

ПТК «УМИКОН»: сделано в России



В статье проанализированы особенности программно-технического комплекса «УМИКОН», на основе которого создаются децентрализованные автоматизированные системы древовидной структуры. Рассмотрены входящие в состав ПТК комплексы технических средств (КТС МикКОН) и программного обеспечения (КПО МикСИС).

ООО «УМИКОН», г. Москва

В этом году ООО «УМИКОН» получило сертификат СТ-1, подтверждающий, что продукция изготовлена в России. Сертификат с реестровым номером 10685716 и сроком действия по 07.08.2028 был выдан на комплекс измерительно-информационный и управляющий программно-технический (ПТК) «УМИКОН», включающий шкафы автоматики и автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов для построения систем автоматизации. Также ПТК внесен в Реестр российской радиоэлектронной продукции (ЕРРРП).

Компания «УМИКОН» давно известна как разработчик аппаратного и программного обеспечения. Ее ядро составляют выпускники Московского инженерно-физического института (МИФИ). В конце 1980-х годов на кафедре автоматики МИФИ (группа «Управление») образовался коллектив из нескольких специалистов, которые, опираясь на опыт своих предшественников и наставников, занимавшихся созданием АСУ ТП на основе управляющих ЭВМ с начала 1970-х годов, начали разрабатывать автоматизированные системы для ответственных производств на базе сетей персональных компьютеров и управляющих ЭВМ. К слову сказать, сотрудничество этой команды со своей альма-матер продолжается до сих пор.

Все последующие годы велись разработки программного обеспечения и контроллерного оборудования для систем автоматизации. Опыт и знания, полученные в советской научной

школе, позволили компании пойти нестандартным путем, который оказался вне мейнстрима. В то время как большинство разработчиков автоматизированных систем использовали (и используют до сих пор) клиент-серверную архитектуру с управлением из центра, компания «УМИКОН» предложила совершенно другой подход, который позволил добиться быстродействия системы от 1 мс, высокой точности измерения аналоговых сигналов и неограниченных возможностей масштабирования.

На отдельные изобретения в рамках программно-технического комплекса «УМИКОН» в разные годы было получено несколько патентов. ПТК давно внесен в Государственный реестр средств измерений, а его разработчики получили ряд лицензий на конструирование и изготовление оборудования для атомной отрасли, для которой данный комплекс изначально и создавался. Сегодня комплекс, кроме атомной промышленности, используется в химической, металлургической и других отраслях, где часто требуются не только высокие показатели, но и отечественное происхождение продукта (в целях безопасности). Расскажем об этом решении подробнее.

О ПТК «УМИКОН»

Главная особенность ПТК «УМИКОН» состоит в том, что на его основе создаются децентрализованные автоматизированные системы древовидной структуры, в настоящее время

часто — многоствольной древовидной структуры. Такая система может иметь верхний уровень, для построения которого используется платформа Linux и компьютерное оборудование сторонних производителей для АРМ. Однако главная работа системы (сбор и обработка данных, управление) выполняется на нижнем уровне — уровне модулей ввода/вывода.

Эти модули входят в состав комплекса технических средств (КТС) МикКОН, а их программное обеспечение — в состав комплекса программного обеспечения (КПО) МикСИС. КТС МикКОН и КПО МикСИС в совокупности представляют собой ПТК «УМИКОН».

КТС МикКОН

В шкафах автоматики, расположенных рядом с технологическим оборудованием, на DIN-рейках устанавливаются модули ввода/вывода, каждый из которых является полноценным контроллером (рис. 1). Архитектура ПТК «УМИКОН» предусматривает самостоятельную работу каждого такого модуля ввода/вывода и возможность его выхода как на модуль следующего уровня иерархии, так и непосредственно на АРМ. Модули серий «Ока» и «Зея» содержат процессорные платы собственной разработки, клеммные соединители и крепление для DIN-рейки. «Ока» — это малогабаритные модули с клеммниками, а «Зея» представляет собой скорее клеммник с установленной на нем платой процессора на РСВ-плат-

форме. В настоящее время развивается также линейка одноканальных модулей-клеммников. У всех этих модулей – собственная операционная система реального времени (ОС RV), разработанная ООО «УМИКОН».

Запрограммированные модули сами, без участия центрального процессора, выполняют все алгоритмы сбора, обработки и анализа данных, а также выработки управляющих воздействий. Почему такую архитектуру предпочли, например, предприятия ядерного топливного цикла? Потому что она дает очень высокое быстродействие и надежность. В системе с централизованным управлением работа осуществляется через центральный процессор (ЦП), на который все модули ввода/вывода отправляют данные. Если ЦП или канал связи с ним (шина) выйдут из строя, то откажет вся

система. В ПТК «УМИКОН» каждый модуль ввода/вывода может работать самостоятельно: в нем заложены все регуляторы и вся логика (в том числе ПИД-регулирование, защита и т.д.). Соответственно, быстродействие системы равно быстродействию отдельного модуля, а это цикл от измерения до выдачи управляющего воздействия – от 1 мс. И неважно, сколько контуров регулирования или блокировок в системе, все они будут работать с тем же быстродействием (например, 4 мс), что и один контур с блокировками в одном модуле, потому что каждый будет исполняться в своем модуле, отвечающем за свою единицу технологического оборудования.

Модули центральных процессоров также имеются в составе ПТК «УМИКОН», однако применяются лишь там, где действительно необхо-

димы: в узлах системы, где сходятся несколько полевых или локальных сетей и требуется обработка и принятие решений по большому объему информационных потоков – установка, цеха, предприятия в целом.

Такая архитектура позволяет строить сложные иерархические структуры, которые могут постоянно развиваться, дает возможность реализовать не только дублирование, но и троирование, и резервирование большей кратности, что очень важно для атомной и химической промышленности.

Модули ввода способны принять любые типы электрических сигналов как постоянного, так и переменного тока, причем с точностью 0,01%, которая недоступна для других систем. Отчасти такая точность достигается за счет качественной электроники, но не только. Модулям «Ока» и «Зея» не нужны внешние блоки предварительной защиты и развязки, нормирующие преобразователи и даже барьеры искрозащиты, а ведь все эти устройства, обычно необходимые в системах на контроллерах других типов, вносят дополнительную погрешность и задержку.

Так, нормирующие преобразователи не нужны, потому что сигнал вводится в модуль напрямую с датчика. Нормирующий преобразователь, позволяющий получить максимум 13–14 разрядов разрешающей способности, снижает разрешающую способность и подключенных к нему модулей. Между тем модули «Ока» и «Зея» имеют 21–23 разряда разрешающей способности, то есть без нормирующего преобразователя точность сигнала выше. Барьеры искрозащиты тоже способны вносить погрешность, но и они не нужны, потому что модули ПТК «УМИКОН» могут выпускаться в искрозащищенном исполнении, поэтому, в случае наличия требований к взрывозащите, устанавливается защищенный модуль.

На верхнем уровне системы выполняются задачи координации и оптимизации, расчет технико-экономических показателей. Здесь можно использовать контроллеры верхнего уровня PC2xx под ОС на базе ядра Linux для координации работы контроллерных узлов, управляющих отдельными агрегатами. Но применение таких ПЛК необязательно. Как отмечалось выше, в небольших системах



Рис. 1. Наполнение шкафа автоматики навесного УШАМ.65.12x8



Рис. 2. АРМ одноместный однотумбовый УШАП.21.12

модули ввода/вывода могут выходить напрямую на АРМ оператора, которые выполняют функции как собственно АРМ, так и, например, архивных серверов (рис. 2).

Данные в ПТК «УМИКОН» передаются:

- ▶ по интерфейсу RS-485 со скоростью до 921 кбит/с, протокол Modbus RTU, а также иные для связи с оборудованием других производителей;
- ▶ по локальной сети Ethernet, проприетарный протокол УМИКОН/UDP (патент на изобретение РФ № 2707675 от 17.06.2019) и протокол Modbus UDP, а также протоколы Modbus TCP, МЭК 61850 и другие для связи с оборудованием других производителей.

Программно-аппаратные средства ПТК «УМИКОН» позволяют строить сети многоствольной древовидной структуры, подобные грибнице или сети нейронов головного мозга (не путать с нейросетями искусственного интеллекта), в которых роль синапсов выполняют полевые шины и локальные сети, а роль нейронов — узлов сети — модули ввода/вывода, центральных процессоров, компьютеры АРМ и серверных узлов. Решения защищены патентом РФ на изобретение № 27833474 от 16.02.2022 «Способ формирования сети передачи данных автоматизированной системы управления технологическими процессами» и позволяют строить сети, неограниченные как по горизонтали (в рам-

ках одного уровня иерархии), так и по вертикали (с неограниченным числом уровней иерархии).

Средства прикладного (технологического) программирования и конфигурирования модулей ввода/вывода и центральных процессоров имеют интерфейс на русском языке, полностью графические и не требуют специальных знаний в программировании (защищено патентом РФ на изобретение № 2668738 от 15.11.2017 «Способ и система для визуального создания программ для вычислительных устройств»). Они являются частью программного комплекса КПО МикСИС и обеспечивают настройку и программирование любого модуля системы с любого АРМ при наличии соответствующих прав доступа.

Шкафы автоматики и АРМ ПТК «УМИКОН» не только производятся в нашей стране, но и являются оригинальной разработкой ООО «УМИКОН», защищенной патентами РФ на изобретение № 2737988 от 30.04.2020 «Шкаф автоматики» и № 2715149 от 17.07.2019 «Пульт-шкаф для автоматизированного рабочего места автоматизированных систем». Конструкция шкафов автоматики обеспечивает простоту сборки и сопровождения при высокой плотности сигналов ввода/вывода: например, напольный шкаф позволяет подключить свыше 2000 сигналов без промежуточных шкафов. В свою очередь, пульт-шкаф АРМ позволяет объединить в габаритах пульта, кроме

оборудования собственно АРМ, оборудование серверного узла и контроллерное оборудование. При этом АРМ имеют исполнение IP21, напольные шкафы автоматики — IP54, навесные шкафы автоматики — IP65, что подтверждено результатами испытаний.

ПТК «УМИКОН» оснащается резервированной системой бесперебойного питания собственной разработки, обеспечивающей автономную работу ПТК, включая как шкафы автоматики, так и АРМ, в течение не менее 4 часов.

Комплекс (шкаф автоматики и АРМ) успешно прошел испытания на уровень сейсмических воздействий 9 баллов, +70 м по шкале MSK-64 в соответствии с ГОСТ 30546.1-98, группа механического исполнения М7, М38. Испытания проводились на работающем оборудовании ПТК «УМИКОН».

ПТК «УМИКОН» имеет сертификат соответствия Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».

КПО МикСИС

Особенность архитектуры ПТК «УМИКОН» проявляется и в программном обеспечении. Если в централизованных автоматизированных системах принята клиент-серверная архитектура, то в МикСИС она предусмотрена только в режиме настройки. На базовую же детерминированную систему сетевого обеспечения, основанную на протоколе УМИКОН/UDP, получен, как уже упоминалось, патент РФ № 2707675 от 17.06.2019 «Способ организации хранения данных на узлах сети с передачей данных между узлами сети с предсказуемой загрузкой узлов сети для систем реального времени». В такой сети принят алгоритм, при котором передача данных управляет передающий — источник данных, а не приемник, то есть обмен строится не по запросу от приемника, а по заранее заданной конфигурации передатчика и приемника. В системе, построенной по клиент-серверной архитектуре, передача данных управляет приемник (клиент), который делает запросы. Если приемников слишком много, источник перегружается их запросами и начинает тормозить. Когда коммуникацией управляет источник данных по заданному при кон-

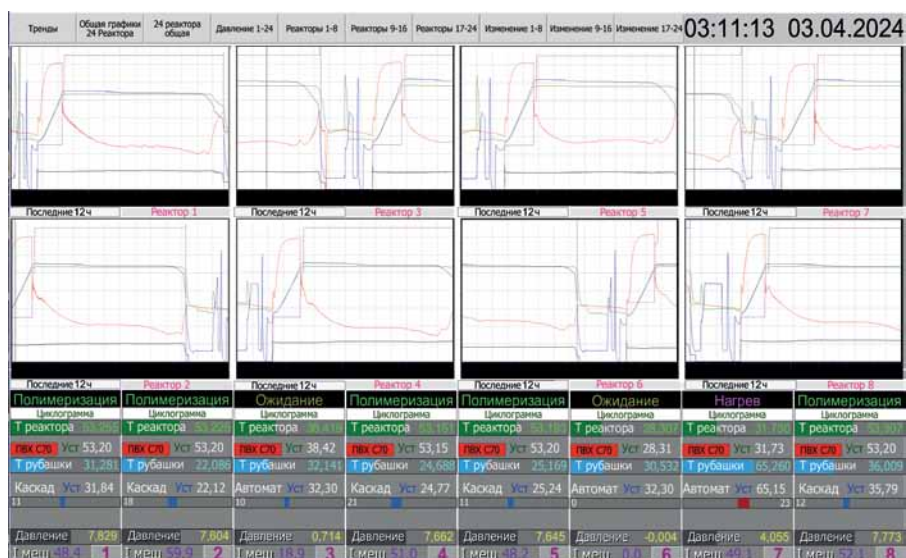


Рис. 3. Графические средства отображения КПО МикСИС: мнемосхема с самописцами

фигурировании расписанию, загрузка сети остается предсказуемой, сколько бы приемников ни было, а при использовании широковещательного обмена еще и сильно уменьшается. Это не только повышает надежность и устойчивость системы, но и исключает опасность DDOS-атак: они построены на запросах, а на запросы такой источник данных не отвечает.

Если верхний уровень работает на ОС Linux, то для контроллеров нижнего уровня предназначена операционная система реального времени (ОС RV) собственной разработки. Функции ее минимальны: она обеспечивает работу модуля ввода/вывода или контроллера (в зависимости от количества входов/выходов или имеющихся интерфейсов) и поддерживает жесткое реальное время с тактом 1 мс. ОС RV обеспечивает отсутствие программных прерываний и очередей в системе. ОС RV имеет строгую однозадачную внутреннюю структуру и строго детерминированное исполнение всего процесса, что обеспечивает ее устойчивость и производительность.

Все узлы в сети являются системами реального времени, даже АРМ. Это позволяет иметь единые графические средства программирования для всех уровней системы: от модулей ввода/вывода до АРМ и расчетных узлов уровня предприятия. Как уже было отмечено, эти решения защищены патентом РФ на изобретение № 2668738 от 15.11.2017 «Способ и система для

визуального создания программ для вычислительных устройств».

Графические средства отображения имеют базовое время обновления данных 50 мс, поддерживают свыше 10000 динамических элементов на одной мнемосхеме при неограниченном числе мнемосхем в проекте (рис. 3). Поддерживается трехмерная (3D) графика в динамике, а также отображение видеопотоков в реальном времени как элементов мнемосхем. Видео- и аудиопотоки являются такими же потоками данных в системе, как аналоговые и дискретные сигналы, и объединяются в соответствующие базы данных реального времени. Обеспечивается поддержка разрешения дисплея вплоть до 8К (7680 × 4320). На одном персональном компьютере поддерживается до 16 дисплеев, что позволяет организовывать экраны коллективного пользования (видеостены) без дополнительного программного обеспечения.

Средства архивирования текущих данных о ходе технологического процесса позволяют вести локальные и распределенные архивы (тренды) аналоговых и дискретных параметров, постоянно меняющихся (например, каждые 100 мс в течение 32 лет). Для отдельных событий и последовательностей имеется возможность интеграции в тренды с разрешением десятки микросекунд, например, осциллограмм формата COMTRADE. Обеспечивается архивация видео- и аудиопотоков, конечно, значитель-

но меньшей глубины по сравнению с аналоговыми и дискретными сигналами, но с возможностью их совместного просмотра с синхронизацией графиков аналоговых и дискретных сигналов с видеорядом.

В КПО МикСИС для АРМ включены локальная и распределенная подсистемы расчета технико-экономических показателей (ТЭП), подготовки и выдачи отчетов, включая планировщик генерации отчетов, а также средства производственного учета и планирования (АСУП – MES), синхронизированные с задачами реального времени.

Мощность локальной системы составляет до миллиона аналоговых и дискретных параметров на АРМ, мощность распределенной системы практически не ограничена. Число сетевых узлов (контроллеров верхнего уровня, компьютеров АРМ и серверных узлов) практически не ограничено. КПО МикСИС ПТК «УМИКОН» имеет реестровый № 3911 в едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

При построении доверенных программно-аппаратных комплексов (ДПАК) на базе ПТК «УМИКОН» на компьютерах АРМ и серверных узлах должна применяться ОС Astra Linux, находящаяся в едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

Заключение

В заключение добавим, что отчетственный ПТК «УМИКОН» имеет сертификат соответствия ГОСТ Р МЭК 61508-2012 части 1, 2, ГОСТ Р МЭК 61508-2018 часть 3, ГОСТ Р МЭК 61511-2018 часть 1, а также ГОСТ Р МЭК 62061-2015, по которому оборудование ПТК УМИКОН отвечает уровню полноты безопасности УПБ 4 (SIL 4). Уровень УПБ 4 является высшим и позволяет строить наиболее ответственные САУ и АСУ ТП, включая системы противоаварийной защиты.

В. О. Лебедев, к. т. н., генеральный директор, главный конструктор, ООО «УМИКОН», г. Москва, тел.: +7 (495) 740-1284, e-mail: umikon@mail.ru, сайт: umikon.ru