

Филиппова Людмила Борисовна

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ
НА ОСНОВЕ УПРАВЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКОЙ
ИНСТРУМЕНТА**

05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами (промышленность)

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Орел - 2013

Работа выполнена на кафедре «Компьютерные технологии и системы»
в ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки и техники, доктор
технических наук, профессор
Аверченков Владимир Иванович

Официальные оппоненты: **Еременко Владимир Тарасович**,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»,
заведующий кафедрой «Электроника,
вычислительная техника и информационная
безопасность»,

Сорокин Сергей Владимирович,
кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Брянский государственный
технический университет», доцент кафедры
«Технология машиностроения»

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Тульский государственный
университет»

Защита диссертации состоится «10» декабря 2013г. в 13.30 на заседании
диссертационного совета Д 212.182.01 при ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»
по адресу: 302020, РФ, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО
«Госуниверситет - УНПК».

Автореферат разослан « 8» ноября 2013г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.182.01
кандидат технических наук, доцент

Волков Вадим Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Развитие технологий автоматизации производства ведет к повышению требований по качеству и точности изготавливаемых изделий, что ведет к внедрению на предприятиях новых станков с ЧПУ с датчиками контактного типа. Настройка этого оборудования сводится к использованию автоматизированных систем, позволяющих в автоматическом режиме определить положение инструмента. Однако для обеспечения заданной точности необходимо вводить дополнительную коррекцию. В связи с большой номенклатурой выпускаемых изделий рассчитывать в каждом конкретном случае эту величину затруднительно, поэтому возникает потребность в создании автоматизированных систем, позволяющих учитывать ряд погрешностей настройки и вводить требуемую величину коррекции.

Согласно статистическим данным, корпусные детали составляют 30% от всех обрабатываемых деталей на данном оборудовании, при этом на их обработку затрачивается 70% времени от всей механообработки. Основной особенностью изделий типа корпус является наличие опорных протяженных и точных плоскостей, которые имеют высокие требования по точности расположения. Именно достижение этих конструкторских требований вызывает ряд сложностей. При этом точность обработки в первую очередь зависит от точности позиционирования инструмента. В связи с этим, выполненная работа, направленная на создание новых методик и подходов к обеспечению на имеющемся оборудовании более высокой точности обработки с минимальными затратами, является актуальной. Особенно актуальны эти проблемы при изготовлении корпусных деталей на станках с ЧПУ.

Объектом исследования в данной работе является процесс автоматизации изготовления корпусных деталей на станках с ЧПУ.

В качестве предмета исследования рассматриваются методики, модели и алгоритмы управления параметрами процесса изготовления деталей на фрезерных станках с ЧПУ.

Целью исследования является повышение точности автоматизированной настройки инструмента относительно обрабатываемой поверхности корпусных деталей на фрезерных станках с ЧПУ на основе статистических методов подналадки.

Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Анализ существующих методик и средств автоматизации расчета величины коррекции на инструмент.
2. Разработка математической модели расчета величины коррекции на инструмент для повышения точности обработки корпусных деталей.
3. Разработка методики автоматизированного определения величины коррекции на инструмент при настройке станка с ЧПУ с датчиком контроля инструмента с учетом типа закрепления инструмента и погрешности измерения датчика контактного типа.
4. Построение алгоритмов работы автоматизированной системы, реализующей разработанные модели и методики.
5. Создание автоматизированной системы.

Методы и средства исследований. При выполнении теоретических исследований и реализации поставленной задачи использовались методы объектно-

ориентированного программирования, методология структурного анализа и проектирования, методы анализа статистических данных, методы тактического планирования эксперимента, метод анализа иерархий.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в:

1. Разработке математической модели интеграционного оценивания погрешности настройки станка с ЧПУ, отличающаяся статистическим анализом параметров поднастройки инструмента в реальном времени.
2. Создании методики управления изготовлением корпусных деталей на станках с ЧПУ, базирующейся на разработанной математической модели, и отличающейся учетом погрешности измерения датчика контроля геометрических параметров инструмента контактного типа и погрешности, обусловленной типом закрепления инструмента в шпинделе станка и типом используемой оправки.
3. Разработке алгоритма работы и структурно-функциональной схемы функционирования автоматизированной системы, отличающейся применением разработанной математической модели и методики управления.

Практическую значимость работы составляют:

1. Созданная автоматизированная система, позволяющая преобразовывать информацию о геометрических параметрах инструментов и позволяющая автоматически вносить требуемую коррекцию.
2. Разработанная база данных оснастки вращающегося фрезерного инструмента, включающая данные о типах хвостовиков оправок, патронов и адаптеров, различных производителей.
3. Методика использования созданной автоматизированной системы в производственных условиях.

Положения выносимые на защиту:

1. Разработанная математическая модель интеграционного оценивания погрешности настройки станка с ЧПУ.
2. Созданная методика управления изготовлением корпусных деталей на станках с ЧПУ.
3. Разработанный алгоритм работы и структурно-функциональная схема работы автоматизированной системы.

Реализация и внедрение результатов работы. Разработанный программный комплекс прошел апробацию на ОАО «ПолиТех», ООО «БРЛД» при технологической подготовке производства, настройки оборудования и отладки производства новых партии корпусных изделий коробчатого типа на многофункциональном оборудовании с ЧПУ с датчиками контроля режущего инструмента контактного типа. Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе кафедры «Компьютерные технологии и системы» ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на расширенном заседании кафедры «Компьютерные технологии и системы» ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет», а также на международных и всероссийских научных конференциях:

11-я Международная научно-техническая конференция (Ялта 2011), Седьмая Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в промышленности»(ИТ*2012)(Минск, 2012), Международная научно-практическая конференция (Москва, 2013), Международная научно-практическая конференция «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2013»(Одесса 2013).

Результаты работы использовались при реализации следующих НИР: Грант Президента РФ «Разработка теории и методов принятия инновационных решений при автоматизированном проектировании процессов изготовления наукоёмких изделий»(грант МК-417.2010.8); НИР «Исследование и развитие новых механизмов интеграции научной и образовательной деятельности в рамках инновационных центров наукоёмких технологий»(гос. рег. № 01 2009 54252, заказчик Минобрнауки; НИР «Разработка математических моделей, информационного и программного обеспечения для поддержки инновационных решений в области высоких технологий наукоёмких производств» (гос. рег. №01 2009 64010).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень ведущих российских рецензируемых научных журналов.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 194 страницах машинописного текста, включающего 62 рисунка, 30 таблиц, список литературы из 119 наименований, 4 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы диссертации, формулируется цель работы и задачи исследования, указываются применяемые методы исследований и научная новизна. Приводятся научная и практическая значимость, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен сравнительный анализ технологий настройки современного металлообрабатывающего оборудования с ЧПУ и датчиков контроля геометрических параметров инструмента (диаметра и вылета инструмента, мм). Проведен анализ исследуемой проблемы по повышению точности обработки изделий на оборудовании с ЧПУ, проводимых такими учеными как: Артюх Р. Л., Бобырь М. В., Геранюшкин А. В., Гришин К. В., Гурин В. Д., Дубовский В. А., Ильин А. Н., Искра Д.Е., Кистаури А. Г., Козулин В.Б., Кулагин Р. Н., Мелкова С. О., Мельник Е. Е., Мерзляков А. Ю., Милостная Н. А., Павлова Н. П., Салабаев Д. Е., Сергеев А. В., Щербаков М. Е., Пиль Э.А.и др., который показал, что на данный момент существует большое количество разработок в области повышения точности механической обработки на современном металлорежущем фрезерном оборудовании с ЧПУ. Также, был сделан вывод о том, что основные разработки в сфере автоматизации процесса настройки инструмента на оборудовании с ЧПУ ведутся в трех основных направлениях: создание автоматизированных систем размерной настройки, создание автоматизированных систем комплексного диагностирования состояния инструмента в реальном времени, программная диагностика предельного износа инструмента.

Проведен анализ применяемых методов настройки инструмента для станков с ЧПУ: по пробным деталям, по эталонам, по индикаторам, с использованием специальных датчиков контроля параметров инструмента контактного типа, оптических и других приборов. Был сделан вывод о том, что наиболее эффективным методом настройки оборудования в современном производстве является метод с использованием специальных датчиков контроля геометрических параметров инструмента. Проанализировав направления автоматизации технологической подготовки машиностроительных производств, на предмет способа обмена данными станков с ЧПУ, было выявлено направление применения OPC(Ole for Process Control)- протоколов и OPC-серверов, позволяющее добиться унификации программного комплекса. После проведенного анализа был сделан вывод о том, что существующие методики не учитывают в полной мере особенностей настройки современного оборудования с использованием датчиков контроля геометрических параметров инструмента и способа закрепления инструмента, а существующие автоматизированные системы не имеют возможности контроля и учета геометрических параметров инструмента.

Также были сформулированы цели и задачи исследования.

Вторая глава посвящена анализу создаваемой автоматизированной системы (АС), построению математической модели расчета величины коррекции, с учетом типа закрепления инструмента и результатов измерения датчиком контактного типа.

В рамках диссертационного исследования решается задача автоматизации изготовления корпусов коробчатого типа, позволяющая повысить точность обработки по параллельности и перпендикулярности плоскостей. Согласно исследованиям, важную роль при достижении этих требований играет точность позиционирования инструмента, которую на этапе настройки оборудования можно задать с помощью расчета и введения величины коррекции, описываемой кривой распределения по отношению к середине поля допуска с таким расчетом, чтобы весь брак был исправимым. На этапе настройки оборудования невозможно учесть весь спектр параметров, влияющих на результат. Поэтому для решения поставленной задачи, предлагается создать систему управления, позволяющую учесть заранее известные характеристики, не изменяющиеся во времени и тогда система управления примет вид, представленный на рис. 1.

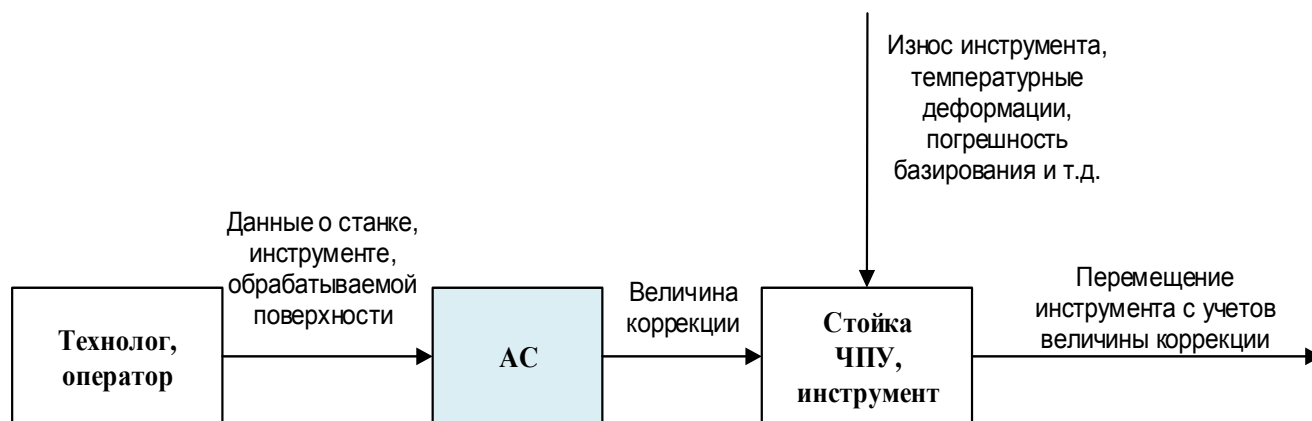


Рис. 1 Обобщенная функциональная схема системы управления

Диссертационные исследования проводились в лаборатории Брянского государственного технического университета на вертикальном обрабатывающем центре QUASER MV154EL с использованием контрольно-измерительной системы Renishaw TS27R (рис. 2).

Трудность в обеспечении заданной точности по параллельности и перпендикулярности поверхностей корпусных деталей коробчатого типа возникает за счет невозможности учесть на начальных этапах настройки станка на производство новой партии изделий погрешностей позиционирования инструмента, вызванных типом закрепления инструмента в шпинделе станка, типом закрепления патрона и геометрических параметров инструмента (вылет и диаметр, мм). Чтобы полностью исключить неисправный брак, размер коррекции кривой m определяют как:

$$m = f(T, \Delta_{\text{т.ст.}}, \Delta_{\text{д}}, \Delta_{\text{рег}}, \Delta_{\text{изм}}, \Delta_{\text{опр}}) \quad (1)$$

где T - обрабатываемой размер детали, $\Delta_{\text{т.ст.}}$ - погрешность перемещений станка, $\Delta_{\text{д}}$ - погрешность измерения датчика контроля геометрических параметров инструмента (в рамках диссертационного исследования - контактного типа), $\Delta_{\text{рег}}$ - погрешность регулирования, $\Delta_{\text{изм}}$ - погрешность, вызванная контрольно-измерительным инструментом при измерении уже готового изделия ($\Delta_{\text{изм}} = 0,25T$, - для шкальных приборов, $\Delta_{\text{изм}} = (0,15 \dots 0,1)T$ - для специализированных устройств высокой точности), $\Delta_{\text{опр}}$ - погрешность, обусловленная типом закрепления инструмента в шпинделе станка и типом оправки. Согласно экспериментальным исследованиям, проведенным в рамках выполнения работы, при использовании вертикального фрезерного станка с ЧПУ с датчиком контактного типа, было доказано, что $\Delta_{\text{д}}$ не зависит от типа закрепления инструмента и имеет постоянную величину, которую рассчитывают по формуле:

$$\Delta_{\text{д}} = \bar{d} - d_{\text{н}}, \quad (2)$$

где $\Delta_{\text{д}}$ - систематическая погрешность измерения датчика контактного типа; \bar{d} - среднее значение диаметра измеряемого инструмента; $d_{\text{н}}$ - номинальный диаметр инструмента.

Погрешность, обусловленная типом закрепления инструмента в шпинделе станка и типом оправки.

$$\Delta_{\text{опр}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N (d_i - \bar{d}_i)^2}, \quad (3)$$

где $\bar{d}_i = \frac{1}{N} \sum_1^N d_i$ и d_i - значение инструмента, N - число повторений.

Согласно тактическому планированию эксперимента количество реализаций эксперимента N для обеспечения заданной точности измерения ε с вероятностной оценкой наступления события p , можно рассчитать по формуле

$$N = \frac{t_{\varphi}^2 p(1-p)}{\varepsilon^2}, \quad (4)$$

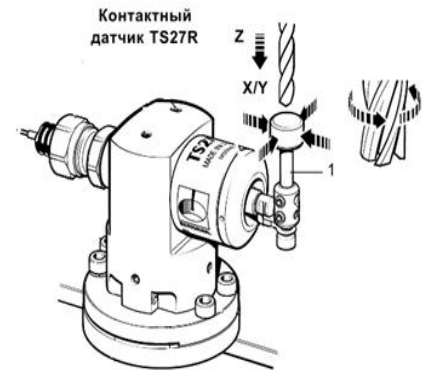


Рис.2. - Измерительная система с контактным датчиком TS27R

где t_φ - квантиль нормального распределения вероятностей.

Вероятностная оценка определения максимальной точности позиционирования p зависит от экспертных оценок, применяемых в каждом случае в зависимости от типа хвостовика и типа патрона и вычисляется как:

$$p = p_{ij} = \lambda_i \omega_j$$

где $\{\lambda_i \mid i=1, \dots, m\}$ ($m=5$)- распределение приоритетов для типов закрепления хвостовиков и $\{\omega_j \mid j=1, \dots, n\}$ ($n=9$)- распределение приоритетов для типов патронов и адаптеров.

Согласно стандартам, выделяют две основных компоненты, характеризующих степень закрепления, инструмента в шпинделе:

$$Z = \langle T_z, P_e \rangle, \quad (5)$$

где T_z - множество значений типов закрепления патрона, P_e – множество типов оправок.

При проведении исследований по выбору и сравнению альтернатив закрепления инструмента для фрезерной обработки на станках с ЧПУ было определено множество доступных для применения на предприятиях оправок и патронов для закрепления режущих вращающихся инструментов, соответствующее международному перечню стандартизованных параметров для предоставления и обмена данными об инструменте согласно ISO 13399 (с иллюстрированными примерами использования); ISO 839-1:2006 «Оправки фрезерные с конусностью 7:24» Часть 1. Размеры и обозначение; ISO 7388-1:2007 «Хвостовики инструментов с конусностью 7:24 для устройств автоматической смены инструмента». При этом всё множество выбранной оснастки выпускается различными производителями. Таким образом, проводимое исследование затрагивает большую часть применяемой в общем машиностроении оснастки для фрезерной обработки.

Описание множества значений типов закрепления патрона T_z можно условно, согласно стандартам, разделить на пять групп:

$$T_z = \{T_{z1}, T_{z2}, T_{z3}, T_{z4}, T_{z5}\}, \quad (6)$$

определяющихся геометрической формой хвостовика патрона, где $T_{z1}, T_{z2}, T_{z3}, T_{z4}, T_{z5}$ - множество форм хвостовиков, выпускаемых на промышленных предприятиях.

Множество типов патронов или адаптеров P_e описывается следующим образом:

$$P_e = \{P_{e1}, P_{e2}, \dots, P_{e9}\}, \quad (7)$$

Согласно стандартам, каждому типу закрепления хвостовика может быть сопоставлен любой из выше указанного множества патрон для закрепления инструмента.

При выборе рационального закрепления для обработки фрезерным инструментом необходимо учитывать ряд параметров. Для выбора системы крепления вращающегося инструмента основными критериями оценки являются: жесткость на изгиб, жесткость на кручение, биение, точность позиционирования режущей кромки. На выбор патрона или адаптера для вращающегося фрезерного инструмента, применяемого на вертикальных обрабатывающих фрезерных центрах с ЧПУ, решающее значение оказывают такие показатели как: передача момента, биение, сбалансированность. Оценки по этим критериям представить в виде

числовых значений, которые можно сравнить и по ним выставить оценки, практически невозможно. Поэтому решение поставленной многокритериальной задачи в рамках данного диссертационного исследования сводится к попарному сравнению альтернатив в зависимости от важности критериев, и дальнейшее сравнение производится согласно методу анализа иерархий (МАИ).

Выбор осуществляется на основе степени соответствия альтернатив совокупности требований, определяемых системой четырех различных критериев C_i :

$$C_i = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}, \quad (8)$$

где C_1 – жесткость на изгиб, C_2 – жесткость на кручение, C_3 – биение, C_4 – точность позиционирования.

Используя метод парных сравнений, определяются следующие показатели: приоритеты элементов C_j относительно главной цели (оценки влияния заинтересованных сторон на выбор типа закрепления): приоритеты альтернатив Tz_i относительно критериев C_k .

С этой целью строились необходимые матрицы парных сравнений и для каждой матрицы рассчитывались нормализованные векторы приоритетов (W), максимальное собственное число (λ_{max}) и отношение согласованности. В данном случае требуется решать многокритериальную задачу оценки имеющихся альтернатив в условиях различной важности критериев. При этом каждому критерию C_i ставится в соответствие некоторый весовой коэффициент

$$\lambda_i \geq 0, \text{ причем } i = 1, m \text{ и } \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \lambda_i = 1 \quad (9)$$

Чем большей является важность критерия, тем большее значение приписывается его весовому коэффициенту. Значения самих весовых коэффициентов определяются на основе стандартной процедуры попарного сравнения критериев. Для этого вначале формируются матрицы попарных сравнений альтернатив относительно каждого критерия индивидуально. Результаты попарных сравнений (значение d_{ij}) выражаются в так называемой фундаментальной шкале.

Поскольку сравнение любого критерия с самим собой означает только одинаковую важность, то при $i=j$ все $d_{ij} = 1$. Таким образом, матрица парных сравнений D формируется на основе элементов и является обратно симметричной:

$$d_{ij} = 1 / d_{ji} \quad (10)$$

После этого находится собственный вектор W матрицы D , который соответствует предварительно вычисленному ее максимальному собственному числу L_{max}

$$DW = L_{max} W. \quad (11)$$

Вычисляя собственный вектор матрицы, получим следующие значения его компонентов: $w_1 = 0,187$, $w_2 = 0,133$, $w_3 = 0,071$, $w_4 = 0,609$.

Составляем матрицы парных сравнений альтернатив Tz_i относительно критериев C_k и вычисляем на их основе приоритеты и оценки согласованности. После того как были найдены приоритеты для всех элементов иерархии, за исключением альтернатив, выполняем иерархический синтез. На этом этапе вычисляются приоритеты альтернатив относительно критериев выбора. Полученные

в результате значения приоритетов альтернатив относительно главной цели представляют собой интегральные оценки их предпочтения (глобальные приоритеты) и рассматриваются как решение поставленной в исследовании задачи определения наиболее предпочтительного типа закрепления хвостовика.

Таким образом, формируются множества оценок по критериям.

В соответствии с процедурой иерархического синтеза, искомые приоритеты $\omega_i(Tz_i)$ находятся путем взвешенного суммирования локальных приоритетов по всем путям ведущим от C_i к Tz_i . Получаем соотношение:

$$\omega_i(Tz_i) = \sum_{i=1}^k w_i W_i \quad (12)$$

Подставляя в данную формулу соответствующие матрицы приоритетов для существующих типов хвостовиков согласно существующим оценкам экспертов по заданным критериям.

Глобальные приоритеты альтернатив ω_1 (хвостовик CoromantCapto), ω_2 (конус 7/24),

ω_3 (конус 7/24 с контактом по контуру), ω_4 (HSK форма) и ω_5 (KM) равны соответственно 0.515; 0.081; 0.081; 0.261 и 0.085 (рис. 3).

Рассмотрим задачу выбора наиболее предпочтительного типа закрепления патрона, закрепляемого в оправке и установленного в шпинделе станка, Pe из множества выпускаемых

$$Pe = \{Pe_1, Pe_2, \dots, Pe_8, Pe_9\}, \quad (13)$$

Этот выбор осуществляется на основе степени соответствия альтернатив совокупности требований, определяемых совокупностью трех различных критериев K_k :

$$K_k = \{K_1, K_2, K_3\}, \quad (14)$$

где K_1 – передача момента, K_2 – биение, K_3 – сбалансированность.

На основании полученных данных, формируем множества оценок по критериям. В соответствии с процедурой иерархического синтеза, искомые приоритеты $\lambda_i(Pe_j)$ находятся путем взвешенного суммирования локальных приоритетов по всем путям ведущим от K_k к Pe_j .

Подставляя в формулу (12) соответствующие матрицы приоритетов для рассматриваемых типов хвостовиков согласно существующим оценкам экспертов по заданным критериям. Таким образом, решением исходной задачи будет такая альтернатива Pe , которая имеет наиболее предпочтительную оценку с учетом совокупности всех критериев (рис. 4).

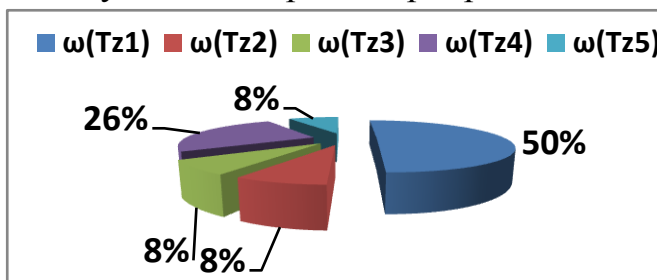


Рис. 3 – Множество приоритетов для существующих типов хвостовиков согласно существующим оценкам экспертов по заданным критериям

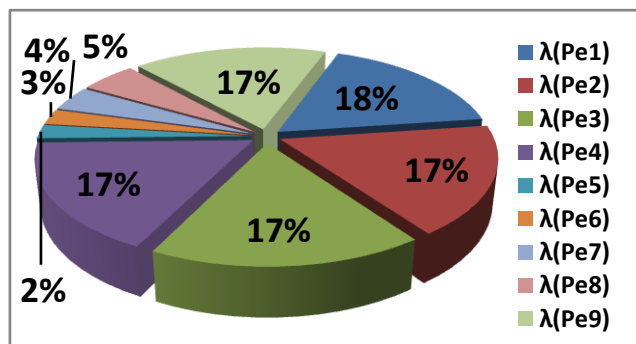


Рис. 4 – Множество приоритетов для существующих типов патронов и адаптеров согласно существующим оценкам экспертов по заданным критериям

Третья глава посвящена разработке методик, алгоритмов работы на основе созданных математических моделей.

Были предложены и отработаны методики непосредственного производства детали на станке с ЧПУ с использованием датчиков контактного типа по двум схемам: 1) с ручным вводом; 2) с использованием специализированной автоматизированной системы. Согласно этим методикам принцип непосредственного производства детали на станке с ЧПУ с датчиком контроля геометрических параметров инструмента в общем виде заключается в следующем: на первом этапе устанавливается в магазин станка весь необходимый набор инструментов и вручную в стойку заносится первичная информация о нем (диаметр и вылет инструмента); на втором этапе с помощью датчика контроля инструмента, выполняется определение действительного размера, после чего полученные данные заносятся в стойку, а на третьем - запускается управляющая программа. Если после обработки параметры изделия не соответствуют заданным, вносится коррекция, полагаясь только на величину рассогласования. Использование специализированной автоматизированной системы позволяет избежать повторного ввода коррекции на инструмент, поскольку эта величина рассчитывается с учетом погрешности, учитывающей особенности закрепления вращающегося фрезерного инструмента и автоматически вносится в таблицу данных об инструменте.

В общем виде, процедуру расчета величины коррекции можно представить в качестве «черного ящика» (рис.5). База знаний содержит экспертные оценки альтернативных вариантов выбора и взаимную важность критериев оценки типов закрепления инструмента, паспортные данные об оборудовании с ЧПУ (погрешность перемещений рабочих органов станка, погрешность регулирования).

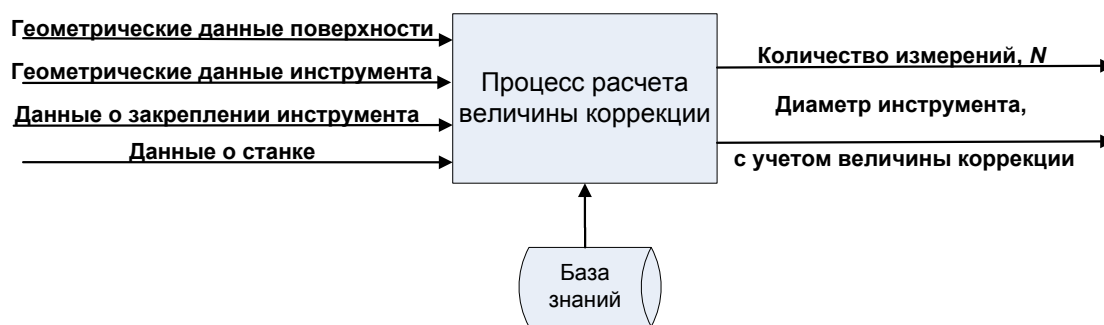


Рис. 5 - Модель процедуры расчета величины коррекции на инструмент для обеспечения заданной точности обработки

На основе проведенных исследований и выполненного анализа была предложена методика определения геометрических параметров инструмента при настройке станка с ЧПУ с датчиком контроля геометрических параметров инструмента (рис. 6).

Четвертая глава. В рамках исследования на основе предложенной методики определения величины коррекции была разработана структурная схема расчета величины коррекции на инструмент. В рамках диссертационного исследования предложена функциональная схема работы автоматизированной системы (рис. 7).

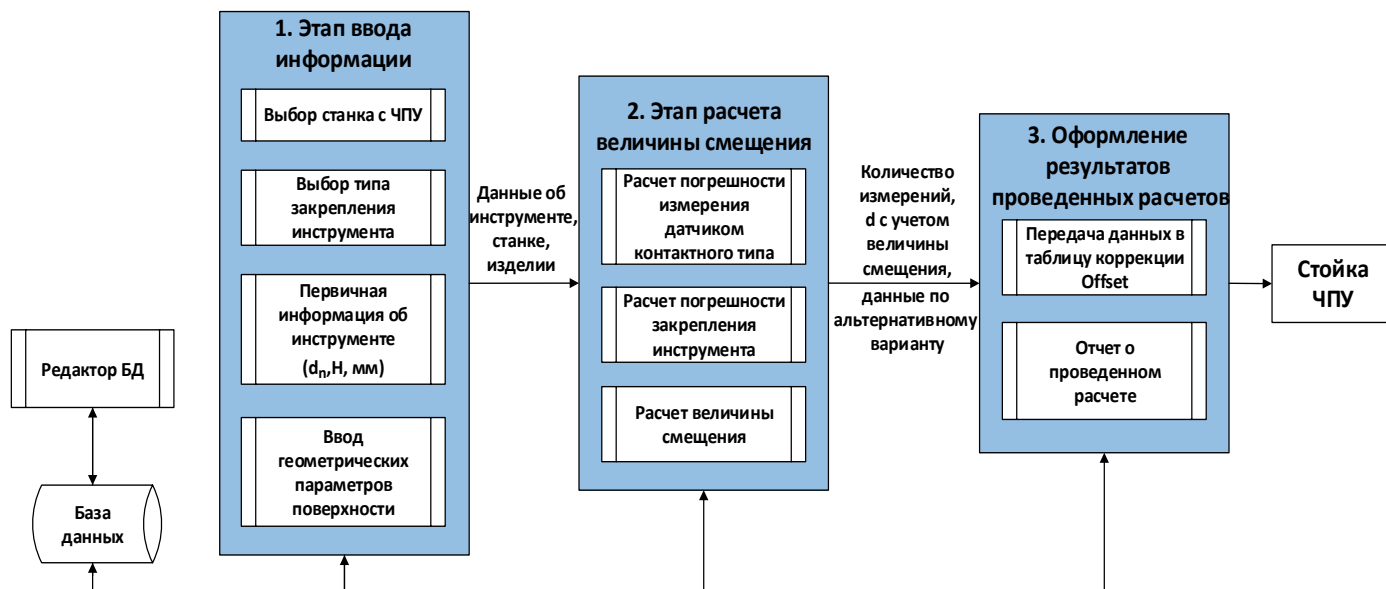


Рис.6 – Методика определения величины коррекции на инструменте

Согласно этой схеме, АС, установленная на персональном компьютере, взаимодействует с числовым управлением станка через OPC – сервер. Для передачи данных с компьютера на стойку ЧПУ, с использованием OPC - сервера, необходимо его открыть, что и делается на начальном этапе. OPC - клиент может подключаться к серверу, находящемуся на этом же компьютере или компьютере в сети на операционной системе Windows, или на программируемом логическом контроллере с операционной системой Windows CE. Интуитивно понятный интерфейс диалогового типа, предназначенный для управления модулями расчета и связи, позволяет полностью контролировать процессы подключения, сбора, расчета и передачи параметров на станок и со станка. Использование базы данных позволяет сохранять параметры.

После выполнения исследований с использованием СУБД SQLite, была разработана концептуальная модель данных и база данных на ее основе. Для разработки компонентов автоматизированной системы использовалась программная среда Delphi. Также были разработаны блок-схемы алгоритмов функционирования автоматизированной системы и применяемых библиотек.

Разрабатываемая автоматизированная система позволяет считывать данные о закрепленном инструменте на станке с ЧПУ посредством OPC-сервера, устанавливая с ним соединение клиент-серверного типа. Работа с системой идет последующему алгоритму:

1. Для того чтобы считать данные необходимо сначала выбрать, какого типа данные необходимо получить. Сразу при запуске системы производится выбор: расчет диаметра (D) или вылета (H) инструмента, или и того и другого.
2. Далее пользователю предоставляется возможность автоматического поиска OPC-серверов или по известному ему IP-адресу. Просмотрев список OPC-серверов и оборудования, работу которого они отслеживают, производится выбор сервера.
3. Происходит подключение к выбранному оборудованию, или возможность предварительного редактирования записи в базе данных.

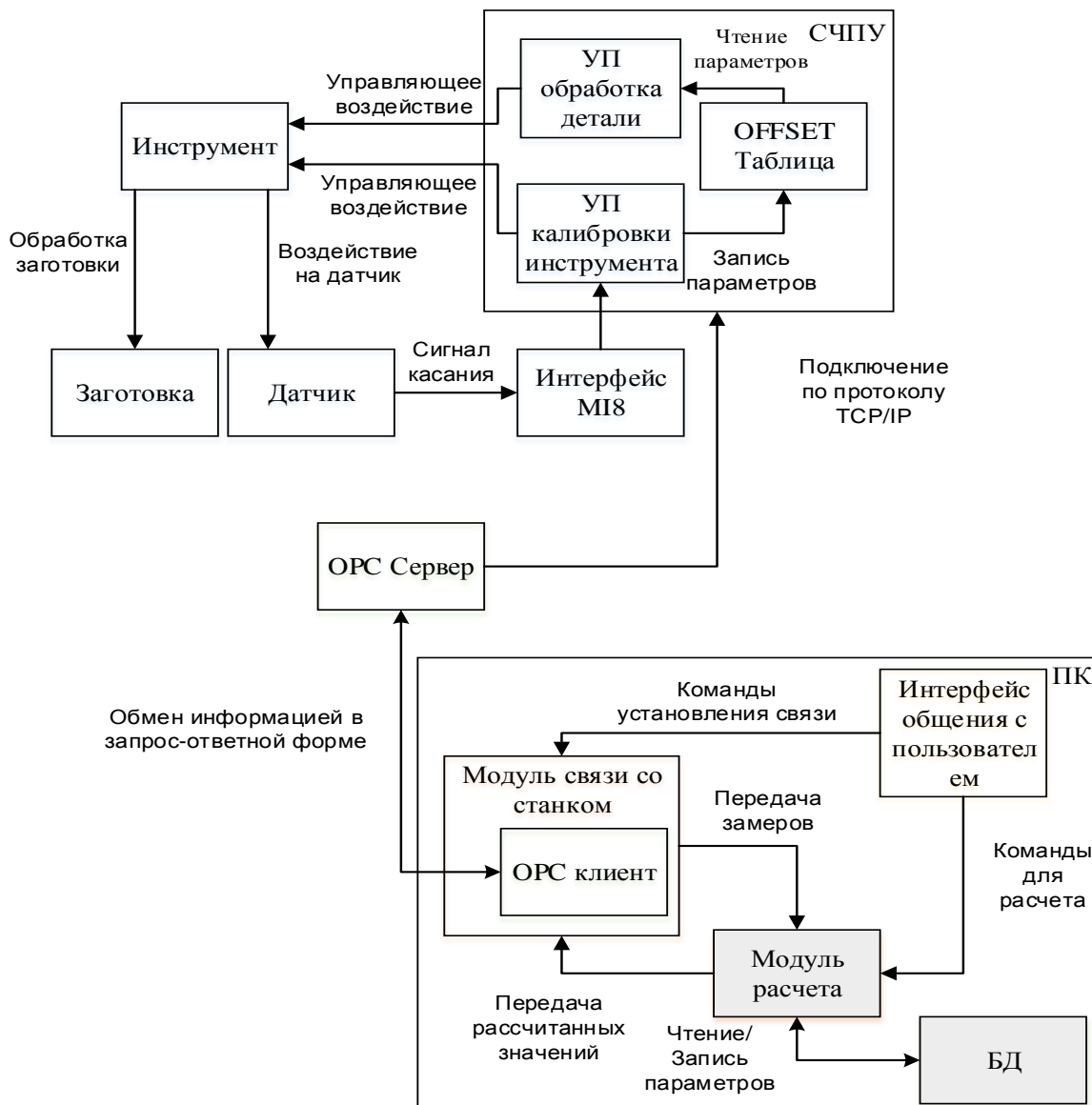


Рис. 7 – Структурно-функциональная схема автоматизированной системы по определению величине коррекции инструмента на фрезерном станке с ЧПУ

4. После этого с OPC-сервера, если имеется, приходит список инструмента. Но, как правило, данные об инструменте хранятся на сервере под порядковым номером, для адекватного отображения списка инструмента существующей базы данных инструмента.

5. После выбора инструмента происходит считывание данных с OPC-сервера и ожидание обновления их, для корректной работы алгоритма расчета.

6. После расчета данные автоматически передаются на станок и выводятся в диалоговое окно пользователя при помощи OPC-сервера и сохраняются в базу данных программного комплекса.

В работе предложены организационные мероприятия по внедрению автоматизированной системы на производстве. Подробно рассмотрены алгоритмы функционирования АС и используемых библиотек при объявлении OPC-интерфейсов, приведены их алгоритмические блок-схемы. Приведены организационные мероприятия по внедрению автоматизированной системы на

производство. Проведено технико-экономическое обоснование использования результатов проведенного диссертационного исследования.

Проведенные исследования показали, что использование предложенной в диссертационном исследовании автоматизированной системы повышает точность обрабатываемых изделий и позволяет сократить временные затраты на подготовку запуска новой партии изделий.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ:

1. В проведенном исследовании решена новая научно-техническая задача по автоматизации настройки инструмента относительно обрабатываемой поверхности корпусных деталей на фрезерных станках с ЧПУ на основе статистических методов подналадки.

2. Разработаны алгоритмы функционирования автоматизированной системы, отличающиеся описанием взаимодействия ее распределенных компонентов программного обеспечения.

3. Разработана математическая модель интеграционного оценивания погрешности настройки станка с ЧПУ, позволяющая на этапе оценки типа закрепления инструмента вычислить приоритеты типов закрепления относительно критериев выбора. Полученные в результате значения приоритетов этих альтернатив относительно главной цели представляют собой глобальные приоритеты при их выборе и рассматриваются как решение поставленной в исследовании задачи определения наиболее предпочтительного типа закрепления хвостовика

4. Предложена методика управления изготовлением корпусных деталей на фрезерных станках с ЧПУ, базирующаяся на разработанной математической модели, и отличающаяся учетом погрешности измерения датчика контроля геометрических параметров инструмента контактного типа и погрешности, обусловленной типом закрепления инструмента в шпинделе станка и типом оправки.

5. Создан алгоритм и структурно-функциональная схема работы автоматизированной системы, отличающейся применением разработанной математической модели и методики управления.

6. Предложена методика оценивания величины коррекции на инструмент с использованием датчиков контроля инструмента контактного типа, базирующаяся на результатах однофакторного дисперсионного анализа, полученных в результате статистического анализа экспериментальных данных и метода анализа иерархий.

7. По результатам проведенных исследований, была предложена структура базы данных используемого оборудования и оснастки, созданная с помощью СУБД SQLite и разработаны библиотеки при объявлении OPC- интерфейсов и приведены их алгоритмические блок-схемы функционирования.

8. Разработана автоматизированная система, позволяющая осуществлять сетевой доступ к оборудованию с ЧПУ, считывать информацию о геометрических параметрах инструмента и при необходимости вносить требуемую величину коррекции с учетом используемого оборудования, инструмента и типа закрепления инструмента.

9. Практическое использование автоматизированной системы позволило уменьшить время настройки станка с ЧПУ и сократить количество бракованных изделий на 7%.

Основные публикаций по теме диссертации

*Статьи в рецензируемых журналах,
рекомендованных ВАК Минобрнауки России:*

1. Филиппова, Л.Б. Решение задач автоматизации ТПП предприятий Региональных инновационных центрах при университетах, созданных при поддержке ИКТИ РАН [Текст]/А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Л.Б. Филиппова// - 940.Известия Кабардино-Балкарского государственного университета- Том 2, №5, 2012, с. 18-20(*Личное участие 35%*).

2. Филиппова, Л.Б. Исследование процесса формирования погрешности обработки при использовании систем активного контроля настройки инструмента на станках с ЧПУ[Текст]/ В.И. Аверченков, Л.Б. Филиппова// Вестник Брянского государственного технического университета. – Брянск: БГТУ, 2013. – №2 (38). – С. 4 – 10.(*Личное участие 80%*).

3. Филиппова, Л.Б. Автоматизация определения величины коррекции на инструмент в процессе подготовки производства при использовании активных датчиков контроля инструмента контактного типа [Текст]/ В.И. Аверченков, Л.Б. Филиппова// Информационные системы и технологии. – Орел: Госуниверситет-УНПК, - 2013. - №5(79). – С. 80-89(*Личное участие 70%*).

4. Филиппова, Л.Б. Программный комплекс определения величины коррекции на инструмент для обрабатывающих центров с датчиками активного контроля [Текст]/ В.И. Аверченков, Л.Б. Филиппова, Л.И. Пугач// Известия Тульского государственного университета. Технические науки – Тула: Госуниверситет, - 2013. - №7. – С. 70-78 (*Личное участие 65%*).

Публикации в других изданиях,

включая труды международных научно-технических конференций:

5. Филиппова, Л.Б. Система оценки точности настройки режущего инструмента при обработке на станках с ЧПУ[Текст]/Л.Б. Филиппова//Проведение исследования по приоритетным направлениям современной науки для создания инновационных технологий: [Текст]+[Электронный ресурс]: материалы III региональной научно-практической конференции молодых исследователей и специалистов./ - Брянск, БГТУ, 2011, с. 39-40.

6. Филиппова, Л.Б. Система автоматизированной настройки точности при обработке на станках с ЧПУ[Текст]/В.И.Аверченков, Л.Б. Филиппова//Качество, стандартизация и контроль: теория и практика: Материалы 13-ой Международной научно-практической конференции, 01-05 октября 2012г., г. Ялта. – Киев: АТМ Украины, 2012, с. 3-6(*Личное участие 60%*).

7. Филиппова, Л.Б. Повышение качества технологической подготовки производства изделий с использованием современных автоматизированных систем [Текст]/ А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Л.Б. Филиппова//Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2013».- Выпуск 1.Том 9. - Одесса: КУПРИЕНКО, 2013, с. с. 77-81(*Личное участие 50%*).

8. Филиппова, Л.Б. Оценка точности автоматизированной настройки режущего инструмента при обработке на станках с ЧПУ [Текст] / В.И. Аверченков, Л.Б. Левкина // Инженерия поверхности и реновация изделий: Материалы 11-й Международной научно-практической конференции, 23-27 мая 2011г., г. Ялта. – Киев: АТМ Украины, 2011, с.6-8 (Личное участие 65%).

9. Филиппова, Л.Б. Виртуальная подготовка производства наукоемких деталей с применением виртуальных моделей инструмента и оборудования [Текст] / М.В. Терехов, Л.Б. Левкина, А.В. Аверченков // Материалы международной научно-технической конференции «Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки». – Минск: Бизнесофсет, 2011. – С.112-113 (Личное участие 30%).

10. Филиппова, Л.Б. Автоматизация ТПП предприятий в региональных инновационных центрах при университетах, созданных при поддержке ИКТИ РАН [Электронный ресурс] / А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Л.Б. Филиппова // Международный электронный научный рецензируемый журнал «Конструкторско-технологическая информатика», №5, 2012. – Режим доступа <http://journal.ikti.ru/?p=696&lang=eng#more-696> (Личное участие 45%).

11. Филиппова, Л.Б. Программный комплекс расчета коррекции на инструмент при использовании датчиков контактного типа на современном металлообрабатывающем оборудовании с ЧПУ [Текст] / В.И. Аверченков, Л.Б. Филиппова // Сборник трудов IV международного научно-практического семинара «Система непрерывного образования в общеевропейском контексте: перспективы, развитие, профессионализм» – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2013. – С. 22-26 (Личное участие 80%).

12. Филиппова, Л.Б. Автоматизированный комплекс расчета погрешности обработки при использовании систем активного контроля настройки инструмента [Текст] / Л.Б. Филиппова // Инновационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Том 2./ Гл. ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.А. Иванов- М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013, с.408-410

Лицензия №020381 от 24.04.97. Подписано в печать 01.11.13. Формат 60x84 1/16.

Бумага типографическая №2. Офсетная печать. Печ. л. 1. Уч. – изд. л. 1. Т. 100 экз.

Брянский государственный технический университет,

241035, г. Брянск, б-р 50-летия Октября, д.7.

Лаборатория оперативной полиграфии БГТУ, ул. Институтская, 16.