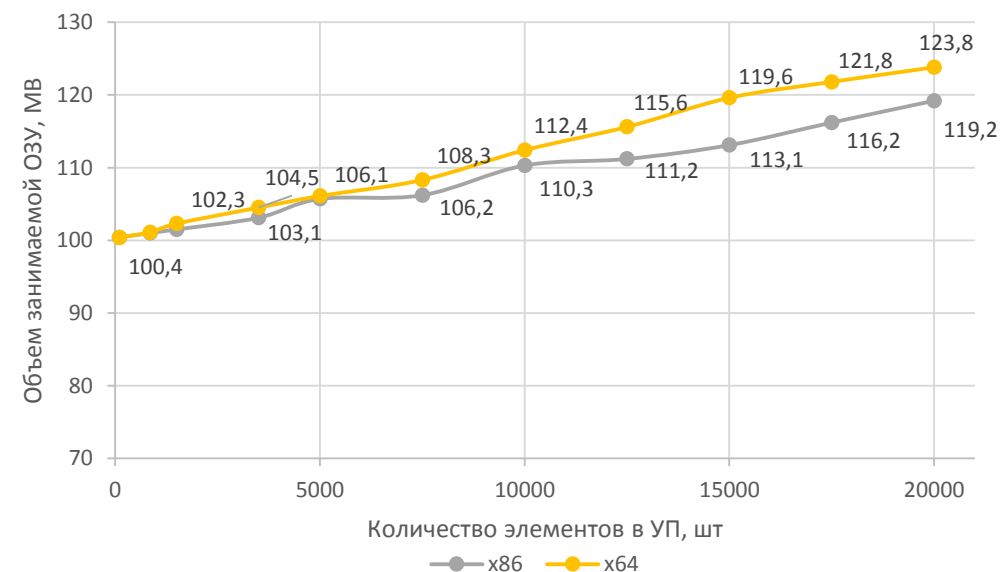
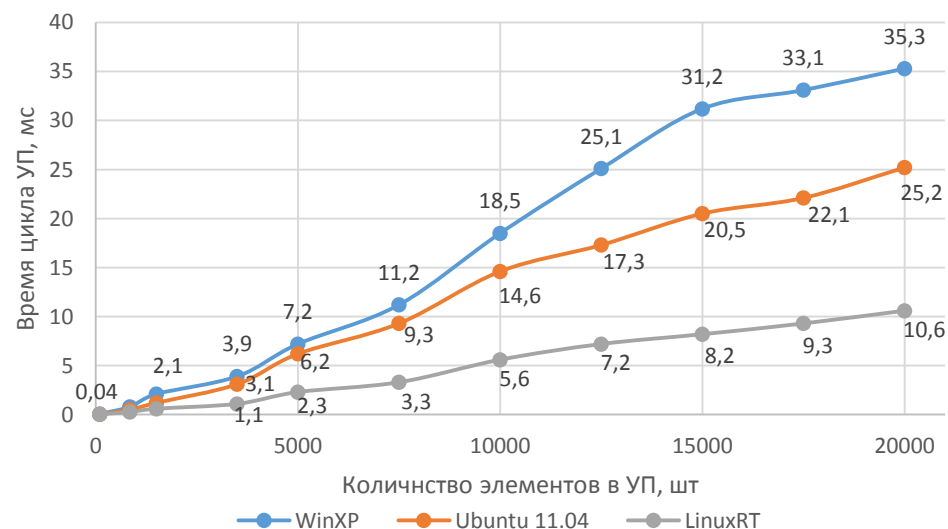
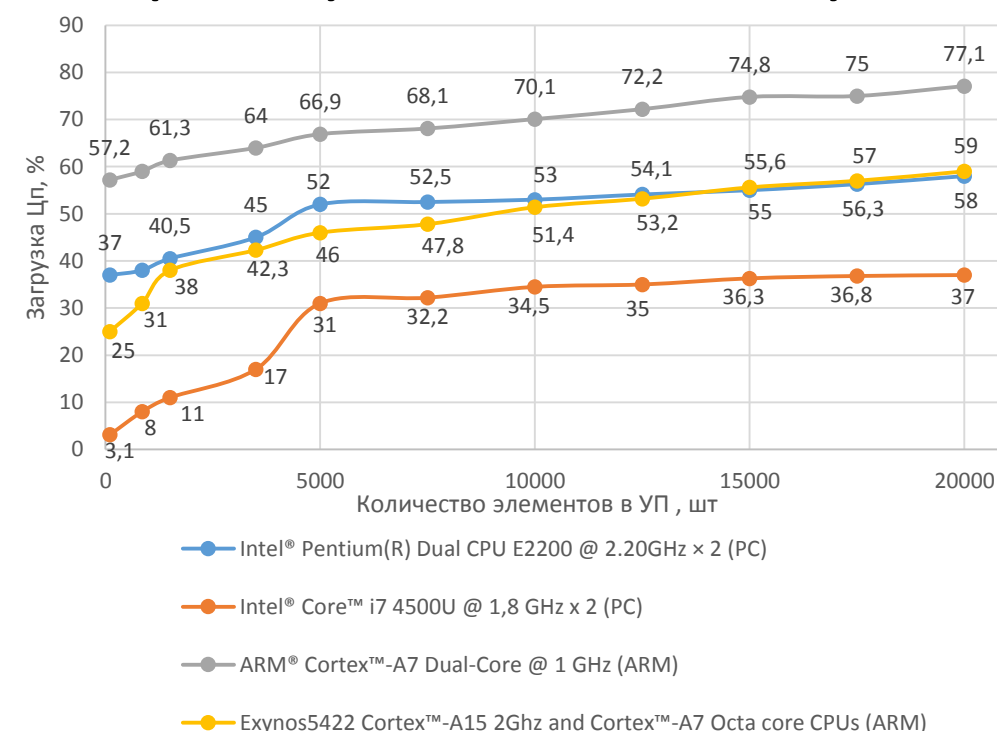
Для выбираемых и обязательных модулей возможен как вариант работы автономного решения (без использования модуля «Связь с NC частью ЧПУ»), так и встраивания в систему управления (с использованием модуля «Связь с NC частью ЧПУ»)

Технические характеристики решения на базе различных платформ

	Cubieboard 3	Orange Pi	Raspberry Pi2 Model B	Odroid xu4	PC-решения	
Характеристики платформы						
Характеристики центрального процессора	ARM Cortex-A7 Dual-Core / 2 ядра / 1 ГГц	ARM Cortex-A7 Dual-Core / 2 ядра / 1,2 ГГц	ARM Cortex-A7 / 4 ядра / 900 МГц	ARM Cortex-A15 / 8 ядер / 2 ГГц	Intel Core i7 / 4 ядра + HT / 3,1 - 3,6 ГГц	AMD Phenom II X6 / 6 ядер / 3,5 - 4ГГц
Оперативная память	1GB/2GB DDR3	1GB DDR3	1GB/2GB DDR3	2GB LPDDR3	от 2GB DDR3	от 2GB DDR3
Операционная система	На базе Linux				MS Windows / Linux / RTX	
Характеристики контроллера						
Построение контроллера	двух-компьютерное				одно- / двух-компьютерное	
Время такта управления	2 мс	2 мс	1 мс	1мс	1 мс	1 мс
Поддерживаемые протоколы управления	EtherCAT				EtherCAT, SERCOS, Modbus, CANOpen	
Количество элементов в программе	5000	5000	7000	10000	2000 / 10000	
Количество управляемых входов/выходов	512	512	2048	4096	65535	
Управление движением	3 PLC оси	3 PLC оси	2 интерполируемые оси + 1 PLC ось	2 интерполируемые оси + 1 PLC ось	2 интерполируемые оси + 1 PLC ось / 3 интерполируемые оси	

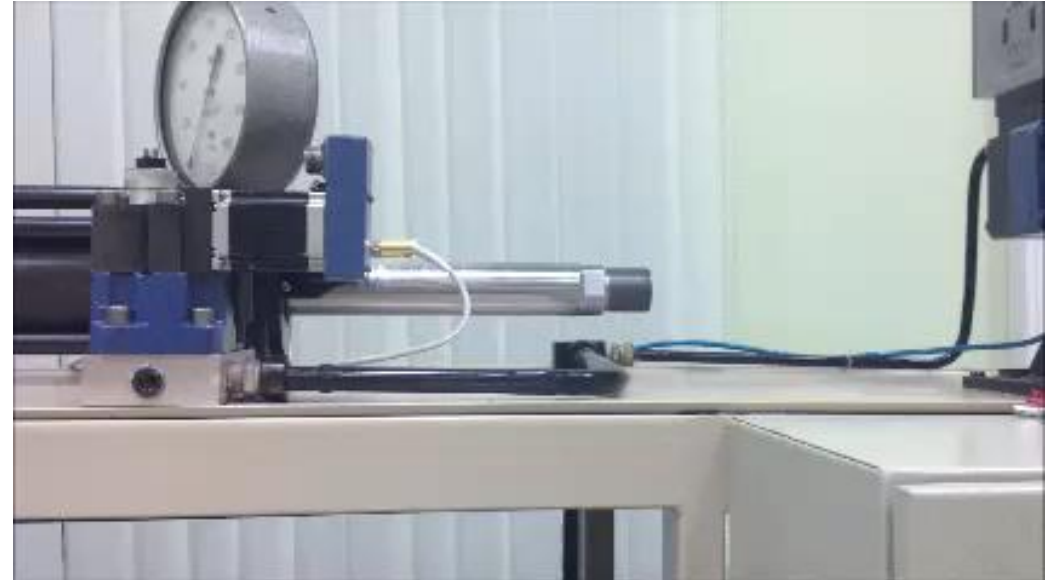
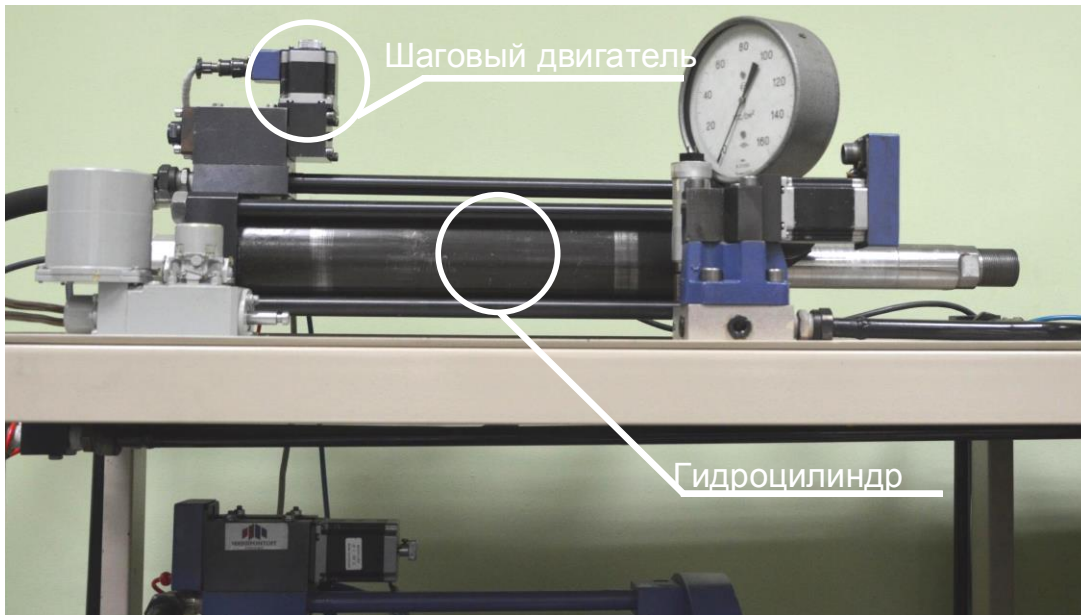
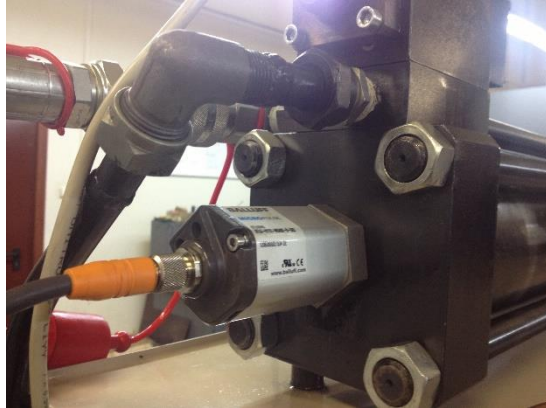
Анализ работоспособности под выбранную компоновку

Ограничивающие параметры	Вид анализа	Описание (набор специализированных нагрузочных тестов)
Используемая ОЗУ	Статический анализ	Жестко заданные модули компоновок с возможностью расширения
Загрузка ЦП	Анализ исходя из конкретной программно-аппаратной платформы исполнения	Создание табличных характеристик с последующей аппроксимацией значений
Время цикла УП		
Время отклика устройств		



Стенд управления гидроцилиндром стендом ОАО «ЭНИМС»

ОАО «ЭНИМС»



Высокоточное позиционирование золотника в гидравлическом распределителе

Характеристики управления гидроцилиндром:

- максимальный ход золотника: 1.5 мм;
- аппаратная платформа: ARM Cortex-A15;
- 1 PLC ось: шаговый двигатель;
- стандарт управления: STEP/DIR;
- дискретных входов: 5;
- дискретных выходов: 5;
- количество элементов в программе: 53.

Особенности:

- использование адаптивного управления
- так УП до 0,1 мс

Гамма резьбошлифовальных станков ЗАО "МСЗ-Салют"



**Управление электроавтоматикой и измерительной системой
резьбошлифовального станка**

Характеристики станка:

- количество каналов управления: 1;
- количество управляемых осей: 4.

Характеристики электроавтоматики:

- аппаратная платформа: Intel Core I7;
- дискретных входов: 28;
- дискретных выходов: 32;
- количество элементов в программе: 1534.

Особенности:

- объединение гаммы станков в единую сеть
- возможность удаленной диагностики
- использование измерительной системы

Вертикально-фрезерный станок ОАО «КЭМЗ», испытания 2016 г.

ОАО «КЭМЗ»



Управление электроавтоматикой
модернизированного фрезерного станка

Характеристики станка:

- количество каналов управления: 1;
- количество управляемых осей: 3+1.

Характеристики электроавтоматики:

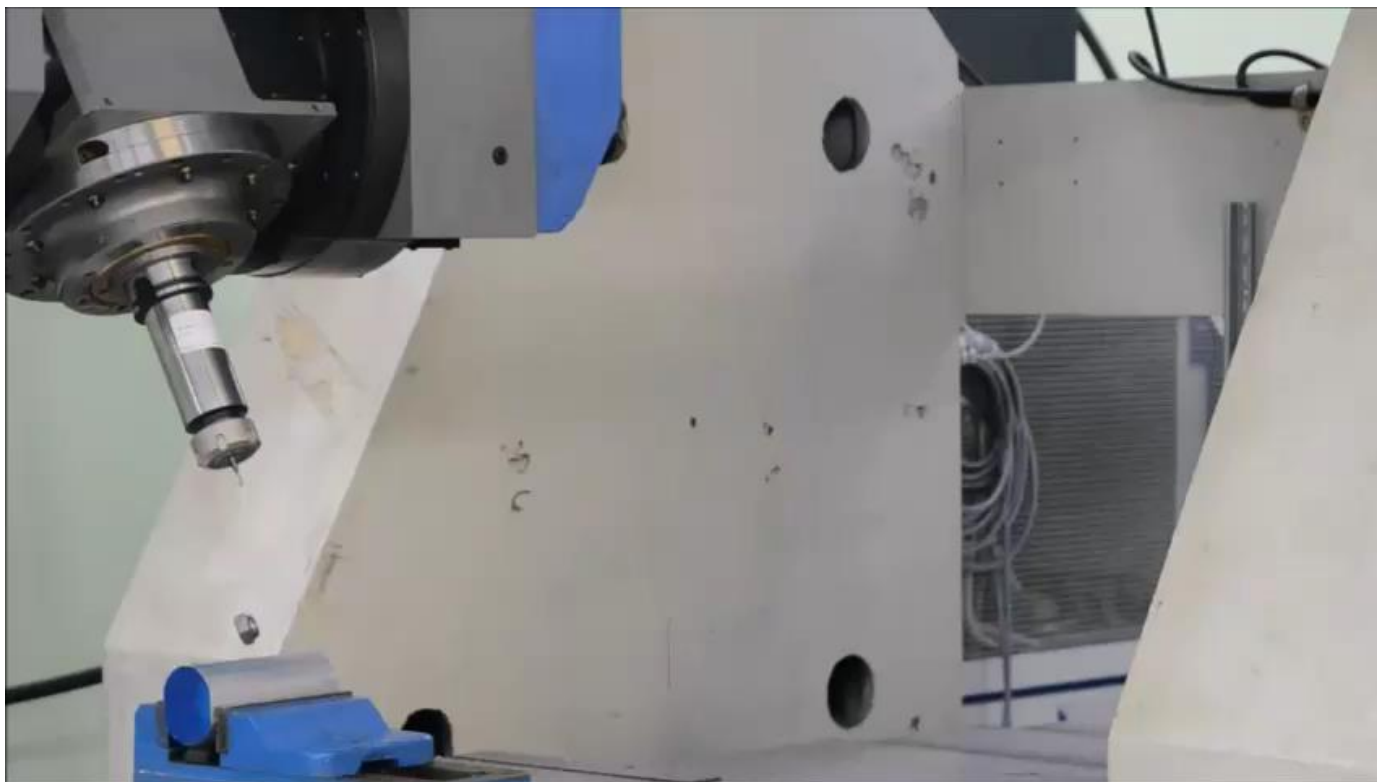
- аппаратная платформа: Intel Core I3;
- дискретных входов: 64;
- дискретных выходов: 40;
- количество элементов в программе: 5534.

Особенности:

- возможность удаленной диагностики
- высокая гибкость и возможность переналадки



Строгально-фрезерный станок ОАО “ЭНИМС”



Управление электроавтоматикой
строгально-фрезерного станка

Характеристики станка:

- количество каналов управления: 1;
- количество управляемых осей: 4+1.

Характеристики электроавтоматики:

- аппаратная платформа: Intel Core I3;
- дискретных входов: 72;
- дискретных выходов: 56;
- количество элементов в программе: от 4353.

Особенности:

- возможность удаленной диагностики
- высокая гибкость и возможность переналадки
- сбор и обработка информации
- оперативное реагирование на внештатные ситуации



Спасибо за внимание!

к.т.н., доцент Никишечкин П.А. pnikishechkin@gmail.com

ст.преподаватель Ковалев И.А. ilkovalev@mail.ru

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
Кафедра «Компьютерные системы управления»