

На правах рекламы

Знакомьтесь, Sinsegye: как iComputer меняет концепцию АСУ ТП

Рита Гуо

Статья рассказывает о компании Sinsegye и её платформе iComputer, призванной изменить традиционную архитектуру промышленной автоматизации за счёт интеграции вычислений, управления и программного обеспечения. В основе решения лежит двухдоменная ОС MetaOS®, объединяющая системы реального и нереального времени, а также единая среда разработки MetaFacture®. Рассмотрены преимущества практического применения технологии в металлообработке, упаковочном производстве и робототехнике, где интеграция функций позволяет одновременно повысить производительность и снизить стоимость оборудования.

Вступление

За последние десятилетия промышленная автоматизация сформировала устойчивую архитектуру, в которой различные задачи распределены между специализированными устройствами. ПЛК отвечает за логику управления, промышленный компьютер – за вычислительные задачи и визуализацию, отдельный контроллер – за управление движением, а системы верхнего уровня обеспечивают мониторинг и сбор данных.

Такая структура доказала свою надёжность, однако по мере усложнения производства она становится всё более громоздкой.

Китайская компания Sinsegye предлагает иной подход – объединить значительную часть вычислительных и управляющих функций на одной промышленной платформе. Её iComputer должен совмещать возможности ПЛК, промышленного компьютера, контроллера движения и периферийного вычислительного сервера. В основе платформы лежит двухдоменная операционная система MetaOS, позволяющая одновременно выполнять задачи реального и нереального времени, а единая среда разработки MetaFacture объединяет программирование логики управления, машинного зрения, движения и работы с оборудованием.

Речь идёт не просто о создании ещё одного промышленного компьютера. Концепция Sinsegye предполагает изменение самой архитектуры промышленного управления – переход от набора специализированных устройств к вычислительной платформе, на которой различные функции реализуются программно.

От традиционной автоматизации к интегрированной архитектуре

Классическая промышленная автоматизация строится по многоуровневому принципу: ПЛК, промышленный ком-

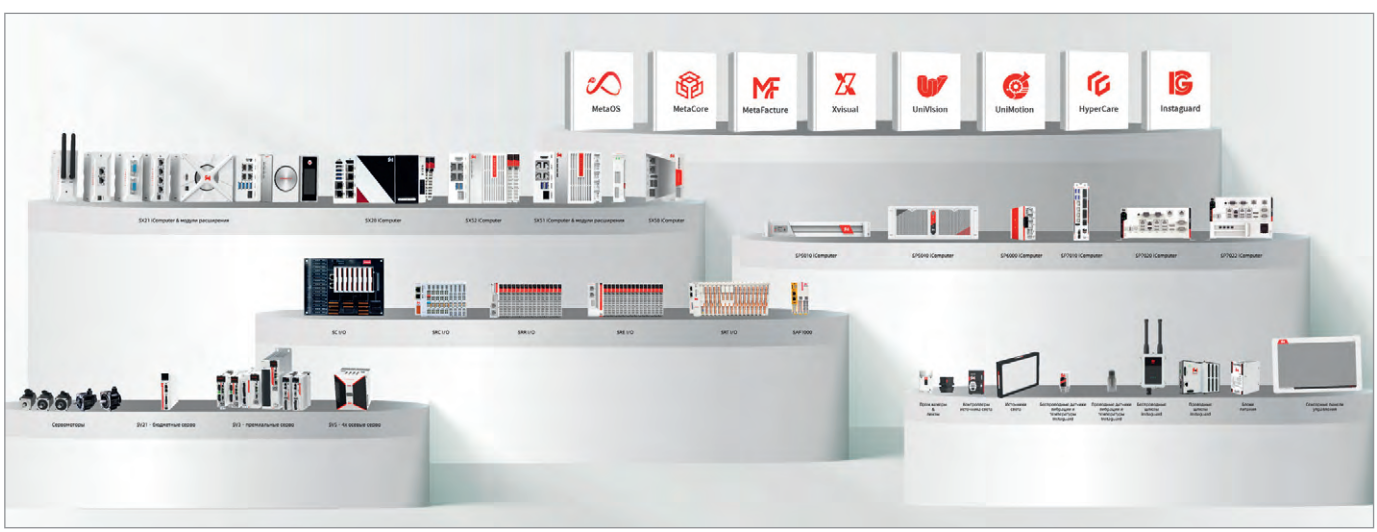


Рис. 1. Компьютерная автоматизация от Sinsegye

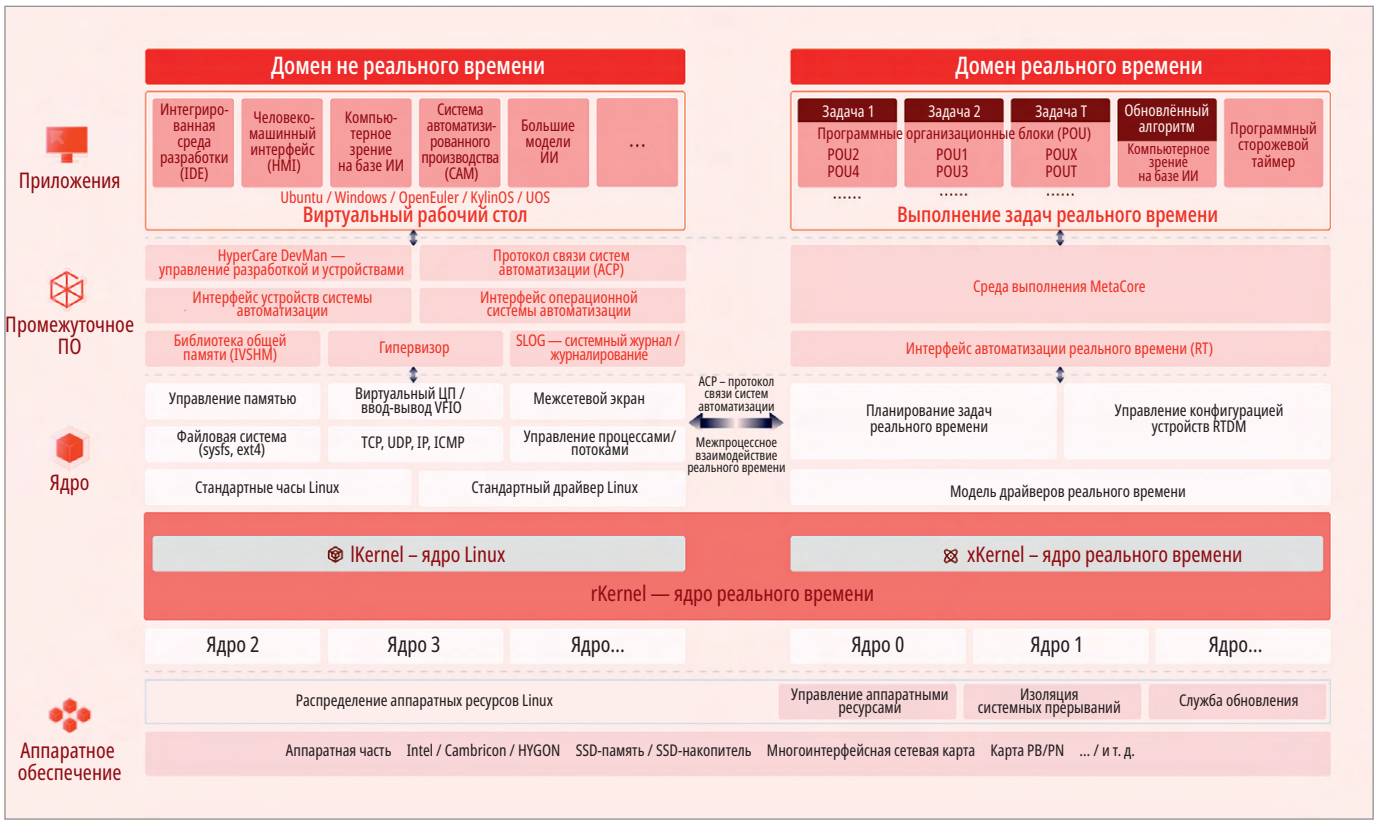


Рис. 2. Двухдоменная операционная система Sinsegye MetaOS®

пьютер, контроллер движения и SCADA-система выполняют разные задачи и обмениваются данными через внешние интерфейсы и промышленные сети.

Такой подход позволяет разделять функции и использовать специализированное оборудование, но имеет и обратную сторону. Чем сложнее становится автоматизированная линия, тем больше устройств требуется объединить в единую систему. Увеличивается количество интерфейсов, усложняются программирование и обслуживание, а обмен данными между отдельными компонентами может создавать дополнительные задержки.

Sinsegye пытается решить эту проблему за счёт интеграции. Один iComputer может одновременно выполнять функции логического управления, управления движением, сбора данных, работы с HMI и периферийных вычислений. В результате часть задач, для которых традиционно требовалось несколько устройств, переносится на единую вычислительную платформу (рис. 1).

Ключевым принципом здесь становится разделение программного обеспечения и аппаратной платформы при одновременной интеграции различных функций. Такой подход компания связывает с концепцией программно-определяемого промышленного управления.

Именно эта идея лежит в основе iComputer: аппаратная платформа становится универсальной, а необходимые функции управления и вычислений реализуются на ней программными средствами.

Два вычислительных мира на одной платформе

Главная технологическая особенность iComputer – двухдоменная операционная система MetaOS (рис. 2). Её задача заключается в том, чтобы объединить на одной аппаратной платформе две принципиально разные среды: систему реального времени, необходимую для детерминированного управления оборудованием, и обычную вычислительную среду, в которой можно использовать возможности Linux и его программной экосистемы.

В домене реального времени работает ядро rKernel. Оно имеет высокий приоритет обработки прерываний и предназначено для выполнения критичных задач управления. Второй домен работает под управлением Linux и получает доступ к более широкой экосистеме программного обеспечения.

При этом оба домена находятся на одной аппаратной платформе. Для их взаимодействия используются механизмы высокоскоростного обмена данными, включая общую память и связь на основе тегов.

Такая архитектура должна решить одну из важных проблем интегрированных систем: обычные вычислительные задачи не должны нарушать работу контура управления. По данным Sinsegye, даже обновление, перезапуск или сбой Linux-домена не должны останавливать работу ядра реального времени.

Для промышленной автоматизации это принципиально важно. Обычная операционная система предоставляет разработчику гораздо более широкие возможности, но её поведение не всегда соответствует требованиям жёсткого реального времени. В классической архитектуре поэтому приходится разделять вычислительную и управляющую части между разными устройствами. MetaOS пытается сохранить преимущества такого разделения, одновременно размещая оба вычислительных домена в одном компьютере.

В результате iComputer может использоваться одновременно как контроллер производственного оборудования и как вычислительная система, работающая с более сложными программными задачами.

Единая среда для программирования оборудования

Но одной аппаратной интеграции недостаточно. Если различные функции по-прежнему требуют отдельных инструментов программирования, архитектур-

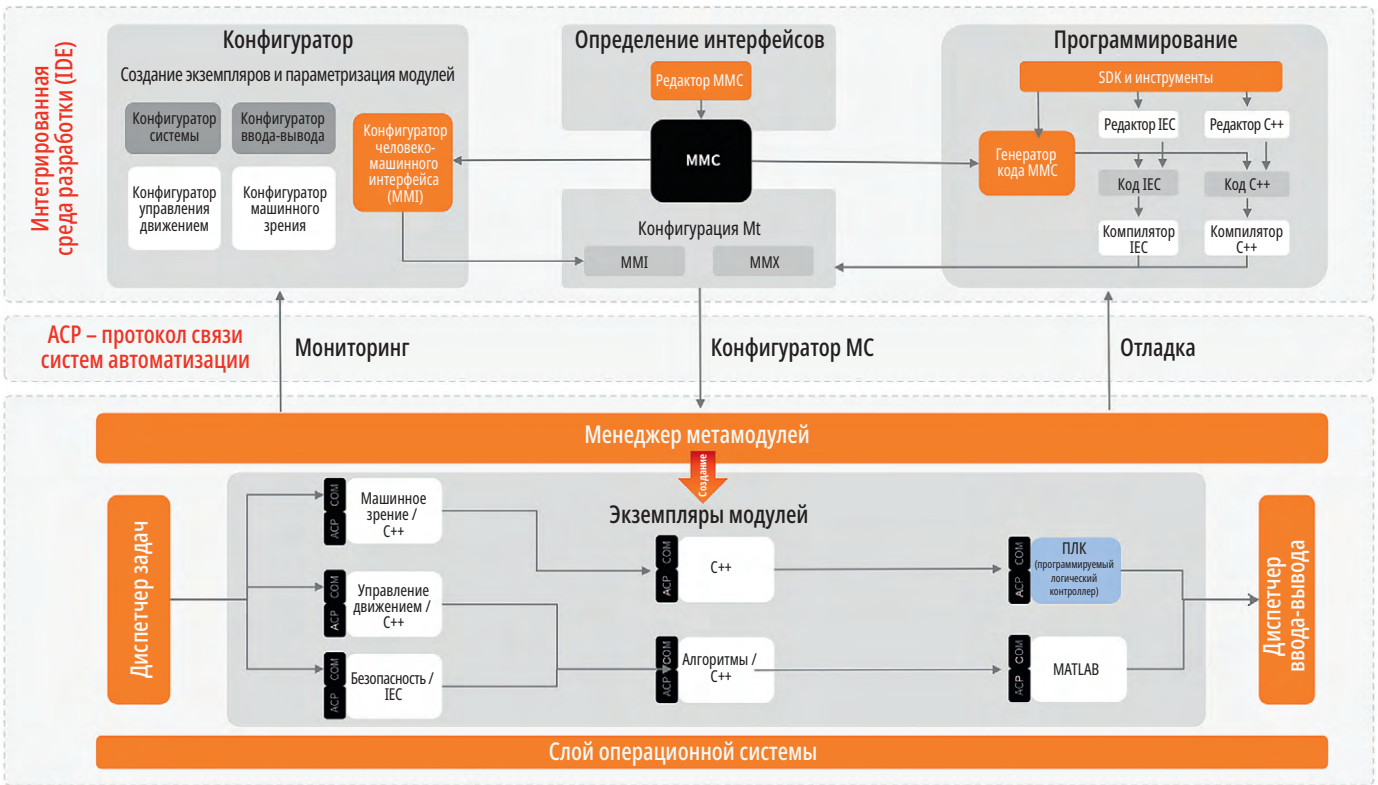


Рис. 3. Унифицированная среда разработки MetaFacture®

ные преимущества новой платформы частично теряются.

Поэтому вторым важным компонентом экосистемы Sinsegye стала собственная среда разработки MetaFacture (рис. 3). Она предназначена для объединения в одном проекте логического управления, машинного зрения, управления движением и взаимодействия с оборудованием.

MetaFacture поддерживает стандарты IEC 61131-3 (международный стандарт, определяющий языки программирования для ПЛК) и C++, позволяя использовать разные языки в рамках одного проекта. При этом компания заявляет о сохранении требований к производительности в задачах реального времени.

Вторая особенность – модульный принцип построения программного обеспечения. Функции реального и нереального времени могут инкапсулироваться в стандартизированные модули, которые затем повторно используются и разворачиваются на других системах.

Третья составляющая – система плагинов. В экосистему входят инструменты UniVision, UniMotion и UniSafe, а также средства управления устройствами и их конфигурирования. Таким образом, MetaFacture должна охватывать не только непосредственное программирование, но и этапы ввода оборудования в эксплуатацию и последующего управления им.

В более широком смысле Sinsegye пытается перенести часть традиционных функций промышленной автоматизации из специализированного оборудования в программную среду. Именно поэтому компания описывает свой подход как движение к программно-определяемому промышленному управлению.

От лаборатории к производственной линии

Любая архитектурная концепция промышленной автоматизации должна подтверждаться не только техническими характеристиками, но и работоспособностью на реальном производстве.

Мы приведём несколько примеров применения iComputer в металлообработке, упаковочной промышленности и робототехнике. В этих случаях компания делает акцент на двух результатах интеграции: сокращении количества аппаратных компонентов и повышении производительности оборудования.

Лазерная обработка: синхронизация нескольких роботов

В одном из проектов iComputer серии SP7020 используется в системе лазерной резки, построенной на совместной работе шестиосевого робота и пятиосевого параллельного SCARA-модуля.

По данным Sinsegye, два режущих модуля могут синхронно управляться в режиме «один к двум», а траектории оптимизируются с помощью пользовательского G-кода. При этом интеграция управляющей электроники с iComputer позволяет отказаться от части традиционной аппаратной конфигурации. Компания заявляет о снижении стоимости оборудования на 30%.

Система предназначена для обработки небольших деталей: заявленный диапазон диаметра обрабатываемых кругов составляет от 1 до 30 мм. Цикл обработки одного круга – менее двух секунд, заявленная точность резки достигает 0,02 мм.

Здесь интеграция проявляется не только в уменьшении количества компонентов. Объединение управления несколькими исполнительными механизмами позволяет синхронизировать их работу непосредственно в рамках единой системы управления.

Упаковочное оборудование: замена импортной автоматики

Другой пример относится к упаковочной промышленности, где Sinsegye модернизировала оборудование для упаковки сигарет.

В традиционной конфигурации использовались импортные ПЛК и сервосистемы. Компания заменила их на iComputer серии SX51, собственные модули ввода-вывода SRC и сервосистемы SV3.

По данным разработчика, переход на новую архитектуру позволил снизить общую стоимость оборудования на

50%. Производительность упаковочной линии увеличилась с 60 до 70 пачек в минуту – примерно на 16,7%.

Система также поддерживает управление кулачковыми механизмами, электронными редукторами и роботами, а также работу с MQTT и базами данных. Заявленная точность температурного регулирования составляет ±1°C.

Этот пример показывает ещё одну сторону концепции iComputer. Универсальная вычислительная платформа позволяет совмещать функции, которые традиционно распределялись между несколькими классами промышленного оборудования.

Машинное зрение и роботизированная сортировка

Ещё один проект связан с роботизированной сортировкой объектов с использованием машинного зрения.

Традиционная система визуального позиционирования может включать промышленный компьютер, отдельную плату управления движением и контроллер машинного зрения. Между этими компонентами происходит обмен данными, что увеличивает аппаратную сложность и может создавать дополнительные задержки.

Sinsegye использовала iComputer SP7010 как единый контроллер для трёх функций: управления движением, машинного зрения и логики ПЛК. Система UniVision взаимодействует с контуром управления движением через протокол ACP.

По данным компании минимальный цикл команд управления движением составляет 125 мкс. Время обработки одной заготовки удалось сократить с 1,4 до 1,2 секунды, а общая производительность увеличилась на 14%.

В этом случае наиболее интересен сам принцип построения системы. Машинное зрение перестаёт быть отдельным вычислительным блоком, передающим результаты другому контроллеру, и становится частью единой вычислительной и управляющей среды.

Что меняется в архитектуре

Все три приведённых примера объединяет один принцип: вместо нескольких специализированных устройств используется единая вычислительная платформа, а различные функции реализуются программно.

Это меняет не столько отдельный контроллер, сколько способ построения автоматизированной системы.

В традиционной архитектуре добавление новой функции часто означает появление нового аппаратного компонента. Необходимость машинного зрения может потребовать промышленного компьютера, управление движением – отдельного контроллера, а интеграция с верхним уровнем – дополнительных коммуникационных модулей.

В концепции iComputer значительная часть этих функций переносится внутрь одной вычислительной системы. При этом MetaOS обеспечивает разделение задач реального и нереального времени, а MetaFacture предоставляет единую среду их разработки.

Именно здесь заключается потенциально наиболее существенное изменение: промышленная автоматизация постепенно может двигаться от архитектуры, в которой возможности системы во многом определяются набором специализированных аппаратных блоков, к более гибкой архитектуре, где бóльшую роль играет программное обеспечение.

Однако это не означает автоматического отказа от ПЛК. Скорее речь идёт о постепенном стирании границ между классами промышленного оборудования. Сам ПЛК в такой архитектуре фактически становится одной из программных функций универсальной промышленной вычислительной платформы.

Персоналии Sinsegye

За концепцией промышленного интеллектуального компьютера Sinsegye стоит не только команда разработчиков, но и сформировавшаяся в Китайском институте вычислительной техники научная школа. Компания возникла на базе технологий и специалистов Института вычислительных технологий Китайской академии наук (ICT CAS), а её основатель и руководитель доктор Ма Цзюнь работал вместе с исследователями института над объединением вычислительных технологий и промышленного управления.

Ма Цзюнь

Доктор Ма Цзюнь (Ma Jun) (рис. 4) – основатель и генеральный директор Sinsegye. Именно он отвечает за превращение исследовательской концепции промышленного интеллектуального компьютера в коммерческую платформу и линейку продуктов компании. Компания была основана им в 2021 году. Уже в 2022 году Sinsegye представила первую версию iComputer, а в 2023-м выпустила MetaOS 1.0 и начала развивать собственную линейку промышленных интеллектуальных компьютеров. При этом роль Ма Цзюня заключается не только в управлении бизнесом. Он выступает связующим звеном между научной школой Института вычислительных технологий и промышленным применением разработанных технологий.



Рис. 4. Доктор Ма Цзюнь, основатель и генеральный директор компании Sinsegye

Ли Гоцзе

Ли Гоцзе (Li Guojie) (рис. 5) – академик Китайской инженерной академии и один из наиболее заметных представителей китайской школы компьютерных систем. Для концепции Sinsegye важна его идея более тесного сближения вычислений и управления. На конференции по интеграции вычислений, связи и управления, в которой участвовала команда Sinsegye, Ли Гоцзе сформулировал принцип, который хорошо объясняет происхождение идеи iComputer: вычислительные технологии должны «опускаться» ближе к периферии и конечным устройствам. В промышленной автоматизации это означает переход от традиционной схемы с отдельными верхними и нижними



Рис. 5. Ли Гоцзе, академик Китайской инженерной академии, член Всемирной академии наук

ними уровнями управления к более тесному объединению вычислительной и управляющей функций. Именно здесь появляется аналогия с персональным компьютером и смартфоном: вместо того чтобы собирать систему из большого количества специализированных устройств, можно создать универсальную вычислительную платформу, способную выполнять несколько классов задач одновременно. Для промышленности такая идея особенно важна из-за роста вычислительной нагрузки. Современное оборудование должно не только выполнять заранее заданную последовательность операций, но и обрабатывать данные с датчиков, работать с машинным зрением, выполнять алгоритмы оптимизации, управлять движением и взаимодействовать с сетевыми сервисами. Традиционный ПЛК хорошо справляется с детерминированным управлением, но становится лишь одной из частей более сложной системы. Поэтому возникает вопрос: почему бы не объединить вычислительные возможности промышленного компьютера и ПЛК на одной платформе? Именно этот вопрос лежит в основе концепции iComputer.

Сунь Нинхуэй

Сунь Нинхуэй (Sun Ninghui) (рис. 6) – академик Китайской инженерной академии и один из ключевых научных идеологов Sinsegye. Его вклад особенно заметен в более широком взгляде на развитие вычислительных систем. Сунь Нинхуэй рассматривает современный этап развития информационных технологий как переход от виртуального цифрового пространства к тесному взаимодействию вычислений с физическим миром. В такой модели компьютер перестаёт быть изолированным устройством

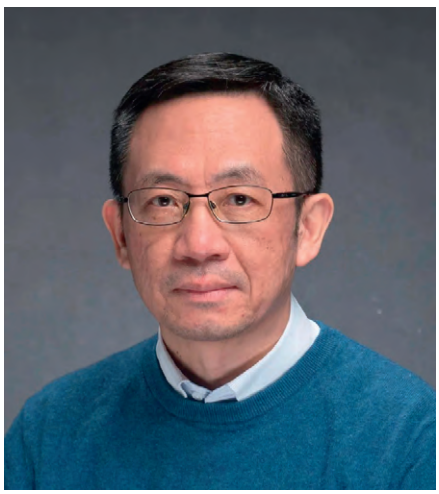


Рис. 6. Сунь Нинхуэй, академик Китайской инженерной академии

обработки информации и становится частью физической системы, которая должна воспринимать окружающую среду, принимать решения и воздействовать на неё.

Для промышленности эта идея имеет прямое продолжение. Производственная линия представляет собой физическую систему, в которой необходимо постоянно замыкать цикл «восприятие – вычисление – решение – действие». Датчики получают информацию, вычислительная система её обрабатывает, алгоритм принимает решение, а исполнительные механизмы изменяют состояние оборудования.

В традиционной архитектуре разные этапы этого цикла могут выполняться на разных устройствах. iComputer, напротив, стремится собрать их в единой вычислительной среде.

Сунь Нинхуэй также обращает внимание на фрагментацию промышленной автоматизации. Разные отрасли и производственные линии используют множество специализированных контроллеров, протоколов и программных комплексов. Универсальная вычислительная платформа с операционной системой должна создать дополнительный уровень абстракции между разнообразным оборудованием и прикладным программным обеспечением.

Отсюда возникает более масштабная идея «вычислимого производства»: производство рассматривается не просто как набор станков и контроллеров, а как вычислительная система, в которой физические процессы становятся управляемыми программными алгоритмами.

Три уровня одной концепции

Таким образом, роли ключевых фигур Sinsegye можно условно разделить следующим образом.

Ли Гоцзе формулирует более широкую научную идею сближения вычислений и управления и рассматривает перенос вычислительных возможностей к периферии как необходимый этап развития интеллектуальных систем.

Сунь Нинхуэй развивает эту идею применительно к архитектуре промышленной системы – от отдельных специализированных контроллеров к универсальной вычислительной платформе и далее к концепции вычислимого производства.

Ма Цзюнь превращает научную концепцию в инженерный и коммерческий продукт: iComputer, MetaOS, MetaFacture и связанные с ними системы автоматизации. Именно под его руководством Sinsegye перешла от исследовательской базы к серийному выпуску продуктов и их внедрению в промышленности.

Получается своеобразная цепочка: научная концепция → архитектура вычислительной системы → промышленный продукт.

И это, пожалуй, важнее самого перечня должностей. iComputer имеет смысл рассматривать не как очередной промышленный ПК, а как попытку материализовать определённое представление о будущем промышленной автоматизации – мире, где вычисления, управление, искусственный интеллект и физическое оборудование становятся частями единой системы.

От технологий к бизнесу

Для Sinsegye развитие iComputer является не только инженерным проектом. Компания рассматривает платформу как основу для более широкого промышленного бизнеса.

По открытым данным, Sinsegye завершила семь раундов финансирования, общий объём которых превысил 1 млрд юаней. В 2025 году компания привлекла 300 млн юаней в рамках раунда B2. Среди инвесторов названы Lenovo Capital, CAS Capital, CAS Venture Capital, GDD Investment Group и другие организации (рис. 7).

Компания также получила ряд отраслевых наград и вошла в различные рейтинги быстрорастущих технологических предприятий. Однако для оценки самой технологии эти достижения имеют второстепенное значение: гораздо важнее то, насколько заявленные архитектурные преимущества подтверждаются на реальных производственных системах.

Именно поэтому приведённые показатели по лазерной обработке, упаковке и робототехнике представляют больший интерес, чем перечень наград.

Вместо заключения: промышленный компьютер как платформа

Sinsegye позиционирует себя не просто как производителя оборудования. Компания рассматривает iComputer как платформу, которая должна объединить компьютерные технологии, промышленное программное обеспечение и системы управления.

В долгосрочной перспективе разработчики намерены интегрировать в эту архитектуру китайские промышленные



Рис. 7. Инвестиционные партнёры Sinsegye

микросхемы, операционные системы и промышленное ПО. Среди целевых направлений называются производство полупроводников, фотовольтаика, индустрия 3C, робототехника, инфраструктура ИИ, ветроэнергетика и металлообработка.

Для китайской промышленности такой подход имеет ещё один важный аспект: стремление сформировать более независимый технологический стек, в котором вычислительная платформа, операционная система, программные инструменты и средства промышленной автоматизации контролируются в рамках собственной экосистемы.

Но, независимо от геополитического контекста, техническая идея iComputer ,представляет интерес сама по себе. Промышленная автоматизация действительно движется в сторону более тесной интеграции вычислений, управления, машинного зрения, сетевых функций и искусственного интеллекта.

Вопрос заключается в том, насколько далеко можно зайти в этой интеграции без ущерба для детерминизма, функциональной безопасности, надёжности и совместимости с существующим промышленным оборудованием.

Именно здесь и будет проходить главный тест концепции iComputer. Если объединение ПЛК, промышленного компьютера, контроллера движения и периферийных вычислений позволит одновременно сохранить надёжность классической промышленной автоматики и получить гибкость современной вычислительной платформы, подобная архитектура станет одним из направлений развития промышленного управления.

Sinsegye предлагает один из вариантов такого перехода – от набора специализированных контроллеров к единой вычислительной платформе, в которой аппаратные возможности дополняются программно определяемыми функциями. ●

