МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Пояснительная записка к дипломному проекту

*Специальность* “Информационные технологии”

*Квалификационный уровень* - специалист

Тема работы: "***Разработка программно - методического комплекса проектирования токарных операций в производственных условиях ЗАО НКМЗ"***

Специальная часть: "***Разработка программного обеспечения для организации интерфейса программно-методического комплекса"***

Разработал студент гр. ИТ 98-1 А.А. Охрименко

Консультант по экономике В.В. Володченко

Консультант по охране труда Л.В. Дементий

Руководитель проекта С.А. Негрий

Н. Контроль А.В. Алтухов

Краматорск 2003 г.

Содержание

Реферат

Перечень сокращений

Введение

1. Общая часть

1.1 Анализ объекта автоматизированного проектирования и постановка задачи

1.1.1 Структура и состав технической документации

1.1.2 Роль и место САПР ТП механообрабатывающих работ в технической подготовке производства и непосредственно в технологической подготовке производства

1.1.3 Организация работ по технологической подготовке производства на предприятии

1.1.4 Функции отдела главного технолога

1.1.5 Анализ структуры и состава эксплуатируемых на предприятии систем автоматизированного проектирования

1.1.5.1 Система автоматизированного проектирования "АРМ-Технолога"

1.1.5.1.1 Структура и функциональные возможности системы "АРМ-Технолога"

1.1.5.1.2 Методология системы АРМ-Технолога

1.1.5.1.3 Недостатки системы АРМ-Технолога

1.1.5.2 Комплекс программ SPT

1.1.5.3 Программа генерирования техпроцессов для нарезки зубьев

1.1.6 Обзор и критический анализ аналогичных систем в Украине, России, в мире

1.1.6.1 САПР ТП Компас-автопроект

1.1.6.2 САПР ТП ТехноПро

1.1.6.3 САПР ТП TECHCARD

1.1.6.4 Интегрированная компьютеризированная система конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) изделий машиностроения

1.1.6.5 Система автоматизированного технологического проектирования "ТЕМП"

1.1.7 Разработка предложений по совершенствованию существующей системы САПР ТП механообработки на токарном оборудовании в условиях ЗАО НКМЗ

1.2 Выбор базовых программных средств для разработки оригинального программного обеспечения

1.2.1 Критерии оценки

1.2.2 Оценка средства разработки

1.3 Компоненты программно-методического комплекса (ПМК) проектирования токарных операций

1.3.1 Информационное обеспечение

1.3.2 Программное обеспечение

1.3.3 Алгоритм и порядок работы с программно-методическим комплексом при составлении модели комплексной детали

1.3.3.1 Описание формата файла для хранения информации о комплексной детали

1.3.4 Алгоритм и порядок работы при описании индивидуальной детали

1.3.4.1 Описание формата файла для хранения информации об индивидуальной детали

1.3.5 Алгоритм работы программно-методического комплекса при проектировании техпроцесса

1.3.5 Техническое обеспечение

1.3.6 Организационное обеспечение

2. Специальная часть разработка программного обеспечения для организации интерфейса программно-методического комплекса

2.1 Разработка технического задания на реализацию специальной части дипломного проекта

2.1.1 Основание для разработки

2.1.2 Назначение разработки

2.1.3 Требования к программному продукту

2.1.3.1 Требования к функциональным характеристикам

2.1.3.2 Требования к надежности

2.1.3.3 Условия эксплуатации

2.1.3.4 Требования к составу и параметрам технических средств

2.1.3.5 Требования к информационной и программной совместимости

2.1.4 Требования к программной документации

2.1.5 Технико-экономическая эффективность

2.1.6 Стадии и этапы разработки

2.1.7 Порядок контроля

2.2 Детальное описание алгоритма моделирования комплексной детали

2.3 Разработка программного модуля

2.3.1 Описание элементов главного меню ПМК

2.4 Результаты использования разработанного программно - методического комплекса

2.4.1 Анализ работы ПМК проектирования токарных операций

3. Экономические расчеты

3.1 Расчет капитальных затрат на создание программного изделия

3.2 Расчет годовой экономии текущих затрат

3.2.1 Расчет себестоимости выполнения проектирования в старом автоматизированном варианте

3.2.2 Расчет годовой экономии и срока окупаемости

4. Охрана труда

4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

4.2 Разработка мероприятий по обеспечению безопасных и комфортных условий труда

4.3 Расчет общего равномерного освещения

Заключение

Перечень ссылок

## Реферат

Пояснительная записка состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка использованной литературы, содержит \_\_ страниц машинописного текста, \_\_\_ таблиц, \_\_\_ рисунков и схем, \_\_\_ приложения.

Объект проектирования - программно-методический комплекс проектирования токарных операций в производственных условиях ЗАО НКМЗ.

Основная цель работы - разработка программно - методического комплекса для использования в целях обучения студентов основам проектирования технологических процессов для токарных операций.

В работе рассмотрены и проанализированы системы автоматизированного проектирования технологических процессов существующие на Украине, в России, в мире. Рассмотрены их функциональные возможности и выявлены недостатки. Проанализированы структура и состав систем автоматизированного проектирования эксплуатируемых на заводе. Разработаны предложения по усовершенствованию существующей системы САПР ТП механообработки на токарном оборудовании в условиях ЗАО НКМЗ. Выделены и обобщены основные функции, которые должна выполнять проектируемая система, разработаны технологические подходы к организации информации о деталях.

Спроектировано программное обеспечение для организации интерфейса программно - методического комплекса.

По охране труда проведен анализ опасных и вредных производственных факторов, разработаны мероприятия по обеспечению безопасных и комфортных условий труда, выполнен расчет общего равномерного освещения.

В экономической части рассчитаны основные технико-экономические показатели проектируемого программно-методического комплекса.

Программно-методический комплекс предназначен для наглядной демонстрации проектирования технологического процесса, состоящего из токарных операций. Рекомендуется использовать в учебном процессе для обучения основам проектирования техпроцессов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТОКАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ, ПЕРЕХОД, ОПЕРАЦИЯ, ТАБЛИЦА СООТВЕТСТВИЙ, ИНТЕРФЕЙС, САПР ТП.

## Перечень сокращений

CUA (Common User Access) - стандарт на общий пользовательский интерфейс;

DFD (Data Flow Diagram) - диаграмма потоков данных;

GUI (Graphic User Interface) - графический интерфейс пользователя, составная часть стандарта CUA;

БД - база данных;

ЗАО - Закрытое акционерное общество;

КИТ - Кафедра информационных технологий;

НКМЗ - Новокраматорский машиностроительный завод;

ОГТ - отдел главного технолога;

ОС - операционная система;

ОТД - отдел технической документации;

ПК - персональный компьютер;

ПО - программное обеспечение;

САПР - система автоматизированного проектирования;

СНГ - Содружество независимых государств;

СУБД - система управления базами данных;

ТП - технологические процессы;

ЧПУ - числовое программное управление;

ЭВМ - электронно-вычислительная машина.

## Введение

Современное отечественное машиностроение должно развиваться в направлении автоматизации производства с широким использованием ЭВМ и роботов, внедрения гибкихтехнологий, позволяющих быстро и эффективно перестраивать технологические процессы на изготовление новых изделий. Автоматизация проектирования технологии и управления производственными процессами - один из основных путей интенсификации производства, повышения его эффективности и качества продукции.

Эффективность мероприятий по автоматизации производственных процессов высока там, где велика серийность выпускаемых изделий, высока надежность автоматизированных процессов, минимальна частота и длительность переналадок.

Наметились три направления, по которым идет решение проблемы повышения эффективности инженерного труда в сфере проектирования, рационализация системы проектирования, включая систематизацию самого процесса проектирования и улучшение организации труда инженера-проектировщика:

комплексная автоматизация умственно-формальных, нетворческих функций инженера-проектировщика в процессе проектирования;

разработка имитационных моделей для воспроизводства на ЭВМ умственной деятельности человека, его способности принимать решения в условиях полной и частичной неопределенности проектных ситуаций;

разработка эвристических алгоритмов, позволяющих качественно решать сложные задачи проектирования при введении определенных ограничений.

Тенденцией современного этапа автоматизации проектирования является создание комплексных систем автоматизированного проектирования и изготовления, включающих конструирование изделий, технологическое проектирование, подготовку управляющих программ для оборудования с программным управлением, изготовление деталей, сборку узлов и машин, упаковку и транспортирование готовой продукции.

Одним из путей успешного внедрения интегрированной системы проектирования и производства САD/САМ является принцип групповой технологии С.П. Митрофанова, основанный на использовании оборудования, планирования и организации производства по принципу технологической общности деталей.

Если выпуск изделий осуществляется с использованием ГПС, то система автоматизации проектирования технологических процессов, прежде всего, должна обеспечивать их гибкость. Под гибкостью понимается возможность быстрого перехода на новые технологические процессы в связи с изменением факторов, определяющих качество выпускаемых деталей (точность, качество поверхностного слоя и др.) и производительность. При изменении конструктивных параметров детали технологическая система (технологические системы) должна (должны) количественно и качественно переналаживаться в сжатые сроки при минимальных затратах.

Таким образом, тенденцией современного этапа автоматизации проектирования является создание комплексных систем, включающих конструирование, технологическое проектирование и изготовление изделий. Спроектированный технологический процесс должен оперативно реагировать на изменение производственных ситуаций процесса изготовления изделий

Автоматизация технологической подготовки производства на предприятии - важный шаг к сокращению затрат на выпуск новых видов изделий. К современной системе автоматизированного технологического проектирования предъявляются высокие требования к универсальности, комплексности, интегрируемости с существующими на предприятии базами данных и системами, относительной простоте в адаптации и эксплуатации, распространением методики автоматизированного проектирования на различные виды производств, поддержке технологии “клиент-сервер”.

Высокой степени автоматизации при работе в САПР ТП можно достичь только в результате кропотливого накопления данных и знаний о процессе технологического проектирования в конкретных производственных условиях, более того, с конкретными пользователями. Важным условием успеха внедрения является удобство “общения системы с пользователем" - возможность развития системы без помощи разработчиков.

В настоящее время на предприятиях остро встал вопрос о необходимости быстрой оценки трудозатрат и материальных ресурсов, необходимых для изготовления продукции. Предприятиям надо быстро определять - смогут ли они выполнить появившийся заказ, и какая прибыль будет получена. Следствием этого является необходимость реальной интеграции системы проектирования технологических процессов с САПР конструирования и АСУ предприятия.

Следует иметь в виду, что работа технолога по разработке технологического процесса пока никак не может быть заменена компьютерными программами, поэтому указанные системы решают только задачу моделирования принятых технологических решений. Технолог в этом случае получает возможность увидеть последствия и результаты технологического процесса, не прибегая к натурному его запуску, предполагающему дорогостоящее изготовление оснастки.

К настоящему времени стало совершенно очевидно, что никакая компьютерная система не в состоянии заменить квалифицированного специалиста. Поэтому система САПР ТП должна быть создана как средство, не подменяющее технолога, но существенно ускоряющее и упрощающее проектирование технологии, расчет режимов и норм, расчет технологических размерных цепей, формирование текстов переходов, выбор необходимой оснастки и инструментов, формирование документации и операционных эскизов.

## 1. Общая часть

## 1.1 Анализ объекта автоматизированного проектирования и постановка задачи

## 1.1.1 Структура и состав технической документации

Комплекс графических и текстовых документов, определяющих технологию изготовления изделия, которые содержат данные для организации производственного процесса, называется технологической документацией. В машиностроении государственными стандартами установлена Единая система технологической документации (ЕСТД), являющаяся составной частью единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП).

ЕСТД определяет взаимосвязанные правила и положения о порядке разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой всеми машиностроительными и приборостроительными предприятиями. Основное назначение стандартов ЕСТД - установление на всех предприятиях единых правил оформления и ведения технологической документации. ЕСТД обеспечивает стандартизацию обозначений и унификацию документации на различные виды работ, предусматривает возможность обмена между предприятиями технологическими документами без их переоформления, что обеспечивает стабильность комплектности документации, исключающую их повторную разработку предприятиями.

Основные технологические документы (ГОСТ 3.1102-81) подразделяют на документы общего и специального назначения. К первым относятся технологические документы, применяемые отдельно или включенные в комплекты документов на технологические процессы, независимо от характера технологических методов изготовления или ремонта изделия.

Документами общего назначения являются карта эскизов (КЭ) и технологическая инструкция (ТИ).

КЭ - это графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы, предназначенные для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления или ремонта изделия, включая контроль и перемещения.

ТИ предназначена для описания технологических процессов, методов и приемов, повторяющихся при изготовлении изделий, правил эксплуатации средств технического оснащения и используется в целях сокращения объема разрабатываемой технологической документации.

Документы специального назначения посвящены описанию технологических процессов и операций в зависимости от типа и вида производства и заранее предусмотренных технологических методов изготовления или ремонта изделия (их составных частей). К числу обязательных документов такого рода относится маршрутная карта (МК). В ней дается полное описание технологического процесса, включая все технологические операции, а также контроль и перемещение детали (изделия) в технологической последовательности его изготовления (ремонта) с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.

Взамен маршрутной карты допускается использовать соответствующие карты технологического процесса (КТП). Она предназначена для операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки, или ремонта с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

Карта типового (группового) технологического процесса предназначена для описания типового (группового) технологического процесса изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта с указанием переходов и общих данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

Для единичных технологических процессов разрабатывается операционная карта, в которой содержится описание технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах [1].

## 1.1.2 Роль и место САПР ТП механообрабатывающих работ в технической подготовке производства и непосредственно в технологической подготовке производства

Проектирование технологических процессов один из основных этапов в подготовке производства изделий. Технологические процессы содержат информацию о трудовых и материальных нормативах, без которых невозможно планирование и управление производственными ресурсами. В середине ХХ века наша страна занимала лидирующие позиции в области разработки методологии и методов автоматизации проектирования ТП. В эти годы были созданы концепции проектирования типовых и групповых технологических процессов, сформировано понятие конструкторско-технологических элементов детали (которые впоследствии получили на Западе наименование *features*), разработано множество различных САПР ТП. Однако большинство этих систем, созданных с использованием кустарных информационных технологий, прекратили свое существование, как только их авторы перестали ими заниматься. В настоящее время это направление компьютеризации инженерной деятельности стоит на пороге революционных изменений.

Основная цель создания САПР ТП, в нынешних экономических условиях, это получение максимальной прибыли с минимальными затратами от изготовления изделия. При использовании САПР ТП уменьшается себестоимость и время проектирования, количество возможных ошибок; увеличивается прибыль предприятия и качество проектируемых изделий.

Для достижения этих целей необходимо располагать средствами автоматизации оформления технологической документации, средствами информационной поддержки проектирования и автоматизации принятия решений. В своем историческом развитии САПР ТП постепенно расширял арсенал своих средств. На первом этапе эти системы часто представляли собой специализированные текстовые редакторы, некоторые из которых были документированными. С появлением баз данных появилась возможность поддерживать процесс ручного формирования ТП в таких редакторах в части поиска необходимых средств технологического оснащения. Однако подавляющее большинство САПР ТП, в том числе и ныне существующих, не способны поддерживать автоматизацию принятия решений в процессе проектирования на основе технологических знаний.

Немаловажное значение среди целей внедрения САПР имеет повышение качества проектных решений. Необходимо, чтобы накопленный положительный опыт находил отражение в базе знаний системы и был доступен для всех, в том числе и для новых сотрудников. Для достижения этой цели нужно предоставить не программирующим носителям технологического опыта возможность сохранять его в системе. Такую возможность и обеспечивают методы искусственного интеллекта.

Отличительной особенностью САПР ТП является необходимость настройки систем данного класса при внедрении в различных производственных условий. Изменениям подвергаются, прежде всего, состав и структура баз данных, формы выходной документации, процедуры принятия технологических решений. Гибкость и перенастраиваемость САПР ТП в процессе внедрения и эксплуатации являются решающими факторами ее жизнеспособности. Центральное место в САПР ТП занимает модель технологического процесса. Все остальные базы данных системы являются источником информации для этой модели. Конечной целью САПР ТП является разработка комплекта технологической документации.

Проводя аналогию с материальным производством, можно сказать, что в области автоматизации инженерного труда имеется основное производство, связанное с разработкой конструкторских и технологических проектов, а также планов управления, и вспомогательное производство, связанное с созданием и сопровождением собственно программных средств. Соответственно и цели компьютеризации инженерной деятельности следует разбить на две группы: основные и вспомогательные.

К числу вспомогательных целей автоматизации проектирования относятся: уменьшение трудоемкости разработки программных средств, адаптации их к условиям эксплуатации при внедрении, а также их сопровождения, то есть модификации, обусловленной необходимостью устранения выявленных ошибок и (или) изменения функциональных возможностей.

Средством для сокращения трудоемкости разработки программных средств является использование инструментальной среды и ее мобильность.

Средством для сокращения трудоемкости адаптации систем к условиям эксплуатации на конкретном предприятии являются системы управления базами данных и знаний, ориентированные на конечного пользователя. Это означает, что упомянутые системы должны быть оснащены языками описания и манипулирования данных, доступными не программирующему пользователю.

Использование САПР ТП позволяет членам проектных групп одновременно работать над изделием с разных сторон. Группой специалистов, работающей над проектированием нового изделия, выполняются все этапы разработки деталей, узлов и сборок, их технологическая проработка. Облегчается автоматизированное управление проектами на базе электронного документооборота. Любые изменения в любом элементе изделия незамедлительно становятся доступными как для отдельных конструкторов и технологов, так и для целых отделов и организаций на всех этапах проектирования изделия - благодаря использованию единой базы данных. Таким образом, САПР сокращает время и трудозатраты на проектирование изделия. Моделирование механообработки позволяет оценить качество деталей с точки зрения их деформации.

Недостаточная оснащенность конструкторских и технологических подразделений современными САПР приводит к неполной проработке конструктивных и технологических решений, к материальным и временным потерям на стадии изготовления и во время эксплуатации [2].

## 1.1.3 Организация работ по технологической подготовке производства на предприятии

Технологические отделы разрабатывают, применяя средства автоматизации, и внедряют технологические процессы и режимы обработки на выпускаемую предприятием продукцию и все виды различных по сложности работ. Устанавливают порядок выполнения работ и пооперационный маршрут прохождения продукции (деталей, сборочных единиц). Составляют планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывают производственные мощности и загрузку оборудования. Участвуют в разработке технически обоснованных норм времени (выработок), сетевых графиков, в отработке изделий на технологичность, рассчитывают нормы материальных затрат (технические нормы расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, инструментов, технологического топлива, энергии), экономическую эффективность проектируемых технологических процессов.

Разрабатываемая в конструкторском отделе документация, в виде спецификаций и чертежей поступает в отдел технической документации (ОТД), где происходит расцеховка заказа - разработка межцеховых технологических маршрутов для всех составных частей изделия. Для этой цели, бюро мощностей определяет возможность получения на ЗАО НКМЗ требуемой заготовки (отливки, поковки) или определяет необходимость этого заказа на стороне. Так же бюро мощностей рассчитывает затраты материалов, изготовление оснастки, использование СОЖ для реализации проекта. Затем устанавливаются основные методы изготовления деталей и цеха, их изготавливающие.

Расцеховка определяет не только схему будущего технологического процесса получения из заготовки изделия, но и номенклатуру производственной программы каждого цеха, тем самым специализации и кооперирование основных цехов.

Ведомость расцеховки разрабатывают опытные инженеры в аппарате главного технолога. Служба ОТД направляет техническую документацию по службам завода, непосредственно связанным с изготовлением заказа.

Документация поступает в ОГТ, где она комплектуется в бюро подготовки производства, в бюро информационного обеспечения и компьютерной обработки документации (БИОКОД), отбираются типовые сводки, печатаются маршрутно-нормировочные технологические карты (МНТК), которые выдаются в технологическое бюро. После поступления в технологическое бюро рабочих чертежей начинается разработка технологических процессов деталей. Во время разработки маршрутных и операционных технологических процессов, если возникает необходимость, выдаются технические задания на разработку специальных инструментов или оснастки в бюро проектирования инструментов, приспособлений и оснастки.

Разработанный технологический процесс передается в бюро нормирования для расчета норм времени на механическую обработку. Затем технологическая документация передается в бюро сборки для разработки технологического процесса сборки и согласования промежуточных операций (слесарных). После всех вышеперечисленных этапов технологическая документация, технические задания выданные бюро проектирования инструментов, инструментов и оснастки, возвращаются в технологическое бюро. При возвращении всех этих документов выписывается маршрутно-нормировочная карта технологического процесса, в которой собраны все сведения о разработанном технологическом процессе.

## 1.1.4 Функции отдела главного технолога

Основными функциями ОГТ являются:

разработка и внедрение в производство прогрессивных технологических процессов на механообработку и сборку деталей и машин, антикоррозионного покрытия, гальванообработки и упаковки изделий, выпускаемых в индивидуальном производстве НКМЗ;

формирование и выдача в производство комплекта технологической и оплатной документации;

решение вопросов по специализации цехов, производственных участков по изготовлению серийных деталей и изделий;

расчеты загрузки оборудования механосборочных узлов по планам производства;

проведение предпроектного обследования предполагаемых к выпуску изделий с целью выдачи заключения о возможности их изготовления на существующем оборудовании и предварительной оценке трудозатрат;

статистический анализ и выдача требуемых справочных данных по трудоемкости изготовления проектируемых и выпускаемых изделий;

проведение проверок цехового технологического оборудования на технологическую точность и соответствие паспортным данным;

курирование механосборочных цехов;

разработка и внедрение мероприятий, направленных на повышение качества и сокращение трудозатрат выпускаемых изделий;

разработка и внедрение организационно-технических мероприятий планов новой техники, механизации и автоматизации производства и технических процессов;

контроль соблюдения технологической дисциплины по механическим или механосборочным цехам;

осуществление расчета загрузки оборудования по цехам, анализ трудоемкости изготавливаемых машин по месячным, квартальным планам;

проведение исследований с целью внедрения новых технологий, инструмента, приспособлений, режимов резания, их испытаний и отработки на опытных образцах.

## 1.1.5 Анализ структуры и состава эксплуатируемых на предприятии систем автоматизированного проектирования

## 1.1.5.1 Система автоматизированного проектирования "АРМ-Технолога"

Программа АРМ-технолога представляет собой комплекс базовых программных средств (КБПС)"ИС Логика-Т" технологического назначения, разработанных в рамках договора №1/41-2 от 1.02.1993 года "Разработка комплекса базовых программных средств, реализующих функции автоматизированной технологической подготовки производства технологическим подразделением" для ЗАО НКМЗ. Разработчиком программного обеспечения является Ворошиловградский ПТИМАШ.

КБПС "ИС Логика-Т" сформирован как логически завершенная система, с набором основных функций и необходимого минимума сервисных процедур (оформление отдельными программными модулями - утилитами), достаточных для решения возложенных на него задач. КБПС "ИС Логика-Т" совершенствуется разработчиками в плане расширения функциональных возможностей, создания сервисной оболочки, повышения надежности эксплуатации на различных типах ПЭВМ (в том числе с минимальными ресурсами). Учитывая дальнейшее развитие системы, разработчик оставляет за собой право модификации основных программных модулей КБПС. Относительно версии 0.0 в версию 1.0 внесен ряд функциональных изменений, не предусмотренных объемом работ по договору. Документация на них разрабатывается в настоящее время.

## 1.1.5.1.1 Структура и функциональные возможности системы "АРМ-Технолога"

АРМ-технолога - подсистема автоматизированного проектирования и автоматического нормирования ТП механообработки, включающей в себя комплекс программных средств, обеспечивающих:

проектирование ТП в автоматизированном режиме;

формирование ТП в ручном режиме (без возможности его автоматического нормирования);

автоматическое нормирование операций механообработки;

формирование и выдача техдокументации на деталь (операцию);

ведение рабочих индивидуальных архивов подетальных операционных технологий;

передачу разработанных ТП в систему SPT, для формирования необходимого комплекта технологической документации на узел (заказ) и решения других технологических задач.

Подсистема имеет программный графический интерфейс, обеспечивающий обмен данными (технологическими процессами) между рабочими архивами АРМ-Технолога.

Назначение и расположение основных программных файлов приведено в таблице 1.1 [3].

Таблица 1.1 - Назначение и расположение основных программных файлов

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение | Расположение |
| Базовое программное обеспечение | ARM |
| Нормативно-справочная база | ARM\B; ARM\F |
| Оригинальное программное обеспечение | ARM\B; ARM\F |
| Библиотека слайдов | ARM\SLD |
| Рабочие архивы | ARM\A |

## 1.1.5.1.2 Методология системы АРМ-Технолога

В основу методологии предлагаемых программных средств положен принцип выбора результата по определенному условию из последовательности данных, построенных в виде таблицы. Таблицы могут иметь несколько входов и выходов, т.е. предоставляют возможность многовариантного выбора.

Пользователь, сводя в таблицу условия (в системе - аргументы) и результаты (в системе - решения), делает выбор решения. Таблица с решениями и условиями называется информационно-логической (ИЛТ). ИЛТ - основной компонент базы данных системы. Таблица строится пользователем при подготовке базы данных по правилу однозначного соответствия условию выбора результата или набора результатов. Пример ИЛТ приведен в таблице 1.2

Таблица 1.2 - Одновходовая информационно-логическая таблица

+--------------------------------------+

¦F(NR)=F¦1 ¦+ ¦

¦-------+--------------+---------------¦

¦F(KP)=C¦=C¦=C¦ =C ¦=C ¦=C¦ =C ¦

¦-------+--+--+--------+---+--+--------¦

¦ZN ¦25¦7 ¦6 ¦\_ ¦\_ ¦\_ ¦

¦+ ¦^ ¦8 ¦T(RSN21)¦6.3¦7 ¦T(RSN21)¦

+--------------------------------------+

Взаимодействие пользователя с системой осуществляется с помощью команд и меню. Изменение ИЛТ или другой информации пользователем не влечет за собой изменение программных средств.

Функции включения в работу таблиц и других данных возложены на управляющие строки. Составленные по определенным синтаксическим правилам и сгруппированные в отдельный набор данных, они инициируются и обрабатываются программными средствами. В начале отработки программы, система всегда инициирует строку с номером 0. Дальше пользователь сам или посредством ИЛТ указывает строке направление обработки. Он может изменить естественный ход работы посредством вызова других строк или других фрагментов этой же строки.

Обработка всех указанных пользователем управляющих строк является алгоритмом решения различных задач.

Результат работы - сформированные структуры данных, используемые для формирования печатных форм.

Разработанные программные средства могут быть использованы при разработке различных систем автоматизированного проектирования технологических процессов при технической подготовке производства с использованием персональных компьютеров.

## 1.1.5.1.3 Недостатки системы АРМ-Технолога

Основным недостатком системы АРМ-Технолога является зависимость от операционной системы DOS. Эта операционная система является давно устаревшей, и многие возможности новых систем не используются для работы в системе. Также АРМ требует при установке записать на диск метку. Поскольку запись метки ведется в 16-разрядном режиме, то исключается работа системы на операционных системах с файловой системой NTFS, поскольку эти системы блокируют прямой доступ к диску. Работа системы возможна только на операционных системах Windows 95/98, в режиме эмуляции DOS.

Так же работа системы существенно замедляется при обработке управляющих строк, потому что осуществляется чтение с диска напрямую, без буферизации и кэширования операций. Часто бывают сбои в системе, из-за которых она "зависает". Механизм восстановления после сбоев работает плохо и не всегда. Ограничены возможности хранения информации в архивах, вследствие организации операционной системы DOS, операции с архивами реализованы неудобно.

Для программирования алгоритмов обработки входящей информации используется внутренний язык Логика-Т, малоизвестный и не позволяющий использовать вычислительные возможности процессора в полной мере. Язык сложен и не имеет аналогов, составить программу на нем может только человек, имеющий специальные знания. Для написания программы нет специализированного редактора, позволяющего легко составлять код. Нет поддержки контекстной справочной системы. Система плохо документирована.

## 1.1.5.2 Комплекс программ SPT

Комплекс программ SPT разработан в бюро БИОКОД. Эти программы выполнены в виде надстройки над системой АРМ-Технолога, они имеют возможность одностороннего обмена с архивами техпроцессов АРМ. В основном комплекс предоставляет дополнительные сервисные функции для работы с техпроцессами. Комплекс реализован на языке Clipper, предназначенном для управления СУБД, и постоянно совершенствуется соответственно потребностям производства. Общая функциональная схема комплекса программ SPT представлена на рисунке 1.1.

**SPT1 - дополнение архива ТП и база применяемости**

При проектировании ТП технолог пользуется базой данных применяемости. В этой базе собрана информация по техоснастке и оборудованию, имеющемуся в наличии в цехах. Что бы не проектировать новую техоснастку, используют уже имеющуюся.

Основные функции программы:

дополнение архива техпроцессов;

дополнение БД применяемости;

редактирование БД применяемости - добавление переходов и операций;

просмотр БД.

Рисунок 1.1 - Функциональная схема комплекса программ SPT

АРМ-Технолога 🡪SPT

Сброс информации по применяемости, переходам, операциям в БД

Комплекс программ ведения и корректировки БД

Выдача документации

Сброс порций информации в ОТД

Нормативные МНТК. Операционные технологии

Технологические процессы на механообработку

Перечень деталей на механообработку. Титульный лист (операционная технология на механическую обработку)

**SPT2 - проектирование ТП на базе аналогов**

При проектировании ТП обычно берется существующий техпроцесс на спроектированную, аналогичную деталь и переделывается, в соответствии с новыми требованиями.

Основные функции программы:

поиск и редактирование ТП;

просмотр и редактирование БД;

проектирование ТП по аналогу;

устранение некорректности станка в БД.

Программа в режиме поиска использует индексирование по номеру чертежа, номеру заказа, номеру спецификации, номеру заказа и спецификации. Некорректность станка контролируется соответственно базы данных применяемости. Если выбран станок, отсутствующий в БД, выдается соответствующее сообщение, и блокируются дальнейшие действия до устранения некорректности.

При редактировании ТП возможны функции:

редактирование сведений на операцию;

редактирование технологического маршрута;

компоновка техпроцесса;

перенумерация операций;

добавление операции;

удаление операции.

Просмотр и редактирование БД:

база данных ТП;

база данных сведений на операцию;

база данных применяемости.

В режиме проектирования ТП по аналогу возможно:

выбор ТП аналога;

создание нового ТП;

редактирование нового ТП;

выход с записью/без записи ТП в архив.

**SPT3 - Печать технологии и комплектующих документов**

Программа предназначена для формирования и выдачи сопроводительных документов на техпроцессы. Основные функции:

печать техпроцесса из базы данных;

просмотр техпроцесса.

Комплект документации на техпроцесс, включает в себя титульный лист и перечень техпроцессов.

**SPT5 - формирование и печать МНТК технологического процесса**

Формирование маршрутно-нормировочной технологической карты - важная часть технологической подготовки производства. В этих картах расписано подготовительно-заключительное время необходимое для обработки детали. Это частично говорит о стоимости обработки детали. Так как станочники получают зарплату в зависимости от времени работы.

**SPT6,9 - сервисное обслуживание**

Эти программы предназначены для сервисного обслуживания баз данных. Основные функции SPT6:

копирование информации на дискету;

копирование с дискеты;

удаление ТП;

сжатие БД;

работа со списком;

формирование техпроцесса из АРМ-Технолога;

архивирование БД;

восстановление техпроцесса из архива.

Программа SPT9 обеспечивает интеграцию с системой АРМ-Технолога. Она извлекает информацию из архивов незавершенных техпроцессов и записывает в структуры данных с которыми работает комплект программ SPT.

**Структуры данных используемые комплексом SPT**

Все вышеперечисленные программы используют в работе три файла баз данных. Данные на техпроцесс передаются из АРМ-Технолога. Базы созданы в СУБД Clipper имеющего основные возможности для работы с базами данных, такие, как индексация (сортировка) по первичному и составному ключу. Базы данных располагаются локально на каждом компьютере. Структура баз данных представлена в таблицах 1.3-1.5

Таблица 1.3 - База данных по применяемости BPR. DBF

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тип данных | Размер | Имя структуры данных | Описание |
| CHERTDET | C | 30 | D (OD)  | Чертеж\* |
| F1 | C | 7 | D (ЗK)  | Заказ\* |
| F2 | C | 30 | D (CП)  | Спецификация\* |
| F16 | C | 3 | D (U0)  | Номер узла (в заказе оригинал) \* |
| F3 | C | 3 | D (C)  | Номер по спецификации  |
| F4 | C | 4 | D (K0)  | Количество деталей на изделие  |
| F5 | C | 3 | D (R0)  | Исполнить на заказ |
| F6 | C | 7 | D (MD)  | Вес чистовой детали |
| F7 | C | 6 | D (MZ)  | Вес черновой детали |
| F8 | C | 8 | D (VZ)  | Вид заготовки |
| F9 | C | 13 | D (HM)  | Марка материала |
| F10 | C | 5 | D (GS)  | Группа стружки |
| F11 | C | 50 | D (HD)  | Наименование детали |
| F12 | C | 19 | D (Ф)  | Ф. И.О. разработчика |
| F13 | C | 20 | D (Ф1)  | Применения |
| F14 | D | 8 | D (DR)  | Дата разработчика |
| F15 | D | 8 | D (DP)  | Дата применения |
| KOLP | N | 3 | D (Ц)  | Номер цеха (выпускной)  |
| F17 | C | 30 | D (IZM)  | Изменения комментарий |
| CHERT1 | C | 6 | D (OD1)  | Чертеж больше 30 знаков |

Примечание. \* - этим символом отмечены поля по которым возможна индексация (сортировка).

Таблица 1.4 - База данных сведений на операцию TPN. DBF

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тип данных | Размер | Имя структуры данных | Описание |
| NCX | N | 2.0 | D (Ц)  | Номер цеха |
| CHERTDET  | C | 30 | D (OD)  | Чертеж\* |
| NOP | N | 3 | F (n)  | Номер операции\* |
| NAMEOP | C | 19 | F (HOП)  | Наименование операции |
| INVOB | C | 6 | F (IN)  | Наименование оборудования |
| GRUPOB | C | 3 | F (Г)  | Группа оборудования |
| SPOSOP | C | 1 | F (C)  | Способ оплат |
| TPZ | C | 4 | F (З)  | Подготовительно - заключительное время |
| TSHT | C | 6 | F (ш)  | Время штучное |
| VIDN | C | 1 | F (W)  | Вид норм |
| R | C | 1 | F (RR)  | Разряд |
| D | D | 8 | D (DR)  | Дата |
| R1 | C | 1 |  |  |
| TSHT1 | C | 6 | F (RZ)  |  |
| TPZ1 | C | 4 | F (SH)  |  |
| ST | C | 34 | F (Z)  | Строповка |
| CHERT1 | C | 6 | D (OD1)  | Чертеж > 30 знаков |

Примечание. \* - этим знаком отмечены поля по которым возможна индексация (сортировка)

Таблица 1.5 - База данных ведения на переход TP. dbf

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тип данных | Размер | Имя структуры данных | Описание |
| CHERTDET | C | 30 | F (OD)  | Чертеж\* |
| NOP | C | 3.0 | F (n)  | Номер операции\* |
| NAMEOP | C | 19 | F (HOП)  | Наименование операции |
| NPR2 | N | 3 | N (\*)  | Номер перехода\* |
| SPR | C | 200 | Т (TXT)  | Содержание перехода |
| RI | C | 60 | N (PИ)  | Режущий инструмент |
| MI | C | 60 | N (MИ)  | Мерительный инструмент |
| NCX | N | 3.0 | F (Ц)  | Цех выпускной |
| D | D | 8 | D (DR)  | Дата |
| CHERT1 | C | 6 | D (OD1)  | Чертеж > 30 |
|  |  |  |  |  |

Примечание. \* - этим знаком отмечены поля по которым возможна индексация (сортировка).

**Недостатки комплекса программ SPT**

Недостатки комплекса программ заключаются в использовании операционной системы DOS и языка программирования и управления системами баз данных Clipper. На сегодняшний день существует намного больше СУБД, чем тогда, когда начиналась разработка данной системы, такие как Borland InterBase Client/Server, Oracl Client/Server. Базы данных, используемые в работе комплекса, используются не централизованно, а локально, для каждого компьютера. Поэтому существует проблема синхронизации и актуальности баз данных для разных пользователей. Сейчас - ведутся разработки системы баз данных использующие технологию Клиент/Сервер, но когда будет внедрена такая система неизвестно. Система не имеет никакой справочной системы и зависит от знаний и умений одного программиста, специально ведущего и совершенствующего данную систему. Система оставляет впечатление сооруженного "на скорую руку", но реально работающего программного продукта. Система не предусматривает некорректных действий со стороны пользователя и аварийно завершается при возникновении любой ошибки. Нет механизма защиты и восстановления информации после таких сбоев. Из-за системной платформы DOS дисковые операции реализуются очень медленно, а при базах данных объемом в 20-30 Мб, это дает ощутимый эффект замедления работы.

## 1.1.5.3 Программа генерирования техпроцессов для нарезки зубьев

Программа написана на языке Borland C. Реализована в виде исполняемого файла и не имеет баз данных. Проектирование техпроцесса проходит в полуавтоматическом диалоговом режиме. Технолог, последовательно отвечая на вопросы и вводя исходные параметры зубьев, дает возможность программе самой выбрать и построить технологический процесс.

**Функциональные возможности программы**

Программа может построить технологический процесс для следующих случаев:

обработка червячной фрезой;

обработка дисковыми фрезами;

обработка пальцевыми фрезами;

обработка конических шестерен и колес с криволинейным зубом;

зубошлифовальная операция;

обработка глобоидальной пары;

зубодолбежная операция;

зубострогальная операция;

обработка червячных колес и червяков с архимедовым профилем;

обработка зубчатых колес на станке фирмы "Magg";

обработка шлицевых валов.

Так как программа имеет очень широкий функциональный набор, я изучил первую функцию - обработка червячной фрезой. После выбора этого пункта выбирается тип детали:

вал-шестерня;

колесо зубчатое.

Выбрав пункт первый, выбираем вид операции:

зубофрезерная;

под зубошлифование.

Затем выбирается форма колеса:

прямозубое;

косозубое (левое);

косозубое (правое);

шеврон.

Затем технологом заполняются параметры колеса:

модуль;

число зубьев;

тип материала: сталь углеродистая или легированная;

степень прочности;

твердость;

угол зубьев;

шероховатость.

Затем выбирается модель станка по его параметрам. И на заключительном этапе выбирается вид установки детали:

в патроне со стойкой;

на подставках;

на оправке;

на оправке с подставками;

в патроне с центром;

в приспособлении.

После этого на печать выдается, автоматически сформированный, техпроцесс.

**Недостатки программы составления техпроцесса нарезки зубьев**

Главный недостаток программы в том, что она не использует баз данных, т.е. данные в ней заданы статически и для изменения необходима полная перекомпиляция модифицированного исходного кода. Операционной платформой также является DOS. Печать техпроцесса происходит сразу автоматически напрямую на принтер, без возможности просмотреть и отредактировать техпроцесс. Нет возможности использования техпроцесса-аналога. Нет расчета маршрутно-нормировочных технологических карт.

## 1.1.6 Обзор и критический анализ аналогичных систем в Украине, России, в мире

Успешная деятельность значительной части фирм и коллективов в промышленно развитых странах во многом зависит от их способности накапливать и перерабатывать информацию. В наши дни наблюдается быстрое развитие систем автоматизированного проектирования в таких отраслях, как авиастроение, автомобилестроение, тяжелое машиностроение.

Наличие технологических подразделений характерно именно для постсоветских предприятий. Поэтому, ни одна зарубежная система не может оказать помощь в решении вопросов автоматизации технологического проектирования. Следовательно, при поиске информации о системах подобного рода можно ограничиться странами СНГ. Безусловным лидером технологического прогресса среди этих стран является Россия. К сожалению, информации об украинских производителях программного обеспечения для автоматизированного проектирования найдено не было. Поэтому рассмотрим несколько систем российского производства.

Данные системы не ограничиваются техпроцессами, связанными с токарными операциями, но являются универсальными САПР ТП, пригодными для проектирования техпроцессов практически любого производства. Некоторые из них (в частности, САПР Компас-АВТОПРОЕКТ и T-FLEX/ТехноПро) являются частями комплексных САПР, предназначенных для всего цикла проектирования изделий.

## 1.1.6.1 САПР ТП Компас-автопроект

Система автоматизированного проектирования технологических процессов АВТОПРОЕКТ 8.5 является частью комплексной системы автоматизированного проектирования КОМПАС производства российской фирмы АСКОН [4].

САПР АВТОПРОЕКТ 8.5 позволяет резко повысить производительность труда технолога, сократить сроки и трудоемкость технологической подготовки производства. В состав данного интегрированного программного комплекса входят подсистемы проектирования технологий: механообработки, штамповки, сборки, сварки, термообработки, покрытий, нормирования трудоемкости технологических операций, расчета норм расхода материалов, процедуры анализа технологических процессов, позволяющие рассчитывать суммарную трудоемкость изготовления деталей и узлов, определять материалоемкость и себестоимость изделия.

В основу работы системы АВТОПРОЕКТ положен принцип заимствования ранее принятых технологических решений. В процессе эксплуатации системы накапливаются: типовые, групповые, единичные технологии, унифицированные операции, планы обработки конструктивных элементов и поверхностей. При формировании текущей технологии пользователю предоставлен удобный доступ к соответствующим архивам и библиотекам, хранящим накопленные решения.

Система обеспечивает удобную организацию баз данных и быстрый доступ к требуемой информации. Она обладает хорошо организованным диалоговым интерфейсом, обеспечивающим легкое и наглядное перемещение по всем базам данных. Приёмы работы с БД идентичны, что упрощает процесс их сопровождения. Программа поддерживает диалоговый доступ к сведениям об оборудовании, инструментах, материалах и т.д. В любой момент эти данные могут быть выведены на экран, скорректированы или пополнены. В информационном пространстве АВТОПРОЕКТ можно создавать новые информационные массивы, корректировать состав и размерность их полей. Взаимодействие между таблицами данных в АВТОПРОЕКТ построено на динамически формируемых SQL-запросах. Операторы SQL генерируются либо автоматически, либо по шаблону, заданному пользователем.

Базы данных САПР АВТОПРОЕКТ полностью открыты для структурной и содержательной корректировки. Поддерживаются форматы файлов СУБД Paradox, FoxPro, dBase (для локальных рабочих мест). Имеющиеся у пользователя файлы этих форматов легко включаются в базу данных АВТОПРОЕКТ без изменения их месторасположения на диске и в сети. Данные могут располагаться как на локальных станциях, так и на сервере.

Одним из основных преимуществ АВТОПРОЕКТ является возможность модернизации системы без участия разработчика. Корректируется состав и структура всех баз данных, настраиваются формы технологических документов, подключаются новые программные модули. Гибкость программного и информационного обеспечения позволяет быстро адаптировать систему к любым производственным условиям.

## 1.1.6.2 САПР ТП ТехноПро

Система автоматизированного проектирования технологических процессов ТехноПро является частью комплексной системы автоматизированного проектирования T-FLEX производства российских фирм “ТопСистемы" и “Вектор" [5].

T-FLEX/ТехноПро формирует операционные, маршрутно-операционные и маршрутные технологические карты, карты контроля, ведомости оснастки, титульные листы и другие технологические документы. На многих предприятиях используемые технологические карты отличаются от карт принятых по ГОСТ, поэтому T-FLEX/ТехноПро обеспечивает создание технологических документов произвольных форм, используя шаблоны Microsoft Word.

В T-FLEX/ТехноПро учтен опыт её эксплуатации сотнями пользователей во всех уголках России, поэтому система может использоваться и автономно с вводом информации с чертежей на бумаге.

В T-FLEX/ТехноПро наряду с оригинальным методом проектирования по "общим технологическим процессам" реализованы и традиционные методы: по типовому, групповому, технологическому процессу-аналогу. Технолог сам выбирает метод проектирования, наиболее подходящий в конкретном случае, а также способ его использования: автоматический, полуавтоматический, диалоговый или их сочетание. Например, сборочные технологические процессы можно проектировать в диалоге, изготовление корпусных деталей - в полуавтоматическом режиме, а процессы изготовления тел вращения - в автоматическом.

В T-FLEX/ТехноПро заложена возможность ее обучения пользователями и самообучения системы на примерах технологии конкретного производства. Обучение системы ведется технологическими понятиями, без какого-либо формализованного языка программирования. Основой для обучения системы являются технологические процессы изготовления конкретных изделий, технология изготовления которых уже отлажена на производстве. По мере наполнения баз данных система обретает возможность проектирования технологии изготовления совершенно новых изделий, которых еще не было в производстве.

Программной средой для реализации T-FLEX/ТехноПро выбрана наиболее популярная система управления базами данных (СУБД) Microsoft Access. Можно с уверенностью сказать, что СУБД Microsoft Access имеется на каждом предприятии России, так как она входит в комплект Microsoft Office. Это позволяет осуществлять сопряжение системы с такими базами данных, как SQL Microsoft Server, ORACLE, Sybase, Paradox, FoxPro и многими другими. Имеется возможность использования ранее созданных на предприятии баз данных по оборудованию, приспособлениям, инструментам.

## 1.1.6.3 САПР ТП TECHCARD

Система автоматизированного проектирования технологических процессов TECHCARD разработана в российском НПП “ИНТЕРМЕХ" [6].

TECHCARD представляет собой программно-методический комплекс систем автоматизации проектирования, используемый при технологической подготовке производства.

В состав комплекса для организации рабочего места технолога входят:

система автоматизации проектирования технологических процессов обработки деталей для различных видов производств;

система автоматизированного проектирования машиностроительных чертежей для построения и оформления операционных эскизов или любых графических изображений, выводимых в технологический документ, работающая в среде AutoCAD;

система организации и ведения архива конструкторской и технологической документации;

база данных технологического назначения, содержащая следующую информацию:

а) иллюстрированный классификатор, паспортные данные и размещение оборудования по цехам и участкам;

б) иллюстрированный классификатор и анкетные данные средств технологического оснащения (приспособления, режущий, вспомогательный и измерительный инструмент);

в) применяемые основные и вспомогательные материалы;

г) виды заготовок и их применяемость по сортаменту;

д) классификатор технологических операций с выбором любых параметров;

е) классификатор типовых переходов;

ж) справочные данные для заполнения параметров операционной технологии;

з) библиотека типовых технологических процессов на различные виды производств;

и) рекомендуемые режимы обработки;

к) нормативы времени на основные виды работ.

TECHCARD позволяет:

создавать любые новые и редактировать имеющиеся формы бланков технологической документации;

включать в состав одного бланка текст и графические изображения;

быстро редактировать документы, управлять оформлением и выводом на печать документов;

создавать и сопровождать базу данных с возможностью достаточно удобной работы по адаптации к условиям предприятия;

создавать графические библиотеки типовых элементов, типовых операций с привязкой к ним типовых технологических решений;

создавать расцеховочный маршрут обработки детали;

проектировать технологический процесс обработки детали в диалоговом режиме на основе аналога, типового техпроцесса или с использованием базы данных;

обеспечить автоматизированное проектирование техпроцессов с расчетом заготовок, режимов обработки и нормированием для различных видов производств;

производить автоматизированный подбор оснастки и оборудования;

оперативно настраивать вид и состав комплекта технологических документов на различные типы производств;

обеспечить взаимосвязь с системой ведения архива технической документации SEARCH для организации и ведения архива технологических документов;

обеспечить взаимосвязь с системой разработки конструкторской документации CADMECH для проектирования и оформления операционных эскизов и карт наладок.

Комплекс можно использовать в технологических подразделениях и технических отделах, как крупных предприятий, так и небольших производственных организаций, применяющих автоматизированные рабочие места технологов на базе автономных персональных компьютеров и локальных сетей. Комплекс работает с промышленными СУБД Oracle или InterBase под управлением Microsoft Windows 95/98/NT4/2000.

## 1.1.6.4 Интегрированная компьютеризированная система конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) изделий машиностроения

Данная система разработана на кафедре "Автоматизированные станочные системы" Тульского Государственного Университета [7].

Наличие единого банка конструкторских и технологических проектных решений позволяет избежать столь характерного "рассыпания" на локальные проектные решения и добиться подлинной интеграции.

Модули системы функционируют на рабочем месте технолога, конструктора, нормировщика, маршрутчика, - поэтому весь интерфейс полностью выражен в терминах предметной области пользователя и не пугает его словами типа "файл" или "блокировка записи" (разумеется, система работает в сети). Таким образом, при внедрении сохраняется преемственность с традиционной бумажной технологией и не возникает психологический барьер.

Максимальная автоматизация рутинных, нетворческих операций: данная система автоматически проводит изменения в проектных решениях с выпуском извещений (80% рабочего времени при бумажной технологии уходит на проведение изменений), рассчитывает нормы расхода производственных материалов с учетом всех технологических отходов и потерь (а это еще и существенная экономия материала), а также делает многое другое.

Система полностью соответствует требованиям ЕСТП и ЕСКД. Все формируемые документы выполнены строго по стандарту.

Вся система до последнего файла документирована, имеются подробные руководства пользователя и системного программиста по каждому модулю. Система передается заказчику вместе с исходными текстами программ, что позволяет их модифицировать силами специалистов самого предприятия.

Предусмотрена не только автоматизация, но и оптимизация: например, методами Т. Саати решается задача формирования оптимальной ограничительной нормали предприятия.

Система реализована в двух вариантах: под DOS и под Windows, причем DOS-версия предъявляет минимальные требования к компьютеру (286/VGA уже подойдет), что позволит наконец-то найти стоящее применение заводскому парку старых машин.

Краткая информация о некоторых модулях системы:

модуль "Оболочка" в стиле Windows - обеспечивает вызов всех остальных модулей, обработку документооборота, отслеживание изменений, разграничение доступа;

модуль "Ведение конструкторской документации" позволяет конструктору вводить в банк проектных решений перечни деталей и сборочных единиц (ДСЕ) изделий;

модуль "Обслуживание выборок" выполняет структурно-иерархический анализ изделия и формирует выборку ДСЕ с указанием количественной применяемости каждой из них без ограничения числа уровней вхождения. Модуль также формирует ведомости расхода материалов на изделие;

модуль "Punch" выполняет параметрическое проектирование конструктивно однородных изделий (например, средств технологического оснащения). Конструктор получает на экране модель сборки и меняет на ней размеры, добиваясь нужной геометрии. Модуль повышает производительность труда в 16. .20 раз;

модуль "Нормат" автоматизирует расчет материальных норм при механообработке. Нормативные базы позволяют назначить припуски, ширину реза, отход на зажим, выбрать материал из имеющихся в стандарте или в нормали;

модуль "ТехПро" позволяет создать собственный классификатор изделий (по любому признаку) и затем создать маршрутно-операционный техпроцесс, причем на экране отображается привычная технологу карта. Сразу же выполняется временное нормирование операций;

модуль "Генфор" формирует любые выходные документы: технологические карты, маршруты, ведомости материалов и т.д. при помощи встроенного языка описания документов, позволяющего гибко настраивать систему под любые стандарты и нормали;

модуль "Графическая база данных СТО" представляет собой гибкий классификатор СТО, содержащий как таблицы с размерными параметрами, так и выводимые на экран чертежи.

## 1.1.6.5 Система автоматизированного технологического проектирования "ТЕМП"

Созданная в МГТУ "СТАНКИН" система автоматизированного технологического проектирования "ТЕМП" представляет собой набор инструментальных средств для проектирования технологической документации с различной степенью автоматизации [8].

За 15 лет применения программно-методического комплекса "ТЕМП" разработчиками системы совместно с пользователями накоплен опыт автоматизации работ для следующих переделов: механообработка, лакокрасочные покрытия, окраска порошковыми красками, окраска в электрическом поле, штамповка, сборочные и сборочно-сварочные технологические процессы. Для каждого из переделов допустимо проектирование различными методиками: от работы в диалоге и синтеза на основе типовых решений до автоматического проектирования комплекта технологической документации. При этом проектирование документов может быть осуществлено как по отечественным, так и по международным стандартам.

В ходе проектирования обеспечивается комплексный контроль технологической документации, ведение архива и редактирование программ ЧПУ, расчет режимов резания и нормирование времени по различным специализациям и различным методикам, нормирование расхода материалов, интеграция документов различных специализаций. Например, генерация полуфабрикатов маршрутно-операционных карт технологических процессов различных специализаций на основе материальной спецификации, расчет расценок на изготовление изделия и формирование многих других сводных документов (таких как, ведомости оснастки и оборудования, документы по расчету загрузки оборудования, работа с конструкторскими спецификациями и документами по составу изделий). На базе этих сквозных документов реализовано решение таких задач как расчет применяемости деталей в изделии, интеграция с базами данных по составу изделий, материалов, специальных средств измерения, с конструкторскими системами, системами управления производством, автоматизированное управление процессом технологического проектирования и т.д.

На данный момент существуют два варианта реализации системы. Полная версия системы с максимальным объемом функциональных возможностей реализована в операционной среде MS-DOS, для хранения данных была использована СУБД Btrieve. Использование данной версии не предъявляет высоких требований к вычислительной технике. В эксплуатации могут участвовать персональные компьютеры практически всех поколений (начиная с ПК-286), что является большим преимуществом в условиях спада производственной деятельности машиностроительных предприятий. Вместе с тем сокращение сроков проектирования и повышение качества получаемых результатов путем использования ПМК "ТЕМП" положительно влияют на экономическую ситуацию предприятия, создавая потенциал для повышения экономической эффективности деятельности предприятия, не требуя значительных капиталовложений для компьютеризации деятельности технологических служб производства.

Параллельно с использованием базовой версии системы создается новая версия на базе современных средств вычислительной техники и технологии программирования.

Новая версия системы ориентирована на графический интерфейс Windows 3.1, Windows 95 и Windows NT и является не просто Windows-переложением предыдущего DOS-варианта, а его дальнейшим развитием в направлении объединения функций системы в типовые технологические задачи.

## 1.1.7 Разработка предложений по совершенствованию существующей системы САПР ТП механообработки на токарном оборудовании в условиях ЗАО НКМЗ

Проанализировав системы автоматического проектирования, существующие на сегодняшний день, представим результаты анализа в виде таблицы А.1 представленой в приложении А. В таблице представлен анализ анализ основных систем с точки зрения интерфейса пользователя. Оценка велась по десятибальной шкале. АРМ-Технолога сильно отстает от других систем автоматизированного проектирования, так как разработан для ОС DOS, в которой отсутствовали элементы интерфейса, появившиеся в ОС Windows. Это является одной из основных причин для разработки программно - методического комплекса с более удобным и совершенным интерфейсом.

На основании анализа разработаем предложения по совершенствованию существующей системы. Из-за того, что программное обеспечение САПР ТП разрабатывалось в рамках существовавших на момент создания технических и инструментальных возможностей, система накладывает ряд ограничений. Система работает на платформе DOS и в ней отсутствуют механизмы работы через технологию Active X и COM, что делает невозможным интеграцию системы с другими программами, установленными на компьютере. При составлении технологического процесса плохо организована работа текстового редактора. Сложно организованы операции копирования и переноса строк. Особенность реализации механизма выполнения программ в среде АРМ-Технолога, заключается в интенсивном используют жесткого диска, связанным с чтением управляющих строк из файлов. Отсутствует интерактивная контекстная помощь. Составление техпроцесса в системе, неквалифицированным пользователем, занимает длительное время из-за специфического интерфейса и особенностей работы в системе. Слабо работает механизм восстановления после сбоев.

Описанные ограничения и недостатки могут быть устранены перепроектированием базы данных техпроцессов, разработкой соответствующих приложений записи, чтения, сортировки и обработки необходимых данных. При составлении техпроцесса можно использовать таблицы соответствий, которые хранят информацию для однозначного автоматического выбора технологических решений. Для этого база данных дополняется рядом таблиц, в которые записывается исходная информация, необходимая для синтеза техпроцесса и расчета пооперационных норм времени. Ввод информации о детали ведется на основе графического представления с использованием комплексной групповой детали.

Дальнейшее развитие САПР ТП связано с моделированием процесса обработки и визуализацией текущего состояния объемной модели объекта (детали) при последовательной его обработке.

Графическая технология проектирования техпроцесса на основе токарных операций позволит исключить субъективные ошибки и даст возможность иллюстрировать выходную форму техпроцесса изометрическими изображениями ключевых состояний объекта.

Информация, представляющая текущее состояние разрабатываемого техпроцесса, должно быть можно сохранить в любой момент проектирования и загрузить для продолжения разработки с любого этапа. Подобная возможность - неотъемлемая часть любой системы САПР, и должна присутствовать и в САПР ТП токарных операций.

Естественным также является и изменение интерфейса системы. Имеющийся в настоящее время интерфейс DOS-приложения не выдерживает никакой критики с точки зрения современных представлений об интерфейсе пользователя. Поэтому, изменяя общую схему взаимодействия с пользователем при разработке техпроцесса, необходимо переработать интерфейс для приведения его в соответствие с требованиями стандарта CUA (Common User Access).

При проектировании токарных операций возможна существенная автоматизация процесса составления техпроцесса. В логику программы необходимо заложить таблицу соответствий, по которой будет выбираться последовательность обработки детали, станки, режущий инструмент, вспомогательный инструмент, измерительный инструмент, приспособления. Для более наглядного представления процесса обработки детали в базу данных следует заложить графические материалы, дающие представление об оборудовании, станках, режущем и прочем инструменте, динамике обработки деталей.

## 1.2 Выбор базовых программных средств для разработки оригинального программного обеспечения

Для выбора средств проектирования нужно сначала определиться с требованиями, предъявляемыми к таким средствам. Во-первых, проектируемый ПМК создается как standalone Win32-приложение, то есть программа, являющаяся выполняемым EXE-модулем Windows. Следовательно, выбранное средство разработки должно создавать именно такие модули. Во-вторых, необходимы средства для создания программ, работающих с базами данных. В-третьих, из-за ограниченности времени разработки, проектирование должно быть максимально быстрым. Это обеспечивается RAD-средствами.

Учитывая требования, я выбираю для разработки программно - методического комплекса среду быстрой разработки Delphi v.5.0 Enterprise. Эта среда обладает необходимыми функциональными качествами [9]:

позволяет создавать выполняемые модули Windows, не требующие никаких дополнительных библиотек для работы;

есть возможность работы с базами данных различных типов;

обеспечивают быструю визуальную разработку интерфейса пользователя.

## 1.2.1 Критерии оценки

Для оценки выбранного средства разработки я разработал критерии, по которым следует оценивать, учитывая их важность, и выставил им весовые коэффициенты. В таблице 1.6 приведены критерии и соответствующие им весовые коэффициенты. Числовые значения коэффициентов приняты субъективно, исходя из важности критериев для разработки ПМК.

Таблица 1.6 - Критерии оценки средств разработки

|  |  |
| --- | --- |
| Критерий | Весовой коэффициент |
| Визуальная разработка приложений | 0.9 |
| Функциональность интерфейса | 0.7 |
| Подсистема помощи | 0.7 |
| Интегрированная среда разработчика | 0.8 |
| Требования к компьютеру | 0.7 |
| Мощность языка | 0.5 |
| Простота языка | 0.6 |
| Степень ознакомленности со средством проектирования | 1 |
| Работа с базами данных | 0.9 |
| Возможность расширения | 0.4 |

“Визуальная разработка приложений” - критерий, характеризующий возможности по проектированию интерфейса пользователя в режиме WYSIWYG. “Функциональность интерфейса” - критерий, характеризующий простоту и дружественность интерфейса. “Подсистема помощи” - критерий, характеризующий полноту и удобство использования справочной системы. “Интегрированная система разработчика” - критерий, характеризующий удобство разработки программ, то есть наличие средств отладки и прочих интегрированных вспомогательных инструментов. “Требования к компьютеру” - критерий, характеризующий минимальные требования к аппаратному и программному обеспечению, обеспечивающему нормальную работу. “Мощность языка" - критерий, характеризующий возможности базового языка программирования. “Простота языка" - критерий, характеризующий ясность и понятность базового языка программирования. “Степень ознакомленности со средством проектирования” - критерий, характеризующий степень ознакомленности с рассматриваемым средством разработки. “Работа с базами данных” - критерий для оценки возможностей средства разработки по созданию приложений, работающих с базами данных различных типов. “Возможность расширения” - критерий, характеризующий возможность расширения стандартных инструментов и средств.

## 1.2.2 Оценка средства разработки

В таблице 1.7 приведена оценка выбранного средства разработки по десяти критериям. Так же, как и весовые коэффициенты критериев, оценка произведена субъективно, исходя из личных взглядов на оцениваемый продукт.

Таблица 1.7 - Оценка средства разработки

|  |  |
| --- | --- |
| Критерий | Delphi |
| Визуальная разработка приложений | 0.9 |
| Функциональность интерфейса | 0.7 |
| Подсистема помощи | 0.9 |
| Интегрированная среда разработчика | 0.6 |
| Требования к компьютеру | 0.8 |
| Мощность языка | 0.8 |
| Простота языка | 0.7 |
| Степень ознакомленности со средством проектирования | 1 |
| Работа с базами данных | 1 |
| Возможность расширения | 1 |

Оценка с учетом весовых коэффициентов производится по формуле (1.1):

,

(1.1)

где Оц - суммарная взвешенная оценка средства разработки;

Крi - оценка средства разработки по i-му критерию;

Всi - весовой коэффициент для i-го критерия; n - количество критериев.

Суммарная взвешенная оценка для Delphi:

Оц= (0.9\*0.9) + (0.7\*0.7) + (0.7\*0.9) + (0.8\*0.6) + (0.7\*0.8) + (0.5\*0.8) + (0.6\*0.7) + (1\*1) + (0.9\*1) + (0.4\*1) =6.09.

Полученная оценка является достаточной для того, что бы для разработки интерфейса программно-методического комплекса, использовать среду RAD Borland Delphi 5 Enterprise.

## 1.3 Компоненты программно-методического комплекса (ПМК) проектирования токарных операций

## 1.3.1 Информационное обеспечение

При проектировании технологического процесса значительная роль отводиться работе с базами данных. Именно в них сведены основные данные необходимые для проектирования, от актуальности и наполнения этих баз зависит качество спроектированного технологического процесса.

Для проектирования технологического процесса, состоящего из токарных операций, необходимы следующие основные базы данных:

оборудования (станков);

режущего инструмента;

измерительного инструмента;

вспомогательного инструмента;

приспособлений;

обрабатываемого материала;

способов установки и крепления детали;

точностных и чистовых характеристик обрабатываемых поверхностей.

База данных станков включает в себя сведения, приведенные в таблице 1.8 База содержит не только данные необходимые при составлении технологического процесса, но и справочные и обучающие.

Таблица 1.8 - Структура базы данных по оборудованию для проектирования техпроцесса обработки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя поля | Тип данных | Размер | Ключ | Ограничение на данные | Назначение |
| TypeStanok | Alfa | 30 |  | - | Тип станка  |
| Model | Alfa | 30 |  | - | Модель станка  |
| MaxDiamNadStan | Integer |  |  | >0 | Максимальный диаметр обрабатываемой детали над станиной, мм |
| MaxDiamNadSup | Integer |  |  | >0 | Максимальный диаметр обрабатываемой детали над суппортом, мм |
| MegCentr | Integer |  |  | >0 | Межцентровое расстояние, мм |
| PredPod | Alfa | 50 |  |  | Пределы подач |
| NumStup | Integer |  |  | >=0 | Число ступеней |
| PowerP | Float |  |  | >0 | Мощность главного привода, кВт |
| MinChastVrach | Float |  |  | >0 | Минимальная частота вращения, об/мин |
| MaxChastVrach | Float |  |  | >0 | Максимальная частота вращения, об/мин |
| TMax | Float |  |  | >0 | Максимальный припуск обрабатываемый на станке, мм |
| Nu | Float |  |  | >0 | КПД станка, доли |
| Pxct | Float |  |  | >0 | Максимальная сила подачи суппорта, Н |
| Vid | TGraphic |  |  |  | Внешний вид станка |
| Kinem | TGraphic |  |  |  | Кинематика обработки детали |
| Tochn | Alfa | 20 |  |  | Чистовой или черновой обработки |
| Kod | Autoincrement |  | \* |  | Код станка в базе данных |
| Rezcederg | Alfa | 60 |  |  | Параметры резцедержателя |
| MaxMass | float |  |  | >0 | Максимальная масса детали |

База данных по режущему инструменту содержит информацию, необходимую для расчета режимной части техпроцесса. Информация о режущем инструменте, используемая в ходе проектирования техпроцесса, приведена в таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Структура базы данных режущего инструмента (резцы)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя поля | Тип данных | Размер | Ключ | Ограничение на данные | Назначение |
| Name | Alfa | 30 |  |  | Наименование |
| RazmDerg | Alfa | 30 |  |  | Размер державки |
| MatReg | Alfa | 30 |  |  | Материал режущей части |
| PeredDeg | float |  |  | >0 | Передний угол γ, рад |
| MainDeg | float |  |  | >0 | Главный угол в плане, рад |
| VspomDeg | float |  |  | >0 | Вспомогательный угол в плане, рад.  |
| RadVer | float |  |  | >0 | Радиус вершины резца, мм |
| Tst | integer |  |  | >0 | Период стойкости инструмента, мин.  |
| MatDerg | alfa | 30 |  |  | Материал державки |
| Vid | TGraphics |  |  |  | Внешний вид инструмента |
| Kod | Autoincrement |  |  |  | Код инструмента в базе данных |

Эта структура базы данных только по резцам. На токарном оборудовании обработка производится не только резцами, но и:

сверлами;

метчиками;

развертками;

зенкерами;

плашками.

Кроме резания на токарном оборудовании производится так же шлифовка, полировка, накатка, раскатка. Для этих инструментов необходимо использовать базы данных, составленные для каждого инструмента индивидуально.

База данных по измерительному инструменту используется для осуществления контрольно-измерительных операций во время обработки. База содержит сведения, приведенные в таблице 1.10

Таблица 1.10 - Структура базы данных измерительного инструмента

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя поля | Тип данных | Размер | Ключ | Ограничение на данные | Назначение |
| Name | alfa | 30 | \* |  | Наименование инструмента |
| PredIzm | Integer |  |  | >0 | Пределы измерения |
| TochIzm | Integer |  |  | >0 | Точность измерения |
| Kod | Autoincrement |  | \* |  | Код инструмента в базе данных |
|  |  |  |  |  |  |

База данных по обрабатываемому материалу используется для расчетов режимов резания и определения группы стружки. Структура базы данных приведена в таблице 1.11

Таблица 1.11 - Структура базы данных обрабатываемого материала

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя поля | Тип данных | Размер | Ключ | Ограничение на данные | Назначение |
| Marka | alfa | 30 | \* |  | Марка материала |
| GrStr | alfa | 2 |  |  | Группа стружки |
| Proch | float |  |  | >0 | Предел прочности, МПа |
| Tek | float |  |  |  | Предел текучести, МПа |
| KoefObrab | float |  |  | >0 | Коэффициент обрабатываемости |
| Kod | Autoincrement |  | \* |  | Код материала в базе данных |

Вспомогательный инструмент используется для установки режущего инструмента на станок, как переходник. Структура базы данных по вспомогательному инструменту представлена в таблице 1.12.

Таблица 1.12 - Структура базы данных по вспомогательному режущему осевому инструменту

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя поля | Тип данных | Размер | Ключ | Ограничение на данные | Назначение |
| Name | alfa | 30 |  | \* | Обозначение вспомогательного инструмента |
| Diam | integer |  |  | >0 | Диаметр отверстия для хвостовика, мм |
| Dlina | float |  |  | >0 | Длина вспомогательного интсрумента, мм |
| KonusM | float |  |  | >0 | Конус Морзе, рад |
| Kod | Autoincrement |  |  |  | Код инструмента в базе данных |

При проектировании технологического процесса обработки детали, когда составляется план и выбирается метод обработки, одновременно с выбором станка надо установить, какое приспособление необходимо для выполнения на данном станке намеченной операции. Приспособление используется для установки и обработки детали на станке [10]. Пример структуры базы данных для 3-х кулачкового патрона приведена в таблице 1.13.

Таблица 1.13 - Структура базы данных для 3-х кулачкового патрона

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Имя поля | Тип данных | Размер | Ключ | Ограничение на данные | Назначение |
| Name | alfa | 30 | \* |  | Наименование приспособления |
| MaxDiamZakr | Integer |  |  | >0 | Максимальный диаметр закрепления, мм |
| GabRazm | alfa | 30 |  |  | Габаритные размеры приспособления |
| MaxUsZakr | integer |  |  | >0 | Максимальное усилие закрепления, Н |
| TypePriv | alfa | 30 |  |  | Тип привода |
| Kod | autoincrement |  |  |  | Код приспособления в базе данных |

Вспомогательными базами данных, необходимыми для работы программно - методического комплекса, являются:

база данных классификатора;

база данных комплексных деталей;

тексты обработки поверхностей, переходов;

база данных типовых технологических процессов для комплексных деталей;

база данных комментариев;

база данных наименований видов работ.

нормативов вспомогательных работ на токарные операции;

нормативов резания;

нормативов на вспомогательные работы;

база данных условий обработки;

база исходных данных индивидуальных деталей;

Так же новым оригинальным технологическим решением является использование таблиц соответствий, содержащих условия принятия технологических решений и сами решения, оформленные в виде файлов базы данных. При помощи них задается выбор:

припусков на операцию;

плана обработки поверхностей;

припусков на операцию.

Для хранения неиспользуемых техпроцессов и индивидуальных деталей предполагается использовать архивы:

готовых техпроцессов;

незавершенных техпроцессов;

готовых индивидуальных деталей;

незавершенных готовых деталей.

## 1.3.2 Программное обеспечение

Программное обеспечение - совокупность программ, представленных в заданной форме, вместе с необходимой программной документацией.

Определим задачи, встающие перед проектировщиком программно - методического комплекса для проектирования техпроцессов.

Во-первых, необходимо предусмотреть средства для хранения и манипулирования информацией, требуемой в процессе проектирования техпроцессов. Для этого необходимо создать полноценную базу данных. В нее входят как набор таблиц с данными, так и программные средства для администрирования базы.

Во-вторых, требуется разработка собственно самих средств проектирования техпроцессов. Эти средства можно разделить на три категории: средства автоматического проектирования типовых техпроцессов, средства полуавтоматического проектирования оригинальных техпроцессов и средства ручного редактирования спроектированных техпроцессов.

Третье - то без чего трудно обойтись практически любой программе - средства ввода-вывода. Сюда можно отнести как средства ввода-вывода текущего состояния комплекса, так и средства фиксации результатов проектирования в виде файлов, содержащих маршруты техпроцессов. Кроме того, средства для обмена данными с внешними базами данных.

Детальная декомпозиция целей проектирования программно - методического комплекса в виде иерархического дерева - графа целей - представлена на рисунке 1.2.

Учитывая мировой опыт проектирования сложных программных продуктов, используем модульный подход для реализации программного комплекса. Модульная структура облегчает расширение системы и адаптирование в соответствии с требованиями пользователя [11]. Разобьем программно-методический комплекс на структурные модули, каждый из которых выполняет свой комплекс функций.

Результат работы программного комплекса и качество спроектированного техпроцесса зависит, в большей степени, от качества и наполнения баз данных. Модуль работы с базами данных должен обеспечивать выполнение следующих функций:

ввод информации в БД;

редактирование баз данных;

просмотр баз данных;

контроль корректности вводимых данных;

возможность сортировки данных по уникальному и составному ключу;

быстрый поиск в базах данных;

резервная архивация баз данных.

Первым этапом работы с программно-методическим комплексом при разработке техпроцесса является выбор комплексной детали, для описания индивидуальной детали.

Эту функцию должен выполнять модуль ввода исходных данных.

Рисунок 1.2 - Декомпозиция целей проектирования ПМК

Модуль ввода исходных данных должен выполнять следующие функции:

выбор класса комплексной детали на основании технологического классификатора;

ввод информации об индивидуальной детали;

контроль ввода данных;

сохранение вводимых данных по индивидуальной детали в архив;

автосохранение вводимых данных, для аварийного восстановления;

чтение информации об индивидуальной детали из архива, из файла.

Второй этап - обработка введенной информации. Основные функции расчетного модуля:

выбор плана обработки;

выбор способа установки детали;

выбор оборудования;

выбор режущего инструмента;

выбор приспособления;

выбор вспомогательного инструмента;

выбор измерительного инструмента;

логический выбор технологических переходов по таблицам соответствий и генерирование текста технологического процесса;

оптимизация (по подаче, скорости, глубине резания) по производительности и выбор режимов резания;

расчет норм времени (ТО, ТВ);

расчет себестоимости технологической операции;

выбор оптимального оборудования по себестоимости.

На каждом этапе проектирования должны быть реализованы следующие функции:

предоставление возможности технологу в диалоге самому принимать решения или контролировать их автоматический выбор;

контроль возможных некорректностей выбора взаимоисключающих решений;

предоставление возможности технологу редактировать и исправлять текст техпроцесса.

Заключительный этап работы программно-методического комплекса - выдача технологического процесса на печать в форме принятой на предприятии. Основные функции модуля выдачи техпроцесса:

передача текста техпроцесса в текстовый редактор Microsoft Word;

передача текста техпроцесса в табличный редактор Microsoft Excel;

прямой вывод текста техпроцесса на печать;

сохранение полученного техпроцесса в файл;

передача техпроцесса в архив.

Так же ПМК должен быть оснащен сервисным модулем, поскольку он используется для обучения студентов основам проектирования техпроцессов. Основные функции сервисного модуля:

предоставление контекстно-зависимой помощи, по ходу проектирования техпроцесса;

выдача мультимедийной информации, такой как динамика обработки деталей, внешний вид станков и т.д.;

регистрация входа пользователей по паролю;

разделение прав доступа;

изменение системных настроек программно-методического комплекса;

управление экранными окнами ПМК.

Для обеспечения оптимального и устойчивого режима работы разработанного программно - методического комплекса необходимо наличие перечисленных ниже программных продуктов:

операционная система - Windows 98/NT/2000;

наличие Borland Database Engine;

для пользователей - просмотрщик чертежей в формате AutoCAD2000;

для администраторов, наполняющих базы данных - CAD система AutoCAD 2000.

## 1.3.3 Алгоритм и порядок работы с программно-методическим комплексом при составлении модели комплексной детали

При составлении типового технологического процесса на комплексную деталь, тип детали выбирается на основании класса детали. Класс комплексной детали выбирается при помощи классификатора. Например для выбора, в качестве типовой детали, вала редуктора, нужно выбрать класс "тела вращения". Для уточнения типа детали используются такие данные: наличие основных и дополнительных конструктивных элементов, размерные характеристики, шероховатость, точность размеров и расположение поверхностей.

Чертеж комплексной детали составляется технологом для группы деталей, имеющих большое количество схожих основных и вспомогательных конструктивных элементов. Чертеж должен иметь множество избыточных размерных цепей, так как при проектировании индивидуальной детали многие размеры исчезнут, а оставшиеся должны однозначно определять все необходимые размеры. Комплексная деталь описывается при помощи множества основных, соединительных и дополнительных элементов.

К основным конструктивным элементам относятся цилиндрические, конические поверхности и отверстия. Конструктивные элементы вводятся с чертежа слева направо. Из списка поверхностей выбираются необходимые и заносятся в таблицу. Назначение происходит путем сопоставления основному диаметру поверхности кода поверхности. Дополнительно указывается, есть ли на поверхности резьба. И указывается, является ли данная поверхность постоянной или может отсутствовать.

К соединительным конструктивным элементам относятся торцы. Обычно торцы присутствуют на диаметральных переходах детали. Им так же назначается код из списка, если торец крайний на нем может быть сфера, которой тоже назначается код.

К дополнительным конструктивным элементам относятся канавки, галтели и фаски. Галтели и фаски присутствуют на диаметральных переходах и на торцах детали. Канавки, как дополнительные элементы, присутствуют на внешних и внутренних цилиндрических поверхностях.

Так же для описания модели комплексной детали используется матрица инцидентности переменных, обозначающих линейные размеры между торцами.

Алгоритм описания модели комплексной детали приведен на рисунке 1.3.

Рисунок 1.3 - Алгоритм описания комплексной детали

Начало

Выбор класса детали по классификатору

Ввод основных поверхностей

Назначить код

Задать отверстия

Назначить код

Задать торцы

Назначить код

Задать галтели, фаски, канавки

Назначить код

Задать обозначения линейных размеров

Конец

## 1.3.3.1 Описание формата файла для хранения информации о комплексной детали

Файл для хранения информации представляет собой типизированный файл, в который записывается информация в виде записи.

Описание типа данных для хранения информации приведено на рисунке 1.4.

type Сomplex = record

KodClass: String [11] ;

MaxDiam: integer;

MinDlin: LongInt;

MaxDlin: LongInt;

KolvoOsnPov: integer;

KodOsnPov: Array [1. .50] of integer;

PostDiam: Array [1. .50] of Boolean;

RezPov: Array [1. .50] of Boolean;

KolvoOtv: integer;

KodOtv: Array [1. .50] of integer;

RezOtv: Array [1. .50] of Boolean;

Torc: Array [1. .100,1. .100] of Boolean;

KodTorc: Array [1. .1000] of Integer;

VidTorc: Array [1. .1000] of Boolean;

FaskaKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt;

GaltKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt;

KanavkiKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt;

LinDimTorc: Array [1. .100,1. .100] of String [2] ;

TextTP: Array [1. .1000] of LongInt;

Comment: String;

Ris: TBitMap; end;

Подробно рассмотрим хранимые данные.

KodClass - классификационный код детали, выбраный по классификатору. Длинна его 11 символов.

MaxDiam - максимальный диаметр используемой заготовки, мм.

MinDlin - минимальная длина заготовки, мм.

KolvoOsnPov - количество основных поверхностей.

KodOsnPov - массив кодов поверхностей.

PostDiam - массив логических значений. Если поверхность постоянная, то 1, если нет 0.

RezPov - массив логических значений. Если 1, то на поверхности есть резьба, если 0, то нет.

KolvoOtv - количество отверстий.

KodOtv - массив кодов отверстий.

RezOtv - массив логических значений. Если 1, то на отверстии есть резьба, если 0, то нет.

Torc - матрица торцев на внешних и внутренних диаметрах.

KodTorc - массив кодов торцевых поверхностей.

VidTorc - массив торцевой поверхности. Если 1, то торец обычный, если 0, то торцевая поверхность - сфера. И в массиве кодов торцев, код сферического торца.

FaskaKod - матрица кодов фасок из БД поверхностей.

GaltKod - матрица кодов галтелей из БД поверхностей.

KanvkiKod - матрица кодов канавок из БД поверхностей.

LinDimTorc - массив обозначений размеров между торцами. Например: L1, L2.

TextTP - массив кодов из базы данных текстов типовых техпроцессов.

Comment - коментарий к комплексной детали.

Ris - рисунок комплексной детали.

В случае описания торцев, на пересечении диаметров указывается наличие торцев. В списке диаметров указываются внешние и внутренние диаметры. Если указывается наличие торца на одном и том же диаметре, то это значит, что торец крайний.

Когда описывается матрица кодов галтелей и фасок, в матрице участвуют торцы и диаметры внешние и внутренние. Так как галтели и фаски могут быть на переходах торец - диаметр, диаметр - торец.

Когда описывается матрица канавок, то используются торцы, диаметры внешние и внутренние. Канавки могут быть не только на переходах торец-диаметр и диаметр-торец, но и на самих диаметрах.

## 1.3.4 Алгоритм и порядок работы при описании индивидуальной детали

При проектировании технологического процесса токарных операций, работа с комплексом делится на три этапа.

Ввод информации об индивидуальной детали на основе комплексной.

Расчет всех параметров технологического процесса и генерирование текста технологического процесса.

Вывод техпроцесса в форме принятой на предприятии и передача, по желанию пользователя, в текстовые или табличные редакторы.

Индивидуальная деталь описывается на основе модели комплексной детали. Необходимая информация берется с чертежа конкретной детали. Необходимой дополнительной информацией является: способ изготовления заготовки, общая длина и диаметр заготовки. Вводятся основные необходимые данные:

точность поверхностей;

линейные размеры;

диаметральные размеры;

радиусы галтелей и сфер;

угол и длина фасок;

уклон конусных поверхностей;

припуски по торцам и их качество.

После ввода необходимых данных информация передается в расчетный модуль для генерирования текста технологического процесса. Алгоритм описания индивидуальной детали представлен на рисунке 1.5

На каждом этапе проектирования или ввода информации в программном комплексе, должно быть предусмотрено сохранение вводимой информации и ее автосохранение в фоновом режиме, как это реализовано в Microsoft Word. После аварийного перезапуска программы последние сохраненные автоматически данные, должны по желанию пользователя считываться в формы ввода и выбора параметров. По ходу проектирования должны выдаваться подсказки и рекомендации при помощи сервисного модуля.

Рисунок 1.5 - Алгоритм описания индивидуальной детали

Начало

Выбор комплексной детали

Ввод параметров заготовки

Ввод параметров детали

Учет исчезающих размеров

Выбор баз закрепления

Ввод данных по торцам и центровым отверстиям

Ввод величин припусков по торцам

Ввод линейных размеров между торцами и точность

Конец

## 1.3.4.1 Описание формата файла для хранения информации об индивидуальной детали

Файл для хранения информации представляет собой типизированный файл, в который записывается информация в виде записи. Описание типа данных для хранения информации приведено на рисунке 1.6.

type Parametr =record

Name: String [3] ;

ValRazm: Real;

Toch: integer;

RazmZagot: Integer; end;

type Razmer = record

Param: Array [1. .3] of Parametr; end;

type Individ = record

KomplDet: LongInt;

Razmer: Array [1. .50] of Razmer;

ObrabTorecK: Array [1. .2] of ShortInt;

ObrabOtvCentr: Array [1. .2] of ShortInt;

TochTorc: Array [1. .1000] of ShortInt;

PripTorc: Array [1. .1000] of ShortInt;

KodCentrOtv: Array [1. .2] of LongInt;

TorcLinDim: Array [1. .1000] of integer;

TextTP: Array [1. .1000] of LongInt;

Comment: String; end;

Рисунок 1.6 - Код типа файла для хранения информации об индивидуальной детали

Запись Razmer - служит для хранения описания параметров каждой поверхности. Каждая поверхность может содержать до трех параметров.

Name - наименование параметра. Например: R-радиус, D-диаметр, L - длина, Y - угол.

ValRazm - значение размера.

Toch - точность поверхности.

RazZagot - размер заготовки по поверхности.

KomplDet - код комплексной детали в БД.

ObrabTorecK - массив значений обработки крайних торцев. Если 1 - окончательно, 2 - предварительно на токарной операции, 3 - предварительно не на токарной операции.

ObObrabOtvCentr - массив значений обработки центровых отверстий. Так же как и для торцев.

TochTorc - массив точности поверхностей по торцам.

PripTorc - массив припусков по торцам.

KodCentrOtv - массив кодов поверхностей центровых отверстий.

TorcDimLin - массив значений линейных размеров между торцами.

TextTP - текст техпроцесса на индивидуальную деталь.

Comment - коментарий к индивидуальной детали.

## 1.3.5 Алгоритм работы программно-методического комплекса при проектировании техпроцесса

Важным моментом является выдача текста технологического процесса пользователю, в виде принятом на предприятии. Так как значительное количество студентов проходят практику на НКМЗ. А после окончания института идут туда работать. Поэтому привычка видеть технологический процесс, в форме принятой на заводе, имеет большое значение. Алгоритм работы комплекса при проектировании техпроцесса приведен на рисунке 1.7

Для общего представления проектирования техпроцесса представим этот процесс в виде контекстной диаграммы потоков данных (DFD-диаграмма). Диаграмма представлена в приложении Б на рисунке Б.1. Эта диаграмма моделирует интерфейс связи системы с внешним миром, а именно, информационные потоки между системой и внешними сущностями, с которыми она связана.

Начало

Ввод информации по индивидуальной детали

Выбор плана обработки

Выбор способа установки детали

Выбор оборудования

Выбор режущего инструмента

Выбор приспособления

Выбор вспомогательного инструмента

Выбор измерительного инструмента

Генерирование текста техпроцесса

Рисунок 1.7, лист 1 - Алгоритм работы комплекса при проектировании техпроцесса

Рисунок 1.7, лист 2 - Алгоритм работы комплекса при проектировании техпроцесса

Оптимизация и выбор режимов резания

Расчет норм времени

Расчет себестоимости техоперации

Выбор оптимального оборудования по выбраному критерию

Конец

Выдача текста техпроцесса

Внешние сущности представленные на диаграмме:

"Пакет информации по индивидуальной детали". Информация по индивидуальной детали содержит данные, описывающие индивидуальную деталь.

"Пользователь". Пользователь программно - методического комплекса.

"Дисплей". Дисплей - экран компьютера, отображает графическую, текстовую информацию.

"Основные БД". Базы данных, которые содержат необходимую информацию для проектирования техпроцесса.

"Файл техпроцесса". Файл содержащий текст техпроцесса.

"БД типовых техпроцессов". База данных, содержащая тексты типовых переходов, операций.

"БД комплексных деталей". База данных, содержащая информацию о комплексной детали, выбранной для описания индивидуальной.

Основной процесс: "Спроектировать техпроцесс", хранит данные техпроцесса.

Потоки данных, которыми обменивается система с внешними объектами: "Пользователь" вводит команды; "Основнные БД" предоставляют необходимую нормативно-справочную информацию для проектирования; "БД типовых техпроцессов" предоставляет текстовые фрагменты типовых переходов и операций; "Дисплей" принимает информацию о текущем состоянии разрабатываемого техпроцесса для отображения; "Пакет информации об индивидуальной детали" предоставляет технологическую информацию о детали (размеры, шероховатость, точность поверхностей); "БД комплексных деталей" предоставляет информацию о комплексной детали выбраной для описания индивидуальной детали; "Файл техпроцесса" принимает окончательные результаты проектирования в виде текста техпроцесса.

Детализирующая диаграмма более подробно описывает процессы и потоки данных разрабатываемой или существующей системы. Для разрабатываемого программного комплекса бала разработана контекстная диаграмма, чтобы более точно определить процессы и потоки данных системы. Результатом детализации является детализирующая DFD диаграмма процесса проектирования технологического процесса. Диаграмма приведена в приложении В на рисунке В.1.

Процессы детализирующей диаграммы:

1.1 "Обработать команды пользователя". Этот процесс обрабатывает поступающие из интерфейса команды пользователя;

1.2 "Обработать информацию об индивидуальной детали". Обработка информации поступившей из файла базы данных о геометрических параметрах детали, параметрах заготовки;

1.3 " Учесть параметры комплексной детали". Этот процесс считывает параметры комплексной детали и дополняет информацию об индивидуальной детали.

1.4 "Выбор данных из основных БД". Процесс запрашивает дополнительную информацию необходимую для составления технологического процесса.

1.5 "Спроектировать техпроцесс". Проектирование техпроцесса по имеющимся данным и генерирование текста техпроцесса из фрагментов тектов переходов и операций БД типовых техпроцессов.

Учитывая алгоритмы используемые при проектировании токарных операций, разработаем схему взаимодействия модулей программно - методического комплекса. Она должна соответствовать требованиям модульности структуры программно - методического комплекса. Схема взаимодействия представлена на рисунке 1.8.

Интерфейс ПМК

Модуль описания комплексной детали и типового техпроцесса

Модуль описания индивидуальной детали и составления техпроцесса

СУБД

БД САПР ТП

Модуль работы с базами данных

Модуль ввода исходных данных

Сервисный модуль

Модуль выдачи и экспорта техпроцесса

Системная

Функциональная

Рисунок 1.8 - Схема взаимодействия модулей ПМК

Такая схема взаимодействия должна позволить организовать работу программно-методического комплекса, согласно требованиям к программному обеспечению п.1.3.2

## 1.3.5 Техническое обеспечение

Техническое обеспечение для работы программно - методического комплекса представляет собой совокупность аппаратных средств, используемых во время работы.

Для работы ПМК необходимо наличие персональной ЭВМ, обладающей ниже перечисленными характеристиками.

Объем оперативной памяти должен быть не менее 128МБ. Так как используемая операционная система Windows 2000. Такой объем памяти является необходимым и достаточным для работы комплекса. При уменьшении объема оперативной памяти возможно существенное замедление работы компьютера и увеличению файла подкачки, что не желательно.

Процессор должен быть не ниже Pentium II - 400, для работы с комплексом, на базе Windows 2000. Увеличение производительности процессора не приведет к ускорению работы ПМК, а уменьшение - замедлит работу как программно - методического комплекса, так и операционной системы, в общем.

Наличие свободного места на жестком диске в размере не менее 1 Мб для базового программного обеспечения без баз данных. Для работы на базе Windows 2000 достаточно наличия жесткого диска размером 4Гб.

Сетевой адаптер для обмена базами данных и работы в сети: Ethernet-совместимая карта пропускной способностью 10Мbs.

Монитор SVGA-совместимый размером 14". Программно - методический комплекс рассчитан на работу с разрешением 800х600 пикселей.

Также необходимы двухкнопочная мышь и стандартная клавиатура, ориентированная на работу c операционной системой Windows 2000.

Для вывода технологических процессов на печать необходим принтер Epson-LX300. Данный принтер является экономным матричным принтером, используемым в академии для обеспечения учебного процесса.

Улучшение приведенных характеристик является экономически невыгодным и не улучшит работу программно - методического комплекса.

## 1.3.6 Организационное обеспечение

Для работы программно - методического комплекса необходимо осуществить ряд необходимых организационных мероприятий. Рабочее место должно быть укомплектовано необходимым набором программных и технических средств, указанным выше. На рабочих местах для студентов необходимо установить просмотрщик чертежей в формате системы AutoCAD2000. На рабочих местах администраторов для наполнения баз данных установить систему AutoCAD 2000.

Для пополнения баз данных комплекса необходимо назначить методиста, создать для него учетную карточку пользователя в домене на сервере сети и на локальных рабочих местах. Обучить его работе с комплексом, в частности, работе с базами данных. Назначенные права должны позволять редактировать, просматривать, удалять и добавлять информацию в базы данных.

Пользователи, то есть студенты не должны иметь доступа к программной папке комплекса на диске, что реализуется при помощи назначения прав пользователей в операционной системе.

ПМК должен быть установлен администратором на каждом компьютере в компьютерных аудиториях для того, что бы он полностью установился в системе (прав пользователя недостаточно).

Возможно включение комплекса в план учебного процесса, для обучения студентов.

## 2. Специальная часть разработка программного обеспечения для организации интерфейса программно-методического комплекса

## 2.1 Разработка технического задания на реализацию специальной части дипломного проекта

Наименование программного изделия - "Интерфейс программно - методического комплекса для проектирования токарных операций в производственных условиях ЗАО НКМЗ". Техническое задание разрабатываем в соответствии с ГОСТ 34.602-89 [12].

## 2.1.1 Основание для разработки

Основанием для разработки данного программного комплекса является задание на дипломную работу, утвержденное приказом № 06-7 ректора Донбасской государственной машиностроительной академии от 24 января 2003 г., г. Краматорск.

## 2.1.2 Назначение разработки

Интерфейс ПМК предназначен для управления основными модулями комплекса обучения студентов основам проектирования технологических процессов для токарных операций в производственных условиях ЗАО НКМЗ.

Эксплуатационное назначение: автоматизация процесса разработки технологического процесса, состоящего из токарных операций.

Функциональное назначение:

автоматизация процесса составления техпроцессов;

контроль последовательности работы программных блоков;

предоставление справочной информации и вызов помощи;

обучение студентов особенностям составления техпроцессов токарных операций в производственных условиях ЗАО НКМЗ.

## 2.1.3 Требования к программному продукту

При реализации и использовании интерфейса должны быть учтены требования к функциональным характеристикам, надежности проекта, параметрам технических средств, информационной и программной совместимости.

## 2.1.3.1 Требования к функциональным характеристикам

Проектируемый интерфейс должен быть реализован в виде структуры иерархических экранных меню, должен:

обеспечить максимально наглядное и доступное представление о ходе проектирования;

обеспечить управление процессом проектирования при помощи меню и клавиатурных эквивалентов команд;

обеспечить интеграцию программного комплекса в операционной системе.

Необходимо предусмотреть возможность расширения и совершенствования интерфейса программного комплекса, возможность удовлетворения изменившихся требований, не предусмотренных при проектировании.

Обеспечить удобство работы пользователя, а именно: пользовательский интерфейс должен быть интуитивно понятным, должны обеспечиваться различные уровни доступа к функциям (из меню).

## 2.1.3.2 Требования к надежности

Интерфейс ПМК должен устойчиво функционировать и не приводить к зависанию операционной системы в аварийных ситуациях, должен обеспечивать полную безопасность обработки информации. Должен гарантировать соответствие выходной информации полученным данным, также должен предусмотреть отсутствие искажения или потери информации при аварийном отключении электроэнергии.

## 2.1.3.3 Условия эксплуатации

Для нормального функционирования интерфейса программного комплекса и обеспечения сохранности данных на различных носителях должны быть обеспечены параметры окружающей среды в следующих диапазонах:

температура 10 -30°С;

влажность 10 - 60%.

## 2.1.3.4 Требования к составу и параметрам технических средств

Для компьютера, на котором будет работать данный интерфейс ПМК, выдвигаются следующие требования:

CPU Pentium II 400;

128 Mb RAM;

4 Gb HDD;

манипулятор мышь, клавиатура;

монитор;

наличие свободного места на винчестере в зависимости от объема базы данных плюс размер интерфейса комплекса 1Мб;

Эти требования основаны, в основном, на том, что программный комплекс должен работать в операционной системе Windows 2000.

## 2.1.3.5 Требования к информационной и программной совместимости

Для правильной работы интерфейса программного комплекса выдвигаются следующие требования:

используемая операционная система - Windows2000, так как она поддерживает необходимые функции разделения прав пользователей;

наличие Bоrland Database Engine, для работы с базами данных;

CAD система AutoCAD 2000, для просмотра чертежей проектируемых деталей.

## 2.1.4 Требования к программной документации

Предварительный состав программной документации установлен в соответствии с ГОСТ 19.101-77. Ниже приведен список программных документов и их содержание:

описание интерфейса ПМК, сведения о логической структуре и функционировании комплекса;

программа и методика испытаний - требования, подлежащие проверке при испытании интерфейса программного комплекса, а также порядок и методы их контроля;

техническое задание - настоящий документ;

пояснительная записка -общее описание алгоритма и функционирования программного комплекса, а также обоснование принятых технических и технико-экономических решений.

## 2.1.5 Технико-экономическая эффективность

Экономическая выгода использования интерфейса данного ПМК, появляется за счет сокращения времени на проектирование технологических процессов токарных операций, в ходе учебного процесса, улучшения качества знаний студентов, а значит, уменьшения дополнительных средств, необходимых для обучения студентов на рабочих местах. Экономия времени студентов позволяет им усвоить больше учебного материала. Так же экономия достигается за счет сокращения времени преподавателей, необходимого для обучения и контроля знаний студентов.

## 2.1.6 Стадии и этапы разработки

Разработка ведется в несколько этапов в соответствии с ГОСТ 19.101-77 [13]:

анализ предметной области - описание предметной области, анализ существующих программных продуктов;

разработка структуры программного комплекса - определение основных частей программного комплекса и взаимодействий между ними;

разработка интерфейса приложения;

тестирование системы на полноту и корректность выполняемых функций;

совершенствование пользовательского интерфейса - создание справки, улучшение дизайна приложения, подготовка программной документации, описанной выше.

## 2.1.7 Порядок контроля

Контроль программного продукта осуществляется в следующем порядке.

Проверка запуска программного комплекса.

Программа не должна вызывать нарушений в работе других программ. Если программа не запускается, следует проверить, нет ли каких-либо сбоев в операционной системе. При обнаружении таких сбоев их следует ликвидировать и повторить запуск программы.

Проверка реакции программы на различные действия пользователя.

Подразумевает выполнение команд меню системы в различном порядке.

Проверка корректности завершения работы программы.

После выхода из программы операционная система должна продолжать работать корректно.

## 2.2 Детальное описание алгоритма моделирования комплексной детали

Приведем функциональное описание алгоритма моделирования комплексной детали приведенного на рисунке 1.3 Первая вызываемая функция - VibClassDet. Возвращает код детали из классификатора типа String [11].

Входные данные приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Описание входных параметров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Имя параметра | Тип данных | Источник | Описание |
| ClassDet | String | Чертеж детали | Класс детали (крепежные, тела вращения, полые тела вращения и т.д.).  |
| PodClass | String | Чертеж детали | Подкласс детали (штифты, валы, валики, вал-шестерно)  |
| Group | String | Чертеж детали | Группа конструктивных элементов (шпоночные пазы, отверстия)  |
| MaxDlin | Integer | Чертеж детали | Максимальная длина проектируемой детали, мм |
| MaxDiam | Integer | Чертеж детали | Максимальный диаметр проектируемой детали, мм |
| Cheroh | Real | Чертеж детали | Шероховатость детали (самая грубая)  |
| Tochn | String | Чертеж детали | Самая точная поверхность |
| Material | String | Чертеж детали | Материал детали |
| Termoobr | String | Чертеж детали | Вид термообработки |
| Pokr | String | Чертеж детали | Вид покрытия детали |
| VidZagot | String | Чертеж детали | Вид заготовки (поковка, штамповка, отливка)  |

Описание обьявления функции приведено на рисунке 2.1.

Function VibClassDet (ClassDet: String;

PodClass: String; Group: String;

MaxDlin: Integer; MaxDiam: Integer;

Cheroh: Real; Tochn: String;

Material: String; Termoobr: String;

Pokr: String; VidZagot: String): String [11]

Затем вызывается функция ввода основных поверхностей - In\_Layer. Функция заполняет массивы элементов поверхностей КodOsnPov: Array [1. .50] of integer; PostDiam: Array [1. .50] of Boolean; RezPov: Array [1. .50] of Boolean; возвращает количество введеных поверхностей. Массивы обьявлены глобально. Функция обьявлена так: Function In\_Layer: Integer. Количество и вид поверхностей подсчитывается и вводятся с чертежа детали.

Затем вызывается функция ввода отверстий - In\_Otv. Функция заполняет массивы элементов отверстий KodOtv: Array [1. .50] of integer; RezOtv: Array [1. .50] of Boolean; возвращает количество введеных отверстий - KolvoOtv. Массивы обьявлены глобально. Функция обьявлена так: Function In\_Otv: Integer. Количество и вид отверстий вводится с чертежа.

Затем вызывается процедура ввода торцев - In\_Torc. Передаваемые параметры:

KolvoOtv: integer - количество диаметральных внутренних размеров;

KolvoPov: integer - количество диаметральных внешних размеров.

Возвращаемые параметры:

Torc: Array [1. .100,1. .100] of Boolean массив торцев на диаметрах;

KodTorc: Array [1. .1000] of Integer массив кодов торцев;

VidTorc: Array [1. .1000] of Boolean массив вида торца (сфера или обычный торец).

Описание обьявления процедуры приведено на рисунке 2.2.

Procedure In\_Torc (KolvoOtv, KolvoPov: integer;

Var Torc: Array [1. .100,1. .100] of Boolean;

VarKodTorc: Array [1. .1000] of Integer;

VarVidTorc: Array [1. .1000] of Boolean);

Рисунок 2.2 - Обьявление процедуры In\_Torc

Затем идет вызов процедура ввода галтелей, фасок и канавок - In\_GFK. Передаваемые параметры:

KolvoOtv: integer - количество диаметральных внутренних размеров;

KolvoPov: integer - количество диаметральных внешних размеров;

Torc: Array [1. .100,1. .100] of Boolean - массив торцев.

Возвращаемые параметры:

Faska: Array [1. .150,1. .150] of Boolean - массив фасок:

FaskaKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt -массив кодов поверхностей;

Galt: Array [1. .150,1. .150] of Boolean - массив галтелей;

GaltKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt - массив кодов галтелей;

Kanavki: Array [1. .150,1. .150] of Boolean - массив канавок;

KanavkiKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt -массив кодов канавок.

Описание обьявления процедуры приведено на рисунке 2.3.

Procedure In\_GFK (

VarFaska: Array [1. .150,1. .150] of Boolean;

Var FaskaKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt;

VarGalt: Array [1. .150,1. .150] of Boolean;

VarGaltKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt;

VarKanavki: Array [1. .150,1. .150] of Boolean;

VarKanavkiKod: Array [1. .150,1. .150] of LongInt;

KolvoOtv: integer;

KolvoPov: integer;

Torc: Array [1. .100,1. .100] of Boolean);

Рисунок 2.3 - Обьявление процедуры In\_GFK

Затем идет вызов функции ввода обозначений линейных размеров - In\_Lin. Передаваемые параметры:

Torc: Array [1. .100,1. .100] of Boolean - массив торцев.

Возвращаемые параметры:

LinDimTorc: Array [1. .100,1. .100] of String [2] - массив обозначений линейных размеров.

Обьявление функции приведено на рисунке 2.4

Function In\_Lin (

Torc: Array [1. .100,1. .100] of Boolean

): LinDimTorc: Array [1. .100,1. .100] of String [2] ;

Рисунок 2.4 - Обьявление функции In\_Lin

После вызова всех функций пользователь может сохранить спроектированную комплексную деталь в файл, формат описания которого приведен выше.

## 2.3 Разработка программного модуля

Разработанный программный модуль для реализации интерфейса программно - методического комплекса, представляет собой окно в стиле Windows имеющее статусную строку и иерархически вложенное меню программы.

Структура меню представляет собой разделенные по функциям вложенные выпадающие подменю, передающие управление на те программные модули, в функции которого входит выполнение выбранного пункта подменю. Интерфейс разработан максимально удобным и понятным для конечного пользователя, знакомого с работой в операционной системе Windows.

В главном меню собраны все функции модулей комплекса, что обеспечивает быстрый вызов любых необходимых действий. Наиболее часто используемые пункты меню имеют клавиатурный эквивалент. Возле каждого пункта меню отображена характерная пиктограмма, улучшающая запоминание и восприятие интерфейса.

В статусной строке приложения отображается текущее время и свободные системные ресурсы. Там же возможен вывод подсказок пользователю в виде бегущей строки.

Окно программно - методического комплекса при минимизации сворачивается в системный трэй (место рядом с часами Windows), что позволяет высвободить место на панели задач для других приложений, и в то же время дает быстрый доступ к окну программы, при помощи одного щелчка "мыши".

Интерфейс имеет справочную систему, в которой изложены основные понятия используемые при проектировании техпроцессов.

Структура меню интерфейса ПМК приведена в приложении Г на рисунке Г.1.

## 2.3.1 Описание элементов главного меню ПМК

Общий вид интерфейса приведен на рисунке 2.5.

Рисунок 2.5 - Общий вид интерфейса ПМК

Главное меню состоит из следующих элементов:

"Разработка ТП";

"Комплексная деталь";

"Основные БД";

"Вспомогательные БД";

"Сервис";

"Экспорт ТП";

"Архивы";

"Помощь".

Подменю "Разработка ТП", приведено на рисунке 2.6, позволяет:

создать новый техпроцесс;

открыть техпроцесс незавершенный, готовый, из архива, из файла;

сохранить техпроцесс как незавершенный, готовый, из архива, из файла;

переместить техпроцесс в незавершенные, в готовые, в архив, в файл;

выбрать комплексную деталь;

ввести параметры заготовки;

ввести параметры детали;

ввести данные по торцам;

ввести данные по отверстиям;

ввести припуски по торцам;

ввести линейные размеры;

просмотреть текст спроектированного ТП.

Рисунок 2.6 - Подменю "Разработка ТП"

Подменю "Комплексная деталь", приведено на рисунке 2.7, управляет работой с комплексной деталью и позволяет:

создать новую деталь;

сохранить комплексную деталь как незавершенную, готовую, в архив, в файл;

открыть комплексную деталь из незавершенных, из готовых, из архива, из файла;

выбрать класс детали по классификатору;

написать типовой техпроцесс;

ввести основные поверхности комплексной детали;

задать отверстия;

задать торцы:

задать галтели, фаски, канавки;

задать обозначения линейных размеров;

сохранить типовой ТП как незавершенный, как готовый.

Рисунок 2.7 - Подменю "Комплексная деталь"

Подменю "Основные БД", приведено на рисунке 2.8 - работа с основными базами данных (оборудование, режущий инструмент, измерительный инструмент, вспомогательный инструмент, приспособления, обрабатываемый материал, способы установки и крепления детали, точностные и чистовые характеристики поверхностей), позволяет просматривать, удалять, редактировать данные в соответствии с правами пользователя.

Рисунок 2.8 - Подменю "Основные БД"

Подменю "Вспомогательные БД", приведено на рисунке 2.9 - работа со вспомогательными базами данных (условия обработки, виды работ, нормы времени, комментарии, тексты обработки поверхностей, техпроцессы индивидуальные и типовые, индивидуальные и комплексные детали, классификатор), позволяет просматривать, удалять, редактировать данные в соответствии с правами пользователя.

Рисунок 2.9 - Подменю "Впомогательные БД"

Подменю "Сервис", приведено на рисунке 2.10 - содержит сервисные функции, облегчающие работу пользователя с программным комплексом. Содержит элементы:

"Настройки" - содержит подменю, где можно включить или выключить автосохранение, интерактивные подсказки. Отсюда можно сменить имя пользователя и войти с другими правами на работу с базами данных. Менеджер окон поможет ориентироваться в многооконном интерфейсе комплекса. Вызываемые функции будут применяться к активному окну;

"Просмотр чертежей" - запускает просмотрщик чертежей в формате AutoCAD2000;

"Калькулятор - вызывает калькулятор Windows;

"AutoCAD 2000" - запускает AutoCAD 2000;

"Блокнот" - вызов блокнота Windows.

Рисунок 2.10 - Подменю "Сервис"

Подменю "Экспорт ТП" - позволяет сохранить спроектированный техпроцесс в форматах Microsoft Word, Microsoft Excel, текстовый. Пункт "Передать" - позволяет передать техпроцесс в Microsoft Word, Microsoft Excel, блокнот для дальнейшей работы.

Подменю "Архивы" - предоставляет пользователю возможность работать с архивами техпроцессов (типовыми и индивидуальными), а так же с архивами деталей (комплексными и индивидуальными).

Подменю "Помощь" - позволяет получить доступ к справочной системе программного комплекса, можно вызвать оглавление справки или получить контекстно-зависимую помощь при помощи пункта "Справка". Тут можно просмотреть информацию о разработчиках программно-методического комплекса рисунок 2.11.

Рисунок 2.12 - Информация о разработчике интерфейса

## 2.4 Результаты использования разработанного программно - методического комплекса

## 2.4.1 Анализ работы ПМК проектирования токарных операций

Анализ работы спроектированного интерфейса показывает, что он позволяет осуществить быстрый доступ к основным функциям, является наглядным и интуитивно понятным. Удобно организована работа с архивами техпроцессов, комплексных и индивидуальных деталей. Спроектированный интерфейс может быть использован для работы в учебных целях и как каркас для будущих разработок предложенных к разработке модулей. Наглядный интерфейс позволит значительно облегчить работу с комплексом, а значит позволит освоить больше учебно-методического материала. При использовании слайдов демонстрирующих различный технологический инструмент, станки и визуализацией поэтапной обработки детали, динамики работы станков, программно-методический комплекс позволит значительно углубить практические знания в области технологии машиностроения, как студентам специальных направлений, так и студентам, слабо знающим этот предмет.

## 3. Экономические расчеты

## 3.1 Расчет капитальных затрат на создание программного изделия

Капитальные вложения в создание программного изделия носят единовременный характер и определяются по формуле [14]:

K=K1+K2+K3,

где К1 - затраты на оборудование (стоимость приобретения компьютеров, периферийных устройств;

К2 - затраты на программные продукты;

К3 - затраты на создание программного продукта.

Так как разрабатываемое программное обеспечение не требует закупки нового оборудования, то К1=0. Затраты на программное обеспечение - компакт-диск с Delphi 5.0 Enterprise, равны 16 грн.

Затраты на создание программного продукта определим по формуле (3.1):

К3=З1+З2+З3, (3.1)

где З1 - затраты труда программистов-разработчиков;

З2 - затраты компьютерного времени;

З3 - косвенные затраты.

Рассчитаем затраты труда программистов-разработчиков по формуле 3.2:

З1=ΣNk·rk ·Tk· Kзар, (3.2)

где Nk - количество разработчиков k-й профессии, Nk=1чел.;

rk - часовая зарплата разработчика k-й профессии;

Tk - трудоемкость разработки для k-го разработчика;

Kзар - коэффициент начислений на фонд зарплаты, равен 1.475.

Часовую зарплату разработчика определим по формуле (3.3):

rk=Mk/Fkмес, (3.3)

где Mk - месячная зарплата k-го разработчика, Mk=220грн.;

Fkмес - месячный фонд времени 160 ч. .

Часовая зарплата разработчика равна:

rk=220/160=1.375 грн. /ч.

Трудоёмкость разработки включает время выполнения работ, представленных в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Трудоемкость разработки ПИ

|  |  |
| --- | --- |
| Этапы работ | Содержание работ |
| 1 Техническое задание | Краткая характеристика программы; основание и назначение разработки; требования к программе и программной документации; стадии и этапы разработки программы; порядок контроля и приёмки выполнения.  |
| 2 Эскизный проект | Предварительная разработка структуры входных и выходных данных; уточнение метода решения задачи; разработка и описание общего алгоритма решения; разработка технико-экономического обоснования и пояснительной записки.  |
| 3 Технический проект | Уточнение структуры входных и выходных данных, определение формы их представления; разработка подробного алгоритма; определение семантики и синтаксиса языка; разработка структуры программы; окончательное определение конфигурации технических средств; разработка мероприятий по внедрению программы.  |
| 4 Рабочий проект | Описание программы на выбранном языке; отладка; разработка методики испытаний; проведение предварительных испытаний (тестирование); корректировка программы; разработка программной документации.  |
| 5 Внедрение | Подготовка и передача программы для сопровождения; обучение персонала использованию программы; внесение корректировок в программу и документацию.  |

Расчет трудоемкости разработки для каждого разработчика осуществляется по формуле 3.4:

Tk = t1k + t2k + t3k + t4k + t5k, (3.4)

где t1k, t2k, t3k. t4k, t5k - время затраченное на каждом этапе разработки разработчиком, час.

Трудоемкость разработки программно - методического комплекса Tk =500 ч. .

Следовательно, затраты на оплату труда программистов - разработчиков по формуле 3.2:

З1=1·1.375·500·1.475=1014,01грн.

Рассчитаем затраты компьютерного времени по формуле 3.5:

З2=Сk·Fо, (3.5)

где Сk - себестоимость компьютерного часа;

Fo - затраты компьютерного времени на разработку программы, равны 500 часов.

Себестоимость компьютерного часа определим по формуле 3.6:

Сk=Ca+Cэ+Сто, (3.6)

где Сa - амортизационные отчисления;

Cэ - энергозатраты;

Сто - затраты на техобслуживание.

Расчитаем энергозатраты по формуле 3.7:

Сэ=Pэ·Сквт, (3.7)

где Pэ - расход электроэнергии, потребляемой компьютером, Pэ=0.3 кВт/ч.; Сквт - стоимость 1кВт/ч электроэнергии, Сквт=0,15грн. .

Следовательно, энергозатраты по формуле 3.7:

Сэ=0.3·0.15=0.046 грн. /ч. .

Амортизационные отчисления рассчитаем по формуле 3.8:

Cа=ΣСi⋅NАi/Fгод. i, (3.8)

где Сi - балансовая стоимость i - го оборудования, которое использовалось при создании ПИ; Сi=2500 грн;

NАi - годовая норма амортизации оборудования, NАi=0,25;

Fгод. i - годовой фонд времени работы i - го оборудования, Fгод. i=1920ч. .

Следовательно, по формуле 8.3, амортизационные отчисления составят:

Са=2500·0.25/1920=0.326 грн. .

Затраты на техобслуживание рассчитаем по формуле 3.9:

Сто=Rто·L, (3.9)

где L - периодичность обслуживания оборудования; Rто - часовая зарплата обслуживающего персонала равна 1.125.

L=Nто/Fмес=1/160= 0,006,

где Nтo - количество обслуживаний в месяц = 1;

Fмес - месячный фонд работы оборудования 160ч. .

Значит затраты на техобслуживание по формуле 3.9:

Сто=1.125·0.00625=0.007 грн.

Себестоимость компьютерного часа по формуле 3.6 составит:

Сk=0.326+0.006+0.007=0.38 грн. .

Рассчитаем затраты компьютерного времени по формуле 3.5:

З2=0.38·500=189.67 грн.;

Рассчитаем косвенные затраты по формуле 3.10:

З3=С1+С2+С3, (3.10)

где С1 - затраты на содержание помещений;

С2 - расходы на освещение, отопление, охрану и уборку помещений;

С3 - прочие расходы (стоимость различных материалов, используемых при разработке проекта).

Рассчитаем соответственные затраты по формулам:

С1=2·Цзд/100= (3400·2/100) ·500/1920=18.1 грн.;

С2=0,5·Цзд/100= (3400·0,5/100) ·500/1920=4.5 грн.;

где Цзд=3400грн. (стоимость помещения).

Косвеные затраты на приобретение 500 листов бумаги формата А4 - 18, шариковых ручек - 6 грн, лента к принтеру - 5 грн.:

С3=18+6+5=29 грн.

Косвене расходы по формуле 3.10 составят:

З3=18.1+4.5+29=51.6 грн. .

Затраты на создание программного продукта определим по формуле (3.1)

К3=1014.1+189.67+51.6=1255.32 грн. .

Капитальные затраты на создание программного комплекса составят:

К=16+1255.32=1271.32 грн.

## 3.2 Расчет годовой экономии текущих затрат

## 3.2.1 Расчет себестоимости выполнения проектирования в старом автоматизированном варианте

Основным источником экономии является снижение затрат на учебный процесс, вследствие снижения трудоемкости выполнения рутинных управленческих операций. .

Годовая экономия рассчитывается по формуле

где - трудоемкость разработки i - го проекта в старом автоматизированном и новом, соответственно, вариантах, час.;

 - часовая себестоимость выполнения операций в старом и новом автоматизированном вариантах, грн. .

Рассчитаем себестоимость выпонения управленческих операций в старом автоматизированном варианте по формуле 3.11:

 (3.11)

где Са1 - оплата персонала;

Са2 -стоимость компьютерного времени, грн.;

Са3 - косвенные расходы, грн.

Затраты на оплату персонала рассчитываются по формуле 3.12

 (3.12)

где Nk - количество работников k-ой профессии, выполнивших работу после автоматизации, чел.;

Rk - часовая зарплата старшего преподавателя, со всеми начислениями;

k - число профессий, используемых в автоматизированном варианте.

Затраты на оплату труда персонала по формуле 3.12 составят:

Сa1=1⋅7.5=7.5 грн.

Стоимость компьютерного времени не изменяется и равна 0,38 грн.

Косвенных расходов нет: Са3= 0 грн/ч.

Себестоимость выполнения управленческих операций по формуле 3.11 равна:

Сас=7.5+0.38+0=7.88 грн. /ч.

Себестоимость выполнения управленческих операций в новом варианте будет равна себестоимости выполнения в старом варианте.

## 3.2.2 Расчет годовой экономии и срока окупаемости

Так как источником экономии является экономия времени затрачиваемого на учебный процесс, то изменятся показатели трудоемкости работы преподавателя. В таблице 3.2 приведем составляющие работы преподавателя:

Таблица 3.2 - Трудоемкость выполнения управленческих операций.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Управленческая операция | Старый вариант, ч.  | Новый вариант, ч.  |
| Обьяснение принципов проектирования | 0,17 | 0,03 |
| Составление техпроцесса студентами | 0,67 | 0,33 |
| Контроль составленного техпроцесса | 0,17 | 0,083 |
| ВСЕГО | 1 | 0,45 |

Учитывая, что преподаватель, в среднем, тратит 108 часов в год на работу со старым автоматизированным вариантом программы, годовая экономия от автоматизации управленческой деятельности составит:

Сm= (7.88·1-7.88·0,45) ·108=468 грн. /год.

Рассчитаем срок окупаемости капиталовложений, то есть период времени, в течение которого окупаются затраты на программное изделие по формуле:

T= K/Cm= 1271.32/468=2.7 года,

где K - капитальные затраты на создание программного изделия;

Cm - годовая экономия от автоматизации управленческой деятельности.

Таким образом, видно, что капитальные вложения использованы эффективно.

Экономическая эффективность от использования программно-методического комплекса приведена в таблице 3.3

Таблица 3.3 - Экономическая эффективность от использования программного комплекса

|  |  |
| --- | --- |
| Годовая экономия  | 486 грн.  |
| Срок окупаемости капиталовложений | 32 месяца |

Преимущества новой автоматизированной системы по сравнению со старой:

ускорение сроков обработки информации;

ускорение проектирования технологических процессов;

уменьшение количества ошибок;

улучшение качества спроектированного технологического процесса.

## 4. Охрана труда

## 4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

При работе в помещении с вычислительной техникой могут присутствовать вредные и опасные производственные факторы [15-19].

**Вредные производственные факторы** приводят к серьезным заболеваниям и к снижению работоспособности.

**Опасные производственные факторы** приводят к травмированиям и серьезным повреждениям здоровья трудящихся.

Проанализируем эти факторы. В нашем случае будут иметь место следующие вредные производственные факторы:

физические (недостаточная освещенность рабочего места, шум, электромагнитные поля);

психологические (эмоциональные перегрузки);

химические (повышенное содержание углекислого газа СО2);

биологические (ионизирующее излучение, избыток тепла).

К опасным производственным факторам отнесем физические факторы - электрический ток и возможность пожара.

Кратко расшифруем перечисленные выше вредные и опасные производственные факторы и приведем меры снижения опасности от их воздействия.

**Недостаточная освещенность рабочего места**. Вообще, освещение рабочего места - очень важный фактор для нормальных условий работы сотрудника. В качестве освещения используется как естественное, так и искусственное освещение. Само собой разумеется, что для светлого времени суток при наличии достаточного количества светового потока через окна, проемы для достаточной освещенности рабочего места искусственное освещение не требуется. Если же достаточная освещенность поля зрения работника отсутствует, то требуется искусственное освещение. Надо так проектировать расположение светильников, чтобы суммарный световой поток от всех установленных светильников распределялся равномерно. Следует отметить, что при работе программиста, оператора ЭВМ требуется высокая точность выполнения работ, поэтому к освещению предъявляются особые требования. Это прежде всего - комбинированное освещение, использование люминесцентных ламп (эти лампы имеют высокую световую отдачу, большой срок службы и хорошую цветопередачу).

**Шум** неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает физические и психологические нарушения здоровья. В нашем случае шум, в основном, будут вызывать система вентиляции и, в меньшей степени, работа компьютера и принтера. В соответствии с ГОСТ 12.1 003-83 для помещений конструкторских бюро, программистов вычислительных машин и т.д. приняты нормативные значения уровня шума - 45 дБ. (при частоте 1000 Гц) и уровня звука 50 дБА. Основные меры защиты - это акустическая обработка помещений (облицовка части внутренних поверхностей помещений звукопоглощающими материалами, размещение штучных поглотителей). Звукопоглощающие облицовки размещают на потолке и в верхних частях стен (при высоте помещения не более 6-8 м) таким образом, чтобы акустически обработанная поверхность составляла не менее 60% от общей площади ограничивающих помещение поверхностей. В узких же и очень высоких помещениях целесообразно облицовку размещать на стенах, оставляя нижние части стен не облицованными, либо же проектировать конструкцию подвесного звукопоглощающего потолка [15].

**Электромагнитные поля промышленной** частоты возникают от работы токоведущих частей действующих электроустановок. От длительного воздействия электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Критерием оценки воздействия электромагнитного поля является электромагнитная энергия, поглощенная телом человека. Оценку потенциальной опасности достаточно проводить по величине электрической напряженности поля. Предельно-допустимая напряженность электромагнитного поля радиочастот в диапазоне 0.06-300 МГц на расстоянии 0.1 м от всех поверхностей видеомонитора не должны превышать значений, указанных в таблице, в соответствии с ГОСТ 12.1 006-84 "Электромагнитные поля радиочастот". Защитой от электромагнитного излучения является: экранирование рабочего места и источника излучения; увеличение расстояния между рабочим местом и источником излучения; использование средств предупредительной защиты; рациональное размещение рабочего места и оборудования в рабочем помещении.

**Эмоциональные перегрузки** проявляются, прежде всего, в переутомлении. Методы предупреждения утомления очень просты - требуется делать пятнадцатиминутный перерыв после каждых двух часов работы за дисплеем, а после четырехчасовой работы - часовой перерыв [15].

**Повышенное содержание углекислого газа СО2**происходит из-за того, в помещении, как правило, находится большое количество людей, которые при выдыхании воздуха обогащают воздух помещения углекислотой. Методы предупреждения очень просты. Один из них (наиболее эффективный) - сквозное проветривание помещения (следует проводить это мероприятие без рабочих, так как сквозняк может привести к обратным последствиям - человек заболеет). Второй способ - установка в помещении кондиционера или системы кондиционеров.

**Ионизирующее излучение** характеризуется эквивалентной дозой, которая, разумеется, не должна превышать нормы. Для снижения опасности следует провести комплекс мероприятий, снижающих суммарную дозу от всех источников облучения до уровня, который не превышает предельно допустимой дозы. Методами защиты являются: защита расстоянием; защита временем; экранирование, соответственное устройство рабочего места.

**Избыток тепла** также негативно влияет на человека. Нормальная установленная температура для помещений с вычислительной техникой составляет 19 - 21° С, но допускается от 18° до 22° С. Как видно, вредно не только “перегревание" но и низкая температура. Методы предотвращения - установка кондиционеров и проветривание помещения.

**Электрический ток** - очень опасный производственный фактор. Помещение с вычислительной техникой буквально напичкано проводами с опасным напряжением, поэтому нового работника прежде всего надо ознакомить с техникой безопасности. Следует помнить, что видеотерминалы имеют электропитание не ниже 200 - 230 В. Помещение должно быть оснащено устройствами аварийного отключения питания. Электророзетки должны быть расположены в труднодоступных местах, а свободные - закрыты заглушками. Возможна установка защитных кожухов на розетках для предотвращения легкого извлечения сетевых вилок из розеток. Необходимо также заземлить все подключенные средства вычислительной техники (не следует заземлять через отопительную систему). Защитное заземление - это преднамеренное соединение с заземляющим устройством металлических частей электроустановок и корпусов оборудования, которые вследствие нарушения изоляции могут оказаться под напряжением. Вычислительная техника должна подключаться в строгом соответствии с инструкцией по ее эксплуатации. Провода ни в коем случае не должны свисать со стола, чтобы за них можно было зацепиться. Надо предусмотреть, чтобы не было возможным касание под столом ногами проводов или электророзеток.

В помещении с вычислительной техникой возможно **возгорание**. Если обратиться к данным статистики, то по причине короткого замыкания (по статистике) происходит около 45%, по причине возгорание электронагревательных приборов - около 35%, от перегрузки электродвигателей и сетей - 13% и, наконец, от больших переходных сопротивлений - около 5% от общего числа пожаров. Меры предупреждения - это правильный выбор электроосвещения (светильников) с учетом условий в которых оно используется. Требуется правильно выбрать и соблюдать режимы эксплуатации электроприборов. Существует также целый ряд мероприятий, снижающих опасность: применение негорючих и трудно горючих материалов и веществ; ограничение распространения пожара; размещение и применение средств пожаротушения; создание условий для эвакуации людей; пожарная сигнализация.

## 4.2 Разработка мероприятий по обеспечению безопасных и комфортных условий труда

При эксплуатации вычислительной техники можно выделить следующие требования.

**Требование к освещению**. Очень важно чтобы рабочее место было хорошо освещено. Лучше всего если свет падает слева. Необходимо предусмотреть также искусственное освещение (желательно в виде люминесцентных ламп). На экранах мониторов не должны отражаться светильники.

**Требования к микроклимату.** Следует помнить, что перегрев аппаратуры может привести к выходу её из строя.

**Требование к режиму отдыха.** Необходимо после каждых двух часов работы за дисплеем делать пятнадцатиминутный перерыв, а после четырех часов - часовой перерыв. Требуется время от времени вставать, делать разминку и давать отдохнуть глазам. Это позволит избежать переутомления.

**Требования к электробезопасности.** Нельзя забывать, что вычислительная техника использует для своей работы опасное для человека напряжение. Особое внимание следует уделить размещению электророзеток и проводки токоведущих проводов. Нельзя чтобы эти провода свешивались со стола.

**Требования к пожаробезопасности**. Следует помнить, что возможно возгорание, в частности, из-за короткого замыкания. Также возможно возгорание и из-за перегрузки сети. Необходимо предусмотреть срочную эвакуацию людей, в случае возникновения пожара.

**Требования к эргономике**. Существует ряд требований, которые обеспечивают удобство работы с вычислительной техникой. Необходимо учитывать удобство расположения дисплеев, принтеров, системных блоков, клавиатур, рабочих столов пользователей, а также зоны досягаемости рук пользователя.

**Требования к нормам ионизирующего излучения, электромагнитного поля, шума**. Эти требования достаточно подробно были описаны ранее. Следует следить, чтобы эти параметры были в пределах допустимых норм.

**Требования к производственным помещениям**

Существуют ГОСТ 121005-88 и санитарные нормы - СН 4088-86. На текущий период времени они являются основными требованиями для микроклимата.

Полы следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.4 124-83 №4459-88, используя покрытие на проходах и у рабочих мест из антистатического линолеума.

Не антистатическое покрытие пола необходимо обрабатывать веществами-антистатиками, например типа "Лана-1". Все полимерные покрытия (чехлы) ПК должны складываться в наиболее удаленном от операторов углу помещения.

Для предупреждения предельного уровня ионизации воздуха, установленного СН N 2152-80 (п.2.3), рекомендуется использование коронных аэроионизаторов [16].

В помещениях с ПК параметры микроклимата должны отвечать требованиям ГОСТ 12.1 005-88 "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования" и "Санитарным нормам микроклимата помещений" №4088-86 для категорий работ-1а-1б. Температура окружающей среды должна быть в пределах 18-22 град. С, а скорость движения воздуха - 0.1-0.2 м/с.

Комфортное состояние при данных температурах воздуха определяется влагосодержанием (около 10 г/м, допустимое - не менее 6 г/м).

Наилучшего обмена воздуха можно достичь сквозным проветриванием. Другой способ - установка в оконных проемах автономных кондиционеров. Существует определенный расчет количества кондиционеров, который проводится по теплоизбыткам. Режим работы кондиционера должен обеспечить максимально возможное поступление наружного воздуха, но не менее 50% от производительности кондиционера.

При проектировании помещения следует предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию. Воздух подается в верхнюю зону малыми скоростями из расчета создания подвижности воздуха на рабочем месте менее 0,1 м/с. Вытяжка должна быть естественной из верхней зоны стены, противоположной оконным проемам.

Влажность воздуха повышают увлажнителями или устанавливают емкости с водой (например, аквариум) вблизи отопительных приборов.

Содержание кислорода в воздухе помещения должно быть в рамках 21-22%. Двуокись углерода не должна быть больше 0,1%, озон - 0,1 мг/м, фенол - 0,01 мг/м, хлористый винил - 0,005 мг/м [16].

В помещении следует ограничивать использование полимерных материалов.

В целях исключения влияния на микроклимат солнечной радиации и создания равномерного естественного освещения помещений следует ориентировать оконные проемы на северную или северо-восточную сторону горизонта. При невозможности организации такой ориентации оконных проемов следует применять солнцезащитные устройства такие, как жалюзи, расположенные снаружи или в между стеклами. Запрещается применять для окон черные занавеси!

**Электробезопасность**

К электробезопасности должны быть предъявлены особые требования так, как помещение комплектуется видеотерминалами с электропитанием 200-230 В. В помещении должна быть система аварийного отключения питания.

Электророзетки должны быть расположены в труднодоступных местах. Возможна установка защитных кожухов на электророзетки для предотвращения легкого вытаскивания сетевых вилок из электророзеток. Свободные же электророзетки должны быть закрыты заглушками.

Следует исключить возможное касание ногами под столом электророзеток или проводов. Провода электропитания не должны свешиваться со стола, чтобы их нельзя было неосторожно зацепить.

Вычислительная техника и периферия должны быть установлены и подключены специалистом в строгом соответствии с инструкциями по их эксплуатации. Необходимо также их защитное заземление. Защитное заземление - это преднамеренное соединение с заземляющим устройством металлических частей электроустановок и корпусов оборудования, которые вследствие нарушения изоляции могут оказаться под напряжением [17].

**Пожарная безопасность**

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, использование принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются 4 задачи: предотвращение пожаров и загораний; локализация возникших пожаров; защита людей и материальных ценностей; тушение пожаров [18].

Пожарная безопасность обеспечивается предотвращением пожаров и пожарной защитой. Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а так же поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение. Предотвращение образования источников зажигания достигается следующими мероприятиями: соответствующим исполнением, применением и режимом эксплуатации машин и механизмов; устройств молниезащиты зданий и сооружений; ликвидация условия для самовозгорания; регламентацией допустимой температуры и энергии теплового разряда и др.

Пожарная защита реализуется следующими мероприятиями:

применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;

ограничением количества горючих веществ;

ограничением распространения пожара;

применением средств пожаротушения;

регламентация пределов огнестойкости;

создание условий для эвакуации людей;

применение противодымной защиты;

пожарная сигнализация.

Существуют следующие требования к системам отопления, вентиляции, освещения и электроустановок. Защита от распространения пламени в вентиляционных установках достигается с помощью огнепреградителей, быстродействующих заслонок, отсекателей и т.д. [18].

Основными огнегасительными средствами является вода, водные растворы, водяной пар, пена, углекислота, сжатый воздух, порошки, песок, земля. Пена характеризуется кратностью и стойкостью. Пену получают в пеногенераторах. Пену делят на химическую и воздушно-механическую. Химическая пена получается из специальных порошков, состоящих из кислотной и щелочной частей. При смешении порошка происходит реакция, в результате которой образуется углекислый газ. Углекислота в снегообразном и газообразном состоянии применяется в огнетушителях и стационарных установках для тушения пожаров в закрытых помещениях и небольших открытых загораний. Огнегасительная концентрация углекислоты в воздухе примерно 30% по объему. Углекислота не проводит электрический ток, поэтому ее применяют при тушении электроустановок, находящихся под напряжением.

Пожарная опасность электрических установок, различных приборов, ЭВМ, радио-электрической аппаратуры, аппаратуры управления и других электроприемников связана с применением горючих материалов: резины, пластмасс, масел и др. Источниками воспламенения могут быть электрические искры, короткое замыкание, перегруженные приводы, перегретые опорные поверхности, неисправная аппаратура. Окислителем, как правило, служит кислород.

Для электронных устройств характерно частое появление источников открытого огня при коротких замыканиях, пробоях и перегрузках, однако мощность и продолжительность действия этих источников воспламенения сравнительно малы, поэтому горение, как правило, не развивается. Возникновение пожара в электронных устройствах возможно, если применяются сгораемые и трудносгораемые материалы и изделия.

По пожароопасности автоматизированное рабочее место технолога-программиста относится к категории В. Из средств пожаротушения в помещении необходимо иметь огнетушители углекислотные (ОУ, ОУ-2, ОУ-2а, ОУ-5, ОУ-8, ОУ-2ММ, ОУ-5ММ) или порошковые (ОП-1, ОП-2, ОП-2Б, ОП-8Б, ОП-5, ОП-10), которые позволяют тушить пожары в помещениях с вычислительной техникой [18].

## 4.3 Расчет общего равномерного освещения

Как уже рассматривалось в предыдущем пункте “освещенность" является важным фактором в организации производственного процесса. Освещение применяется как естественное, так и искусственное. Искусственное освещение должно обеспечивать на рабочих местах с ПК освещенности не ниже 400-500 лк. в соответствии со СНиП 11-4-79 "Естественное и искусственное освещение", М., 1980 г. [19]. Следует учитывать, что на уровень освещенности влияет цветовая отделка интерьера и оборудования, их отражающая способность. Для уменьшения поглощения света стены выше панелей (1.5 - 1.7 м) и потолок, если они не облицованы звукопоглощающим материалом, окрашиваются белой водоэмульсионной краской (е не должно быть менее 0,7). Допускается окраска стен до потолка цветом панелей. Для окраски стен и потолка рекомендуют применять светлые тона красок (е = 0,5 - 0,6). Нельзя окрашивать стены, расположенные напротив экрана монитора, более темными тонами красок (е = 0,3 - 0,4). На окнах монтируются занавеси, по цвету гармонирующие с окраской стен. Занавеси не должны пропускать естественный свет и полностью закрывать оконные проемы. Запрещается применять для окон черные занавеси!

В осветительных установках помещений следует использовать систему общего освещения, выполненную потолочными или подвесными люминисцентными светильниками, равномерно расположенными на потолке рядами, параллельно светопроемам, так, чтобы экран монитора находился в зоне защитного угла светильника, и его проекция не приходилась на экран монитора. Рабочие на видеотерминалах не должны видеть отражение светильников на экране дисплея.

Выбор светильников надо проводить, учитывая отраженную и прямую блеклость. Для ограничения отраженной блеклости надо тесно увязывать расположение светильников и экранов мониторов.

Люминесцентные светильники должны включаться рядами. Минимальная освещенность рабочей поверхности должна составлять 400 - 500 люкс. Яркость экрана должна быть равной 0,5 или более яркости рабочей поверхности стола при освещенности 400 - 500 люкс.

Допустимая величина дискомфорта, одного из основных качественных параметров осветительной установки, регламентируемого для ограничения прямой блеклости не должна превышать 15 [15]. Величина коэффициента пульсации не должна превышать 10%. Для чего следует применять многоламповые светильники при электромонтаже осветительной системы.

Для освещения помещения рекомендуется применять светильники серий ЛПО13, ЛПО31, ЛПО33 исполнение 001 и 006, ЛСО02, ЛСО04 с металлической экранирующей решеткой и непрозрачными боковинами.

Как источник света рекомендуется использовать люминесцентные лампы мощностью 40 Вт или энергоэкономичные мощностью 36 Вт типа ЛБ, ЛХВ и ЛЕЦ, как наиболее эффективные и приемлемые с точки зрения спектрального состава, цветовая температура которых находится в пределах 3226.84 - 3926.84К.

Естественное освещение в помещении создается солнечным светом через световые проемы и подразделяется на боковое (через световые проемы в стенах), верхнее (через световые проемы в аэрационных фонарях) и комбинированное (верхнее и боковое) [20]. Исходя из конструкции производственного помещения используется боковое освещение.

Конечной целью расчета естественного освещения является определение отношения площади световых проемов к площади пола помещения и сравнение его с минимально допустимым.

Отношение площадей световых проемов и пола при боковом освещении определяют по формуле (4.1) [20]:

,

(4.1)

где Sо - площадь световых проемов в свету при боковом освещении, м2;

Sп - площадь пола помещения, м2;

eН - нормированный коэффициент освещенности в процентах;

Кз - коэффициент запаса, принимаем 1.5 [21] ;

η0 - световая характеристика окон, определяемая по таблице 4 [20] ;

Кзд - коэффициент, учитывающий затемнение окон противоположными зданиями, определяемый по таблице 5 [20] ;

τ0 - общий коэффициент светопропускания;

r1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, определяемый по таблице 8 [20].

Нормирование естественного освещения проводится в зависимости от категории зрительных работ и системы освещения. Для третьей категории зрительных работ и бокового освещения коэффициент естественного освещения принимается равным eН=1.5% по таблице 4 [21].

Отношение длины помещения ln к его глубине B: 4.5/8=0.562. Отношение глубины помещения В к его высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна h1 равно 3.137 м. По таблице 4 [20] определяем значение световой характеристики η0 =37.

Здания, затеняющие солнечный свет отсутствуют. Следовательно, Кзд=1.

Коэффициент τ0 определяется по формуле 4.2 [20]:

,

(4.2)

где τ1 - коэффициент светопропускания материала, определяемый по таблице 6 [20] ;

τ2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по таблице 6 [20] ;

τ3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях;

τ4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый в соответствии с таблицей 7 [20].

Светопропускающий материал - стекло оконное листовое двойное, следовательно τ1=0.8. Переплет светопроема деревянный спаренный, следовательно τ2=0.7. При боковом освещении τ3=1. Солнцезащитные устройства - стационарные вертикальные жалюзи, следовательно τ4=0.75. Расчитаем коэффициент τ0:

.

Отношение глубины помещения В к высоте от уровня условной рабочей поверхности до h1 верха окна: 8/2.55=3,137. Отношение длины помещения ln к его глубине равно 4.5/8=0.562. Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен, пола равен 0,4, следовательно r1=2,4.

Отношение площадей световых проемов и пола по формуле 4.1 равно:

,

что соответствует требованиям к третьей категории зрительных работ, к которой относится работа за экраном компьютера. Следовательно, естественное освещение в данном помещении находится в пределах нормы.

## Заключение

В ходе выполненной работы были проанализированы системы автоматизированного проектирования технологических процессов на заводе, в Украине, России. Предложены методы улучшения существующих на заводе программных комплексов.

Разработана структура основных модулей ПМК для проектирования технологических процессов. Рассмотрены функции модулей, необходимые для работы комплекса. Предложены алгоритмы автоматизированного проектирования токарных операций в производственных условиях ЗАО НКМЗ.

Разработан интерфейс программного комплекса, для передачи управления модулям системы. Интерфейс является наглядным и интуитивно понятным.

## Перечень ссылок

1. Технология машиностроения. Учебник для втузов. Изд.2-е, доп.М., "Высш. школа", 1976. - 534 с.
2. "САПР и Графика" 04/2000. "САПР ХХI века: интеллектуальная автоматизация проектирования технологических процессов". Авторы: Г. Евгеньев, Б. Кузьмин, С. Лебедев, Д. Тагиев. - с.46-49.
3. Руководство программиста системы "АРМ-Технолога". Ворошиловград, ПТИМАШ, 1993. - 40 с.
4. "САПР и Графика" 10/2002. "Компас - АВТОПРОЕКТ: скорость и эффективность". Автор: А. Андриченко. - с.51-53.
5. Официальный сайт АО "ТопСистемы" www.topsystems.ru/index. htm.
6. Официальный сайт НПП ИНТЕРМЕХ www.intermech. host.ru/index. htm.
7. Сайт пользователей CAD-систем в бывшем СССР cad. dp.ua/index. htm.
8. Официальный сайт АСТПП "ТЕМП" www.cad. boom.ru/index. htm.
9. Delphi 5 для профессионалов. Марко Кэнту. СПб.: Питер, 2001. - 944 с.: ил.
10. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1990. - 288 с.: ил.
11. "САПР и Графика" 09/2000. "Актуальность применения САПР в машиностроении". Автор: Эдуард Берлинер. - с.111-112.
12. ГОСТ 34.602 - 89." Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы "
13. ГОСТ 19.101 - 77. "Виды программ и программных документов".
14. Методические указания к выполнению экономической части дипломных проектов студентами специальности “Компьютерные системы проектирования” / Сост. Скибина А.В., Подгора Е.А. - Краматорск: ДГМА, 1998. - 44 с.
15. Кобевник В.Ф. Охрана труда. - К. Выща школа, 1990. - 340 с.
16. ГОСТ 12.1 005 - 88 "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно - гигиенические требования".
17. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности. - М. Л.: "Энергоиздат", 1985. - 235 с.
18. Щербина Я.Я., Щербина И.Я. Основы противопожарной защиты. - К.: Выща школа, 1985. - 256 с.
19. СниП 11-4-79 "Естественное и искусственное освещение". - М.: 1980. - 40 с.
20. Методические указания к выполнению раздела "Охрана труда" в дипломных проектах (для студентов специальности 11.06 и 12.03) / Сост.: Чижиков Г.И., Шоно С.А. - Краматорск: КИИ, 1989. - 47 с.
21. Бринза В.Н., Зинковский М.М. Охрана труда в черной металлургии. - М.: Металлургия, 1982. - 336 с.