
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

УДК 62-503.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЕНСОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ КООРДИНАТНЫМИ СТАНКАМИ С ЧПУ В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ

Статья поступила в редакцию 12.08. 2014, в окончательном варианте 06.01. 2015

Аксенов Олег Игоревич, магистрант, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: oleg_aksenov@inbox.ru

Рыбаков Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук, директор Института исследований и решения технологических задач, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: rybakov_alex@mail.ru

Проведен анализ функциональных возможностей современных систем управления координатными гравировально-фрезерными станками (КГФС). Исследована проблематика точного позиционирования единичных изделий сложной формы на рабочем столе КГФС с числовым программным управлением (ЧПУ). Обоснована целесообразность использования новой технологии управления КГФС. Она опирается на применение системы пользовательского взаимодействия, основанной на использовании переносного сенсорного монитора проекционного типа. Выполненный патентный анализ по теме разработки подтвердил ее оригинальность. Предложена технологическая схема изготовления изделия на КГФС, оснащенном аппаратно-программными средствами сенсорного управления, соответствующими предложенной технологии. Спроектирована принципиальная электрическая схема устройства сенсорного управления КГФС, описаны особенности работы этой схемы. Показано, что предложенное авторами решение позволяет существенно упростить для КГФС с ЧПУ автоматическое формирование программ, предназначенных для обработки единичных изделий различной формы из листового материала. Построена общая модель использования системы сенсорного управления КГФС на основе предложенной технологии. Рассмотрены направления дальнейшего развития описанной в статье разработки, в т.ч. в отношении дополнения возможностями использования автоматической системы распознавания жестов оператора для целей ввода информации.

Ключевые слова: ЧПУ, координатный станок, блок управления, сенсорное управление, проектирование, позиционирование, человеко-машинная система, инфракрасная сенсорная рамка, алгоритм, микроконтроллер

DEVELOPMENT OF FINGER-TIP CONTROL TECHNOLOGY FOR COORDINATE MACHINES WITH CNC IN THE MAN-MACHINE SYSTEMS

Aksenov Oleg I., post-graduate student, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: oleg_aksenov@inbox.ru

Rybakov Aleksey V., Ph.D. (Physics and Mathematical Sciences), Director of Institute of Researches and Solutions to Technological Tasks, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation e-mail: rybakov_alex@mail.ru

In article have been analyzed functional capabilities of controlling systems for coordinate engraving millers (CEM). The paper researches problems of single products precise positioning on work surface of CEMs with computer numerical control (CNC). Expediency of new CEMs controlling technology was proved. It's based on application of user-interaction system with usage of projecting type portable finger-tip monitor. Patent search confirmed originality of this technology. Authors proposes manufacturing scheme of production by means of CEMs with hardware of finger-tip control, corresponding described technology. Electrical scheme of finger-tip control device for CEMs, realizing described technology, was designed. In article are described main functional features of this scheme. It is shown, that solution, suggested by the authors, allows to considerably simplify the automatic formation of programs, aimed to machine single products of different shapes, made of sheet material, for CEMs with CNC. The general model of finger-tip control system's usage by coordinate CEMs was constructed on the basis of the authors' development. Also the article considers ways of future development for described technology, including automatic gesture recognition systems' possibilities of machine operator's for input information usage.

Keywords: CNC, coordinate machine, controlling part, finger-tip control, projection, positioning, man-machine system, infra-red finger-tip frame, algorithm, microcontroller

Введение. В настоящее время системы управления (СУ) координатными станками с числовым программным управлением (СсЧПУ) получили очень широкое распространение на высокоточных производствах различных стран мира. На таких станках в силу их надежности и точности позиционирования инструмента и обрабатываемой детали производится механическая обработка печатных плат, изготовление деталей машин, изделий сложных форм и др. При этом СУ для СсЧПУ дают возможность применения программной аппроксимации линий сложной формы для прорисовки контуров деталей. Это позволяет воссоздать практически любые формы плоских объектов и, как следствие, обеспечивает широкие возможности реализации различных конструктивных решений, что повышает степень автоматизации производства изделий.

Автоматизация работы координатных СсЧПУ достигла такой стадии развития, что наиболее уязвимым к ошибкам звеном производственного процесса стал человек. Как следствие, все более актуальными становятся вопросы совершенствования средств обеспечения взаимодействия операторов с СУ СсЧПУ.

В данной статье мы ограничимся рассмотрением только КГФС с возможностью компьютерного управления. Однако применение предлагаемой технологии может быть расширено и на использование ее при работе с катерами (режущими плоттерами). Отметим, что при изготовлении крупносерийных изделий обычно целесообразнее использовать оснастку типа вырубных штампов.

Выбор КГФС обоснован тем, что для иллюстрации предлагаемого решения удобнее рассматривать систему, позволяющую обрабатывать листовые изделия. Это позволяет ограничиться оптимизацией работы в двумерном пространстве, так как возможность учета толщины материала, как правило, интегрирована в собственную САД-систему КГФС.

Целью данной статьи является представление результатов разработки технологии, повышающей эффективность работы с КГФС, а также минимизирующей риски ошибок при выделении контуров обработки изделия с использованием программных средств компьютера.

Анализ существующих систем управления координатными станками с ЧПУ. Основная задача предлагаемой технологии – упрощение и ускорение организации производства на координатных КГФС с ЧПУ единичной и мелкосерийной продукции. Как известно, в рамках автоматизированного производства достаточно трудноразрешима задача точного размещения изделия сложной формы на координатном столе, особенно при повторной установке детали. Неточности в размещении заготовки (особенно при повторной установке) часто приводят к браку при обработке изделий.

На рисунке 1 приведен пример повторного размещения детали сложной формы с отверстиями на координатном поле рабочей плоскости станка.

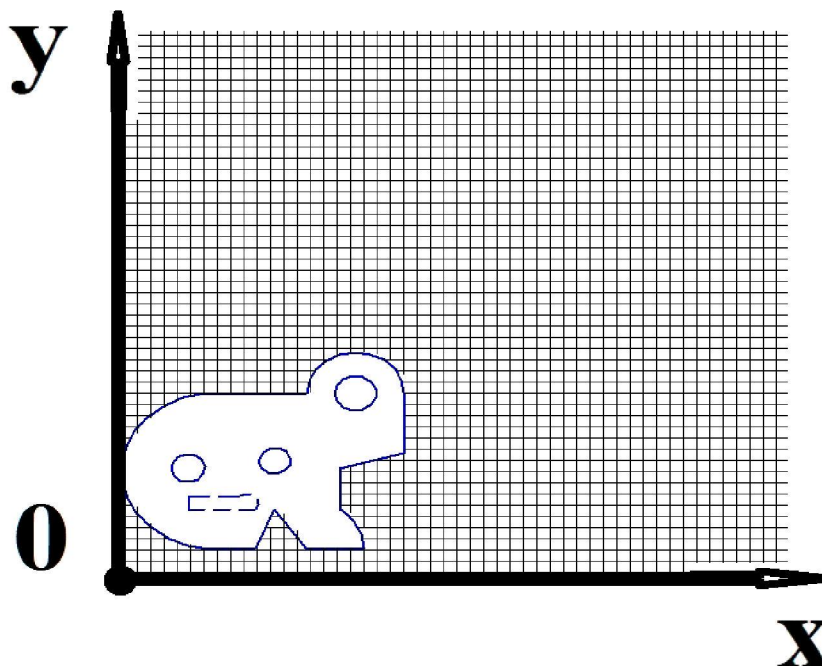


Рис. 1. Пример размещения детали сложной формы на координатном поле КГФС (штриховой линией показан элемент, который необходимо получить в результате дополнительной обработки после повторной установки детали)

Нулевая точка – это позиция, из которой начинает движение инструмент станка. От этой точки отсчитываются все координаты, используемые в процессе изготовления изделия. Неточности, возникающие при повторном размещении изделия в координатном поле КГФС с целью дополнительной обработки, могут быть двух видов: позиционирования центра детали и установки угла ее поворота по отношению к координатным осям.

Существует достаточно много публикаций по данной проблематике [3, 5, 8]. В них освещаются технологии, предназначенные для повышения точности обработки изделий – в том числе за счет применения оптических средств активного контроля в процессе резки, а также программных алгоритмов, корректирующих погрешности перемещения режущего инструмента. Известны варианты использования систем распознавания контуров заготовки [4]. Это является сложной задачей, дополнительно требующей наличия внешнего высокоточного и дорогостоящего оборудования. Кроме того, такой подход требует применения дополнительных программ обработки, индивидуальных для каждой формы изделия.

В силу этого, актуальной является разработка технологии, призванной модифицировать этап вторичной (дополнительной) обработки изделий из листового материала. Наиболее оправданным являлось бы решение, позволяющее систематически решать данную проблему (с высокой скоростью и точностью).

Предлагаемая технология ориентирована на использование программно-аппаратного комплекса, реализующего функции отображения программных элементов на рабочую поверхность КГФС. Это позволяет организовывать обработку единичных изделий сложной формы из листового материала, а также групп изделий, одновременно размещенных на рабочем

столе КГФС (количество одновременно обрабатываемых изделий будет ограничено исключительно размерами рабочего поля станка, размерами и формой деталей).

Описание предлагаемой технологии. По результатам анализа практики работы с КГФС авторы выявили целесообразность использования технологии сенсорно-проекторного управления такими станками. Предположим, что интерфейс системы автоматизированного проектирования (САПР), например Autocad или КОМПАС 3D, перенесен непосредственно на рабочее поле станка (координатный стол). Тогда можно произвести привязку координат системы ЧПУ к координатной системе среды разработки на компьютере (САД-системы). Отображение элементов подсистем графического ввода-вывода САПР может быть осуществлено путем проекции изображения на координатный стол КГФС с ЧПУ (рис. 2).

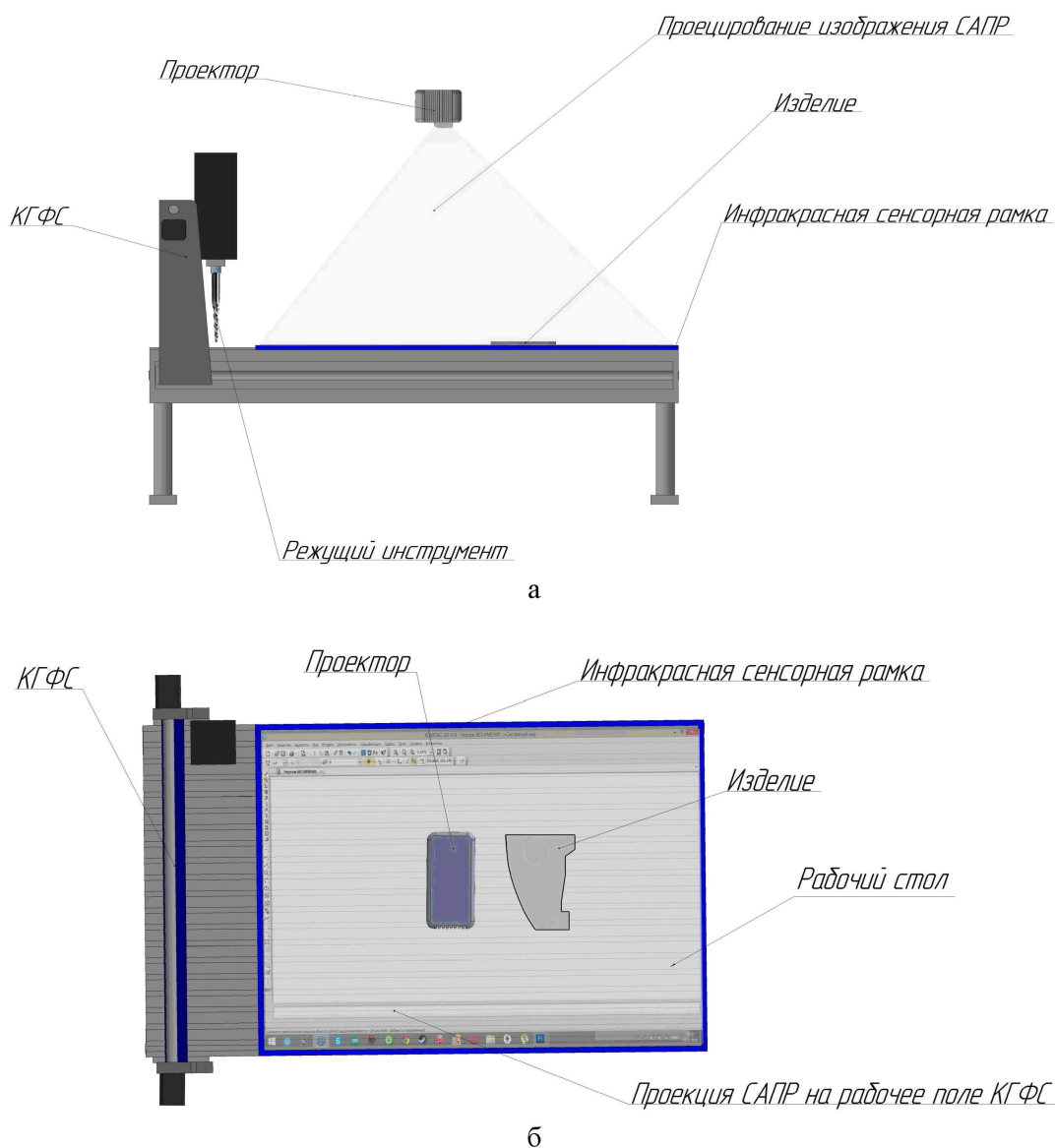


Рис. 2. Внешний вид предлагаемой системы с указанием основных элементов:
а – вид сбоку; б – проекция интерфейса САПР на рабочее поле КГФС

Проектор закреплен над рабочей поверхностью КГФС и отображает элементы подсистемы ввода-вывода САПР компьютера на неё. Взаимодействие оператора с этими элементами осуществляется при помощи инфракрасной сенсорной рамки (ИСР). Её принцип работы в наглядной форме проиллюстрирован на рисунке 3.

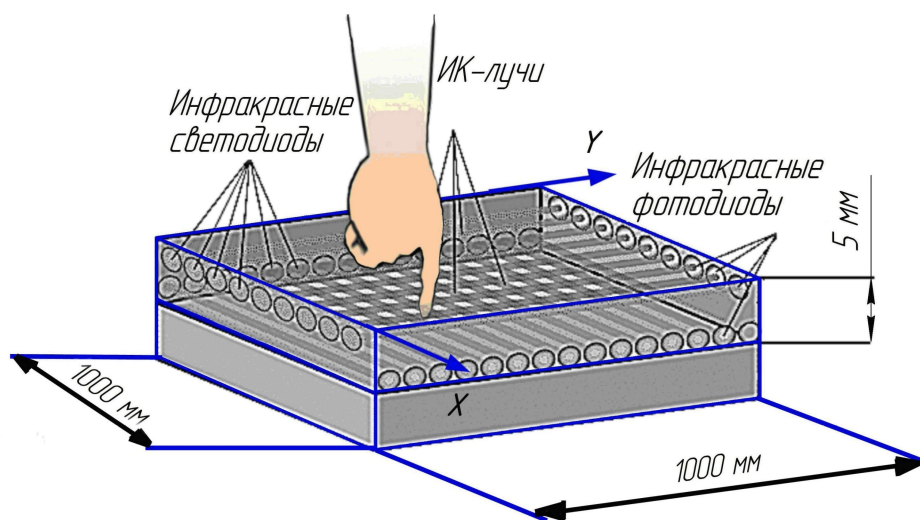


Рис. 3. Принцип работы инфракрасной сенсорной рамки

ИСР представляет собой систему, включающую в себя две линии инфракрасных (ИК) фотодиодов (ФД), расположенных на взаимно перпендикулярных сторонах прямоугольника; две линии ИК светодиодов (СД), расположенных на противоположных им сторонах. Современный уровень технологий производства ИСР позволяет обеспечить высокую плотность компоновки элементов ее конструкции при малых углах расхождения лучей. Таким образом, максимальная высота области прохождения лучей составляет 5 мм, что позволяет осуществить удобное взаимодействие оператора с данным устройством.

По периметру ИСР СД и ФД располагаются без зазоров, плотно прилегая друг к другу. Один палец может перекрывать минимум одну линию СД-ФД.

Оператор может перемещать палец выше плоскости ИСР в нужное место. Затем для «нажатия» на элемент подсистемы ввода – вывода САПР он опускает (помещает) палец в область распространения лучей. При этом происходит их перекрытие. По отсутствию входного сигнала на соответствующих ФД можно определить координаты X и Y места «нажатия». Дополнительно для подтверждения факта «нажатия» осуществляется звуковая индикация (тип звука задается программно на компьютере).

Апробация описываемой СУ показала её устойчивость в процессе эксплуатации к помехам, создаваемым внешними источниками ИК излучения, находящимися в том же помещении.

Таким образом, можно организовать удобное оперирование элементами САПР при помощи любого объекта, пересекающего линии прохождения лучей от ИК СД к ИК ФД (фотоприемнику), которые образуют незримую координатную сетку поверх заготовки. Это позволяет осуществить процесс проектирования контуров обработки изделия (в том числе и для повторной обработки) непосредственно на станке в оперативном режиме.

Укажем соответствие действий с мышью и команд сенсорного ввода при помощи ИСР.

1. Аналогом «клика» левой кнопкой мыши считается кратковременный ввод и последующий вывод пальца из области прохождения лучей (продолжительность нахождения в области прохождения лучей ИСР составляет 100–300 мс).

2. Если палец не покидает области прохождения лучей по вертикали, то все последующие действия трактуются как движение мыши при нажатой левой кнопке.

3. Удерживание пальца в одном положении в течение 2,5 секунд в области прохождения лучей оценивается как нажатие правой кнопки мыши. Таким образом, дифференциация по времени «нажатий» левой и правой кнопками является достаточно значительной.

4. Ввод числовых значений может осуществляться с помощью виртуальной клавиатуры, проецируемой на рабочий стол КГФС. При этом для ввода символа с такой клавиатуры будет использоваться команда «нажатия», описанная в пункте 1.

Структурную схему устройства для реализации предложенной технологии можно представить в виде четырех взаимосвязанных блоков (рис. 4).

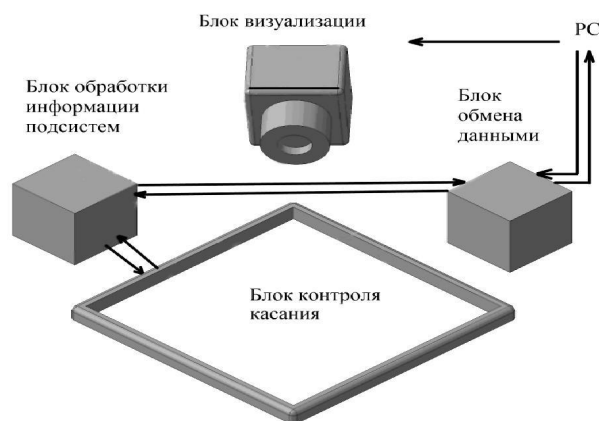


Рис. 4 . Схема связей подсистем устройства сенсорного управления координатным станком

А. Блок контроля касания – включает в себя ИСР.

В. Блок визуализации – это проектор, обеспечивающий отображение элементов САПР на рабочем столе КГФС.

С. Блок обработки информации – включает в себя микроконтроллер, считывающий уровни сигнала с линий ФД и преобразующий их в цифровой вид (координаты места нажатия пальца).

Д. Блок обмена данными – это преобразователь (аппаратный или программный), организующий передачу данных о координате касания и команде, которую необходимо выполнить, через USB-разъем от контроллера на компьютер (см. выше пп. 1–4).

Использование предлагаемой технологии осуществляется исключительно в период подготовки операций по обработке изделия. Во время изготовления изделия подсистема визуализации автоматически прекращает работу – при отправке файла, содержащего данные о траекториях перемещения режущего инструмента на КГФС через USB-разъем. Универсальность данной технологии связана с возможностью модификации интерфейса аппаратного взаимодействия практически для любого КГФС. В результате упрощается процесс взаимодействия оператора со станком. На рисунке 5 представлена технологическая схема изготовления единичного изделия с применением разработанной технологии.

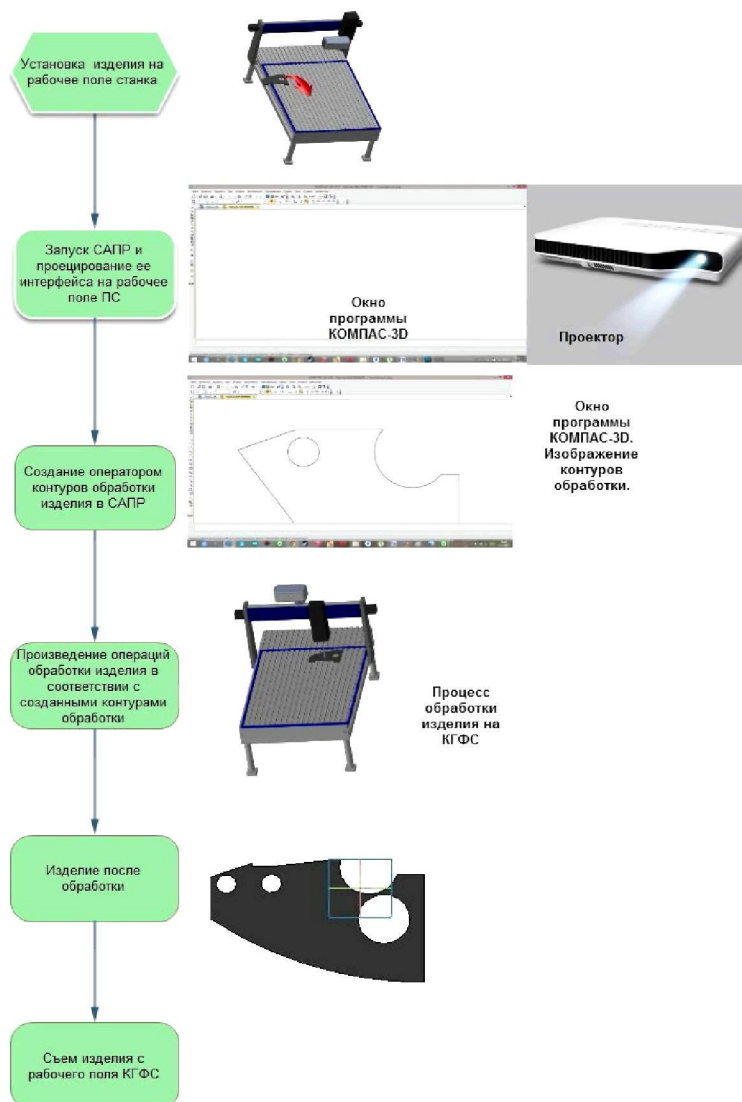


Рис. 5. Технологическая схема изготовления изделия на КГФС

Оператор устанавливает изделие на рабочую поверхность станка в пределах зоны действия ИСР. Производится запуск САПР на компьютере, подключенном к проектору. После того как элементы подсистемы ввода-вывода САПР проецируются на рабочее поле КГФС, оператор проектирует контуры обработки изделия с помощью САПР. В момент завершения этой работы файл, содержащий данные о перемещении режущего инструмента станка, автоматически отправляется в операционную систему КГФС. После этого происходит процесс обработки. В это время подсистемы визуализации и контроля касания отключены (см. выше).

Проведенный авторами патентный поиск не выявил прямых аналогов разработанной технологии. Для этой цели были использованы следующие средства: поисковая система Бюро по регистрации патентов и торговых марок США Google Patent (<http://www.google.ru/patents>); открытый реестр Федерального института промышленной собственности (<http://www1.fips.ru/wps/portal/Registers/>); система поиска патентов, зарегистрированных в РФ и СССР Findpatent.ru (<http://www.findpatent.ru>). Ключевыми словами и словосочетаниями при поиске являлись:

«электронный блок», «ЧПУ», «управление ЧПУ», «сенсорное управление», «инфракрасное сенсорное управление», «системы ЧПУ».

Среди найденных технологий рассматриваемого назначения есть лишь косвенные аналоги, отличающиеся от предложенной системы (описываемой технологии) ограниченностью функционала или иной функциональной ориентированностью (EP 0642066 A1 (7.09.1994) (EP – European Patent), US 20130073075 A1 (14.09.2012) (US – United States), US 20130338807 A1 (18.06.2013), RU 2438849 (06.06.2007)) [4,5,6] (RU – Russian Federation). Обозначения соответствия патентов странам: EP – European Patent; US – United States; RU – Russian Federation.

С учетом результатов проведенного поиска авторами была подана заявка на патент по предлагаемой технологии. Номер заявки RU2014111108, дата поступления в Федеральную службу по интеллектуальной собственности (ФИПС) 21.03.2014. На данный момент ФИПС завершила патентный поиск в рамках проверки патентоспособности технологии, предложенной авторами. Область поиска: B23Q15/00 (автоматическое управление подачей, скоростью резания или положением инструмента и(или) обрабатываемого изделия), 15/02 (...в соответствии с текущими и требуемыми размерами обрабатываемого изделия), 15/12 (...адаптивное управление, т.е. самоподстройка для достижения результата, оптимально соответствующего заданному критерию), 15/20 (...до и после обработки), 15/22 (управление положением инструмента и(или) обрабатываемого изделия), 15/24 (...линейного положения), 15/26 (...углового положения), B23Q17/00 (приспособления для индикации или измерения на металлорежущих станках (для автоматического управления или регулирования подачи, скорости резания или положения инструмента или обрабатываемого изделия)), 17/20 (...для индикации или измерения характеристик обрабатываемого изделия, например контура, размеров, прочности), 17/22 (...для индикации или измерения характеристик обрабатываемого изделия, например контура, размеров, прочности), 17/24 (...с использованием оптических средств), G01B9/00 (устройства, отличающиеся оптическими средствами измерения (приспособления для измерения параметров), 9/02 (...интерферометры), 9/021 (с использованием голографических устройств), 9/023 (...для оконтуривания), 9/025 (...устройств с двухкратной экспозицией), 9/027 (... в реальном масштабе времени), 9/029 (...с усреднением времени), 9/08 (...оптические проекционные компараторы), G01B11/00 (приспособления к измерительным устройствам, отличающиеся оптическими средствами измерения), 11/03 (...посредством определения координат точек), 11/24 (...для измерения контуров или кривых), 11/245 (... с использованием множества неподвижных одновременно действующих преобразователей), B23B25/06 (вспомогательные устройства для токарных станков (измерительные, контрольные или установочные устройства, служащие для наладки, подачи, управления или наблюдения за режущими инструментами или обрабатываемыми изделиями)). Электронные базы данных, использованные при этом поиске: Esp@cenet (сеть патентной информации Европейского патентного ведомства), PCT Outline (международная система поиска патентов), US PTO (система Бюро по регистрации патентов и торговых марок США), RUPAT (система поиска патентов Роспатента), EAPATIS (система поиска Евразийской патентной организации), PatSearch (система поиска патентов для экспертов ФГУ ФИПС Роспатента).

В результате проведенного патентного анализа по результатам ФИПС были выявлены ближайшие косвенные аналоги: RU 2438849 C2 (МИЦУБИСИ ЭЛЕКТРИК КОРПОРЕЙШН), 10.01.2012; RU 2386519 C2 (ГОУ ВПО Курский государственный технический университет), 20.04.2010; US 3764813 A (BELL TELEPHONE LABOR INC), 09.10.1973. При этом наиболее близким аналогом является патент US 3764813 A, в котором описана технология системы определения координат при помощи системы полупроводниковых диодов (из-

лучающих и поглощающих). Документов, являющихся патентами, повторяющими предлагаемую авторами технологию, не было обнаружено.

Переходим к детальной характеристике работы устройства, реализующего предлагаемую технологию. Основные функциональные возможности совокупности электронных блоков (см. рис. 4): 1) организация проектирования контуров резки на рабочей поверхности КГФС; 2) возможность гибкого изменения разработанных контуров обработки непосредственно в рабочем поле станка; 3) в качестве дополнительной функциональной возможности можно выделить визуальный контроль движения инструмента, отслеживание соответствия его реального перемещения и сопоставление данных с программными контурами обработки.

На рисунке 6 приведена принципиальная электрическая схема устройства, реализующего представленную технологию. Центральной частью схемы по рис. 6 является контроллер STM321152RBT6 производства фирмы STMicroelectronics. Этот микроконтроллер использует 64-разрядную шину flash-памяти с двумя 64-разрядными буферами предвыборки. Это, как правило, устраняет проблему задержек, возникающих в результате низкой частоты работы FLASH-памяти. Данные контроллеры построены на базе ядра ARM CORTEX-M3, обеспечивающем сочетание высокой производительности, малой потребляемой мощности и низкой цены. Разработку прошивки для STM321152RBT6 можно осуществить при помощи таких сред программирования как Keil, CoCoX IDE, Eclipse и других.

Питание устройства, реализующего предлагаемую технологию, осуществляется от USB-порта компьютера (XS1 на рисунке 6) с напряжением 5В. Входящие в ИК СД VD1-VD150 (150 штук, по 75 на одну сторону) работают в непрерывном режиме. Сигналы с них принимаются ФД VD152-VD301 (150 штук, по 75 на одну сторону). Все ФД объединены в группы по 15 единиц. При этом каждый ФД группы подключен к своему каналу аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера, а также к одному из резисторов R3-R17, на которых и происходит измерение падения напряжения. Микроконтроллер последовательно опрашивает каждую пару СД-ФД. Необходимость использования АЦП связана с удобством регистрации изменения напряжения.

В процессе работы устройства контроллер непрерывно опрашивает порты АЦП и производит поиск (определение) состояния фотодиода или фотодиодов (с учетом геометрических размеров управляющего объекта) с напряжением на подключенной нагрузке R3-R17 близким к нулевому значению. В качестве тактового генератора был выбран внутренний источник тактирования микропроцессора частотой 16 МГц. Полевые транзисторы VT1-VT10 позволяют реализовать мультиплексинг каналов с частотой 10 кГц. Все ФД программно разбиты на две группы VD152-VD226 и VD227-VD301. Первая линейка (группа) ФД определяет положение, соответствующее координате X , вторая - координате Y .

В начальный момент времени транзистор VT1 открыт (подана логическая единица на порт PC9). Тогда к микроконтроллеру подведена линия с ФД VD152-VD166. Производится измерение напряжения на данной подгруппе ФД по оси X . Если напряжение близко к нулю, то измеряется величина напряжения на соседних элементах по оси X до места прохождения границы области перекрытия пальцем линий «СД-ФД». Затем аналогично происходит измерение координаты Y .

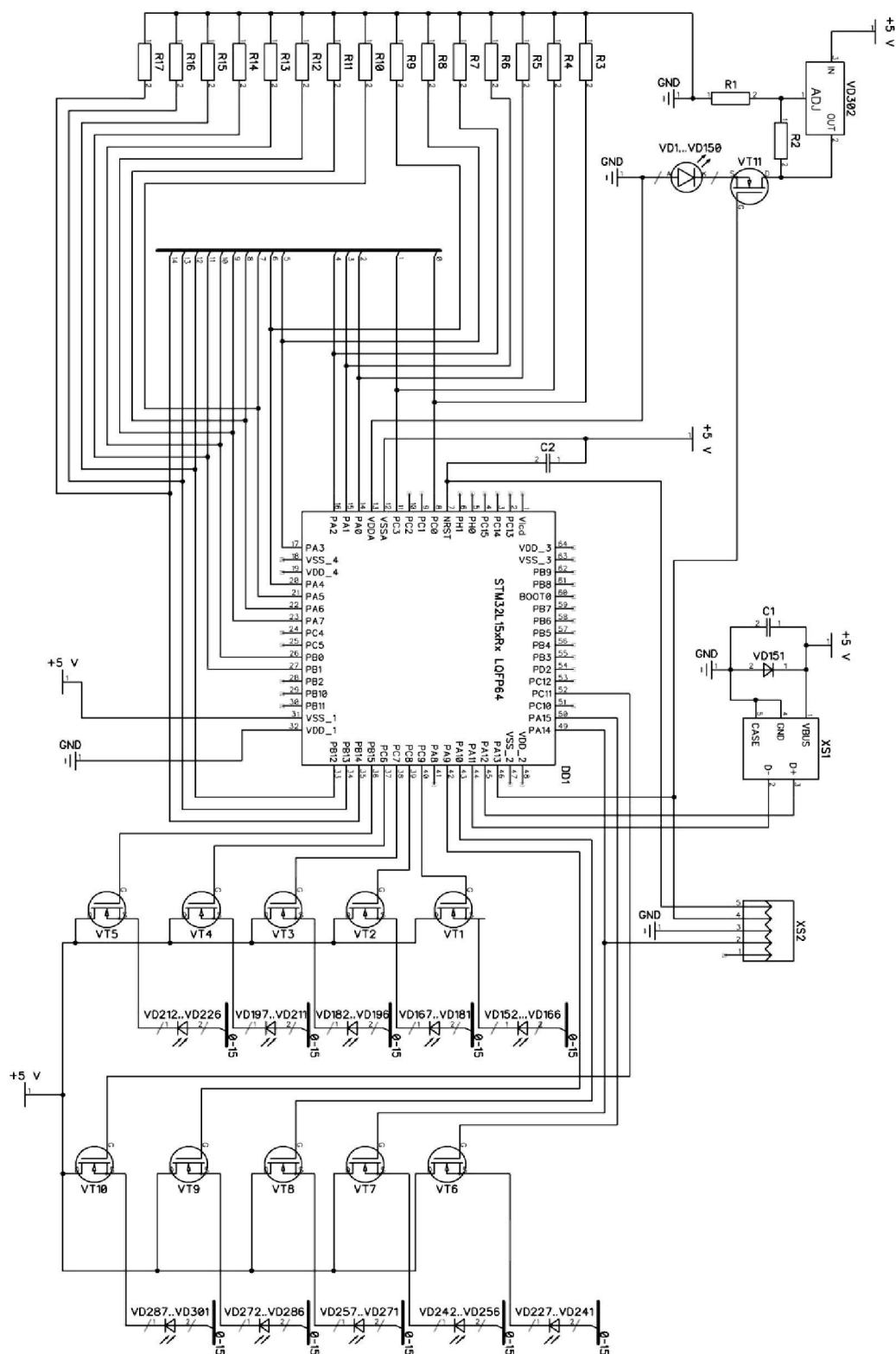


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема устройства сенсорного управления КГФС

Собранные данные пакетами по 2 байта отправляются на компьютер через USB-порт с частотой 9600 бит/с по виртуальному интерфейсу COM-порта (эмулятор). Опрос всех линеек ФД производится в бесконечном цикле. При этом динамически фиксируются координаты пальца оператора относительно координатной сетки ИСР. В данном режиме работы ИК СД практически не потребляют тока – в связи с подачей логического нуля на транзистор VT11 и его закрытием.

Выводы. Разработана технология, позволяющая эффективно организовать вторичную обработку изделий на КГФС. На ее основе было спроектировано устройство, совмещающее в себе современные возможности электронных средств управления КГФС и сенсорного взаимодействия с оператором. В результате патентного поиска подтверждена оригинальность разработанной технологии. Однако требуется отладка предложенной технологии в реальных условиях. В дальнейшем возможен переход от взаимодействия оператора с элементами интерфейса САПР при помощи ИСР к управлению с помощью средств распознавания жестов. Такое решение может также базироваться на оптическом распознавании объектов с использованием совокупности ИК излучателей и фотоприемников.

Список литературы

1. Аксенов О. И. Разработка электронного блока управления сенсорной системой позиционирования для координатных станков / О. И. Аксенов, В. Г. Набиев // Исследования молодых ученых – вклад в инновационное развитие России : Всероссийская научно-практическая конференция : доклады молодых ученых в рамках программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («У.М.Н.И.К.») (г. Астрахань, 14–16 мая 2014 г.) / сост. М. В. Лозовская, А. Г. Баделин. – Астрахань : Нижневолжский экоцентр, 2014. – С. 145–147.
2. Букреев И. Н. Микроэлектронные схемы цифровых устройств / И. Н. Букреев, В. И. Горячев, Б. М. Мансуров. – Москва : Техносфера, 2009. – 712 с.
3. Давыдова М. В. Технические характеристики металлообрабатывающих станков с ЧПУ: фрезерные станки, обрабатывающие центры сверлильно-фрезерно-расточной группы / М. В. Давыдова, А. М. Михалев, Ю. И. Моисеев. – Курган : Курганский государственный университет, 2010. – 128 с.
4. Жарков Н. В. Совершенствование обработки резанием консольно закрепленных деталей на станках токарной группы с ЧПУ / Н. В. Жарков, Г. А. Павлов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 1. – С. 57–62.
5. Ловыгин А. А. Современный станок с ЧПУ и CAD & CAM система / А. А. Ловыгин, Л. В. Теверовский. – Москва : ДМК Пресс, 2012. – 280 с.
6. Орлов А. Б. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ на основе методологии распознавания образов / А. Б. Орлов, И. А. Антамонов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – Вып. 10. – С. 90–98.
7. Сидорчик Е. В. Повышение качества управляющих программ для изготовления деталей и заготовок на станках с ЧПУ / Е. В. Сидорчик // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – Вып. 6, ч. 1. – С. 200–203.
8. Ernesto C. A. Solution of inverse dynamics problems for contour error minimization in CNC machines / C. A. Ernesto, R. T. Farouki // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2010. – № 49. – P. 589–604.
9. Farouki R. T. Inverse kinematics for optimal tool orientation control in 5-axis CNC machining / R. T. Farouki, C. Y. Han, S. Li // Computer Aided Geometric Design. – 2014. – № 31. – P. 13–26.
10. Imitiaz Ali Khan. Multi-response ergonomic analysis of middle age group CNC machine operator / Ali Imitiaz Khan // International Journal of Science, Technology and Society. – 2014. – № 5. – P. 133–151.

References

1. Aksenov O. I., Nabiev V. G. Razrabotka elektronnoy bloka upravleniya sensornoy sistemoy pozitsionirovaniya dlya koordinatnykh stankov [Development of electronic part for control of coordinate machines positioning system]. *Issledovaniya molodykh uchenykh – vklad v innovatsionnoe razvitie Rossii : Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: doklady molodykh uchenykh v ramkakh programmy*

«Uchastnik molodezhnogo nauchno-innovatsionnogo konkursa» («U.M.N.I.K.»)» (g. Astrakhan, 14–16 maya 2014 g.) [Youth Scientists' Researches – Contribution in Innovation Development of Russia. All-Russian Scientific and Practical Conference. Reports of Young Scientists in the Framework of the Program " Youth Research and Innovation Competition" («UMNIK») (Astrakhan, May, 14–16 2014), Astrakhan, Nizhnevolzhskiy ekotsentr Publ., 2014, pp. 145–147.

2. Bukreev I. N., Gorjachev V. I., Mansurov B. M. *Mikroelektronnye skhemy tsifrovyykh ustroystv* [Microelectronics circuits of digital devices], Moscow, Tekhnosfera Publ., 2009. 712 p.

3. Davydova M. V., Mihalev A. M., Moiseev Ju. I. *Tekhnicheskie kharakteristiki metalloobrabatyvayushchikh stankov s ChPU: frezernye stanki, obrabatyvayushchie tsentra sverlilno-frezerno-rastochnoy gruppy* [Technical characteristics of metal-working machinery with CNC: milling machines manufacturing centers of drilling and milling and counterboring groups], Kurgan, Kurgan State University Publ. House, 2010. 128 p.

4. Zharkov N. V., Pavlov G. A. *Sovershenstvovanie obrabotki rezaniem konsolno zakreplennykh detaley na stankakh tokarnoy gruppy s ChPU* [Perfection of cut manufacturing for overhung details on lathes with CNC]. *Mashinostroyeniye i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti* [Engineering Industry and Life Safety], 2013, no. 1, pp. 57–62.

5. Lovygin A. A., Teverovskiy L. V. *Sovremennyy stanok s ChPU i CAD & CAM sistema* [Modern CNC machine and CAD&CAM system], Moscow, DMK Press Publ., 2012. 280 p.

6. Orlov A. B., Antamonov I. A. *Avtomatizatsiya podgotovki upravlyayushchikh programm dlya stankov s ChPU na osnove metodologii raspoznavaniya obrazov* [Control programs preparation automation for CNC machines on base of pattern recognition method]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of the Tula State University. Technical Sciences], 2013, issue 10, pp. 90–98.

7. Sidorchik Ye. V. *Povysheniye kachestva upravlyayushchikh programm dlya izgotovleniya detaley i zagotovok na stankakh s ChPU* [Control program enchancement for manufacture details and material blanks by means of CNC machines]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of the Tula State University. Technical Sciences], 2013, issue 6, part 1, pp. 200–203.

8. Ernesto C. A., Farouki R. T. *Solution of inverse dynamics problems for contour error minimization in CNC machines. International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2010, no. 49, pp. 589–604.

9. Farouki R. T., Han C. Y., Li S. *Inverse kinematics for optimal tool orientation control in 5-axis CNC machining. Computer Aided Geometric Design*, 2014, no. 31, pp. 13–26.

10. Imitiaz Ali Khan. *Multi-response ergonomic analysis of middle age group CNC machine operator. International Journal of Science, Technology and Society*, 2014, no. 5, pp. 133–151.

УДК 331.108.2; 004.056

ПОДБОР И РАССТАНОВКА КАДРОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КРЕДИТНОГО ОТДЕЛА КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА)

Статья поступила в редакцию 23.11. 2014, в окончательном варианте 09.02. 2015

Азмухамедов Альберт Искандарович, аспирант, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: bert91@mail.ru

Копытина Татьяна Александровна, студентка, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: tanya15101993@yandex.ru

Осуществление деятельности в банковской сфере обладает специфическими особенностями, которые обуславливают повышенные требования к сотрудникам, в частности, в области информационной безопасности. Поскольку почти все категории работников банка допущены к конфиденциальной информации: банковской, коммерческой, служебной тайне, к персональным данным клиентов и т.п. При этом в связи с тем, что антропогенные элементы имманентно содержат в себе неопределенность, классические методы моделирования и управления оказываются недостаточными для исследо-