



Богатенков Сергей Александрович,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник кафедры подготовки педагогов профессионального обучения и предметных методик ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск
Ser-bogatenkov@yandex.ru

Юсубов Низами Дамир оглы,

доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения» Азербайджанского технического университета, г. Баку
nizami_yusubov@mail.ru

Требования к информационной подготовке кадров в условиях применения систем автоматизированного проектирования

Аннотация. Внедрение информационных технологий приводит к повышению эффективности решения профессиональных задач и к возрастанию роли информационной подготовки кадров. В статье описан опыт формирования требований к информационной подготовке кадров в условиях применения систем автоматизированного проектирования в машиностроении.

Ключевые слова: информационная подготовка кадров, требования, системы автоматизированного проектирования.

Раздел: (06) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).

Начиная с последних десятилетий прошлого века, во всех сферах деятельности активно применяются информационные и коммуникационные технологии. В образовании внедряется электронное обучение, основанное на применении дистанционных технологий. На машиностроительных предприятиях применяются системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Современное производство оснащается автоматизированными системами управления технологическими процессами.

Перспективным направлением развития современного образования является практико-ориентированный подход. Например, премьер-министр РФ Дмитрий Медведев отметил тенденцию увеличения доли российских вузов, взаимодействующих с промышленными компаниями. Он указал на целесообразность привлечения в качестве преподавателей специалистов, имеющих опыт работы в производственных цехах, конструкторских бюро, маркетинговых и сервисных компаниях особенно для развития новых форм образования, таких как прикладной бакалавриат и технологическая магистратура. «Эти профи со знанием дела покажут молодым умам, как на деле работает современное автоматизированное производство», – отметил премьер министр [1].

Приведенные факты свидетельствуют об актуальности задачи выявления требований к информационной подготовке кадров с целью повышения ее качества.

В этом отношении заслуживают внимания монографии [2–5], в которых рассмотрены вопросы компетентностно ориентированного проектирования информационной подготовки кадров на основе опыта внедрения информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в образовании, машиностроении, энергетике, экономике и управлении.

Рассмотрим опыт формирования требований к персоналу в результате применения систем автоматизированного проектирования на машиностроительных предприятиях [6–13].



Разработка и оформление технической и технологической документации с помощью ИКТ. Широкое распространение в машиностроении и материалообработке получили системы автоматизированного проектирования (САПР), которые ориентированы на работу в интерактивном режиме, предоставляя проектировщику оперативный доступ к графической информации, простой и эффективный язык управления ее обработкой с практически неограниченными возможностями контроля результатов. В первую очередь это относится к графическому диалогу, поскольку именно графика (чертежи, схемы, диаграммы и т. п.) как наиболее эффективный способ представления информации занимает привилегированное положение в САПР. Таким образом удается автоматизировать самую трудоемкую часть работы. По оценкам зарубежных конструкторских бюро, в процессе традиционного проектирования на разработку и оформление чертежей приходится около 70% от общих трудозатрат конструкторской работы (сравните: 15% – на организацию и ведение архивов, и 15% собственно на проектирование, включающее в себя разработку конструкции, расчеты, согласование со смежными областями). Если проанализировать затраты технологов, то получится не меньший процент, приходящийся на графические работы. В самом деле, при решении задач проектирования технологических процессов (ТП) технологу необходимо создавать массу графических документов. Чертеж заготовки, ее схема базирования, операционные эскизы – вот далеко не полный их перечень. Кроме того, для проектирования структуры ТП на различных станках необходимо иметь архивы графических изображений простых, сложных и совмещенных переходов. Целью технологической подготовки производства является создание эффективных ТП с высокой производительностью и низкой себестоимостью. Это достигается в результате решения ряда перспективных задач: структурно-параметрической оптимизации, размерного анализа и синтеза ТП. Данные задачи относятся к классу сложных и плохо формализуемых задач. Их решение во многом определяется мнением технолога, для правильного формирования которого необходимы графики областей допустимых режимов резания, циклограммы работы станков, изображения размерных цепей и т. п., т. е. опять ряд графических документов. Проектирование ТП считается незаконченным, если не решен при этом ряд вспомогательных конструкторских задач: проектирование фасонного инструмента, кулачков для автоматов и т. п. Анализ задач технолога дает понять, что графические работы при проектировании ТП отнимают у технолога достаточно много времени, что приводит к необходимости их решения с помощью средств машинной графики и геометрии на ЭВМ.

В результате внедрения САПР в должностные инструкции технического персонала вносится следующее изменение в раздел функциональных обязанностей относительно ведения документооборота: разработку и оформление технической и технологической документации выполнять с помощью САПР.

Повышение производительности труда и качества продукции, экономия ресурсов и организация безопасности с помощью ИКТ. Многоинструментная обработка занимает важное место в технологии машиностроения по резервам повышения производительности труда и качества продукции. Обладая большими потенциальными возможностями по концентрации переходов, многоинструментные наладки позволяют выполнять на одной токарно-автоматной операции для большой номенклатуры деталей весь формообразующий технологический передел, до термической обработки, а нередко и производить полную обработку: от заготовки до готовой детали. Можно сказать, что многоинструментная обработка является высшей формой организации процесса металлообработки.



Номенклатура токарных станков, работающих с многоинструментными наладками, достаточно велика. Гамма традиционных многоинструментных токарных станков-автоматов с управлением от кулачков составляет более 220 моделей. Еще более расширяют эту номенклатуру современные станки с ЧПУ. К настоящему времени выпускаются более 50 моделей станков с ЧПУ, предусматривающих работу с многоинструментными наладками. Небольшими сериями выпускаются многошпиндельные токарные станки с ЧПУ, объединяющие возможности совмещения переходов многошпиндельных автоматов и возможности гибкого управления станков с ЧПУ.

Анализ заводских технологий показал, что переход с универсальных станков на простейшие одноинструментные станки с ЧПУ повышает производительность в среднем в 2,3 раза, а переход на многоинструментные токарные автоматы – в 3,9 раза. Применение многоинструментных совмещенных наладок на многошпиндельных станках – автоматах дает повышение производительности до 6 раз.

Токарные автоматы и полуавтоматы и особенно современные станки с ЧПУ имеют большой технологический потенциал, как в вопросах концентрации переходов, так и в обеспечении точности обработки. Станки с револьверной головкой или с магазином инструментов допускают концентрацию на одной токарно-автоматной операции до 20 переходов. Многошпиндельные станки позволяют довести уровень концентрации переходов до 30. Современные станки с ЧПУ в многоинструментных наладках позволяют обеспечивать точность до 8 квалитета.

Однако проведенный анализ степени использования богатейших технологических возможностей многоинструментных токарных автоматов показал, что реальный уровень использования их возможностей по концентрации переходов составляет 63%, по точности обработки – 14–12 квалитеты, количество инструментов в многоинструментной наладке не превышает четырех.

Еще более тяжелая ситуация наблюдается в использовании современных станков с ЧПУ. Здесь многоинструментная обработка обнаружена лишь в наладках, спроектированных заводом – изготовителем при поставке станка.

Из вышесказанного следует проблема современного машиностроения: повышение эффективности использования технологических возможностей многоинструментной обработки на современных многосуппортных и многошпиндельных станках с ЧПУ токарной группы.

Причина такого положения кроется, в первую очередь, в отсутствие расчетной теории проектирования многоинструментной обработки, чем и обуславливаются весьма приблизительные рекомендации в существующих нормативах, издававшихся в 1955–70 годах.

Субъективный характер существующих методик проектирования токарно-автоматных операций приводит к длительной их отладке и вынуждает ограничиваться простейшими наладками. В то же время современное токарно-автоматное оборудование технически позволяет осуществлять быструю переналадку (сменные комплекты кулачков, электромеханические командоаппараты и т. д.), однако трудность состоит в надежном определении наладочных параметров на стадии проектирования. Еще более усугубляется ситуация при переводе многоинструментной обработки на программное управление, а промышленность уже выпускает токарно-револьверные станки с ЧПУ, осваивает выпуск многошпиндельных станков с ЧПУ (Киевский станкостроительный завод, фирмы Gildemeister, Beringer).

Поэтому, основной предпосылкой для разрешения создавшейся проблемы является разработка теории проектирования многоинструментной обработки.



Организация мобильной многоинструментной технологии требует решения комплекса вопросов, от разработки теории процессов многоинструментной обработки, до создания нормативной базы по проектированию технологических операций. Многоинструментная обработка столь многофакторна, что ее проектирование неизбежно требует применения компьютерных технологий, т. е. создания систем автоматизированного проектирования (САПР).

Анализ нормативных методик и исследований по многоинструментной обработке показал, что ключевым фактором, отражающим саму суть многоинструментной обработки, является точность выполняемых размеров. Поэтому, базой в расчетной теории проектирования многоинструментной обработки должна являться теория точности.

Целью работы Н. Д. Юсубова явилась разработка матричной теории точности многоинструментной токарной обработки [14].

Целью работы А. А. Кошина явилась разработка теории точности многоинструментной токарной обработки и создание нормативной базы и САПР оптимальных многоинструментных токарных операций [15].

Главным фактором качества САПР является ее методическое обеспечение – методы проектирования, положенные в основу проектирующих алгоритмов. Однако не менее важными, с точки зрения эффективности САПР, являются и чисто системные вопросы, относящиеся к теории и практике разработки САПР. Переход к промышленной эксплуатации САПР выдвигает новые, дополнительные требования.

САПР, предназначенная для широкого внедрения, должна обеспечивать возможность проектирования любого технологического перехода, который может встретиться на предприятии. Попытка создания всеобъемлющей САПР приводит к увеличению объемов системы, излишней ее громоздкости, т. к. большая часть переходов на конкретном предприятии оказывается невостребованной, причем невостребованными на разных предприятиях оказываются разные переходы. Таким образом, необходимо обеспечить возможность адаптации САПР по основным единицам проектирования, по проектирующим алгоритмам. Для обеспечения адаптируемости САПР по основным единицам проектирования предложено изменить принципы построения ее алгоритмического обеспечения. Предлагается в качестве идентификатора технологического перехода вместо традиционного кода-трассы использовать командную строку.

Командная строка – это последовательность номеров или меток алгоритмов, по которым надо вести проектирование данного перехода.

Код-трасса описывает, что обрабатывать и чем, но не содержит никакой информации, как проектировать этот переход. Все правила проектирования этого перехода заносятся в проектирующие алгоритмы и представляют собой их суть. Командная строка, наоборот, указывает на правила, по которым надо проектировать этот переход. Командная строка является объективной характеристикой перехода, она не зависит от того, каким путем по уровням классификации мы приходим к переходу.

Внедрение САПР на разных предприятиях показало большое разнообразие в организации технологического проектирования. На производстве реальна схема, когда одну операцию проектируют несколько проектировщиков, причем каждый решает свою часть проектных задач. Поэтому для широкой внедряемости САПР необходимо обеспечить многопользовательский режим более высокого уровня – работу нескольких пользователей с одной задачей и одним набором исходных данных с согласованием результатов работы всех пользователей. Для этого предлагается два уровня алгоритмов в алгоритмическом обеспечении САПР: локальные алгоритмы, каждый из



которых решает отдельную, маленькую задачу; резидентный алгоритм, управляющий процессом обращения к локальным алгоритмам.

Для работы резидентного алгоритма предлагается создать единое поле данных, которое представляет собой набор строк, предназначенных для хранения информации о переходах. Строка содержит ряд зон, каждая из которых предназначена для записи и хранения определенной информации: адреса перехода, командных строк, параметров переходов – размеры, шероховатости и т. д. Затем следуют зоны, куда записываются результаты отработки проектирующих алгоритмов. Работа всех проектирующих алгоритмов организуется через это поле данных. Каждый локальный проектирующий алгоритм берет нужную информацию из соответствующей строки поля данных, результаты отработки алгоритма заносятся в предусмотренное заранее место этой же строки поля данных (в соответствующую зону).

Таким образом, резидентный алгоритм абсолютно инвариантен относительно состава основных единиц проектирования – технологических переходов. Это позволяет удалять ненужные переходы и вносить новые. Итак, замена кодов на командные строки и использование инвариантного резидентного алгоритма на едином поле данных обеспечивают адаптируемость САПР по основным единицам проектирования, т. е. по проектирующим алгоритмам.

Благодаря введенному единому полю данных, оказалось возможным построить функциональную схему так, чтобы обеспечить многопользовательскую работу с одной задачей (наладкой). Причем работать пользователи (технологи, нормировщики) могут в любой последовательности, – важно, чтобы к моменту их работы в поле данных уже была нужная для них информация.

Лингвистическое обеспечение несет большую функциональную нагрузку, определяя удобство работы с системой. Основную трудность в лингвистике интерактивной САПР токарно-автоматных операций, где на вход подается такой сложный объект, как структура многоинструментной наладки, составляет необходимость видеть на экране монитора всю наладку сразу. Перевод классификатора технологических переходов на командные строки позволил ввести неалгоритмический идентификатор перехода – имя, который имеет только лингвистическое назначение. Краткость этого реквизита позволила предложить панорамный ввод структуры наладки. При панорамном вводе вводится фактически двумерная таблица имен переходов. Столбцы таблицы соответствуют рабочим позициям многошпиндельного автомата, строки – суппортам.

Для уменьшения количества вводимых данных без сокращения количества учитываемых факторов предложены алгоритмы умолчаний, которые по заданным значениям первичных параметров определяют наиболее вероятное значение соответственных вторичных параметров. Ввод вторичных параметров проводится в режиме коррекции. Также предложено распределять исходные данные по функциональной схеме и запрашивать на каждом этапе минимальное количество данных, необходимых для отработки данного этапа.

Итогом этих исследований является САПР токарно-автоматных операций нового поколения (ППП «Топаз 3.1»), которая прошла опытную эксплуатацию в проектных организациях и получила положительное заключение Экспертно-методического совета ЦБНТ [16].

Разработаны основы алгоритмического обеспечения САПР на базе командных строк, обеспечивающие его инвариантность относительно основных единиц проектирования и позволяющие производить адаптацию САПР не только по базам данных,



но и по проектирующим алгоритмам. Предложенные единое поле данных и панорамный ввод исходных данных позволили сформировать функциональную схему САПР, допускающую одновременную работу нескольких пользователей с одной наладкой и структурную оптимизацию наладки-аналога.

Новый метод построения САПР обеспечивает при внедрении ее адаптируемость по алгоритмам и позволяет вписаться в любую схему организации проектных работ на предприятии [17].

Разработаны пакеты прикладных программ для проектирования операций, выполняемых на токарных многошпиндельных горизонтальных автоматах (ППП Топаз, 5 версий), эксплуатируемые на 17 заводах и включенные в ОФАП.

Результаты работы нашли применение в учебном процессе: подготовлены три типовые учебные программы по курсу «САПР технологических процессов», написан и издан учебник для вузов по этому курсу для специальности «Технология машиностроения», разработан компьютерный учебник «САПР технологических процессов», прошедший регистрацию в ОФАП НИИ ВШ.

В результате внедрения САПР в должностные инструкции инженерно-технических работников необходимо внести соответствующие изменения в раздел функциональных обязанностей в направлении повышения производительности труда и качества продукции, экономии ресурсов и организации безопасности при использовании САПР.

Управление процессами с помощью ИКТ. Управление процессами с помощью ИКТ рассмотрим на примере оптимизации планов обработки поверхностей на токарных автоматах [18].

Конструкция токарных автоматов позволяет обеспечить производительность обработки в десятки раз выше, чем на универсальном оборудовании, благодаря большим технологическим возможностям. При обработке деталей на прутковых автоматах в 70% случаев приходится снимать большие напуски. Для повышения производительности эту операцию выполняют за несколько переходов. Применение многошпиндельных автоматов позволяет получить наибольший эффект повышения производительности при многопроходной обработке благодаря одновременной работе инструментов наладки. Однако обследование предприятий ряда отраслей показало, что имеются серьезные недостатки в эксплуатации токарных многошпиндельных горизонтальных автоматов (ТМГА). Основное время при обработке однотипных деталей изменяется в 1,5–2 раза. Колебание основного времени обусловлено в основном различными планами обработки поверхностей (до 1,5 раз), а также вариантами размещения инструментов по позициям автомата (до 1,3 раза) и различным формированием групп замены инструментов (до 1,2 раз).

Такое положение объясняется многовариантностью и большой трудоемкостью процесса проектирования.

В результате учета диаметра на каждом переходе получена модель точности многопроходной обработки, которая позволила оценить влияние количества переходов, глубин резания на каждом переходе и промежуточных квалитетов. Полученная зависимость отражает тот факт, что величина интервала рассеяния упругих отжатий в направлении формируемых размеров определяется как условиями обработки на текущем переходе, так и величинами напусков, снятых на предшествующих переходах, влияющих на диаметр обработки, и достигнутой на них точностью.

При постановке задачи расчетной оптимизации плана обработки поверхностей в качестве основного ограничения принято ограничение по точности выполняемого раз-



мера, основанное на модели точности многопроходной обработки. При решении задачи использован принцип декомпозиции, в соответствии с которым на первом уровне оптимизации выбираются наладки с максимальной подачей продольного суппорта. При этом глубины резания рассчитываются, исходя из условия равенства подач на каждом переходе, а затем корректируются в соответствии с ограничениями на минимальные глубины резания. Оптимальный вариант промежуточных квалитетов определяется в результате сравнения основных времен для всех возможных комбинаций промежуточных квалитетов. Если по частоте вращения шпинделя и по подаче продольного суппорта лимитируют разные поверхности, то с целью получения однозначного решения осуществляется второй уровень оптимизации – по частоте вращения шпинделя.

Сравнение существующих рекомендаций с полученными показывает, что при многопроходной обработке на ТМГА следует назначать большее количество переходов, чем при последовательной работе инструментов, что облегчает работу на каждом переходе и позволяет в целом на операции сократить время обработки. Получено, что с возрастанием напуска целесообразно увеличивать глубину резания на втором переходе. Это объясняется тем, что с возрастанием напуска для выравнивания подач необходимо прибегать к увеличению глубин резания на всех переходах. Выявлено также, что с возрастанием напуска целесообразно увеличивать и промежуточный квалитет. При больших напусках начинает лимитировать подача на первом переходе, где снимается основной напуск. Для увеличения подачи рекомендуется применять обдирочные переходы.

Получена зависимость глубин резания на каждом переходе для конкретного вида инструмента, участвующего в обработке. Так, например, при обработке за два перехода без изменения точности подрезным резцом рекомендуется распределять напуск поровну на каждый переход, при обработке проходным резцом на втором переходе целесообразно снимать несколько меньшую глубину резания, чем на первом, при растачивании, наоборот, на втором переходе эффективнее снимать несколько больший напуск, чем на первом.

На основе применения модели точности многоинструментной многосуппортной обработки предложен метод оптимального размещения инструментов по позициям автомата, позволяющий увеличить производительность операции. Это происходит, с одной стороны, благодаря учету положительного влияния совместной работы инструментов продольного и поперечного суппортов на точность выполняемого размера, с другой стороны, путем увеличения концентрации переходов с целью увеличения количества одновременно обрабатываемых деталей.

Разработан метод оптимального выбора способа замены инструментов. На основе анализа производственных условий предложен алгоритм формирования начального варианта и указан путь повышения производительности операций посредством перемещения лимитирующего по частоте вращения шпинделя инструмента в предыдущую по времени замены группу инструментов с целью уменьшения его стойкости в минутах машинного времени.

Разработан расчетный метод структурной оптимизации операций, выполняемых на ТМГА, включающий, кроме оптимизации планов обработки поверхностей, методы оптимального размещения инструментов по позициям автомата и выбора способа их замены, использующие критерий оптимизации по минимуму основного времени.

В результате моделирования и оптимизации планов и режимов резания при многопроходной обработке поверхностей на ТМГА для повышения производительности



разработан блок структурной оптимизации, позволяющий спроектировать высокопроизводительную структуру многоинструментной наладки в диалоговом режиме с ЭВМ с помощью ППП «ТОПАЗ» [19].

При поиске рациональной структуры наладки использовано такое размерно-точностное проектирование структуры операций, при котором для произвольно выбранных инструментов из базы данных предприятия сначала определяются планы обработки поверхностей и вариант оптимального размещения инструментов по позициям автомата, а затем происходит их оптимальный выбор из базы данных. На втором этапе формируется высокопроизводительный способ замены инструментов. Наличие в некоторых случаях повышенных требований к срокам технологической подготовки производства привело к необходимости выделения этапа формирования стартового варианта наладки, обеспечивающего достаточно высокую производительность операции без предварительного расчета лимитирующих переходов.

Таким образом, в результате моделирования, оптимизации и автоматизации можно обеспечить безопасность машиностроительного производства и повысить эффективность технологического процесса.

В результате внедрения автоматизированного управления процессами проектирования планов обработки поверхностей на токарных автоматах необходимо внести соответствующее изменение в должностную инструкцию технолога, выполняющего проектирование технологического процесса.

Решение проблем, связанных с применением ИКТ. Проблемы применения информационных технологий в машиностроении и материалообработке связаны с большой трудоемкостью и многовариантностью проектирования технологических процессов. Для проектирования эффективного технологического процесса применяются методы математического моделирования, оптимизации и автоматизации.

В России насчитывается несколько сотен различных САПР технологического назначения, работающих как на машиностроительных предприятиях, так и в проектных организациях. Поэтому при внедрении на предприятии методов автоматизации технологической подготовки производства актуальной и целесообразной является задача не создания новой САПР, а выбор системы из множества имеющихся и адаптация ее к конкретной производственной обстановке.

Задачи технологической подготовки производства и степень подробности их решения определяются характером производства. В условиях единичного и мелкосерийного производства, как правило, ограничиваются разработкой маршрутного или маршрутно-операционного описаний технологических процессов. Для среднесерийного производства проектируется операционное описание процесса с расчетом режимов резания и норм времени; оформляются ведомости потребной оснастки, режущего и измерительного инструментов. Для крупносерийного и массового производства характерно включение в технологические процессы автоматизированного оборудования, применение специальной оснастки. В этих условиях оправдывает себя тщательная проработка каждого элемента технологического единичного процесса, анализ множества вариантов, оптимизация, размерный анализ процесса.

Для разных типов производства и разного металлорежущего оборудования рекомендуются типовые представители систем различного назначения, наиболее часто применяемые на предприятиях:

– САПР маршрутного описания технологических процессов обработки на универсальных станках для условий мелкосерийного производства;



- САПР операционного описания процессов обработки на настроенных станках для среднесерийного производства на основе групповых и типовых технологических процессов;
- локальные САПР, решающие отдельные задачи для технологических процессов массового производства, например, машинное проектирование операций;
- элементы САПР операций для токарных и фрезерных станков с ЧПУ;
- элементы САПР рабочих ходов инструментов для многоцелевых станков, управляемых от ЭВМ;
- САПР типовых режущих инструментов;
- САПР типовых приспособлений.

В условиях применения САПР в должностную инструкцию заместителя руководителя по ИТ необходимо внести соответствующее изменение в раздел функциональных обязанностей относительно знаний и умений по обоснованному выбору и организации эксплуатации САПР.

Таким образом, рассмотрен опыт формирования требований к информационной подготовке кадров в условиях применения систем автоматизированного проектирования на машиностроительных предприятиях.

Ссылки на источники

1. Медведев предлагает начать в России подготовку студентов под непосредственный заказ предприятий // Новости бизнеса. – 04.09.2013. – URL: <http://www.uznayvse.ru/ekonomika/medvedev-predlagaet-nachat-v-rossii-podgotovku-studentov-pod-neposredstvennyiy-zakaz-predpriyatiy-53833.html>
2. Богатенков С. А. Проектирование безопасной информационной подготовки. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2013. – 276 с.
3. Богатенков С. А., Гнатышина Е. А. Проектирование информационной подготовки прикладных бакалавров. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2013. – 203 с.
4. Богатенков С. А. Формирование информационной компетентности в уровневом профессионально-педагогическом образовании. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2012. – 185 с.
5. Богатенков С. А. Информационные технологии в профессиональной деятельности: опыт внедрения в Челябинске. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 112 с.
6. Богатенков С. А., Выдрин В. Ю., Фролова Н. С. Машинная графика в САПР ТП. В 3 ч. Ч. 1. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1993. – 76 с.
7. Богатенков С. А. Машинная графика в САПР ТП. В 3 ч. Ч. 2. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1993. – 74 с.
8. Богатенков С. А., Каширин Н. А., Кулиев М. А., Юсубов Н. Д. Машинная графика в САПР ТП. В 3 ч. Ч. 3. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1994. – 47 с.
9. Богатенков С. А. Подсистема машинной графики для САПР операций, выполняемых на токарных автоматах // Прогрессивная технология чистовой и отделочной обработки: сб. науч. тр. – Челябинск: ЧГТУ, 1991. – С. 111–112.
10. Кошин А. А., Ефимов Е. Ю., Богатенков С. А. Пакет прикладных программ ТОПАЗ // Свидетельство о регистрации программного средства № 60 от 13.11.1986. – М: ОФАП, САПР Т и АСУТП, 1986.
11. Кошин А. А. Теория точности и оптимизации многоинструментной токарной обработки: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 1997. – 36 с.
12. Юсубов Н. Д. Повышение эффективности многоинструментной обработки на станках автоматах токарной группы: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Баку, 2008. – 41 с.
13. Юсубов Н. Д., Богатенков С. А. Оптимизация планов обработки поверхностей на токарных автоматах // Известия вузов. – 1993. – №10–12. – С.118–121.
14. Юсубов Н. Д. Указ. соч.
15. Кошин А. А. Указ. соч.
16. Кошин А. А., Ефимов Е. Ю., Богатенков С. А. Указ. соч.
17. Кошин А. А. Указ. соч.
18. Юсубов Н. Д., Богатенков С. А. Указ. соч.
19. Кошин А. А., Ефимов Е. Ю., Богатенков С. А. Указ. соч.



Sergey Bogatenkov,

candidate of engineering sciences, leading Researcher at the chair of training teachers of vocational training and substantive procedures, Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk

ser-bogatenkov@yandex.ru

Yusubov Nizami Damir oglu,

doctor of Engineering Sciences, Professor at the chair of mechanical engineering, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

nizami_yusubov@mail.ru



Requirements for informational training for applications in computer-aided design

Abstract. Introduction of information technology increases the effectiveness of the solution of professional problems and the role of informational training. The authors describe the experience of requirements formation of informational training in conditions of use of automated systems – consistent design in machinebuilding.

Key words: informational training, requirements, computer-aided design.

References: 1–19 – Russian Sources.

Рекомендовано к публикации:

Некрасовой Г. Н., доктором педагогических наук, профессором членом редакционного совета журнала «Концепт»