



ЕДИНСТВО ПРОТИВОРЕЧИЙ

Стандарт МЭК 61131-3 систематизировал наиболее распространенные языки ПЛК разных компаний и привел их к аппаратно-независимой модели функционирования с едиными правилами декомпозиции программных компонентов и едиными типами переменных. Один из таких инструментов программирования — CoDeSys

Петров И. В.,
i.petrov@prolog-plc.ru

Проблема выбора языков и инструментов программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК) возникла одновременно с их появлением и до сих пор является предметом горячих споров среди специалистов.

Все чаще созданием программ для ПЛК занимаются профессиональные программисты, которых не устраивают упрощенные инструменты. Они законно требуют обеспечить себя инструментами соответствующего уровня, поддерживающими современные парадигмы программирования.

С другой стороны, понятно, что ПЛК должны быть доступны для эксплуатации персоналом, имеющимся на предприятиях. Как правило, это люди, обладающие знаниями и ценнейшим практическим опытом в технологии и тонкостях производства. Они далеко не всегда обладают специальной подготовкой в области математики и информатики, но их опыт в практических задачах незаменим.

Отсюда возникают требования сделать языки программирования ПЛК максимально упрощенными и доступными для неспециалистов. Совместить противоречивые требования простоты без ограничения возможностей непросто. Если ранее разработкой инструментов программирования ПЛК занимались сами их изготовители, то теперь это стало практически сформировавшимся отдельным видом бизнеса.

Языки МЭК 61131-3

Многие годы каждый изготовитель ПЛК изобретал свой язык и разрабатывал свои инструменты программирования. Ни о какой

программной совместимости контроллеров разных фирм речи быть не могло в принципе. С принятием стандарта МЭК 61131-3 «Языки программирования ПЛК» в 1982 году ситуация значительно улучшилась.

Разработчики стандарта систематизировали наиболее распространенные языки ПЛК разных компаний и привели их к аппаратно-независимой модели функционирования с едиными правилами декомпозиции программных компонентов и типами переменных.

Так, в одном стандарте оказались 5 совершенно разных языков. Подобное решение в мировой практике стандартизации было принято впервые и вызвало немало возражений. Тем не менее идея оказалась удачной, и стандарт постепенно стал обретать все более широкую поддержку.

Пользователям он дал реальную возможность выбирать оборудование разных компаний при минимальных затратах на обучение персонала. Для небольших компаний, имеющих оригинальные технические идеи в разработке и производстве ПЛК, стандарт открыл реальный выход на этот рынок.

Благодаря стандартной программной модели заказчику гораздо проще решиться на покупку ПЛК малоизвестной фирмы. Фирмы с мировым именем, выпускающие контроллеры десятки лет, до сих пор вынуждены поддерживать собственные языки программирования. Резкий переход к языкам стандарта МЭК вызвал бы для них потерю совместимости с собственным оборудованием и утрату доверия постоянных заказчиков.

Но поскольку именно фирменные языки этих компаний стали фундаментом стандарта МЭК, возможность постепенного расширения своих инструментов в сторону требований стандарта с успехом внедряется в жизнь. Стандарт определяет правила однозначного выполнения описанных в нем операторов и компонентов, но запрета на включение дополнительных возможностей не содержит.

Это очень важный момент, на который часто не обращают внимания критики. Но прежде чем развивать собственные идеи, необходимо реализовать базовые требования стандарта.

Инструменты программирования

У классического ПЛК нет дисплея и клавиатуры. Для ввода программы ему нужны вспомогательные инструменты. Раньше для этих целей применялись специализированные программирующие станции. Сейчас, кроме простейших контроллеров (программируемых

реле), все ПЛК программируются с персонального компьютера (РС).

Говоря далее об инструментах программирования ПЛК, мы будем иметь в виду специальное вспомогательное программное обеспечение, которое функционирует на РС и позволяет готовить программы для ПЛК.

Если посмотреть на модели контроллеров, изготовленные 20 лет назад, и современные образцы, то легко заметить, что последние стали значительно компактнее. Благодаря развитию элементной базы принципиальные схемы контроллеров упростились в разы. Чего нельзя сказать о программном обеспечении.

Создать полноценный конкурентоспособный инструмент МЭК-программирования, включающий современные средства редактирования, отладки и сопровождения прикладных задач, очень сложно. Это минимум 5–7 лет работы хорошего коллектива программистов и затраты порядка сотни тысяч долларов. Кроме того, такую работу невозможно завершить в принципе, это означало бы остановку развития и постепенное умирание инструмента.

Именно внешняя простота современных МЭК-систем программирования высшего класса скрывает грандиозный объем работы, который за этим стоит. Увы, убедиться в этом можно, только попытавшись сделать подобную систему самостоятельно. И многие вступают на этот путь.

Некоторые программисты действительно смогли довести дело до уровня коммерческого продукта. Но оказалось, что многие пользователи не

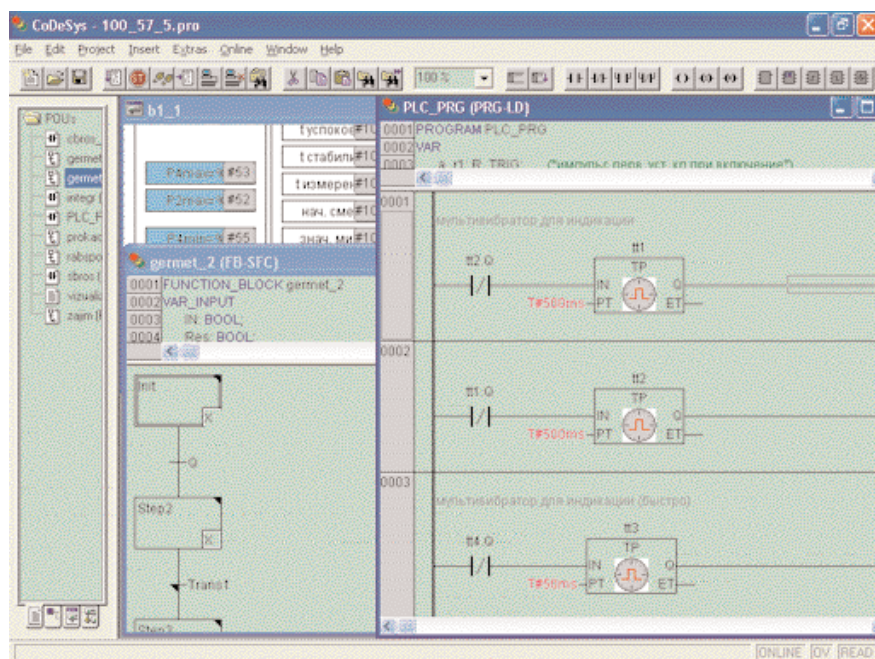
готовы платить за фирменные средства программирования. Они предпочитают проверенные инструменты известных брендов.

Во всем мире можно насчитать десяток известных компаний, выпускающих операционные системы, текстовые процессоры и высококлассные инструменты профессионального программирования для компьютеров. На сегодня в области стандартных средств программирования ПЛК ситуация аналогична. Факт в том, что разработка инструментов МЭК-программирования выросла в отдельный вид бизнеса.

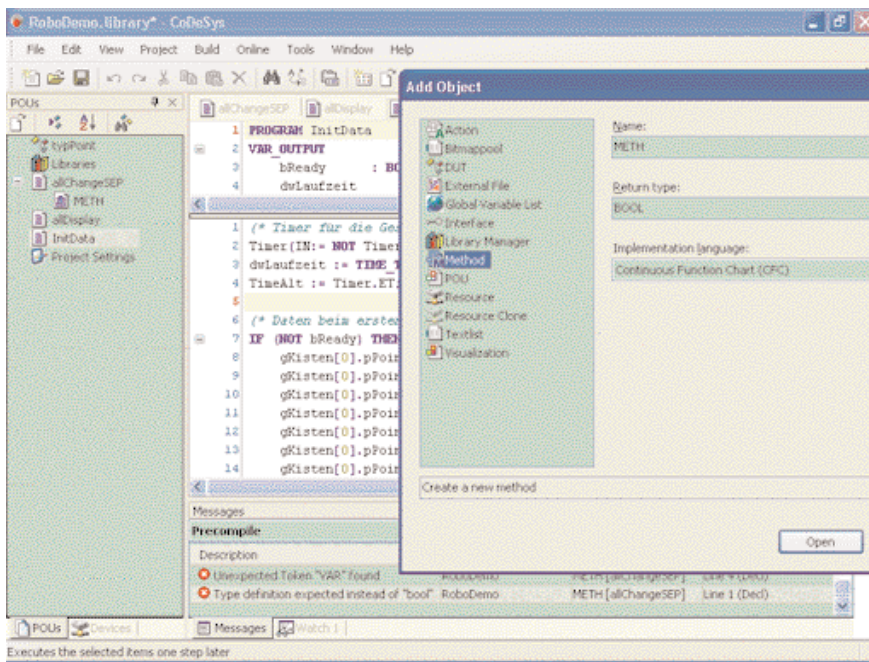
За последние 10 лет на рынке появились универсальные инструменты МЭК-программирования, которые можно (после несложной адаптации) применить с любым типом ПЛК. Благодаря высокой конкуренции и узкой специализации разработчиков они достигли уровня, гораздо более высокого, чем фирменные инструменты изготовителей ПЛК.

Стандарт МЭК дает пользователям возможность применять отработанные приемы и переносить тексты своих программ с одного ПЛК на другой с минимальными поправками. Конечно, хотелось бы вообще ничего не переносить, а просто использовать любимый универсальный инструмент программирования, к которому привык, для любого ПЛК.

В идеале выбирать инструмент должен тот, кто его использует, а не изготовитель контроллера. Но для этого потребовался бы некий промежуточный программный слой, стандартизованная виртуальная машина, изолирующая



CoDeSys содержит ряд расширений. Одно из них — CoDeSys 2.3



Большее число технических новшеств CoDeSys рождается по инициативе пользователей

щая аппаратные ресурсы от универсальной программной оболочки.

В действительности все универсальные МЭК-системы используют подобный механизм. В контроллер помещается система исполнения, в которой реализованы все аппаратно-зависимые модули. Она может включать интерпретатор некоего промежуточного кода, так что программная оболочка оказывается полностью изолированной от аппаратных особенностей и типа процессора.

Однако стандарта на системы исполнения нет, совместимость на уровне кодов пока остается мечтой. На практике, прежде чем запустить в контроллере нужную систему исполнения, требуется ее адаптация. Как минимум это разработка драйверов. Для выполнения такой работы требуется опыт и доскональное знание аппаратных средств. Желательно знать, какие модификации аппаратуры планируются.

Для пользователя эта задача не только сложна, но и является непроизводительной тратой времени. Логичнее всего ее взять на себя изготовителю ПЛК. В итоге получается, что без поддержки изготовителя пользователь не имеет возможности изменить системное программное обеспечение контроллера и установить желаемую среду программирования.

Все чаще выборе ПЛК пользователи начинают с изучения его возможностей программирования. Так, в текущем году автор статьи как минимум раз в неделю получал письмо с просьбой помочь выбрать подходящий

ПЛК, при условии, что он должен обязательно программироваться в CoDeSys.

Наиболее динамичные изготовители контроллеров быстро уловили настроения своих заказчиков и пошли им навстречу, обеспечив возможность выбора нескольких инструментов программирования. Чаще всего в их числе присутствует свой фирменный инструмент плюс один или два универсальных комплекса.

Такая возможность весьма привлекательна для заказчиков и не накладна для изготовителя. Типовые затраты на адаптацию универсального инструмента МЭК-программирования в десятки раз меньше, чем на разработку собственного.

По времени адаптация обычно занимает от двух недель до полугода, в зависимости от опыта специалистов и сложности контроллера. То, что инструмент программирования разработан специализированной компанией и имеет широкое применение, означает его гарантированное развитие даже без участия изготовителя ПЛК.

Однако, какой бы простой она не была, адаптация является работой. Естественно, без веских причин никто этим заниматься не станет. По опыту работы с CoDeSys можно заметить, что интерес к этому инструменту проявляют все без исключения изготовители ПЛК, а процесс ознакомления может длиться годами. Но как только появляется серьезный заказчик, готовый купить ПЛК только при условии поддержки этого инструмента, вопрос адаптации решается в считанные дни.

На сегодняшний день рекордное время от первого запроса информации до работающего прототипа составляет 5 дней. В целом при существующем уровне технологий потребитель ПЛК не может сам подключить нужный ему универсальный инструмент программирования, но может и должен потребовать этого от изготовителя.

Еще одна причина, сдерживающая распространение универсальных МЭК-инструментов в странах бывшего СССР, общая для всего рынка программного обеспечения, — это отсутствие восприятия программ как продукта вообще. Люди готовы платить за инструменты, которые можно потрогать и взять в руки. Но необходимость покупать программы все еще часто вызывает удивление в принципе. Если наш изготовитель ПЛК дает в комплекте с ним бесплатные средства программирования, то это воспринимается абсолютно естественно и позитивно.

Западные изготовители редко идут на это, поскольку бесплатность программы вызывает у потребителей сомнения, не меньшие чем сниженная цена на продукты питания. В итоге весьма успешные бизнес-модели зарубежных программистских компаний в наших условиях пока работают не лучшим образом.

Бизнес-модели CoDeSys

На первый взгляд, CoDeSys — это просто один из десятка наиболее известных в мире инструментов МЭК-программирования. Как и другие, он включает интегрированные редакторы всех пяти МЭК-языков, транслятор и отладчик. Но на сегодня этот необходимый минимум составляет не более десятой части возможностей комплекса CoDeSys.

Универсальный инструмент МЭК-программирования как правило состоит из двух основных частей: системы исполнения, размещенной в ПЛК, и среды программирования, функционирующей на PC. Существуют инструменты с ограниченным диапазоном применений, ориентированные на определенную аппаратную платформу и операционную систему, которые обходятся без системы исполнения. Но во всех действительно универсальных комплексах она присутствует.

Являясь коммерческим продуктом, инструмент обязан приносить средства к существованию своим создателям. Здесь возможны варианты. Чаще всего разработчики делают платную программную оболочку. Ее гораздо проще защитить от копирования технически, кроме того, она имеет более

широкий круг покупателей и соответственно дает более высокую прибыль.

Это удобно изготовителям ПЛК, поскольку переносит основное бремя затрат на покупателей ПЛК. Но это крайне неудобно для последних: кроме покупки контроллера нужно еще покупать и программную оболочку. Возникают сложности с аппаратными ключами, ограничениями на число установок, сроком действия лицензии и другими проблемами, не имеющими отношения к основной работе.

В CoDeSys программная оболочка является бесплатной. Платной является только система исполнения, размещенная в ПЛК. Но лицензии на ее использование покупает изготовитель ПЛК при производстве. Безусловно, так или иначе он тоже переносит эти затраты на покупателей контроллеров. Бизнес-модель получается очень гибкой и легко адаптируемой к его нуждам и планам.

Так, изготовитель может вложить собственные средства в приобретение лицензий оптом под планируемый объем производства. В итоге он сможет предложить рекордно низкие цены на свою продукцию и поставлять ее в комплекте с инструментом программирования.

Например, для ПЛК производства российских компаний «Овен», «Пролог» и «Фаствел» вы можете получить CoDeSys и все необходимые дополнительные библиотеки и файлы конфигурации на CD либо свободно загрузить из сети Интернет. Для пользователей этих ПЛК все программное обеспечение является бесплатным.

В случае если изготовитель ПЛК не считает правильным поставлять ПО бесплатно, то бизнес-модель 3S не запрещает продавать как лицензии на системы исполнения, так и саму программную оболочку CoDeSys, дополненную фирменными конфигурационными файлами. Сверх того, 3S предлагает услугу ребрендинга — компания может продавать CoDeSys под собственной торговой маркой.

Технологии построения систем исполнения

Что касается собственно инструмента МЭК-программирования в комплексе CoDeSys, то наиболее яркой его особенностью является встроенный компилятор машинного кода для всех семейств популярных микропроцессорных семейств.

Первые версии CoDeSys использовали интерпретатор промежуточного кода. Затем последовали опыты с использованием языка C в качестве промежу-

История CodeSys

■ Название CoDeSys является сокращением Controller Development System. Компанию 3S-Smart Software Solutions GmbH основали в 1994 году Дитер Хесс и Манфред Вернер. Оба неординарные творчески одаренные личности, имевшие опыт работы в успешной компании аналогичного профиля. Неудивительно, что число нереализованных технических идей постепенно превысило критический порог и привело к мысли о создании нового программного продукта.

Так появилась новая компания, созданная на личные сбережения ее основателей. Благодаря опыту и энергии партнеров, по техническим характеристикам CoDeSys быстро достиг уровня коммерческого продукта. Уже в 1996 году 3S имела 12 заказчиков и заработала около 300 тыс. евро.

В настоящее время годовой оборот 3S превысил 4,8 млн евро и ежегодно продолжает расти примерно на 20%. На долю пяти крупнейших заказчиков приходится не более четверти поступлений компании, основную же часть приносят более 200 заказчиков. Это весьма позитивно ска-



зывается на стабильности бизнеса и говорит о независимости компании. Центральный офис компании расположен в небольшом Баварском городе Кемптен. В последние годы компания активно выходит на международный рынок, но пока еще 90% составляют заказчики из Германии. 3S имеет 7 дистрибьюторов и 3 учебных центра (США, Россия, Китай) за пределами центральной Европы. Для многих заказчиков тот факт, что развитие CoDeSys определяют энтузиасты, сделавшие это делом своей жизни, послужил решающим в выборе CoDeSys. С ростом популярности CoDeSys все большее число технических новшеств рождается по инициативе пользователей.

точного слоя и внешними компиляторами. Вариант с интерпретатором был самым простым, но не позволял выжать максимально возможное быстродействие контроллера. Заказчики же 3S требовали именно этого, стараясь создать конкурентоспособные продукты на базе недорогих аппаратных платформ.

Внешний компилятор С обеспечил желаемое быстродействие, но отладка прикладных МЭК-программ стала крайне неудобной. Кроме того, компиляторы разных фирм имеют свои тонкие отличия даже в разных версиях, постоянно подстраиваться под которые нереально. В результате было принято решение о разработке собственного компилятора. Как известно, это одна из наиболее сложных областей программирования. Но затраченные усилия себя оправдали.

Современный CoDeSys V2.3 оснащается исключительно компилятором, независимо от выбранной аппаратной платформы. Это увеличивает сложность адаптации системы исполнения, которая может быть выполнена только профессиональными программистами. Но прикладной МЭК-программист

о внутреннем устройстве CoDeSys знать вообще не обязан. Он просто пишет программу на стандартных МЭК-языках обычным образом и автоматически получает быстрый код.

В настоящее время CoDeSys умеет генерировать быстрый машинный код для процессоров Intel 8051, 80186, 80386, 80486, Pentium, ARM, Hitachi SH 2/3/4, H8, Infineon C167 и TriCore, Motorola MC68000, MC683xx, ColdFire, PowerPC, MIPS, Texas Instruments TMS32028x и Analog Devices Blackfin.

Системы исполнения в CoDeSys называются CoDeSys SP (от Soft PLC). Всего существует четыре их разновидности для 8-, 16- и два варианта для 32-разрядных процессоров. Два последних отличаются способом обеспечения многозадачности. Полный вариант обеспечивает вытесняющую многозадачность в прикладных проектах, упрощенный вариант реализует корпоративную многозадачность.

Каждая разновидность имеет несколько модификаций, оптимизированных под различные процессоры. Изготовитель ПЛК получает систему исполнения в виде исходных текстов CoDeSys SP. Главным образом, она

содержит загрузчик кода прикладной программы, планировщик задач, отладочные функции и функции обслуживания ввода/вывода.

Интересно, что полная компоновка кода (кроме 8-разрядных систем) производится динамически в контроллере. Имея исходные тексты, изготовитель ПЛК может существенно дополнить систему исполнения и оптимизировать ее под свои аппаратные средства, а также добавить собственные фирменные библиотеки.

С помощью специального инструмента в CoDeSys настраиваются меню и диалоги конфигурации контроллера и сети, и пользователь работает с инструментом так, как если бы он был создан специально для данного ПЛК. Переходя к использованию CoDeSys, изготовитель ПЛК концентрирует свои усилия исключительно на собственных ноу-хау, избавляясь от необходимости изобретать то, что уже давно сделано.

Ассемблерные листинги прикладных программ, генерируемые CoDeSys, являются открытыми, то есть для изготовителя ПЛК, имеющего исходные тексты системы исполнения, подконтрольно все, что работает в его оборудовании.

У 3S существуют и готовые к применению системы исполнения для PC-совместимой техники. Их адаптация сводится к написанию драйверов оборудования с помощью бесплатного SDK. Такой вариант предназначен для системных интеграторов. Изготовители контроллеров предпочитают иметь исходные тексты.

Языки и библиотеки

Стандарт МЭК не требует от инструмента программирования обязательной полной поддержки всего, что в нем содержится. Достаточно, чтобы реализованные составляющие точно соответствовали стандарту. В результате мы можем встретить массу МЭК-инструментов программирования со значительно урезанными возможностями.

CoDeSys не только практически полностью поддерживает все стандартные языки, типы данных и компоненты, но и содержит ряд расширений. В их числе язык CFC и упрощенный SFC [1].

Профессиональным программистам в CoDeSys нравится поддержка указателей на переменные, действий в функциональных блоках и специальных низкоуровневых системных библиотек. С их помощью можно легко подключать нестандартное оборудование, писать протоколы обмена

по сети и даже обрабатывать аппаратные прерывания в МЭК-программах.

Во всех конкурирующих системах такие возможности отсутствуют или реализуются с помощью внешних средств (обычно на языке C).

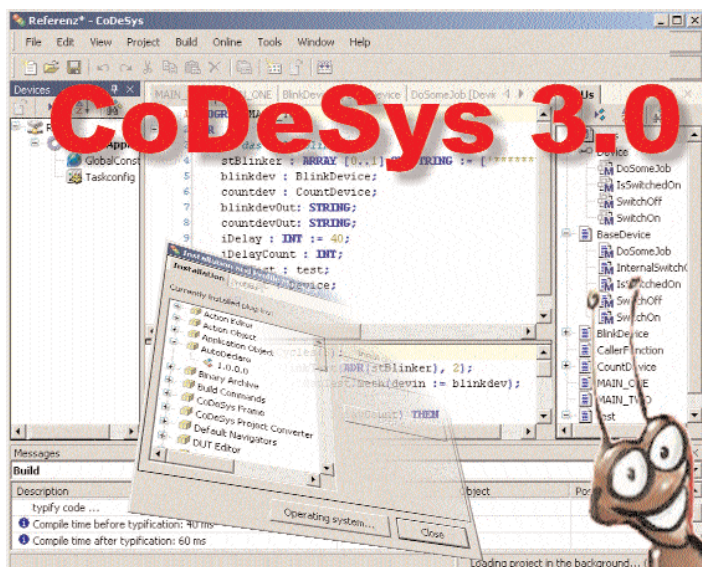
Для расширения состава доступных в прикладной программе функций и функциональных блоков, пользователь может создать непосредственно в CoDeSys собственную библиотеку. Ее компоненты будут доступны точно так же, как и стандартные.

Библиотека, написанная на МЭК-языках, является аппаратно-независимой. Ее можно передавать и даже продавать другим пользователям. С помощью специального инструмента (Менеджер лицензирования) библиотеку можно защитить от просмотра и изменения, а также создать демонстрационную версию. Большинство стандартных и дополнительных библиотек 3S (кроме системных) написаны на языке ST непосредственно в CoDeSys. Это стало возможным благодаря встроенному компилятору.

Компоненты комплекса

Помимо инструмента МЭК-программирования CoDeSys включает ряд других компонентов. В первую очередь, это интегрированный отладчик и эмулятор. Отладчик содержит полный набор возможностей, типичных для современных компьютерных систем, и функции, специфичные для систем промышленной автоматизации: выполнение по циклам, фиксация значений переменных, выборка и восстановление значений наборов переменных, управления входами/выходами без программирования, горячая замена кода, синхронная многоканальная графическая трассировка и многое другое.

Многие отладочные функции ориентированы на проверку работы систем в целом, а не только программно-обеспечения. Встроенный эмулятор



CoDeSys 3.0. — концептуально новый инструмент программирования

позволяет отлаживать программу при отсутствии контроллера. Из других интегрированных инструментов комплекса наиболее востребованы средства визуализации (HMI).

Непосредственно в CoDeSys можно нарисовать визуальное отображение объекта управления и связать параметры графических элементов со значениями переменных. Весь обсчет и аккумулялирование данных происходит непосредственно в ПЛК, благодаря чему доступен контроль данных с высокой скоростью синхронно с работой программы.

Обычно встроенная визуализация применяется для создания операторского интерфейса в локальных установках и при моделировании объекта на этапе проектирования. Одну и ту же визуализацию можно выполнять в программной оболочке CoDeSys, в контроллере либо отобразить в вебе. Для подключения SCADA-систем в стандартный бесплатный дистрибутив CoDeSys включен OPC-сервер.

Из последних новинок 3S наиболее интересна система SoftMotion. Это специализированный набор библиотек, интегрированных редакторов (CAM, CNC) и конфигураторов для построения многоосевых систем управления движением.

Еще одно опциональное расширение CoDeSys — так называемый инженеринговый интерфейс (ENI). Он включает средства контроля версий проекта и поддержки многопользовательской работы и незаменим при работе над большими проектами.

В дополнение к CoDeSys компанией 3S предлагается ряд библиотек поддержки сетей (CANopen, Modbus и др.) и некоторые специальные инстру-

менты, позволяющие самостоятельно расширить возможности комплекса.

Стандартный альянс

Как видно, стандарт МЭК не только не ограничивает творчество, а и позволяет работать на более высоком уровне без затрат времени на повторение типовых компонентов. С точки зрения потребителей ПЛК, стандартизация в этой области все же недостаточна. При попытке комбинировать контроллеры и другие элементы систем промышленной автоматизации разных изготовителей нередко возникают существенные сложности.

Чтобы упростить данную возможность, возникла идея создания CoDeSys Automation Alliance. В данный альянс вошли компании, изготавливающие оборудование, поддерживающее стандартные интерфейсы и сети, и, самое главное, программируемое в единой среде CoDeSys.

Компанией 3S разработаны специальные тесты оборудования, позволяющие выявить возможные сложности. На сегодняшний день членами CoDeSys Automation Alliance являются около 80 компаний.

Краткосрочные перспективы

Исследования 3S выявили несколько актуальных направлений развития языков стандарта МЭК. Прежде всего, это полноценная поддержка средств объектно-ориентированного программирования (ООП).

Естественно, необходимо сохранить полную совместимость с требованиями действующего стандарта. В результате было предложено дополнить стандарт рядом ключевых слов, позволяющих создавать классы и интерфейсы так, чтобы это не повлияло на выполнение существующих программ.

Поддержка технологии ООП приводит к необходимости полной переработки как компилятора, так и системы исполнения. Поэтому 3S было решено не дорабатывать существующую версию своего инструмента, а начать разработку концептуально нового инструмента, который получил название CoDeSys 3.0. Помимо ООП он включает поддержку распределенного программирования, расширяемую компонентную структуру, управление профилями версий и более двух сотен мелких новшеств [2].

В ноябре на выставке SPS/IPC/DRIVES в Нюрнберге состоится презента-

ция первых промышленных образцов контроллеров с CoDeSys 3.0 немецких компаний. Начало продаж нового комплекса за пределами Германии планируется не ранее весны 2007 года. Однако для изготовителей оборудования это не должно служить тормозом. Более того, для компаний Беларуси, России и Украины переход к 3.0 будет бесплатным.

Практически с первых шагов работы над CoDeSys 3.0 компания 3S сделала всю информацию о нем открытой, не опасаясь конкуренции. Это является свидетельством наличия большого стратегического потенциала, нацеленного на годы вперед. Реализованные в 3.0 расширения пока не вошли в стандарт МЭК, поскольку опыта в их применении просто нет. Сейчас CoDeSys служит МЭК тестовой платформой для их отработки.

Литература

1. Петров И. В. *Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования* / Под ред. проф. В. П. Дьяконова. — М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
2. Хесс Д. *Объектно-ориентированные расширения МЭК 61131-3* // СТА. — 2006. — № 2.