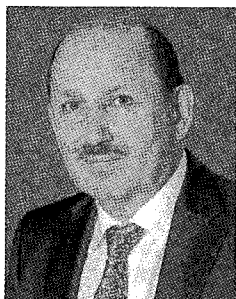


Подход к построению системы ЧПУ как инновационного продукта-услуги



С. Н. Григорьев,
д. т. н., профессор, ректор,
зав. кафедрой высокоэффективных
технологий обработки
rector@stankin.ru



Л. И. Мартинова,
к. т. н., доцент,
кафедра технологии машиностроения,
liliya-martynova@yandex.ru

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

В настоящее время рынок промышленного оборудования, к которому относятся системы ЧПУ, активно насыщается высокотехнологичной продукцией. Чтобы обеспечить устойчивость своего бизнеса, производители систем ЧПУ должны строить его таким образом, чтобы обеспечить долгосрочные отношения со своими клиентами. Для этого в парадигме создания продукции они должны отойти от концепции независимого производства систем ЧПУ как конечного продукта и рассматривать их как часть комплексного продукта-услуги, соответствующего современной концепции IPSS (Industrial Product-Service Systems). Это особо актуально для высокотехнологичного промышленного оборудования, так как именно в этой сфере реализуются инновационные технологии, которые постоянно совершенствуются, а пользователи заинтересованы в их применении. Системы ЧПУ — сложные устройства, требующие технической поддержки на протяжении всего жизненного цикла.

В статье предлагается методология разработки систем ЧПУ как продукта-услуги. В частности, исследована и предложена параллельная последовательность деятельности при создании и дальнейшей поддержке систем ЧПУ. Предложенная методика раскрывает процессы в бизнес-модели, которые будут использоваться при создании и способствовать развитию систем ЧПУ как комплексного продукта-услуги.

Ключевые слова: система ЧПУ, продукт-услуга, бизнес-модель, инфраструктура поддержки.

Для обеспечения конкурентоспособности систем ЧПУ их вектор развития должен соответствовать запросам потребителей, которые при покупке оборудования изначально руководствуются не только фактом наличия системы управления как таковой, но и тем, насколько она отвечает современным представлениям об удобстве и практичности использования ее на своем предприятии [1]. В жизненном цикле систем ЧПУ на этапе разработки должны быть заложены возможности сопровождения системы на этапах отладки и эксплуатации у пользователя и предусмотрена реализация набора услуг для комфортной эксплуатации системы на промышленном предприятии [2]. В этом случае система ЧПУ будет представлять собой законченный комплексный продукт. Однако в настоящее время, увлекшись коммерциализацией систем ЧПУ за счет наращивания их функциональных возможностей, производители оставили слабой такую сторону, как поддерживающая инфраструктура, призванная удовлетворить запросы потребителей этого продукта в плане удобства освоения его и работы с ним. Схема взаимоотношений между производителем

систем ЧПУ и пользователем, когда первый продал товар, второй купил, и на этом их взаимоотношения завершились, очень неэффективна для обеих сторон. Так производитель, по насыщению рынка, теряет источник доходов, а потребитель, приобретя необходимое оборудование, зачастую испытывает массу проблем при его эксплуатации. Анализ показывает, что конечный пользователь использует современную систему ЧПУ в лучшем случае на 40–60% от ее потенциальных возможностей [3]. Зачастую, для того чтобы компенсировать недостаточность и неполную определенность информации в цепочке «производитель системы ЧПУ — станкостроитель — конечный пользователь», разработчики систем ЧПУ идут по пути расширения (избыточности) функциональных возможностей системы ЧПУ, что ведет к ее удорожанию [4]. Хотя высокая стоимость оборудования и оправданна, но, практика показывает, что потребителей она пугает — они опасаются, что не смогут его окупить в приемлемые сроки. Другой путь — когда производитель системы ЧПУ на этапе ее создания закладывает возможности расширения ее функционала

уже в процессе эксплуатации оборудования, для чего используются открытые интерфейсы и протоколы. Для эффективной реализации такой схемы должна быть налажена техническая поддержка пользователя, зато в этом случае часть стоимости оборудования будет перенесена в сферу сервиса систем ЧПУ. Стоит отметить, что чем более развита поддержка системы ЧПУ как продукта-услуги, тем большую часть стоимости можно будет перенести в сферу сервиса, система ЧПУ становится более привлекательной по цене, а затраты конечного пользователя (предприятия) на систему ЧПУ будут частично отнесены по времени [5–7].

Специфика системы ЧПУ как продукта-услуги

Системам ЧПУ присущи некоторые важные особенности. Во-первых, что они реализуют управление сложным технологическим оборудованием в режиме жесткого реального времени [8], во-вторых, в их работе присутствуют вычислительная и технологическая составляющие, что делает их более сложными. Это обстоятельство обуславливает особые требования к системе ЧПУ как к программно-аппаратному комплексу, являющемуся информационным источником для управляющих систем верхнего уровня, типа ERP и MES-систем.

В-третьих, система ЧПУ — сложный программно-аппаратный продукт, который постоянно развивается, при этом, как правило, от версии к версии концепция базового ядра системы ЧПУ остается постоянной, а эволюцию оно претерпевает за счет совершенствования кода, что достигается путем выявления и исключения ошибок и оптимизации кода, и за счет расширения функциональных возможностей ядра [9]. Именно программная часть системы ЧПУ более изменчива в развитии, но она и более подвержена ошибкам, в некоторых случаях пользователи нуждаются в получении программных обновлений системы ЧПУ (по аналогии с офисными программными продуктами). Но в отличие от офисных программных продуктов система ЧПУ работает в более сложных условиях, так как она реализует управление в режиме жесткого реального времени, а

управляемые ею объекты в случае нештатных ситуаций, во-первых, могут представлять опасность для персонала, во-вторых, могут быть сами серьезно повреждены, тогда как они имеют высокую стоимость (она может превышать миллион евро). Эти обстоятельства делают невозможными онлайн-обновления программного обеспечения систем ЧПУ, так как это чревато непредвиденными ситуациями. Вместе с тем, простои оборудования, связанные с реализацией обновлений, влекут за собой финансовые потери (немецкие специалисты оценивают час простоя оборудования с ЧПУ в среднем в размере около 150 евро). Кроме того, обновления программного обеспечения могут потребовать внесения изменений в управляющие программы для обеспечения корректной работы оборудования.

В-четвертых, система ЧПУ как продукт разрабатывается для станкостроителей, которые оснащают этими системами технологическое оборудование, а конечным пользователем систем ЧПУ является предприятие, на котором используется это оборудование. Производитель системы ЧПУ создает свой продукт, ориентируясь на запросы станкостроителя, а станкостроитель формирует запросы (а именно, функционал системы ЧПУ) в соответствии с потребностями конечного пользователя. В дальнейшем все вопросы по проблемам использования системы ЧПУ пользователь должен адресовать производителю системы ЧПУ, а эта связь, как правило, практически не развита, из-за чего на предприятиях возникает много проблем, вплоть до поломок оборудования.

Для того чтобы система ЧПУ была конкурентоспособна на современном рынке, она должна создаваться как продукт-услуга, т. е. иметь развитую инфраструктуру поддержки. Необходимо учитывать то обстоятельство, что система ЧПУ не просто является базовым компонентом высокотехнологичного промышленного оборудования, но именно она подвержена инновационным изменениям. Наши исследования проблем эксплуатации систем ЧПУ показали, что в инфраструктуре поддержки системы ЧПУ как продукта-услуги (рис. 1) должны быть полноценно развиты, в первую очередь, следующие сервисы:

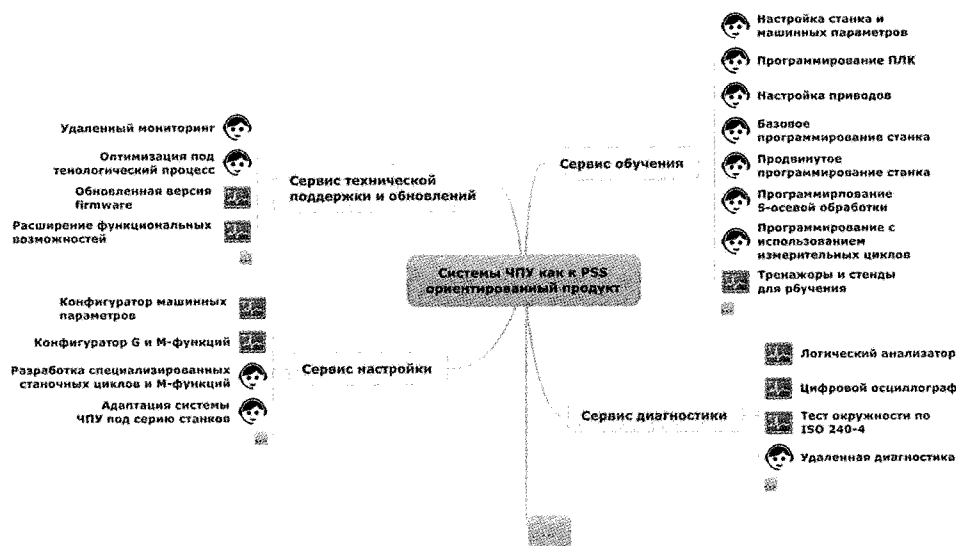


Рис. 1. Интеллектуальная карта системы ЧПУ как продукта-услуги

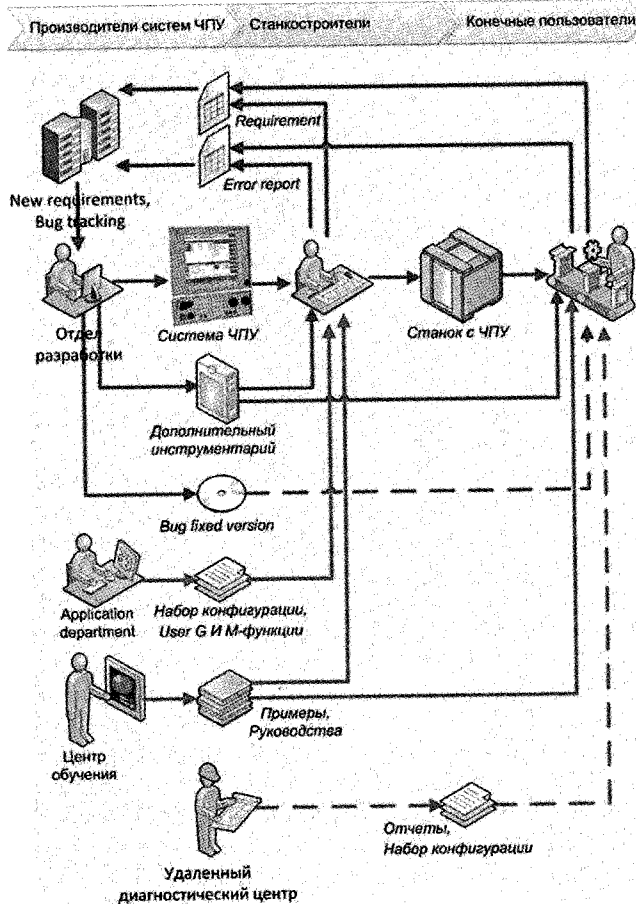


Рис. 2. Упрощенная модель жизненного цикла системы ЧПУ

- настройки систем ЧПУ,
- технической поддержки и обновлений версий системы ЧПУ,
- обучения,
- диагностики систем ЧПУ и оборудования.

Сервисы реализуются как в виде услуг, так и в виде специализированного инструментария. В стандартную поставку системы ЧПУ производители интегрируют инструментарий с ограниченной функциональностью, тогда как продвинутая версия инструментария с дополнительными возможностями продается как отдельный сопутствующий продукт. Учитывая тот факт, что системы ЧПУ, являясь высокотехнологичным продуктом, весьма динамично развиваются, то параллельно должна развиваться и сеть сервисов.

На рис. 2 представлена упрощенная модель жизненного цикла системы ЧПУ, в которой отражено взаимодействие лиц, имеющих к нему отношение. Пунктирными стрелками показаны опциональные сервисы или сервисы, получаемые при определенных условиях или по специальным запросам. В последующих разделах исследуем, как должно быть организовано их взаимодействие, чтобы система ЧПУ представляла собой полноценный продукт-услугу.

Сервисы настройки систем ЧПУ

Одна и та же система ЧПУ может использоваться для разного технологического оборудования, но для этого она должна быть адаптирована, в том числе

через программирование M-функций, создание специализированных станочных циклов и другие настройки [10]. Крупные производители систем ЧПУ и станкостроители имеют специальные подразделения по разработке станочных циклов и M-функций для конечных пользователей. Услуги по адаптации систем ЧПУ для нового технологического оборудования реализуют практически все производители систем ЧПУ, а выделенные отделы по адаптации (application departments) имеют даже средние производители. Задача этих отделов состоит в поддержке станкостроителей и в совместной разработке программ цикловой автоматики, конфигурировании ядра системы ЧПУ, настройке интерфейса оператора станка, разработке и интеграции специальных экранов в пользовательском интерфейсе, создании пользовательских системных переменных для управления технологическим процессом и т. д.

Конфигуратор машинных параметров. Разные производители систем ЧПУ по-разному реализуют инструментарий для конфигурирования машинных параметров: это может быть одно приложение, а может быть набор утилит. В любом случае, конфигуратор задает: количество каналов управления и тип каждого канала (основной, вспомогательный), количество осей и тип каждой оси (линейная, круговая, бесконечно круговая, шпиндель, шпиндель-ось), имя оси, закрепление осей за каналами управления, максимальные скорости и ускорения по осям, кинематическая схема станка и т. д.

Конфигуратор G- и M-функций. Конфигуратор используют для активации функции по умолчанию в группах, а также для включения и выключения групп функций, например, выключение группы вспомогательных функций управления шпинделем при гидроабразивной резке. С помощью инструментария для конфигурирования G- и M-функций станкостроитель определяет действия и последовательность их выполнения, за которые отвечают эти функции, например, M30 — выход в домашнюю позицию (home position) по окончании выполнения управляющей программы (part program) и т. д.

Сервисы технической поддержки и обновления версий системы ЧПУ

Сервис технической поддержки версий системы ЧПУ представляет интерес не только для конечного пользователя, но и для производителя системы. Так для первого — это гарантия избежать проблемы, связанные с имеющимися в системе ЧПУ ошибками, а для второго — возможность исправить эти ошибки в будущих версиях системы и быть в курсе актуальных запросов потребителей.

Как и создание системы ЧПУ, процесс ее изменений и обновлений — ответственная процедура, которая должна быть запротocolирована с использованием современных технологий, в противном случае трудозатраты, связанные с созданием предыдущих версий системы ЧПУ могут оказаться напрасными.

Для работы с ошибками производитель систем ЧПУ использует стандартное программное обеспече-

ние для баг-трекинга. Это программа, которая собирает и организует список ошибок, в частности, в ней ошибки ранжируются по приоритетам, и фиксируется статус ошибки. При описании ошибок добавляются управляющие программы для воспроизведения ошибок, набор машинных параметров, а также описывается последовательность шагов воспроизведения ошибки и копии экранов.

Должен быть проработан механизм осуществления обновлений у конечного пользователя. Проблема состоит в том, что реализовать онлайн-обновления у конечного пользователя далеко не всегда представляется возможным, как по причинам технической безопасности, так и по причинам поддерживаемой пользователями информационной безопасности, при этом конечный пользователь получит обновление только в том случае если докажет, что имеющаяся ошибка мешает его производственной деятельности (на рис. 2 эта ситуация обозначена с помощью пунктирных стрелок).

В рамках обновлений производитель систем ЧПУ может предложить конечному пользователю расширение функциональных возможностей, которое осуществляется с помощью интеграции в системе ЧПУ программно-аппаратных комплексов, в частности, для решения таких задач как динамической балансировки шпинделя, диагностика износа режущего инструмента [11], средства контроля производительности станка, механизмы сетевой интеграция в системы управления верхнего уровня. В настоящее время, например, становится востребованным приложение, реализующее оптимизацию времени выполнения технологического процесса (по типу VNCK — виртуальное ЧПУ ядро, предлагаемое на рынке компанией Siemens), однако, оно актуально для крупносерийного и массового производства. Сокращение времени выполнения управляющей программы с 10 с на 9 с, достигнутое с помощью замены G00 (быстрое перемещение с точным остановом) на G01 (линейная интерполяция) с максимальной подачей, дало в год экономии более 300000 евро на одном станке. Для анализа управляющих программ некоторые производители систем ЧПУ предлагают специальный инструментарий, работающий по типу профайлера и позволяющий оценить время выполнения каждого кадра управляющей программы. Услуга оптимизации технологического процесса осуществляется с помощью удаленного мониторинга этого процесса на достаточно длительном интервале времени [12]. Для этой цели используют специальный инструментарий, встроенный в систему ЧПУ, и веб-технологии [13].

Сервисы обучения

Сервисы обучения весьма важны в инфраструктуре систем ЧПУ, так только грамотное использование систем ЧПУ позволяет извлечь максимальные выгоды, которые заявляют производители систем ЧПУ. В противном случае пользователи могут оказаться разочарованными, приобретя дорогостоящее оборудование. Системы ЧПУ — это сложный продукт не только с точки зрения его устройства, но и с позиций его использования, тем более, что как продукт он подвержен

эволюции по причинам обновлений, даже будучи уже установленным на предприятии. В связи с этим очень важным вопросом является организация сервисов обучения по системам ЧПУ.

В частности обучение должно осуществляться по таким направлениям как:

- обучение специалистов по настройке станков и настройке машинных параметров,
- обучение специалистов по настройке приводов,
- обучение специалистов по программированию ПЛК,
- обучение специалистов по программированию станков.

Обучение специалистов по настройке станков и настройке машинных параметров. Настройка станка — ответственная сфера деятельности, которая выполняется высококвалифицированными специалистами с применением специального инструментария. Так, система ЧПУ с двумя каналами управления и восемью интерполируемыми осями имеет более 20000 параметров настройки. Определить оптимальную конфигурацию такой системы — задача очень сложная, поэтому параллельно с разработкой системы ЧПУ разрабатывается и специальный инструментарий настройки. В настоящее время предприятия сталкиваются с такой проблемой: станкостроители поставляют станок с системой ЧПУ для 5-осевой обработки, а сдают его с тестовой программой для 3-осевой обработки и не делают правильную настройку станка, оставляя эту проблему конечному пользователю. Далее пользователь безуспешно пытается реализовать на станке обработку с использованием методов 5-координатной трансформации (TRAORI). Для решения проблемы пользователь обращается к станкостроителю, а тот перенаправляет его к производителю систем ЧПУ, ссылаясь на то, что такой же станок с ЧПУ без проблем работает в другом месте. Но в реальности проблема не в станке и не в системе ЧПУ, а в неправильной настройке машинных параметров станка. Похожие проблемы с настройкой машинных параметров возникают и при реализации высокоскоростной обработки. Таким образом, сервисное обучение специалистов по настройке станков должно быть включено в инфраструктуру системы ЧПУ как продукта-услуги.

Обучение специалистов по настройке приводов. Следящий привод — это автономный мехатронный узел, который состоит из набора компонентов (двигатель, силовая часть, контроллер привода) и интегрируется в общую систему. В процессе обработки привод испытывает изменяющиеся динамические нагрузки, поэтому при настройке приводов необходимо обеспечить их динамическую стабильность к внешним воздействиям. Так, через контроллер привода настраиваются: параметры двигателя (максимальные токи, число пар полюсов, частота ШИМ (широтно-импульсная модуляция)); настройка контуров обратной связи (настраиваются регуляторы с помощью специального инструментария); настройка фильтров для урезания резонансных частот. В более сложных приводах могут настраиваться: время срабатывания тормозов, быстрые входы/выходы, реакция на срабатывание конечных выключателей и т. д.

Выполняется также настройка приводов через машинные параметры системы ЧПУ: максимально допустимые скорость и ускорение соответственно для ручного и автоматического режимов. Осуществляется настройка ведомых приводов (master-slave), например, для управления поворотом планшайбы двумя приводами крупногабаритного станка [14]; настройка управления портала (gantry), настройка электронного редуктора (electronic gear) [15], что типично для зубообрабатывающих станков. В настройке промышленных шин определяется время цикла передачи данных, состав циклических данных и др. [16].

Следует учесть то обстоятельство, что компоненты, составляющие привод, могут быть от разных производителей, поэтому при организации сервиса обучения должны быть приняты во внимание методические рекомендации разработчиков компонентов, направленные на обеспечение эксплуатационной надежности приводов.

Обучение специалистов по программированию ПЛК. Хотя программирование ПЛК относится к сфере ответственности станкостроителя, но регламент программирования и использования ПЛК должен быть определен производителем системы ЧПУ [17], поэтому он должен организовать сервис обучения программирования и использования ПЛК, которые включает такие разделы:

1. Адаптация вспомогательных M-функций системы ЧПУ под конкретную модель станка.
2. Базовое программирование PLC.
3. Структура NC/PLC-интерфейса и интерфейсные сигналы.

Обучение специалистов по программированию станков. Как показывает практика, наиболее эффективной является подготовка специалистов по программированию оборудования с ЧПУ, осуществляемая специализированными центрами, которые входят в инфраструктуру поддержки систем ЧПУ. Чтобы обеспечить быструю окупаемость оборудования с ЧПУ, предприятие должно иметь возможность параллельно с его приобретением решить вопрос по кадровому обеспечению. Практика общения со специалистами промышленных предприятий показывает, что подготовка программистов оборудования с ЧПУ может вестись по уровням: базовое программирование, продвинутый уровень программирования, программирование 5-осевой обработки, программирование специализированных циклов.

Интересный сегмент рынка для производителей систем ЧПУ — реализация программных эмуляторов, тренажеров и стендов для обучения. Эта продукция выпускается производителями систем ЧПУ или их OEM партнерами.

Сервисы диагностики систем ЧПУ и технологического оборудования

Системами ЧПУ оснащается оборудование, реализующее разного рода технологические процессы, выполнение которых даже при правильной эксплуатации оборудования со временем приводит к потере точ-

ности. Для своевременного обнаружения изменений, приводящих к потере точности, станок с ЧПУ должен периодически подвергаться диагностике. Для решения этой задачи есть два пути: первый — предприятие в штате имеет специалиста по диагностике и приобретает специальный инструментарий для выполнения диагностики, что может себе позволить не каждое предприятие. Второй путь — предприятие пользуется услугами удаленных специализированных центров диагностики, которые комплектуются специалистами из числа разработчиков систем управления и станкостроителей, в этом случае система ЧПУ должна иметь специальные веб-приложения.

Для выполнения диагностики систем ЧПУ и оборудования производители систем ЧПУ разрабатывает специальный программный (или программно-аппаратный) инструментарий [17], как например:

- логический анализатор — используется для диагностики входов/выходов электроавтоматики (Punch-machine для прессового оборудования);
- цифровой осциллограф — используется для настройки приводов;
- тест окружности (ISO 230-4) — используется для настройки станка.

Перечисленные продукты разрабатываются производителями систем ЧПУ для процедур отладки систем ЧПУ, в дальнейшем эти продукты выпускаются как сопутствующий инструментарий вместе с системами ЧПУ или как отдельный продукт.

Заключение

В настоящей статье изложен подход к разработке систем ЧПУ как продукта-услуги, в комплексной реализации которого заинтересованы все заинтересованные стороны, имеющие отношение к жизненному циклу этого продукта: производители систем ЧПУ, станкостроители и конечные пользователи. Систематизированы процедуры и задачи, которые будут выполняться с участием различных заинтересованных сторон, и определены механизмы их взаимодействия, являющиеся основой долгосрочного взаимоотношения разработчиков и пользователей систем ЧПУ в течение жизненного цикла продукта.

Предложенный подход позволяет сделать более привлекательными для предприятий-пользователей новые системы ЧПУ, так как ведет к снижению их первоначальной стоимости. С другой стороны, пользователь будучи заинтересованным в усовершенствовании приобретенного оборудования, будет являться косвенным двигателем развития предприятий-производителей систем ЧПУ и заинтересованных потребителем сервис-услуг.

* * *

Работа выполнена в рамках программы государственной поддержки ведущих научных школ: НШ-3890.2014.9 и при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список использованных источников

1. Подход к построению информационно-вычислительных сред виртуальных производственных корпораций. Григорьев С. Н., Мартинова Л. И. Межотраслевая информационная служба. 2012. № 4. С. 31-37.
2. Специфика разработки программного обеспечения для систем управления технологическим оборудованием в реальном времени. Мартинов Г. М., Мартинова Л. И., Григорьев А. С. Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2009. № S2. С. 121-124.
3. Построение гетерогенной распределенной компьютерной системы управления для высокотехнологичных децентрализованных производств на основе Web-технологий. Козак Н. В., Мартинова Л. И., Савинов К. А., Дубровин И. А. Мехатроника, автоматизация, управление. 2011. № 11. С. 44-48.
4. Практические аспекты реализации модулей открытой системы ЧПУ. Мартинов Г. М., Мартинов Г. М. Автотракторное электрооборудование. 2002. № 3. С. 31-37.
5. Перспективные технологии разработки математического обеспечения систем управления: использование регулярных выражений. Мартинов Г. М., Сосонкин В. Л. Мехатроника, автоматизация, управление. 2006. № 2. С. 40-46.
6. Прикладные решения в области управления электроавтоматикой станков с ЧПУ класса PCNC. Мартинов Г. М., Нежметдинов Р. А., Козак Н. В., Пушков Р. Л. Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. № 4. С. 48-53.
7. Кроссплатформенный программно-реализованный логический контроллер управления электроавтоматикой станков с ЧПУ. Мартинов Г. М., Нежметдинов Р. А. Автоматизация и современные технологии. 2013. № 1. С. 015-023.
8. Специфика построение панелей управления систем ЧПУ по типу универсальных программно-аппаратных компонентов. Мартинов Г. М., Козак Н. В., Нежметдинов Р. А. Автоматизация и современные технологии. 2010. № 7. С. 34-40.
9. Метод декомпозиции и синтеза специализированных систем ЧПУ. Мартинов Г. М., Козак Н. В., Нежметдинов Р. А., Григорьев А. С., Обухов А. И., Мартинова Л. И. Автоматизация в промышленности. 2013. № 5. С. 08-14.
10. Способ построения инструментария систем мониторинга и настройки параметров мехатронного технологического оборудования на основе специализированных программных средств. Мартинов Г. М., Нежметдинов Р. А., Соколов С. В. Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. № 7. С. 45-50.
11. Разработка средств визуализации и отладки управляющих программ для электроавтоматики, интегрированных в систему ЧПУ. Мартинов Г. М., Нежметдинов Р. А., Никищечкин П. А. Вестник МГТУ Станкин. 2012. № 4 (23). С. 134-138.
12. Формирование базовой вычислительной платформы ЧПУ для построения специализированных систем управления. Мартинов Г. М., Мартинова Л. И. Вестник МГТУ Станкин. 2014. № 1 (28). С. 92-97.
13. Формирование базовой вычислительной платформы ЧПУ для построения специализированных систем управления. Мартинов Г. М., Мартинова Л. И. Вестник МГТУ Станкин. 2014. № 1 (28). С. 92-97.
14. Формирование единого информационного пространства виртуальных производственных корпораций. Мартинова Л. И., Мартинов Г. М. В сборнике: Материалы научно-технического семинара «Управление в распределенных сетевых и мультиагентных системах» (УРСИМС-2010) Санкт-Петербург, 2010. С. 58-62.
15. Принципы построения кроссплатформенного программно реализованного контроллера электроавтоматики систем ЧПУ высокотехнологичными производственными комплексами. Мартинов Г. М., Нежметдинов Р. А., Емельянов А. С. Вестник МГТУ Станкин. 2013. № 1 (24). С. 42-51.
16. Построение специализированной распределенной системы управления прецизионным обрабатывающим центром VMG 50. Мартинов Г. М., Козак Н. В., Абдуллаев Р. А., Ковалев И. А. Автоматизация в промышленности. 2014. № 6. С. 16-20.
17. Основы построения однокомпьютерной системы ЧПУ с программно реализованным ядром и открытой модульной архитектурой. Мартинов Г., Пушков Р. Л., Евстафиева С. В. Вестник МГТУ Станкин. 2008. № 4. С. 82-93.

The approach to the development of CNC systems as innovative Product Service Systems

S. N. Grigoriev, Doctor of Technical Sciences, Professor, rector, professor of advanced processing technology department, MSTU «STANKIN».

L. I. Martinova, PhD of Technical Sciences, Docent of Engineering Technology department, MSTU «STANKIN».

For the sustainability of the business, manufacturers of CNC systems should build it in such a way as to ensure long-term relationships with its clients. To do this, the paradigm of building products they should move away from the concept of independent production of CNC systems as the final product and consider them as part of an integrated product-services corresponding to the modern concept of IPSS (Industrial Product-Service Systems). This is particularly true for high-tech industrial equipment, because it is exactly in this sphere are being implemented innovative technologies that are constantly evolving, and users are interested in their application. CNC systems are complex devices that require technical support throughout the life cycle.

The paper proposes a methodology for the development of CNC systems as product service, analyzed the processes in the business model that will be used in the creation of CNC systems and contribute to their development as an integrated product-services.

Keywords: product-service systems; CNC, control systems; business models.