

О современных технологиях передачи управляющих программ на стойки УЧПУ



Рис. 1. Электронное считывающее и записывающее устройство модели "К" – ЭСЗУ-К

Чтобы читателям, которые следят за нашими публикациями, не тратить время на чтение всей статьи, сразу отметим, что она состоит из двух частей. В первой описаны только те нововведения в рассматриваемых средствах передачи данных между ПЭВМ и оборудованием с программным управлением, которые появились за прошедший после предыдущей публикации год.¹ Во второй части, больше предназначенной для новых читателей, рассказывается о концепции использования и общих характеристиках модульной системы под названием "электронное считывающее и записывающее устройство модели К" (ЭСЗУ-К) (рис. 1) и специальной сети типа клиент-сервер RS-NET (рис. 2).

Первый комплекс доработок ЭСЗУ-К, осуществленных за прошедший год, был направлен прежде всего на удовлетворение запросов потребителей, использующих память блока электроники и картриджа для хранения достаточно большого архива управляющих программ (УП). Напомним, что хотя операционная система, применяемая в ЭСЗУ-К и других изделиях, построенных на базе того же блока электроники, и обеспечивает решение задач управления данными, которые могут храниться в 999 файлах каталога внутренней памяти блока электроники и в 999 файлах каталога внешнего картриджа памяти, при разработке ЭСЗУ-К не ставилась задача работы с большим архивом УП. Предполагалось, что задачи ведения архива УП будут решаться на цеховом компьютере, а картридж — использоваться только для переноса данных между

¹Александр Зайцев, Андрей Благодаров. Средства передачи данных: ЭСЗУ-К, RS-NET. – CADmaster, № 2/2007, с. 53-56.

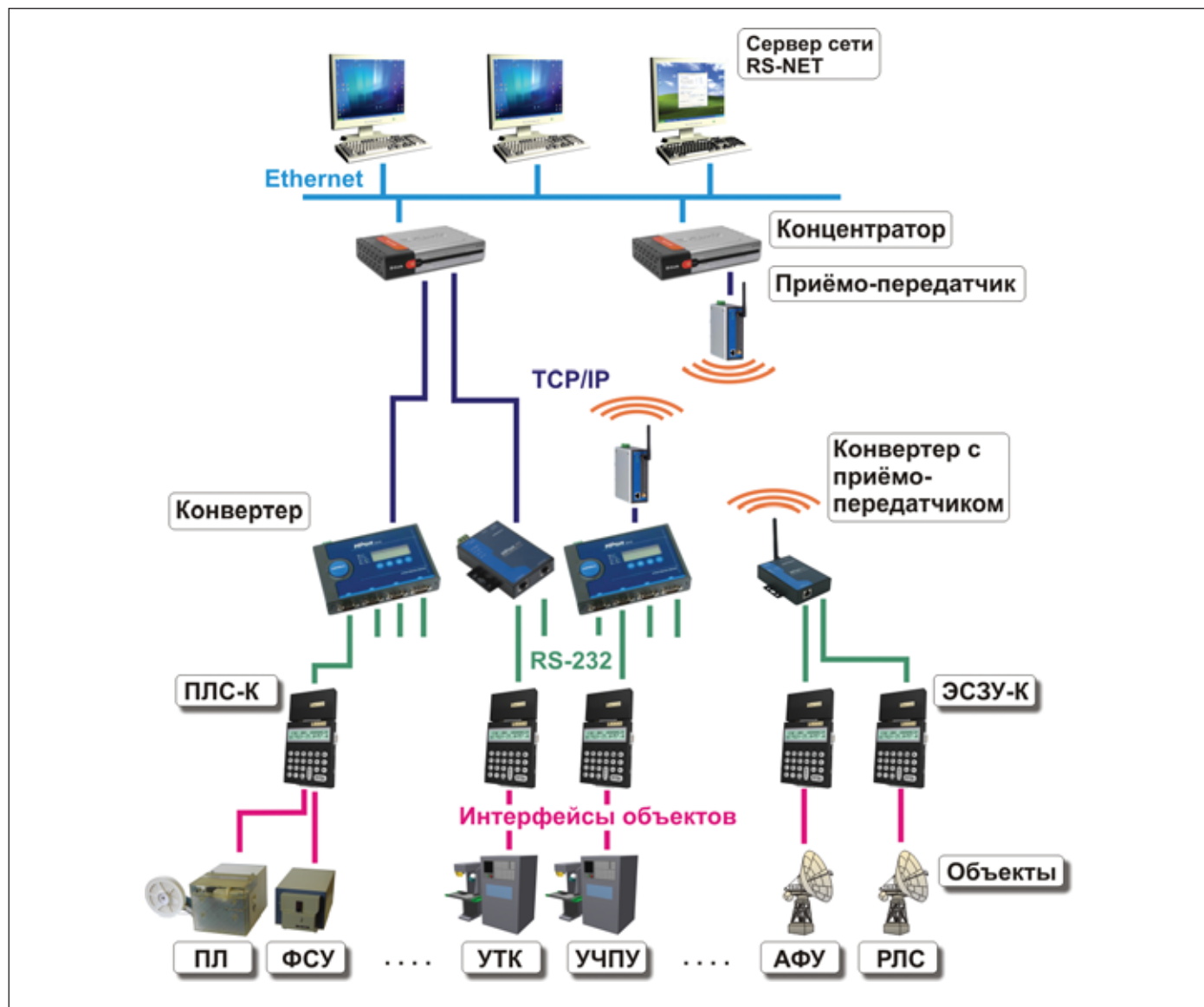


Рис. 2. Вариант структурной схемы сети RS-NET, использующей средства локальной вычислительной сети

ПЭВМ и станком. Но, как всегда, жизнь диктует свои требования, которые привели к необходимости доработки операционной системы. Если раньше основным атрибутом файла был его порядковый номер в соответствующем каталоге, то теперь такую же роль играет и имя, которое прежде носило лишь справочный характер. Функциональное ПО блока электроники начиная с 35-й версии позволяет станочнику производить поиск файла в памяти блока электроники или в картридже не только по порядковому номеру, но и по имени аналогично поиску файла в индивидуальном каталоге станочника на компьютере, подключенном к сети RS-NET.

Внесены изменения и в правила задания имени файла. Если раньше оно должно было строго соответствовать требованиям MS-DOS, то теперь допустимо использовать имя не только в виде <8 символов> <точка> <три символа>, но и просто — <12 символов>. Если

учесть, что кроме имени файла в нашей операционной системе возможно использование дополнительной справочной информации о файле (дополнительного расширения имени файла) из 96 любых символов, то поиск нужного файла теперь уж точно не составит большого труда.

Некоторым доработкам подвергнут пользовательский интерфейс ЭСЗУ-К. Удобнее стало применять одинаковую операцию к набору файлов. Например, чтобы удалить несколько файлов либо скопировать их из памяти в картридж или наоборот, теперь не нужно каждый раз задавать режим выполнения нужной операции.

Отметим, что ЭСЗУ-К использует для представления символов кодовую таблицу 866, обеспечивающую возможность записи в текстах УП комментариев на русском языке, которые нормально читаются на отечественных УЧПУ, на современных же компьютерах ис-

пользуется кодовая таблица 1251. Поэтому символы в именах файлов по-прежнему могут быть только латинскими, а для записи русскоязычных комментариев УП и справочной информации о файле на ПЭВМ должен применяться текстовый редактор, позволяющий записать символы в кодировке 866 (например, AkeIpad). Решить указанные задачи можно также при помощи нашей программы ACONV для предварительной перекодировки файла из кодовой таблицы 1251 в 866 перед его записью в картридж или обратно — после прочтения файла из картриджа. Эта программа входит в состав устройства чтения-записи картриджа на ПЭВМ, ПО которого после внесения изменений в правила задания имени файла также нуждалось в доработке. Повышено удобство работы с архивами УП на картриджах и реализованы другие усовершенствования. Новое ПО версии 2.0 позволяет копировать с картриджа в компьютер не один, а

сразу группу файлов вплоть до всего картриджа.

Второй комплекс доработок направлен на повышение быстродействия ЭСЗУ-К и обеспечение работы с современными компьютерами. Первым шагом в этом направлении стала разработка принципиально новой третьей модели картриджа, использующей более мощный микропроцессор и усовершенствованные микросхемы флэш-памяти. Это позволило на порядок сократить время выполнения операций дефрагментации записей в картридже и чистки картриджа, копирования файлов и сохранения отредактированных данных.

Хотя новый картридж занимает только около трети площади печатной платы, он, по настоянию ряда наших потребителей, производится в старых корпусах. Это позволяет не потерять его в стружке или карманах халата, а также обеспечивает возможность наклеивания листочков с различной информацией. Естественно, внешне он не отличается от второй модели картриджа. Единственное отличие, кроме быстродействия: если старый картридж мог иметь объем 4, 8, 12 или 16 Мб в зависимости от количества установленных микросхем памяти, то новый — 8 или 16 Мб. Отметим, что, несмотря на значительно большую стоимость новых комплектующих, цена картриджа осталась прежней.

Принципиально, что в составе нового картриджа кроме параллельного порта, предназначенного для работы с блоком электроники и LPT-портом компьютера, появился второй интерфейс — USB-шина. Линии этого интерфейса выведены на свободные контакты штатного 25-контактного разъема. Поэтому при отсутствии LPT-порта на новой ПЭВМ, предназначенной для работы с картриджем, можно использовать для обменов данными шину USB и, соответственно, новый кабель устройства чтения-записи картриджа на ПЭВМ. ПО устройства чтения-записи картриджа на ПЭВМ версии 3.0 появилось в продаже в третьем квартале 2008 года.

В четвертом квартале 2008 года планируется поставить в продажу принципиально новый блок электроники ЭСЗУ-К 5-й модели, также выполненный на новом микропроцессоре и имеющий внутреннюю память объемом 16 Мб. Основная задача, ставившаяся при его создании, — повышение предельных скоростей работы всех интерфейсов, и в первую очередь — скорости обменов в сети RS-NET, но это уже тема для будущей публикации.

Отметим, что появившиеся модели картриджа и блока электроники будут полностью совместимы с предыдущими

моделями. Новый картридж сможет работать как с новыми, так и со старыми устройствами чтения-записи картриджа на ПЭВМ и блоками электроники. В свою очередь, новый блок электроники будет работать как с новыми, так и со старыми картриджами. Другими словами, это будет абсолютно та же система, а ее отдельные элементы будут отличаться лишь временем исполнения команд.

Теперь несколько слов о сети RS-NET. Потребители нашей продукции очень часто говорят о сетевой технологии передачи данных между АРМ технолога-программиста и станком, а мы достаточно много времени уделяем совершенствованию сети RS-NET. Однако только 2% ЭСЗУ-К эксплуатируются на предприятиях в составе RS-NET, а основная часть по-прежнему используется в автономном режиме работы. Тем не менее за прошедший год была выпущена новая версия ПО сети RS-NET: и серверной части, устанавливаемой на ПЭВМ, и клиентской части, устанавливаемой на блоке электроники. Теперь для ПЭВМ поставляется сервер RS-NET версии 6.0, а новая клиентская часть входит в состав функционального ПО ЭСЗУ-К, начиная с 36-й версии.

Для пояснения существа доработок обратим внимание на следующие моменты. Реальная скорость передачи данных между ПЭВМ и старыми станками в пространствах в настоящее время системах не превышает 1 Кб/сек. Для типовых УП объемом от 2 до 15 Кб этого вполне достаточно: несколько секунд — и УП передана в нужном направлении. Однако когда речь идет об УП для чистового объемного фрезерования сложной поверхности или художественной гравировки объемом в несколько Мб, ситуация существенно меняется. Так, для передачи УП, имеющей объем 4 Мб, требуется уже целый час. И если предыдущая версия RS-NET позволяла передать такой файл от ЭСЗУ-К на ПЭВМ за 15 минут, то для приема все равно требовался час. Поэтому первым пользователям сети RS-NET мы советовали для передачи таких файлов применять картридж. При использовании ЭСЗУ-К и сети RS-NET всегда существует запасной вариант. Справедливости ради следует заметить, что подобных задач у пользователей и не возникло.

Небольшая скорость приема данных в RS-NET объясняется не самым медленным участком канала связи от конвертера Ethernet/RS-232 до ЭСЗУ-К, а недостаточным быстродействием процессора сегодняшнего блока электроники, преобразующим данные, импортируемые из файловой структуры ПЭВМ в файловую структуру ЭСЗУ-К. Напом-

ним, что в сети RS-NET введено ограничение длины кабеля интерфейса RS-232 до 25 метров, что обеспечивает устойчивую работу на скорости 38 400 бод при использовании простейшего телефонного провода. Кроме того, отметим, что хотя оригинальная файловая структура нашей операционной системы и не исключает полностью проникновение в современные УЧПУ вирусов, но является дополнительным барьером на их пути.

Первым шагом на пути ускорения приема данных в RS-NET стала алгоритмическая доработка протокола передачи данных, которая позволила сократить время приема файла вдвое. Чтобы наши пользователи не впали в уныние от этих характеристик, отметим, что блок электроники 5-й модели обеспечивает одинаковую скорость приема и передачи данных, а приближение конвертера к ЭСЗУ-К на расстояние до 5 метров позволяет на участке интерфейса RS-232 перейти на скорость в 115 200 бод, сократив время приема и передачи файла еще в 2,5 раза. Включение конвертера в состав блока электроники приблизит скорость работы сети RS-NET к типовой скорости Ethernet. И если мы не сделали этого уже сегодня, то только из-за отсутствия спроса. Выше отмечалось, что только 2% ЭСЗУ-К работают в сети RS-NET, и то только для передачи малых УП. Зачем вводить новую функцию, увеличивающую стоимость устройства на 20%, если эта функция не востребована потребителями?

Теперь информация для новых читателей. История нашего предприятия началась в 1988 году с кооператива МНТК "Комплекс", который затем был преобразован в МП "АзиК", а впоследствии — в ООО "АзиК". Сначала мы занимались производством программных и технических средств САПР-АСТПП. Так, нами были разработаны цветные растровые дисплеи, превосходящие по своим характеристикам дисплеи CGA и EGA, а также первые в СССР САПР изделий машиностроения на базе твердотельного моделирования и цветной полутонной машинной графики. С 1992 года основной сферой деятельности предприятия стали средства передачи данных, использующие самые разные технологии: перфоленточную, кабельную, картриджную и сетевую.

С 1996 по 2003 год мы производили ЭСЗУ, в составе которого не было микропроцессора, а с 2002 года производим ЭСЗУ-К. Сегодня это 4-я модификация конструкции и 36-я версия функционального ПО блока электроники, 2-я модификация конструкции и 2-я версия функционального ПО картриджа. В настоящее время начато производство третьей модели картриджа с принципиально

новой версией функционального ПО. Сети ЭСЗУ эксплуатируются на предприятиях с 90-х годов прошлого века. В 2005 году была завершена разработка первой версии сети RS-NET, практическое внедрение которой получила в конце 2006 года только версия 5.4, а теперь это уже версия 6.0.

ЭСЗУ-К и RS-NET сегодня принято относить к средствам малой модернизации станков с ЧПУ. Они позволяют исключить из состава УЧПУ старые перфоленточные устройства ввода/вывода – фотосчитыватель и перфоратор, а на УЧПУ типа NC – и блок корректоров, выполненный на декадных переключателях. Отказ от использования перфоленты и перфоленточных УВВ заметно повышает эксплуатационную надежность станков, а также производительность труда технологов-программистов и станочников. С другой стороны, это позволяет практически внедрить современные CAD/CAM-системы и изготавливать на имеющемся оборудовании принципиально более сложные детали – например, сложную пресс-форму с блестящей поверхностью на станке 6Р13 с УЧПУ НЗЗ по УП объемом несколько Мб.

Наша задача – максимальное использование имеющегося оборудования с минимальными затратами на его модернизацию с целью "резкого" перехода на использование современных станков с технологическими возможностями XXI века. Эта концепция изложена в одной из предыдущих публикаций². Установка ЭСЗУ-К на порядок дешевле установки на станке нового УЧПУ (не считая приводов, измерительной системы и элементов электроавтоматики). Модернизация с использованием наших средств не требует значительных дополнительных затрат времени и финансов на работы, которые приходится проводить как при установке нового оборудования, так и при "глубокой" модернизации имеющихся станков. Однако и это не всё: затраты значительно возрастают, если учесть необходимость:

- вывода модернизируемого станка из эксплуатации на месяцы;
- освоения модернизированного станка электронщиками и другим обслуживающим персоналом;
- освоения модернизированного станка наладчиками и операторами;
- модернизации имеющейся системы подготовки УП;
- переработки имеющегося архива УП, то есть разработки столько новых УП, сколько их хранится в архиве.



Рис. 3. Картридж 16 Мб и 128 бобин перфоленты. Перфолента – носитель информации одноразового использования. Общий вес – 51,2 кг. Цена – 9062 руб. Картридж – носитель информации тысячекратного использования. Вес – 0,13 кг. Цена – 5062 руб.

По нашему мнению, эта подводная часть айсберга значительно дороже самой модернизации и оправдана только при внедрении современных станков. Установка же ЭСЗУ-К занимает не более 2 часов, еще через 6 часов станком может начать пользоваться станочник – и всё! На подключение ЭСЗУ-К к сети RS-NET в среднем также требуется не более 8 часов, при этом нет необходимости останавливать станок.

ЭСЗУ-К состоит из блока электроники, картриджа и соответствующих конкретному УЧПУ кабелей и переходников. Для эмуляции устройств, параллельные интерфейсы которых используют сигналы с уровнями, отличными от ТТЛ-уровней, в состав ЭСЗУ-К могут входить соответствующие интерфейсные вставки или адаптеры.

Интерфейсная вставка или адаптер с одним преобразователем используются практически на всех отечественных УЧПУ типа CNC, на которых для вывода данных применяются перфораторы ПЛ-150М или ПЛ-80. При этом обеспечивается только преобразование уровней сигнала к требуемым значениям. Если на объ-

екте используются фотосчитыватель FS-1501В/Р и перфоратор ПЛ-150М, то требуется интерфейсная вставка или адаптер с двумя преобразователями как по интерфейсу ввода, так и по интерфейсу вывода.

Блок электроники имеет "глазастый" дисплей и клавиатуру с большими клавишами, а также снабжен большим количеством интерфейсов. По сути, это специализированный компьютер, который использует в своей работе два электронных диска, один из которых входит в состав блока электроники, а второй выполнен в виде внешнего блока памяти – переносного картриджа.

Картридж может быть также подключен к ПЭВМ. Для этого используется так называемое устройство чтения-записи картриджа на ПЭВМ, состоящее из кабеля и ПО, устанавливаемого на компьютере. Сегодня для обмена данными с картриджем используется LPT-порт ПЭВМ, а для подачи на картридж питания (5 В) может использоваться разъем игрового порта (15 контактов), разъем клавиатуры XT/AT или PS/2, а также шины USB. Поэтому требуется заказывать соответствующий кабель.

²Александр Зайцев, Андрей Благодаров. К вопросу о совершенствовании парка станков с ЧПУ – CADmaster, № 2/2007, с. 57-58.



Рис. 4. Блок электроники ЭСЗУ-К с интерфейсной вставкой и фотосчитыватель CONSUL-337.601 с перфоратором ПЛ-150М. Фотосчитыватель с перфоратором весит 34 кг, потребляют мощность 340 Вт, а их цена составляет 40 978 руб. Блок электроники с интерфейсной вставкой весит 0,55 кг, потребляет 0,4 Вт и стоит 20 125 руб.

Для тех потребителей, которые иногда жалуются на небольшой объем нашего картриджа, на рис. 3 представлен картридж и его перфоленточный аналог. На рис. 4 изображен блок электроники и два наиболее распространенных в отечественных УЧПУ устройства, которые он замещает: фотосчитыватель CONSUL 337.601 и перфоратор ПЛ-150М.

Использование двух носителей информации очень удобно при эксплуатации ЭСЗУ-К на станках, работающих в режиме подкачки УП в процессе изготовления детали. Пока станок работает по УП, сохраненной в памяти блока электроники, на картридж записывается новая УП. Режим подкачки используется на УЧПУ не только типа NC, но и типа CNC, когда объем памяти становится недостаточным для хранения большой УП. Сразу оговоримся, что УЧПУ типа CNC не всегда имеют режим подкачки. Например, в некоторых из 30 версий функционального ПО УЧПУ 2C42-65 он имеется, а в других — отсутствует. Всегда присутствует в УЧПУ FANUC-6 и FANUC-11 или TOSNUC T-500, а для ввода режима подкачки в УЧПУ типа TNC фирмы HEIDENHAIN нужно проводить их доработку, в процессе которой можно предусмотреть и введение режима 3D-обработки вместо штатной 2,5D-обработки.

Хотя ЭСЗУ-К и предназначено в основном для работы со старым оборудованием, в последнее время оно часто устанавливается и на современных УЧПУ. Некоторые наши потребители вообще

предпочитают покупать станки с более дешевыми моделями новых УЧПУ таких компаний, как HEIDENHAIN, FANUC или Siemens без устройств ввода-вывода и сетевых средств и устанавливать на них ЭСЗУ-К. Это дает заметную экономию.

ЭСЗУ-К может быть подключено к любым объектам, в том числе к любым УЧПУ, без малейшей доработки. При этом функциональное ПО блока электроники — всегда единое, что позволяет в любой момент переставить ЭСЗУ-К с одного объекта на другой. Просто и быстро осуществить перенастройку алгоритма работы блока электроники на один из сотен, а может и из тысяч вариантов для конкретного объекта помогут дружественный интерфейс и удобно оформленная эксплуатационная документация. Подключается ЭСЗУ-К взамен штатных устройств ввода-вывода к тем же самым разъемам, поэтому не исключается, при необходимости, возможность быстрого возврата к использованию штатных устройств.

ЭСЗУ-К могут устанавливаться на станках с ЧПУ, на оборудовании тестового контроля электронной аппаратуры или контроля печатного монтажа, использоваться в составе измерительных стендов или установок входного контроля электрорадиоэлементов и т.д., обеспечивая единую для всего предприятия технологию передачи данных.

Предназначенные для работы в условиях реального цеха, ЭСЗУ-К устойчивы к металлической или абразивной пыли, масляному туману, электромагнитным

помехам и перепадам температур. Они обладают значительными преимуществами по сравнению с накопителями на гибких магнитных дисках не только по объему носителя и срокам эксплуатации, но и по исключению возможности заноса вирусов на современные УЧПУ вместе с компьютерными играми. Отметим, что типовой гарантийный срок работы ЭСЗУ-К составляет 2 года, а специально оплаченный может достигать 10 лет.

ЭСЗУ-К не вносят абсолютно никаких изменений в действия станочника, позволяя ему работать так же, как и с перфолентой: вводить как всю УП, так и только ее часть, начиная с нужного кадра, производить как однократный, так и циклический ввод аналогично вводу с перфоленты, склеенной в кольцо.

Использование ЭСЗУ-К возможно в качестве как переносного, так и стационарного устройства. При стационарном применении оно может быть одновременно подключено и к интерфейсу ввода, и к интерфейсу вывода объекта, что исключает необходимость какого-либо переключения при переходе от передачи данных к приему. При этом ЭСЗУ-К всегда готово выдать любой из файлов, записанных во внутренней памяти блока электроники или в картридже, и принимать новые файлы без какого-либо предварительного форматирования внутреннего или внешнего носителя информации.

ЭСЗУ-К может работать со всеми типами данных. Например, на станках с ЧПУ оно обеспечивает ввод и вывод

не только управляющих программ и подпрограмм, представленных в 7-битной кодировке, но и функционального или тестового ПО УЧПУ, представленного в 8-битной кодировке, и станочных констант. ЭСЗУ-К работает с данными, для записи которых используется как 8-, так и 5-дорожечная перфолента. Для удобства работы с разными типами данных или при постоянном переключении с одного типа УЧПУ на другой ЭСЗУ-К может хранить до 10 разных настроек. Поэтому для работы в изменившихся условиях не нужно каждый раз производить полную перенастройку алгоритма работы ЭСЗУ-К, достаточно просто переключиться на другую настройку.

Благодаря пяти регистрам клавиатуры ЭСЗУ-К кроме ввода и вывода обеспечивает возможность просмотра и редактирования данных, представленных в любой кодовой таблице, заданной при настройке: при приеме от объекта данные перекодируются в таблицу 866, а при передаче на объект осуществляется их обратная перекодировка. Это позволяет производить ввод новой УП и ее редактирование в процессе экспериментальной отладки на станке с любым типом УЧПУ, включая КОНТУР 2П-67, КОНТУР 2ПТ-71, СЦП-2 ... СЦП-5, клавиатуру НЦ-31 и др. Следует отметить, что вводить новую УП, конечно, удобнее на ПЭВМ, однако существует пример, когда с клавиатуры ЭСЗУ-К рабочим была введена УП из 600 кадров. Отметим, что при редактировании данных можно не беспокоиться об увеличении длины каждого кадра, как и об увеличении всей УП.

Режим редактирования УП средствами ЭСЗУ-К при ее отладке на станке бывает востребован при работе не только с УЧПУ типа NC, но также и с УЧПУ типа CNC, когда речь идет о большой УП, не помещающейся в памяти УЧПУ. Редактировать УП средствами УЧПУ можно только после ее записи в память УЧПУ. При необходимости отладки УП, использующейся при работе с подкачкой, редактировать ее можно только средствами ЭСЗУ-К.

Ряд специфических настроек ЭСЗУ-К позволяет максимально использовать все возможности станка при обработке сложных поверхностей в режиме подкачки без так называемых "задилов", возникающих во время вращения фрезы на одном месте.

ЭСЗУ-К может реализовывать любую технологию передачи данных. Например, запись данных в цехе с ноутбука технолога в ЭСЗУ-К можно осуществить непосредственно по кабелю. Данные с настольного компьютера технолога могут быть переданы с использованием переносного картриджа: картридж значительно меньше самого маленького ноутбука. Установленное на станке ЭСЗУ-К возможно подключить к сети TCP/IP. При этом станочник может сам получить с любого компьютера локальной сети предприятия или цеха нужный файл и точно так же передать его в обратном направлении.

Для подключения ЭСЗУ-К к локальной вычислительной сети нужно только включить один из типовых конвертеров Ethernet/RS-232 между ЭСЗУ-К и цеховым концентратором локальной сети (к которому, между прочим, могут быть также подключены и современные УЧПУ, оснащенные сетевыми средствами), а на одном из компьютеров локальной сети установить программу "Сервер RS-NET". Это подключение может быть произведено с помощью как проводного, так и беспроводного конвертера. Хотя беспроводная технология и позволяет легко решить проблемы, связанные с прокладкой кабелей, однако сегодня для режимных предприятий она, как правило, недопустима.

При подключении ЭСЗУ-К к сети RS-NET кроме картриджа и внутренней памяти блока электроники (привычных для оператора при хранении УП, а для электронщиков — функционального и тестового ПО УЧПУ и станочных констант) на одном из компьютеров локальной сети появляется доступный в любой момент каталог (папка).

Отсутствие каких-либо специализированных устройств и максимальное использование стандартных сетевых средств для подключения ЭСЗУ-К к локальной вычислительной сети делает его наиболее эффективным устройством данного класса как по стоимости и надежности, так и по простоте последующего сопровождения, поскольку не требует специальной подготовки технического персонала.

С одной стороны, обеспечивается поэтапное оснащение станков устройствами ЭСЗУ-К, а их подключение к сети не требует крупных единовременных затрат. С другой стороны, не исключается возможность работы, подключенного к сети, ЭСЗУ-К в автономном режиме с

переносом данных в картридже, если в работе локальной сети возникли какие-то проблемы.

Несмотря на приведенное выше длинное перечисление преимуществ ЭСЗУ-К и сети RS-NET, это далеко не все их возможности. Специальные режимы работы и некоторые другие функции, такие как автоматическое редактирование данных при их приеме и передаче или эмуляция работы корректоров УЧПУ типа H22 или H33, мы опишем в следующей статье.

В заключение отметим, что наша продукция используется на сотнях крупных и малых предприятий. Например, в ДНПП концерна ПВО "Алмаз-Антей" нашими средствами оснащены более 100 станков³, а на МРТЗ того же концерна ЭСЗУ-К установлены только на 8 установках УТК-3. В космических войсках РФ наша продукция используется в составе радиолокационных станций, в каналах передачи полетных заданий, в специальных системах передачи данных. На космодромах в Байконуре, в Плесеке, в Капустинском Яре, на измерительных пунктах и других объектах космических войск установлено более 100 единиц нашей продукции.

Достаточно часто наши изделия переживают то оборудование, на котором они были установлены, и при его замене переставляются на новое. Существуют примеры, когда даже наше старое ЭСЗУ после многолетней эксплуатации на станке с УЧПУ КУРС-332 было переустановлено на станок с УЧПУ SINUMERIK-810.

Лучшим показателем качества, по нашему мнению, является тот факт, что около 70% продаж приходится на предприятия, уже использующие нашу технику. Объем гарантийного ремонта от числа поставленных изделий не превышает 2%, из которых примерно 80% приходится на выход из строя отдельных элементов.

Александр Зайцев
к.т.н.,
директор ООО "Азук"
Тел.: (495) 440-0024
E-mail: azik@orc.ru

Андрей Благодаров
CSoft
Тел.: (495) 913-2222
E-mail: blag@csoft.ru

³Валерий Григорченко, Владимир Андреев. Опыт модернизации оборудования с ЧПУ на ОАО "Долгопрудненское научно-производственное предприятие". — CADmaster, № 4/2007, с. 38-44.