

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ярославский государственный технический университет»
Кафедра «Технология машиностроения»

УДК 621.002

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент Ю.В.Янчевский

«_____» _____ 2006

**Реинжиниринг конструкторско-технологической подготовки
производства на основе моделирования информационных
потокков и применения CAD/CAM-систем**

Пояснительная записка к дипломному проекту по специальности
«Технология машиностроения»
ЯГТУ 151001.65-058 ДП

СОГЛАСОВАНО

Руководитель
канд.техн.наук, доцент
_____ О.Н. Калачев
03.06.2006

Консультант по охране труда
докт.техн.наук, профессор
_____ Н.И. Володин
26.03.2006

Консультант по экономике
и организации производства
канд.эконом.наук, доцент
_____ В.Д.Попов
26.05.2006

Нормоконтролер
канд.техн.наук, доцент
_____ О.Н. Калачев
03.06.2006

Проект выполнил
студент группы МТ-57
_____ С.Б. Ваганов
03.06.2006

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Ярославский государственный технический университет»

Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
к.т.н., доцент Ю.В.Янчевский

02.06.2006

З А Д А Н И Е
на дипломное проектирование

- 1 Выдано студенту группы МТ-57 Ваганову С. Б.
- 2 Тема проекта (работы) «Реинжиниринг конструкторско-технологической подготовки производства на основе моделирования информационных потоков и применения CAD/CAM-систем»
(утверждена приказом по университету от 17 апреля № 644/3)
- 3 Исходные данные к проекту:
 - 3.1 Методические указания по дипломному проектированию
 - 3.2 Стандарт организации
 - 3.3 Статьи из Internet по методологии ARIS и IDEF0
 - 3.4 Программное обеспечение BPWin 4 для построения IDEF0-диаграмм
 - 3.5 Материалы Web-страницы кафедры <http://tms.ystu.ru>
 - 3.6 Информация, собранная на ОАО «ИФО» в ходе преддипломной практики
- 4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)
 - 4.1 Описание информационных потоков при конструкторско-технологической подготовке производства на ОАО «ИФО»
 - 4.2 Моделирование в понятиях ARIS бизнес-процессов предприятия
 - 4.3 Описание документооборота диаграммами IDEF0
 - 4.4 Разработка формообразующей оснастки в CAD/CAM Cimatron E 5.10 и моделирование обработки на ЧПУ
 - 4.5 Создание информационной базы данных нормирования труда инструментального производства предприятия
- 5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)
 - 5.1 Чертеж детали
 - 5.2 3D-модели детали и формообразующей оснастки
 - 5.3 Диаграммы ARIS и IDEF0

5.4 Моделирование обработки ЧПУ

5.5 Создание модели пресс-формы

5.8 Описание программы и интерфейса

6 Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта)

Консультант по экономике и организации производства

канд. эконом. наук, доцент В. Д. Попов

Консультант по охране труда

докт. техн. наук, профессор Н. И. Володин

7 Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент О. Н. Калачев

8 Срок сдачи законченного проекта 02.06.06

9 Дата выдачи задания 06.02.06

Руководитель к.т.н., доцент Калачев О. Н. _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись студента)

“ ____ ” _____ 200__ г.

ЕЦ 00 00 00 850 ЦП

Реферат

190 с, 179 рис, 19 табл, 26 источников, 5 приложений

КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННАЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА, CAD, CAM, БИЗНЕС-ПРОЦЕСС, РЕИНЖИНИРИНГ, БАЗА ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ

Объектом исследования является компьютерно-интегрированная конструкторско-технологическая подготовка производства ОАО «ИФО» и бизнес-процессы инструментального производства этого предприятия.

Цель работы – практическое использование навыков, полученных по специальности «Технология машиностроения» для конструкторско-технологической подготовки производства на базе CAD/CAM Cimatron E 5.10, моделирование информационных потоков предприятия на основе методологий ARIS и IDEF0, программирование информационной базы данных нормирования при конструкторско-технологической подготовке инструментального производства.

В работе рассмотрены современные программные системы отображения и методология описания бизнес-процессов, документооборота и характерные КИС для их реализации. Практическое исследование выполнено на базе предприятия с многономенклатурным типом производства. Путем ознакомления с функциональными задачами подразделений планирования и подготовки производства, директивными и проектными документами исследована сложившаяся практика ручного документооборота на основных этапах конструкторско-технологической подготовки производства, начиная от получения заказа до изготовления изделия. На основе анализа модели выявлены критические этапы проектирования, в частности, связанные с возможной потерей неформализованной информации при вычленении создавших ее работников.

Предпринята удачная попытка проектирования пресс-формы для изготовления пластмассовой детали «крышка прибора ночного видения» в сборе в двух системах: университетской Cimatron E 5.10 и комбинации системы проектирования пресс-форм HASCO 3D и отечественной CAD-системы Компас-3D. В CAD/CAM Cimatron E 5.10 было произведено сквозное проектирование формообразующей оснастки, включающее следующие этапы:

1. создание 3D-модели детали, для получения которой проектируется пресс-форма;
 2. получение формообразующих деталей пресс-формы: матрицы и пуансона;
 3. проектирование пресс-формы в сборе;
- разработка управляющих программ для обработки формообразующих деталей на станках с ЧПУ.

ДП 058 00 00 00 ПЗ

Реферат

Лит. Масса Масштаб

1:1

Лист Листов 1

ЯГТУ, МТ-57

Копировал

Формат А4

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	4
ВВЕДЕНИЕ	7
1 Обзор литературных источников	9
1.1 Основные понятия и определения	9
1.2 Обзор CAD/CAM – систем	12
1.3 Краткое описание ОАО «ИФО»	19
1.3 Постановка задачи	19
2 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	20
2.1 Текущее состояние информационных процессов на предприятии	20
2.1.1 Схемы расположения основных служб и подразделений ОАО «ИФО»	20
2.1.2 Стадия заказа	22
2.1.3 Подготовка производства и изготовление изделия	25
2.1.4 Сдача изделия заказчику	27
2.1.5 Процесс нормирования	30
2.2 Моделирование бизнес-процессов	35
2.2.1 Постановка задачи для применения методологии ARIS	35
2.2.2 Диаграмма информационных потоков — Information flow diagram на языке ARIS	36
2.2.3 Описание документооборота предприятия с использованием элементов ARIS	36
2.2.4 Описание работы с интерфейсом BPWin 4 при построении диаграммы IDEF0	44
2.3 Конструкторско-технологическая подготовка производства в CAD/CAM Cimatron E 5.10	52
2.3.1 Особенности компьютерно-интегрированной конструкторско-технологической подготовки производства	52
2.3.2 Создание трехмерной модели детали	54
2.3.3 Проектирование пресс-формы в сборе	62
2.3.4 Создание спецификации на спроектированную пресс-форму	77
2.3.5 Моделирование фрезерной обработки формообразующих поверхностей детали на станке с ЧПУ	78
2.4 Конструкторско-технологическая подготовка производства с применением CAD Компас-3D и системы автоматического проектирования пресс-форм HASCO 3D	92
2.5 Сравнение рассмотренных вариантов конструкторско-технологической подготовки производства	98
2.6 Создание электронной базы данных нормирования	99
2.6.1 Дерево продукции предприятия	105
2.6.2 Таблица изделий и деталей	105
2.6.3 Таблица операций	107
2.6.4 Другие компоненты программы	108
2.6.5 Пример работы с программой	111
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	115
3.1 Служебное назначение деталей	115
3.2 Заготовка и метод ее получения	115
3.3 Расчет припусков и промежуточных размеров для фрезерования формообразующих поверхностей детали	115
3.4 Расчет режимов резания	118
3.5 Расчет норм времени	122
3.6 Оформление маршрутных карт средствами САПР ТП Автопроект	123

4 ОХРАНА ТРУДА	125
4.1 Анализ вредных и опасных факторов при работе с компьютером	125
4.2 Требования безопасности при работе с компьютером	127
4.2.1 Общие положения	128
4.2.2 Требования безопасности во время работы с ПК	129
4.2.3 Требования безопасности после окончания работы с ПК	130
4.2.4 Требования к видеодисплейным терминалам и персональным электронно-вычислительным машинам	130
4.2.5 Требования к организации режима труда при работе с ПК	132
4.2.6 Требования, предъявляемые к помещениям	133
4.2.7 Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе помещений эксплуатации ВДТ и ПЭВМ	135
4.2.8 Требования к шуму и вибрации	136
4.2.9 Требования к освещению помещений и рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ	137
4.2.10 Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ	138
4.2.11 Требования к организации медицинского обслуживания пользователей ВДТ и ПЭВМ	140
4.3 Стандарт ТСО-99	140
4.4 Технические способы и средства, организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности при эксплуатации технических средств ИСЭ	142
4.5 Молниезащита	143
4.6 Мероприятия по предупреждению аварий и пожаров в помещении и ликвидации последствий ЧС	144
4.7 Пожарная безопасность	146
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	147
5.1 Исходные данные	148
5.1.1 Расчет затрат	149
5.2 Расчет составляющих экономической эффективности	150
5.2.1 Экономия от снижения себестоимости проектирования	150
5.2.2 Оценка экономической эффективности от внедрения САПР с точки зрения получения прибыли	153
5.3 Основные показатели экономической эффективности САПР	155
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	156
Список использованных источников	157
ПРИЛОЖЕНИЯ	158
Приложение А – Отзыв с предприятия	159
Приложение Б – Ведомость	160
Приложение В – Маршрутно-операционные карты	161
Приложение Г – Фрагмент текста УП	170
Приложение Д – Плакаты	179

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отечественные машиностроительные предприятия оказались в сложных условиях рыночной конкуренции. Предполагаемое вступление России в ВТО должно создать ещё более тяжелые условия: на отечественный рынок беспрепятственно прорвутся товары иностранных производителей, а также их технологии. Сегодня иностранные товары в большинстве своем обладают лучшими потребительскими свойствами, более высоким качеством и гораздо большей чувствительностью к изменениям ситуации как в целом на рынке, так и в отдельных его сегментах. Такое соперничество должно стать серьезным ударом даже для самых передовых предприятий. Однако в то же самое время оно создает для отечественных организаций стимулы для проведения реорганизации своей деятельности с целью повышения конкурентоспособности.

Для достижения этой цели возникает необходимость одновременного повышения качества товаров и снижения их стоимости. Понизить стоимость изделия можно двумя основными способами: снижение уровня заработной платы рабочих и снижение себестоимости изделия. Первый способ ведет к падению покупательской способности населения и, как следствие, к подрыву потребительского спроса, а значит, к кризису перепроизводства. Поэтому он, на мой взгляд, является неправильным. Второй способ гораздо более сложный, но в случае правильной реализации ведет к стабилизации и улучшению деятельности предприятия в своем сегменте рынка.

Очевидно, что одним из ключевых аспектов реорганизации деятельности предприятия является проведение реинжиниринга и внедрение современных информационных технологий. Под реинжинирингом понимается фундаментальная реконструкция бизнес-процессов с целью критически важных улучшений производительности.

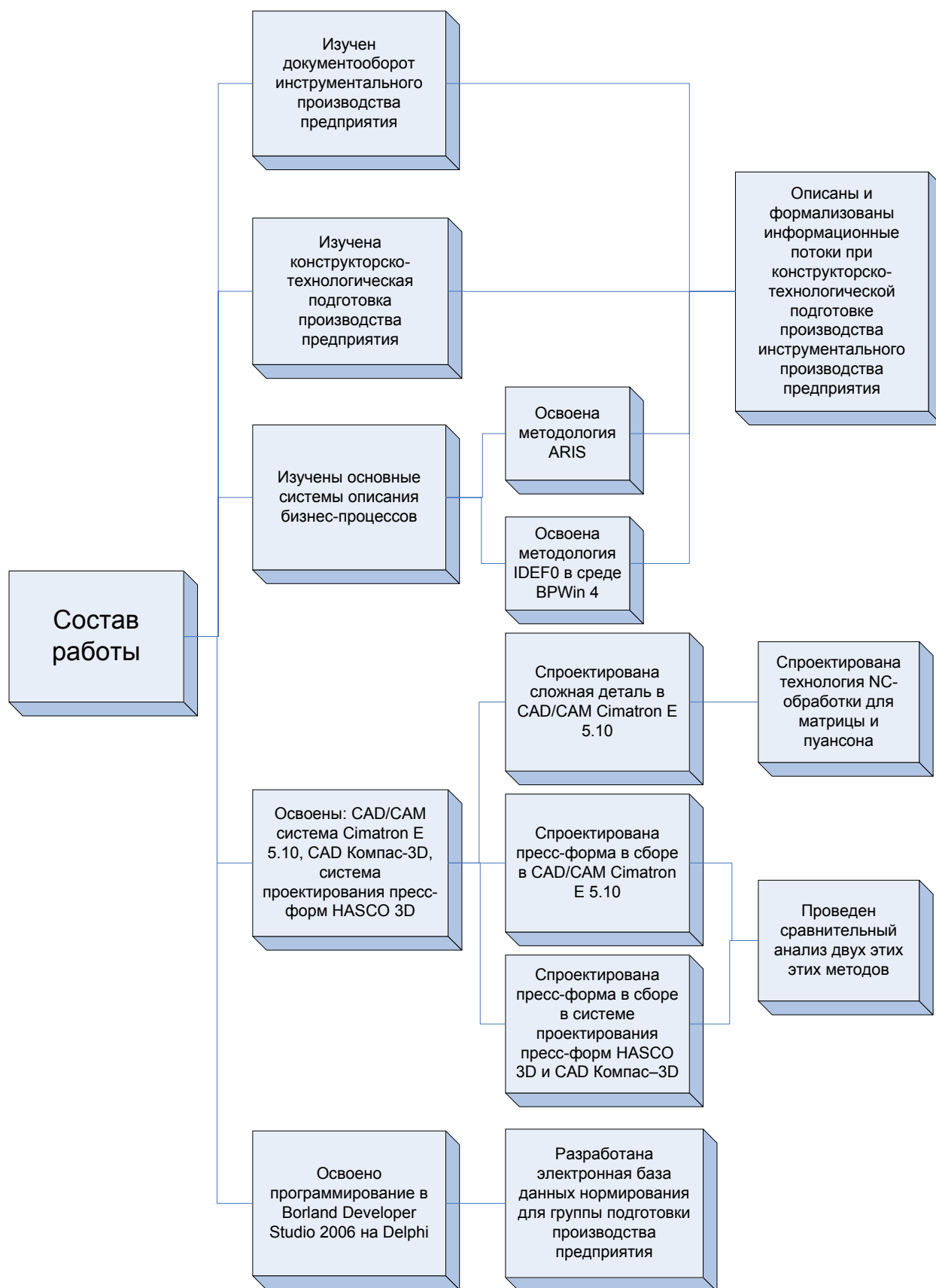
В данной работе рассмотрено текущее состояние одного из ярославских машиностроительных предприятий, занимающихся производством многономенклатурной продукции и современные методы конструкторско-технологической подготовки производства, компьютерного моделирования сложной технологической формообразующей оснастки. Также исследованы современные программные средства отображения и методология описания бизнес-процессов, документооборота и характерные корпоративные информационные системы для их реализации. На основе методологии ARIS предложена схема описания бизнес-процессов с целью ее последующего использования в системе документооборота предприятия, которая реализована в среде MS Office Visio. Эта же схема продублирована в среде BPWin 4 с применением методологии IDEF0.

Особенно подробно была изучена конструкторско-технологическая подготовка производства в части нормирования механической обработки, в результате чего была предложена электронная база данных нормирования взамен существующей в течение десятилетий бумажной картотеки.

Была предпринята удачная попытка проектирования пресс-формы для изготовления пластмассовой детали «крышка прибора ночного видения» в сборе в двух системах: университетской Cimatron E 5.10 и комбинации системы проектирования пресс-форм HASCO 3D и отечественной CAD-системы Компас-3D. В CAD/CAM Cimatron E 5.10 было произведено сквозное проектирование формообразующей оснастки, включающее следующие этапы:

4. создание 3D-модели детали, для получения которой проектируется пресс-форма;
5. получение формообразующих деталей пресс-формы: матрицы и пуансона;
6. проектирование пресс-формы в сборе;
7. разработка управляющих программ для обработки формообразующих деталей на станках с ЧПУ.

В целом, проделанную работу можно представить в виде схемы:



Таким образом, данная работа, по моему мнению, является сегодня актуальной и востребованной на предприятии, что нашло отражение в отзыве с завода (приложение).

1 Обзор литературных источников

Рассмотрим в данном разделе основные понятия и определения, связанные с корпоративными информационными системами, бизнес-процессами, компьютерно-интегрированным конструкторско-технологическим проектированием и базами данных.

1.1 Основные понятия и определения

CAD (Computer-Aided Design) – конструкторская система автоматизированного проектирования. Позволяет проектировать изделия на основе трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц и создавать чертежи на эти изделия.

CAM (Computer-Aided Manufacturing) – технологическая система автоматизированного проектирования. Позволяет проектировать технологические процессы обработки деталей и сборки изделий и управляющие программы для механической, электроэрозионной и другого вида обработки.

Исходя из статьи «КИС нового поколения» [9], примем следующие определения.

СУБП — система управления бизнес-процессами предприятия, через которую предприятие ведет (осуществляет) свой бизнес.

Процесс — последовательность исполнения работ (операций), направленных на создание результата, имеющего ценность для потребителя.

Бизнес-процесс — это одна или более связанных между собой процедур или операций (функций), которые совместно реализуют цель предприятия, как правило, в рамках организационной структуры, описывающей функциональные роли и отношения.

В настоящее время существует множество систем описания бизнес-процессов, таких как IDEF0, ARIS, UML, Adonis, Corporate Modeler Suite и другие. В данной работе будет использована среда ARIS, так как она, наряду с Corporate Modeler Suite является лидером мирового рынка средств описания бизнес-процессов и наиболее популярна в России.

Согласно материалам сайта [19], используем в работе информационно-управляющая структура производственного предприятия, показанную на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Информационно-управляющая структура производственного предприятия

MES (Manufacturing Execution System) системы реализуют связь в реальном времени производственных процессов с бизнес процессами предприятия и улучшают финансовые показатели предприятия (cash flow), включая повышение отдачи основных фондов, ускорение оборота денежных средств, снижение себестоимости, своевременность поставок, повышение размера прибыли и производительности.

MES системы формируют данные о текущих производственных показателях, включая реальную себестоимость продукции, необходимые для более качественного функционирования ERP систем.

Таким образом, MES – это связующее звено между ориентированными на финансово-хозяйственные операции ERP-системами и оперативной производственной деятельностью предприятия на уровне цеха, участка или производственной линии.

Международная ассоциация производителей систем управления производством (MESA) определила следующие одиннадцать типовых обобщенных функций MES систем:

Контроль состояния и распределение ресурсов (RAS) – Управление ресурсами производства: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, документацией, инструментами, методиками работ.

Оперативное/Детальное планирование (ODS) – Расчет производственных расписаний, основанный на приоритетах, атрибутах, характеристиках и способах, связанных со спецификой изделий и технологией производства.

Диспетчеризация производства (DPU) – Управление потоком изготавливаемых деталей по операциям, заказам, партиям, сериям, посредством рабочих нарядов.

Управление документами (DOC) – Контроль содержания и прохождения документов, сопровождающих изготовление продукции, ведение плановой и отчетной цеховой документации.

Сбор и хранение данных (DCA) – Взаимодействие информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия.

Управление персоналом (LM) – Обеспечение возможности управления персоналом в ежеминутном режиме.

Управление качеством продукции (QM) – Анализ данных измерений качества продукции в режиме реального времени на основе информации поступающей с производственного уровня, обеспечение должного контроля качества, выявление критических точек и проблем, требующих особого внимания.

Управление производственными процессами (PM) – Мониторинг производственных процессов, автоматическая корректировка либо диалоговая поддержка решений оператора.

Управление техобслуживанием и ремонтом (MM) – Управление техническим обслуживанием, плановым и оперативным ремонтом оборудования и инструментов для обеспечения их эксплуатационной готовности.

Отслеживание истории продукта (PTG) – Визуализация информации о месте и времени выполнения работ по каждому изделию. Информация может включать отчеты: об исполнителях, технологических маршрутах, комплектующих, материалах, партионных и серийных номерах, произведенных переделках, текущих условиях производства и т.п.

Анализ производительности (PA) – Предоставление подробных отчетов о реальных результатах производственных операций. Сравнение плановых и фактических показателей.

Функции, выполняемые MES-системами, могут быть интегрированы с другими системами управления предприятием, такими как Планирование Цепочек Поставок (SCM), Продажи и Управление сервисом (SSM), Планирования Ресурсов Предприятия (ERP), Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), что обеспечит своевременное и всеобъемлющее наблюдение за критическими производственными процессами.

Классификация информационных систем по сложности.

□ "Low End PC" – система такого класса предназначена для небольших предприятий, где обычно несколько компьютеров или сеть на 4 – 8 узла. Весьма ограниченный набор бизнес процессов и почти отсутствуют настройки на предприятие.

□ "Middle PC" – больше, чем в предыдущем классе широта и глубина функций. Для настройки чаще всего требуются представители разработчика. Автоматизированы десятки бизнес-процессов.

□ "High End PC" – отличается развитыми механизмами настройки, большим числом управляемых параметров, сложными генераторами отчетов, рассчитаны на десятки пользователей и могут применяться для средних предприятий. Сотни бизнес-процессов; активно используются сетевые ОС типа UNIX и Windows NT.

□ "ERP – Системы" – (Enterprise Resource Planning) система планирования/управления всеми ресурсами предприятия - истинно корпоративная система. Тысячи бизнес-процессов, тысячи таблиц баз данных и экранных форм, десятки тысяч настраиваемых параметров, рассчитаны на эксплуатацию на средних и больших предприятиях.

КИС – среда информационной поддержки целенаправленной коллективной деятельности. Главная задача КИС – эффективное управление всеми ресурсами предприятия (материально-техническими, финансовыми, технологическими и интеллектуальными) для получения максимальной прибыли и удовлетворения материальных и профессиональных потребностей всех сотрудников предприятия.

КИС по своему составу – совокупность различных программно-аппаратных платформ, универсальных и специализированных приложений различных разработчиков, интегрированных в единую информационно-однородную систему, которая наилучшим образом решает в некотором роде уникальную задачу каждого конкретного предприятия.

Как описано в статье [18], КИС – человеко-машинная система и инструмент поддержки интеллектуальной деятельности человека, которая под его воздействием должна:

- накапливать определенный опыт и формализованные знания;
- постоянно совершенствоваться и развиваться;
- быстро адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды и новым потребностям предприятия.

Реинжиниринг бизнес-процессов (РБП) — это инструмент, специально разработанный, чтобы помочь в обстоятельствах, требующих масштабных изменений, обеспечить которые используемые схемы улучшения процессов не в состоянии.

По данным ресурса [14], Реинжиниринг бизнес-процессов — это создание совершенно новых и более эффективных бизнес-процессов без учета того, что было раньше. РБП использует большое количество инструментов и методов внутри обычной структуры, но его фокус прежде всего направлен на объединение функций на макроорганизационном уровне. Это означает, что subprocesses могут содержаться в рамках одной функции или подразделения, и к ним тоже можно применить РБП.

В то же время, исходя из материалов [<http://www.elitarium.ru/index.php>], реинжиниринг обычно представляют как фундаментальное переосмысление и радикальную перестройку бизнес-процессов в целях улучшения таких важных показателей, как стоимость, качество, уровень сервиса, скорость функционирования, финансы, маркетинг, построение информационных систем для достижения радикального, скачкообразного улучшения деятельности фирмы.

Процессы — это самое важное понятие в определении бизнес-реинжиниринга, но оно наиболее трудно понимается управляющими.

Главной целью бизнес-реинжиниринга является резкое ускорение реакции предприятия на изменения в требованиях потребителей (или на прогноз таких изменений) при многократном снижении затрат всех видов. Необходимы:

- резкое снижение используемого времени, числа работников и других затрат на выполнение производственных функций;
- глобализация бизнеса: работа с клиентами и партнерами в любой точке мира, работа с клиентами в режиме 24x365 (24 часа в сутках, 365 дней в году);
- повышение возможностей и прав работника, опора на рост мобильности персонала;

- работа не только на настоящие, но еще более — на будущие потребности клиента, ускоренное продвижение новых технологий;
- реализация указанного выше с опорой на творческое применение информационных технологий.

Реинжиниринг обладает следующими свойствами:

- отказ от устаревших правил и подходов и начало делового процесса как бы «с чистого листа». Это позволяет преодолеть негативное воздействие сложившихся хозяйственных догм;
- пренебрежение действующими системами, структурами и процедурами компании и радикальное изменение способов хозяйственной деятельности; если невозможно переделать свою деловую среду, то можно переделать свой бизнес;
- приведение к значительным изменениям показателей деятельности, на порядок отличающихся от предыдущих. Небольшие изменения требуют от фирмы подстройки, умелого приспособления существующих хозяйственных инструментов, соответственно, если дела фирмы ухудшились незначительно, ей не нужен реинжиниринг.

Реинжиниринг применяется в трех основных ситуациях.

1. В условиях, когда фирма находится в глубоком кризисе, который может выражаться в явно неконкурентном (очень высоком) уровне издержек, массовом отказе потребителей от продукта фирмы и т.п.

2. Когда текущее положение фирмы может быть признано удовлетворительным, однако прогнозы ее деятельности являются неблагоприятными. Фирма сталкивается с нежелательными для себя тенденциями в части конкурентоспособности, доходности, уровня спроса.

3. Реализацией возможностей реинжиниринга занимаются благополучные, быстрорастущие и агрессивные организации. Их задача состоит в ускоренном наращивании отрыва от ближайших конкурентов и создании уникальных конкурентных преимуществ. Применение реинжиниринга в этой ситуации является лучшим вариантом ведения бизнеса.

Программа для ЭВМ - это объективная форма представления совокупности данных и команд, предназначенных для функционирования электронных вычислительных машин (ЭВМ) и других компьютерных устройств с целью получения определенного результата. Под программой для ЭВМ подразумеваются также подготовительные материалы, полученные в ходе ее разработки, и порождаемые ею аудиовизуальные отображения.

База данных (БД) — это объективная форма представления и организации совокупности данных (например: статей, расчетов), систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ [23].

Основной функцией БД является выдача ответов на запросы пользователей (или клиентов БД). БД состоит из информационного фонда (называемого также состоянием БД) и программы, управляющей этим фондом. Эта программа называется системой управления базами данных (или СУБД).

1.2 Обзор CAD/CAM – систем

В настоящее время существует большое множество различных систем автоматизированного проектирования как западных, так и отечественных производителей. В самыми распространенными среди них в России являются следующие:

- AUTOCAD
- SOLID WORKS
- AUTODESK INVENTOR
- PRO/ENGINEER
- UNIGRAPHICS

- CIMATRON
- КОМПАС-3D
- T-FLEX

AUTOCAD компании AutoDesk является наиболее распространенной CAD-системой. И, несмотря на довольно скромные возможности, используется практически на любом предприятии для создания чертежей и 3D-моделирования деталей.

Solidworks – значительно более мощная система, относящаяся уже к классу CAD/CAM/CAE. Позволяет решать следующие задачи: гибридное параметрическое моделирование, проектирование деталей, сборок и изделий с учетом специфики изготовления (листовой материал, пресс-формы и штампы, сварные конструкции), экспресс-анализ (массово-инерционные характеристики, анализ прочности и кинематики), оформление чертежей по ЕСКД. В базовую поставку SolidWorks включены: библиотека проектирования (стандартные отверстия, детали и узлы), интерфейс прикладного программирования, полный набор трансляторов обмена данными с другими системами и многое другое.

Solidworks Professional включает функциональные возможности SolidWorks, а также:

- Toolbox - библиотеки стандартных изделий (крепеж, подшипники, прокатный сортамент, кулачки, шкивы, шестерни и т.п. по стандартам ГОСТ, ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS, CISC, PEM®, SKF®, Torrington®, Truarc®, Unistrut®), автокрепежи, проектировочные расчеты балок и подшипников.
- FeatureWorks - распознавание импортированной геометрии.
- Utilities - поэлементное сравнение деталей.
- Task Scheduler - планировщик задач (групповая печать, импорт/экспорт файлов, запуск приложений и т.п. согласно расписанию).
- PhotoWorks - создание фотореалистичных растровых изображений по 3D моделям с учетом текстур, освещения и т.п.
- Animator - создание мультипликации (анимаций) на основе 3D моделей.
- 3D Instant Website - создание интерактивных 3D моделей для ИЭТР или публикации в Интернет.
- eDrawings Professional - просмотр и согласование документов (красный карандаш, приостановка размеров, динамическое сечение, авторазнесение сборок, просмотр конфигураций модели, массово-инерционных характеристик, результатов экспресс-анализа COSMOSXpress, MoldflowXpress).

SolidWorks Premium включает функциональные возможности SolidWorks и SolidWorks Professional, а также:

- Routing - проектирование трубопроводов и электрожгутов с использованием библиотек стандартных элементов.
- COSMOSWorks Designer - расчет на прочность конструкций в упругой зоне, постановка и решение контактных задач, расчет сборок; преобразование результатов расчетов COSMOSXpress.

SolidWorks позволяет проводить инженерные расчеты:

- COSMOSWorks Advanced Professional (включает возможности COSMOSWorks Professional и нелинейные расчеты: учет нелинейных свойств материала, нелинейного нагружения, расчет нелинейных контактных задач; анализ усталостных напряжений и определение ресурса конструкций)
- COSMOSMotion (динамический анализ механизмов, определение скоростей, ускорений и взаимных воздействий элементов системы)
- COSMOSFloWorks Professional (моделирование течения жидкостей и газов, управление расчетной сеткой, использование различных физических моделей жидкостей, расчет компрессоров, параметрические расчеты)
- COSMOSEMS Advanced (расчет электромагнитных полей)

Кроме этого, данная САПР включает следующие важные модули:

1. Проектирование пресс-форм

MoldWorks - Автоматизированная компоновка пресс-форм в среде SolidWorks. Каталоги: DME (mm, inch), Hasco (mm, inch), National, PCS, Progressive, OMNI, MUD, Rabourdin, EOS, Strack, Pedrotti, Sideco, Meusberger

2. Проектирование штампов

- Logopress
- Logopress Flattening - Расчет формы заготовки для листоштампованной детали.
- Logopress Strip - Формирование рабочей зоны штампа, включает возможности Flattening.

• Logopress Tool Design - Пространственная компоновка штампа, включает возможности Strip и Flattening, включает инструментальную оснастку.

3. Механообработка, электроэрозия

- CAMWorks
- CAMWorks 2.5 Axis Mill - 2,5-осевая фрезерная механообработка
- CAMWorks 3 Axis Mill - 3-осевая фрезерная механообработка
- CAMWorks Turning - Токарная механообработка
- CAMWorks Wire EDM - Электроэрозионная механообработка
- Mastercam
- Mastercam Mill Level 1 - 2,5-осевая фрезерная механообработка
- Mastercam Mill Level 3 - 3-х-осевая фрезерная механообработка
- Mastercam Lathe - Токарная механообработка
- Mastercam Wire EDM - Электроэрозионная обработка
- Mastercam Router - Программирование деревообрабатывающих станков от 2,5 до 5 осей
- Mastercam True Shape Nesting Add-On - Раскрой листового материала
- Mastercam Engraving Add-On - Гравировка надписей и рисунков

4. Лазерная/Плазменная резка

- cncKad - Создание программ для вырубных штампов и станков для лазерной и плазменной резки листового металла.
- AutoNest - Автоматизация раскройки листового материала. Добавление к cncKad.

5. Литье пластмасс

MoldFlowWorks - Анализ проливаемости пресс-форм в среде SolidWorks. MoldAdviser - Анализ проливаемости пресс-форм. Оптимизация литниковой системы.

6. Литье металлов

• LVMFlow - Моделирование тепловых и гидродинамических процессов литья металла. Включает модули:

- LVMFlowDatabase - Информационная система "Банк сплавов"
- LVMFlowBrowser - Архив результатов моделирования
- LVMFlowInitial - Исходные данные
- LVMFlowConvertor - Конвертор
- LVMFlowQuickFlow - Моделирование заполнения
- LVMFlowFlow - Моделирование заполнения
- LVMFlowFlowSolid - Моделирование заполнения и затвердевания
- LVMFlowSolid - Моделирование затвердевания
- LVMFlowCalibrate - "Тест - Корректировка"
- LVMFlowDefault - "Начальник установок"

7. Оптика

- OptisWorks

- OptisWorks Light Modeling 1 - Расчет хода лучей в среде SolidWorks с учетом оптических свойств материалов.
 - OptisWorks Optical Design - Включает возможности OptisWorks Light Modeling 1. Дополнительно: расчет оптико-механических систем с учетом линз, зеркал, призм и пр.
 - OptisWorks Light Modeling 2 - Фотометрический анализ в среде SolidWorks.
8. Расчет размерных цепей
- TasysWorks
 - Pre-TasysWorks
 - Автоматический поиск размеров, влияющих на замыкающее звено
 - Автоматическая простановка и автообновление значений допусков для "Валов" и "Отверстий" по стандартам: ISO, ANSI, DIN, JIS
 - Отображение "реальной" сборки и проверка интерференции с учётом допусков
 - TasysWorks
 - Включает возможности Pre-TasysWorks
 - Отображение "реальной" сборки и проверка интерференции с учётом допусков
 - Проведение прямого расчёта размерной цепи методами "Минимум-Максимум", "Монте-Карло", "Квадратичный"
 - Оценка влияния каждого допуска на искомую расчётную величину
 - TasysWorks INTOL. Включает возможности TasysWorks и проведение обратного расчета с возможностью оптимизации и минимизации стоимости
 - SIGMUNDWorks - расчёт размерных цепей, проверка собираемости сборки в зависимости от допусков на размеры и отклонений формы, входящих в сборку компонентов. Модули: SIGMUNDWorks, SIGMUNDWorks ABA, SIGMUNDWorks ABA Kinematics.
9. Проектирование коммуникаций, электротехника
10. Библиотека стандартных изделий, материалов и спецсимволов
11. Управление инженерными данными, документооборот, электронный архив
12. SWR-PDM/Workflow. SWR-PDM является системой класса PDM (Product Data Management) и предназначена для эффективного управления информацией об изделиях на протяжении жизненного цикла (PLM-Product LifeCycle Management). SWR-PDM обеспечивает информационную поддержку деятельности конструкторско-технологических бюро машиностроительных предприятий и используется как основа единого информационного пространства (ЕИП) предприятия для сбора, хранения и предоставления актуальной информации сотрудникам различных структурных подразделений. В SWR-PDM реализованы важнейшие технологии, позволяющие внедрить и успешно использовать технологии CALS (ИПИ) [24].
- AutoDesk Inventor – предназначен для твердотельного моделирования и работы с большими сборками. Это программный продукт, не основанный на платформе AutoCad, ориентированный на пользователей CAD систем высокого уровня. В нем реализованы современные технологические подходы, инструменты и приемы проектирования.
- Pro/ENGINEER Wildfire – мощная система твердотельного моделирования, используемая [25]:
- для создания 3D моделей деталей и сборок. В процессе проектирования деталей могут
 - быть задействованы также и другие модули Pro/ENGINEER, например чертежный модуль,
 - модуль маршрутизации проводки, модуль листового железа, технологические модули и тд.
 - Система может создавать модели с различным типом геометрии - твердотельной,
 - поверхностной, комбинированной. Геометрия модели состоит из блоков, подобно зданию,

- состоящему из кирпичиков. Каждый такой «кирпичик» носит название Фичер. Это
- справедливо как для деталей, так и для сборок, только сборка, в первую очередь, будет
- состоять из компонентов (деталей и подборок).

Ниже приведены основные моменты, описывающие фундаментальные основы системы:

- Твердотельное (Solid) моделирование.
- Геометрия, базирующаяся на фичерах (конструктивных элементах).
- Параметризация.
- Отношение Родитель/Потомок.
- Ассоциативность.
- Модель, как основное средство передачи конструкторской информации.

Система CAD/CAM/CAE компании Unigraphics Solutions – система современных средств трехмерного моделирования, формирования сложных сборок, электронного макетирования, воплощения визуальных проектов в реальное изделие. Она содержит в себе технологию, ориентированную на процессы производства сложных изделий. Unigraphics предоставляет компаниям возможность строить полную цифровую модель будущего изделия, необходимую для проектирования и конструирования, инженерного анализа и изготовления.

Система Cimatron E, разработанная компанией Cimatron Ltd., принадлежит к классу CAD/CAM-систем нового поколения. Она ориентирована как на решение отдельных производственных задач, так и на комплексную автоматизацию процессов конструкторско-технологической подготовки производства. В Cimatron E аккумулированы новейшие идеи в области CAD/CAM-технологий и многолетний опыт, накопленный в мире при эксплуатации системы Cimatron it.

Возможности Cimatron E :

- Управление данными и их изменениями на основе ассоциативной базы данных, коллективная работа пользователей с использованием встроенной PDM;
- Единая сборочно-ориентированная среда для проектирования изделий с использованием параметрического каркасного, поверхностного и твердотельного моделирования, булевых операций для замкнутых и открытых объектов, деталей и сборок;
- Интеграция с другими системами на основе стандартных (DXF, IGES, STEP, VDA, SAT, STL) и прямых (Cimatron it, CATIA, UG, Pro/E, AutoCad/DWG) интерфейсов;
- Быстрое создание моделей формообразующих деталей оснастки без необходимости предварительного “лечения” исходной модели изделия независимо от того, в какой CAD-системе она разработана, графическая визуализация уклонов и поднутрений;
- Проектирование пакетов формообразующей оснастки с использованием баз нормализованных деталей (стандарты HASCO, DME, EOC и др.) и библиотек пользователей;
- Быстрое проектирование электродов для прошивных электроэрозионных станков с ЧПУ, автоматическое получение для них полного комплекта производственной документации;
- Автоматическое выявление инженерных изменений в геометрии моделей, получаемых из любых CAD-систем, и отслеживание этих изменений на всех этапах работ, выполненных в Cimatron E - во всех моделях, документах и программах ЧПУ;
- Создание видов и сечений для открытых и закрытых геометрических объектов при полной ассоциативности чертежа и модели. Развитые и удобные средства оформления чертежей, поддержка ЕСКД и других чертежных стандартов;

- Формирование управляющих программ для обработки деталей на обычных и многокоординатных фрезерных и электроэрозионных станках с ЧПУ. Широкий спектр технологических процедур для формирования траектории инструмента;
- Оптимизация траектории инструмента, использование технологических шаблонов, поддержка высокоскоростной резки (HSC), средства виртуального контроля траектории инструмента и качества обработки [26].

Компас-3D – динамично развивающаяся отечественная CAD-система, позволяющая создавать плоскостные чертежи, 3D-модели деталей и сборок, спецификации. В версии 8 plus появилась важная функция многотельного моделирования при создании модели детали. Это позволяет отказаться от привязки к базовому элементу тела и создает более широкие возможности проектирования, одновременно повышая удобство работы. Также появилась библиотека анимации, что играет важную роль при современном проектировании механизмов.

T-FLEX CAD 3D построена на геометрическом ядре Parasolid фирмы Unigraphics Solutions, которое сегодня считается лучшим ядром для трехмерного твердотельного моделирования. Это ядро используется в ведущих системах 3D моделирования.

Продукт T-FLEX CAD – полнофункциональная система автоматизированного проектирования, обладающая всеми современными средствами разработки проектов любой сложности. Система объединяет мощные параметрические возможности трехмерного моделирования со средствами создания и оформления конструкторской документации.

В зависимости от целей проектирования при разработке изделия используют САПР той или иной функциональности. Это позволяет рационально оснащать рабочее место инженера. Для создания продуктов конструкторской деятельности (чертежи, модели, документация и т.п.) фирма «Топ Системы» предлагает пять систем, которые позволяют охватить все уровни автоматизации конструкторских работ различных подразделений предприятия:

T-FLEX CAD LT - автоматизация черчения

T-FLEX CAD 2D - автоматизация проектирования

T-FLEX CAD 3D SE - подготовка чертежей по 3D моделям

T-FLEX CAD 3D - трехмерное моделирование

T-FLEX CAD Viewer - бесплатная программа для просмотра и печати 2D чертежей T-FLEX.

Продукт T-FLEX Печатные платы предназначен для инженеров-конструкторов, занимающихся разработкой изделий, содержащих электронные блоки.

Библиотеки к T-FLEX CAD ускорят процесс создания изделий.

Отдельно скажем о такой системе, как IceM Surf. Данный программный продукт являлся внутренней разработкой компании Volkswagen для проектирования сложных деталей автомобильной промышленности, а, затем, получил распространение в мире и постепенно вышел на лидирующие позиции в части 3D-моделирования. Сегодня эта система позиционируется на рынке как CAD/CAE/CAM/ART-система с возможностью интеграции с PDM/PLM-системами других производителей. К основным особенностям этого продукта можно отнести гораздо более широкие по сравнению с вышеперечисленными программами возможности создания трехмерных моделей, анализ качества поверхностей и очень сильно развитую среду визуализации с применением рендеринга в реальном времени. Кроме того, модель детали может быть получена несложным преобразованием прямо с отсканированного эскиза через Tiff-формат.

Отметим основные достоинства IceM Surf при проектировании штамповой оснастки:

- Анализ качества поверхностей

Конечное качество оснастки, которая будет изготовлена, напрямую зависит от качества компонентных поверхностей. В связи с этим первостепенным является необходимость контроля качества предоставляемых данных. ICEM Surf предлагает

полный набор функций проверки/исследования поверхностей, которые анализируют качество компонентов согласно цифровым критериям качества, а также графические функции контроля, такие как световые линии (highlights), и динамические разрезы с диагностикой кривизны для проверки качества эстетики.

- «Угол съема» и диагностика плоских участков

Следующие функции анализа в ICEM Surf служат для разрешения вопросов связанных с процессами производства. Вы можете проверять детали на извлекаемость из матрицы, вычислять и оптимизировать линии разреза прессформ, определять направление извлечения для деталей литья под давлением или направление движения для штампов глубокой вытяжки, а также диагностировать наличие плоских участков для этих деталей. Последнее позволяет избегать нежелательных эффектов обратного прогибания либо упругого восстановления в изготавливаемых деталях из листового металла.

- Глобальное деформирование и выгибание

В ходе процессов производства могут происходить неприятные изменения форм геометрии изделия. Для таких целей ICEM Surf позволяет, например, в деталях получаемых литьем под давлением, компенсировать усадку по различным осям. А также, более сложные изменения форм, такие как утяжки в литьевых изделиях или эффект обратного пружинения в штампованных (глубокой вытяжкой) деталях быстро и легко могут быть откорректированы соответствующими функциями ICEM Surf. Причем эти функции «глобального моделирования» могут применяться как целиком ко всему компоненту, так и к определенным его регионам. Такой подход гораздо более эффективен, чем традиционный путь удаления и перепостроения отдельных конструктивных элементов.

- Привлечение фасетных моделей из программ-симуляторов

Программы симулирования процессов штамповки производят оптимизацию рабочих поверхностей штампов и оснастки. Геометрические результаты таких систем предоставляются в виде фасетных (триангулированных) данных, и далее они могут напрямую обрабатываться в среде ICEM Surf. Возможности позволяют очень быстро воссоздавать по этим данным поверхностные модели, где уже качество будет достаточным для последующих процессов, таких как, например, генерирование управляющей программы обработки ЧПУ.

- Обработка облаков точек – измерительных данных

Рабочие поверхности штампов зачастую дорабатываются вручную и в последующем они уже не соответствуют своим CAD-моделям. Чтобы откорректировать CAD-данные, в таких случаях, посредством измерительных устройств генерируются облака точек и фасетные данные. Затем имеющиеся CAD-данные в ICEM Surf подгоняются под вновь оцифрованные. Используются автоматизированные алгоритмы проецирования или глобальные функции редактирования, либо с помощью технологии Quick-Surfacing (быстрые поверхности) создаются новые поверхности отдельных участков или всего компонента в целом.

- Продуктивное построение технологических компонентов

Функции ICEM Surf, специально ориентированные на нужды проектирования оснастки, облегчают построения свободно-форменных поверхностей производных от рабочих поверхностей (точнее говоря, в области образующих форму поверхностей) штампов и прессформ. Продление/сглаживание кромок, динамическое урезание с отображением длины вытягивания, создание плавных поверхностей перехода для закрывания зазоров, плюс функционал Addendum-конструирования, а также мощные функции профилирования — лишь часть примеров возможностей.

Преимущества использования IceM Surf:

- Качество оснастки напрямую зависит от качества поверхностей составляющих изделие. Разнообразие функций диагностики позволяет выполнять проверку и контроль этого качества, и при необходимости усовершенствовать недочеты.

- Расширенные функции анализа исследуют свойства значимые для производственных процессов, например, динамическое и статическое определение линий разъема и извлекаемости, или проверка наличия нежелательных локальных плоских участков.
- Глобальные компоненто-связные функции моделирования позволяют адаптировать свободно форменную геометрию под изменения накладываемые процессами производства. Такие как упругое восстановление компонентов листового металла или местные усадки литевых деталей могут быть быстро учтены минимальными затратами.
- Фасетные модели эффективно могут встраиваться в процесс проектирования, будь то данные исходные из FEM-расчетных программ, либо с 3D-измерительных устройств.
- Возможность прямого модифицирования и моделирования фасетных моделей позволяет достигать значительной экономии времени в совместном использовании с программами симуляции глубокой вытяжки.
- Функции быстрого создания поверхностных моделей по фасетным/сканированным данным сокращают время перехода от реальной производственной оснастки к CAD-моделям и наоборот.
- Функции, специально разработанные для проектирования оснастки, такие как профильные поверхности, addendum-поверхности (технологические фланцы) и “глобальное моделирование” сокращают затраты времени на конструирование.
- Неизменно высокое качество и гладкость поверхностей, создаваемых в ICEM Surf также вносит вклад в улучшение производства оснастки и, тем самым, в повышение качества продукции.

1.3 Краткое описание ОАО «ИФО»

Открытое акционерное общество «ИФО» (Инструмент. Формы. Оснастка.) - современное предприятие широкого профиля, организовано в сентябре 1992 года.

С самого начала своей деятельности предприятие не отступало от избранной стратегии, предусматривающей высокий уровень качества всех видов продукции, оптимальные сроки выполнения заказов и конкурентные цены на продукцию. ОАО «ИФО» проектирует и изготавливает:

- Пресс-формы шин
- Пресс-формы для изделий из резины, пластмассы, алюминия.
- Штампы
- Металлорежущий инструмент
- Технологическую оснастку
- Декоративные изделия из металла

1.3 Постановка задачи

Рассмотренные выше основные понятия и определения позволяют сформулировать основные задачи данной работы:

1. Описать информационные потоки при конструкторско-технологической подготовке производства на ОАО «ИФО».
2. Смоделировать бизнес-процессы ОАО «ИФО» в методологии ARIS.
3. Описать документооборот предприятия диаграммами IDEF0.
4. Разработать формообразующую оснастку в CAD/CAM Cimatron E 5.10 и спроектировать обработку активных поверхностей на станке с ЧПУ.
5. Создание информационной базы данных нормирования труда инструментального производства ОАО «ИФО».

2.2 Моделирование бизнес-процессов

На сегодняшний день самыми мощными инструментами, позволяющими осуществить задачи, связанные с моделированием бизнес-процессов, на наш взгляд, являются средства ARIS и Corporate Modeler (главный продукт в семействе продуктов Corporate Modeler Suite), поставляемые на российском рынке компаниями “Логика бизнеса” и “ФОРС – Центр разработки”, соответственно. Таким образом, используя рассматриваемые средства для описания бизнес-процессов можно, во-первых, наглядно сформулировать требования бизнеса к внедряемым информационным технологиям, используя не только модели процессов, но и рассматривая все аспекты их эффективности (включая описание стратегии развития компании). Во-вторых, путем описания бизнес-процессов обеспечивается возможность автоматического создания основного наполнения технического задания на внедряемую систему (не говоря уже о всевозможных регламентах и возможности процессно-ориентированного обучения персонала работе с ИС).

2.2.1 Постановка задачи для применения методологии ARIS

Методология ARIS предполагает определенный подход к формализации информации о деятельности организации и представление ее в виде графических моделей, удобных для понимания и анализа. Модели, создаваемые по методологии ARIS, отражают существующую ситуацию с той или иной степенью приближенности. Степень детализации описания зависит от целей проекта, в рамках которого проводится моделирование. Модели ARIS могут быть использованы для анализа и выработки различного рода решений по реорганизации деятельности предприятия, в том числе по внедрению информационной системы управления, разработке систем менеджмента качества. Методология ARIS реализует принципы структурного анализа и позволяет определить и отразить в моделях основные компоненты организации, протекающие процессы, производимую и потребляемую продукцию, используемую информацию, а также выявить взаимосвязи между ними. Создаваемые модели представляют собой документированную совокупность знаний о системе управления, включая организационную структуру, протекающие процессы, взаимодействия между организацией и субъектами рынка, состав и структуру документов, последовательность шагов процессов, должностные инструкции отделов и их сотрудников. В отличие от других подходов, методология ARIS предполагает хранение всей информации в едином репозитории, что обеспечивает целостность и непротиворечивость процесса моделирования и анализа, а также позволяет проводить верификацию моделей.

Преимущества методологии ARIS [8]:

- возможность рассматривать объект с разных точек зрения; разные уровни описания, обеспечивающие поддержку концепции жизненного цикла систем; дифференцированный взгляд на анализируемый объект (организацию, систему управления и т.д.);
- богатство методов моделирования, отражающих различные аспекты исследуемой предметной области, позволяет моделировать широкий спектр систем (организационно-хозяйственных, технологических и прочих);
- единый репозиторий; все модели и объекты создаются и хранятся в единой базе проекта, что обеспечивает построение интегрированной и целостной модели предметной области;
- возможность многократного применения результатов моделирования; накопленное корпоративное знание о всех аспектах деятельности организации может в дальнейшем служить основой при разработке различных проектов непосредственно в среде ARIS и с использованием интерфейсов и других средств.

2.2.2 Диаграмма информационных потоков — Information flow diagram на языке ARIS

Диаграмма информационных потоков предназначена для описания потоков информации между функциями. Для этой цели в диаграмме необходимо связать две функции посредством потока информации. Эта связь указывает, что данные текут от исходной функции к целевой. Диаграмма информационных потоков, описывающая потоки информации в системе менеджмента качества, показана на рисунке 2.26.

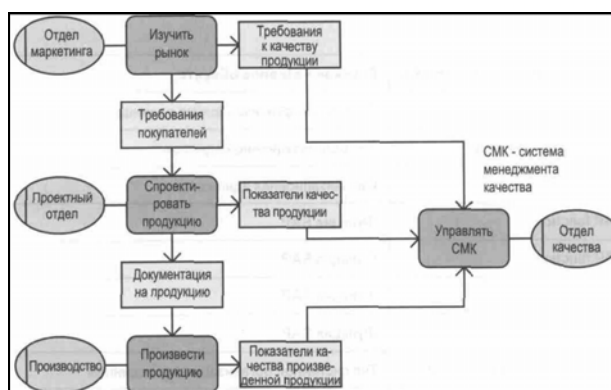


Рисунок 2.26 – Пример диаграммы информационных потоков

2.2.3 Описание документооборота предприятия с использованием элементов ARIS

Движение документов, рассмотренных ранее в разделе 2.1 можно оформить с использованием элементов графического представления потоков информации ARIS на схеме, реализованной в среде MS Office Visio.

На данной схеме используются следующие графические элементы (таблица 2.1):

Таблица 2.1 – Блоки EPC-диаграмм для построения схемы бизнес-процессов в методологии ARIS

	Документ
	Должность
	Отдел
	Действие
	Выбор варианта
	Выбранный вариант

По вертикали сверху вниз располагается последовательность действий, проводимых отделами или конкретными должностями (отображается правее) над входящими документами (отображается слева). Каждое действие основано на входящей информации и в качестве результата формирует исходящую информацию. Направление движения документов показано стрелками. Таблица поясняет показанные на схеме информационные

потоки. Соответствие между двумя интерпретациями информационных потоков показано стрелками.

Данная схема создана нами в среде MS Office Visio 2003. Покажем описание работы с интерфейсом данного программного продукта.

Основное окно содержит чистый лист для размещения схемы. На панели инструментов располагается кнопка «Shapes», после нажатия на которую открывается падающее меню, содержащее группы блоков для создания различных схем. Так как мы используем эту среду для отображения бизнес-процессов предприятия, то в данном меню нам подходит пункт «Business Process», в котором выбираем подпункт «EPC Diagram Shapes», что соответствует методологии выбранной системы описания бизнес-процессов ARIS (рисунок 2.27).

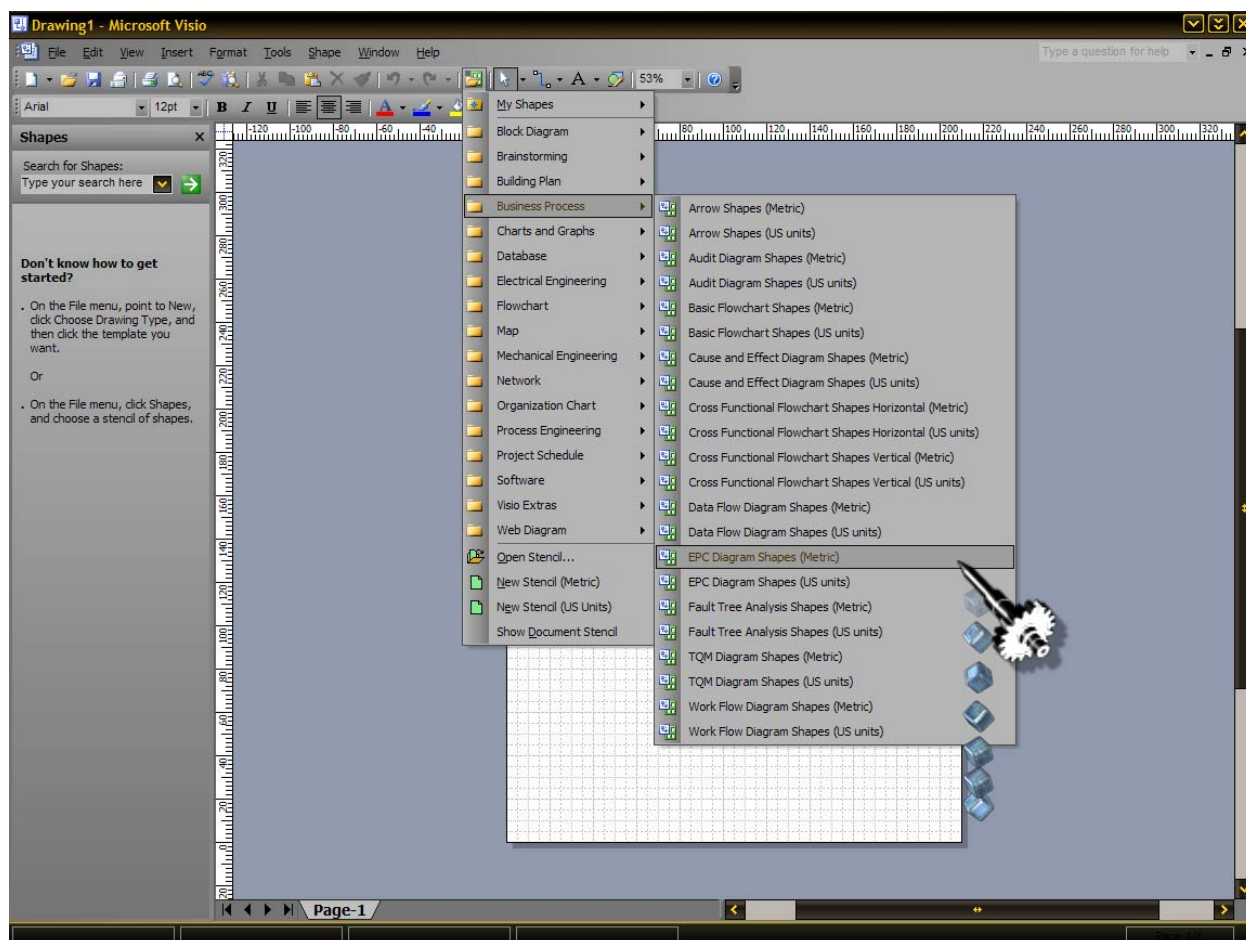


Рисунок 2.27 – Основное окно среды MS Office Visio

После выбора этого пункта меню в левой части интерфейса появляется панель, содержащая блоки (рисунок 2.28), из которых и составляется EPC-диаграмма. Каждый из этих блоков при необходимости размещения на листе «перетаскивается» левой клавишей мыши на поле рисунка. Текст в блоки вводится после двойного щелчка по телу блока. На листе блоки могут располагаться в произвольном порядке.

Соединения между ними устанавливаются при помощи элемента «Dynamic connector». Этот элемент также переносится на поле рисунка, а затем соединяется с нужными блоками диаграммы, уже расположенными на схеме.

Связь между элементами схемы можно настраивать в свойствах «Dynamic connector», которые становятся доступными после нажатия правой клавиши мыши на линии соединения в контекстном меню.

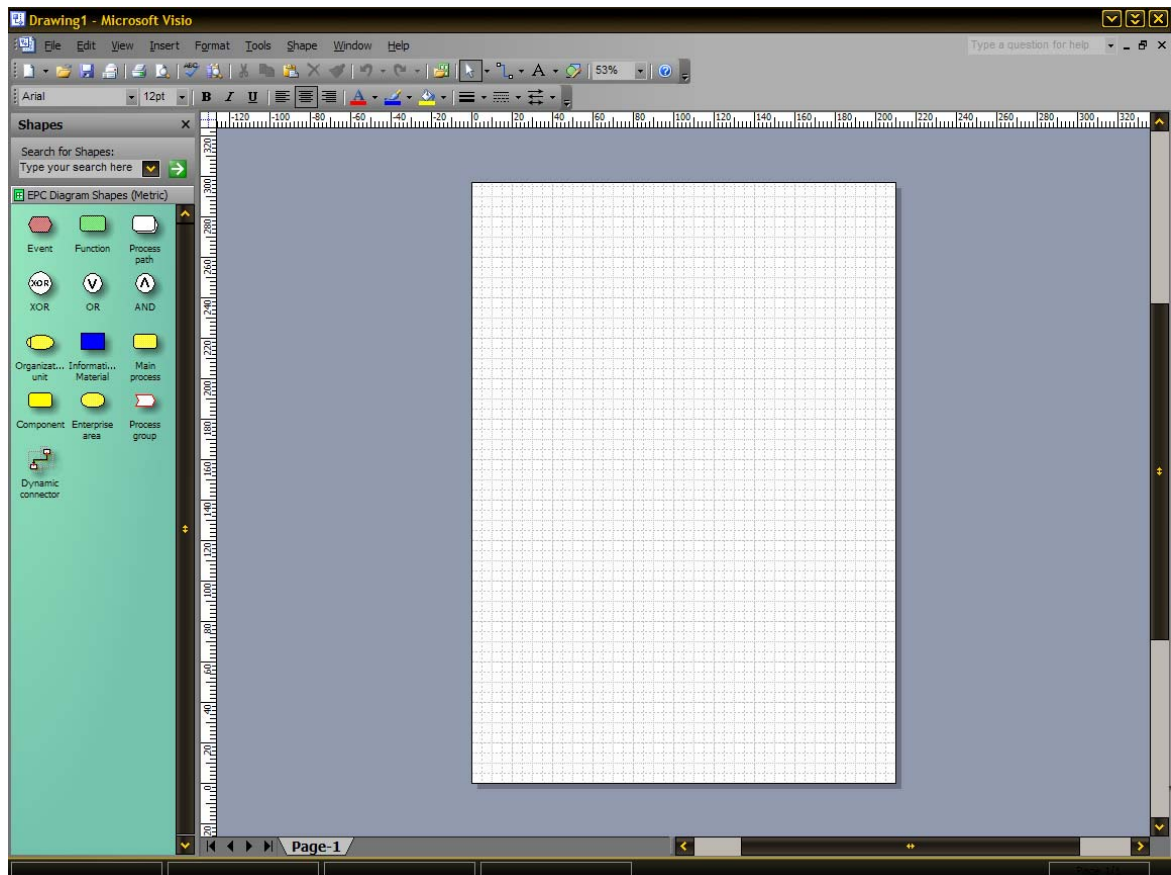


Рисунок 2.28 – Панель выбора элементов ЕРС-диаграммы

Таким образом создается вся схема описания бизнес-процессов (рисунок 2.29).

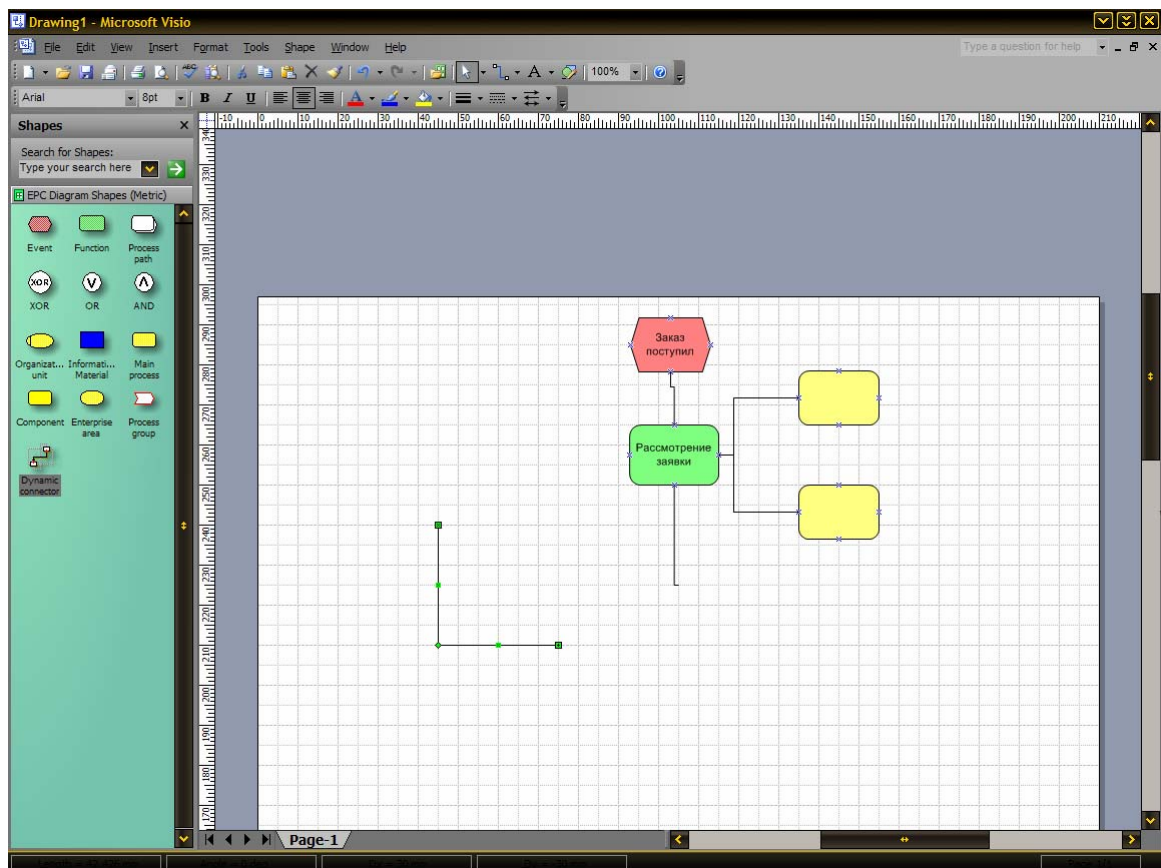


Рисунок 2.29 – Начало создания схемы описания бизнес-процессов

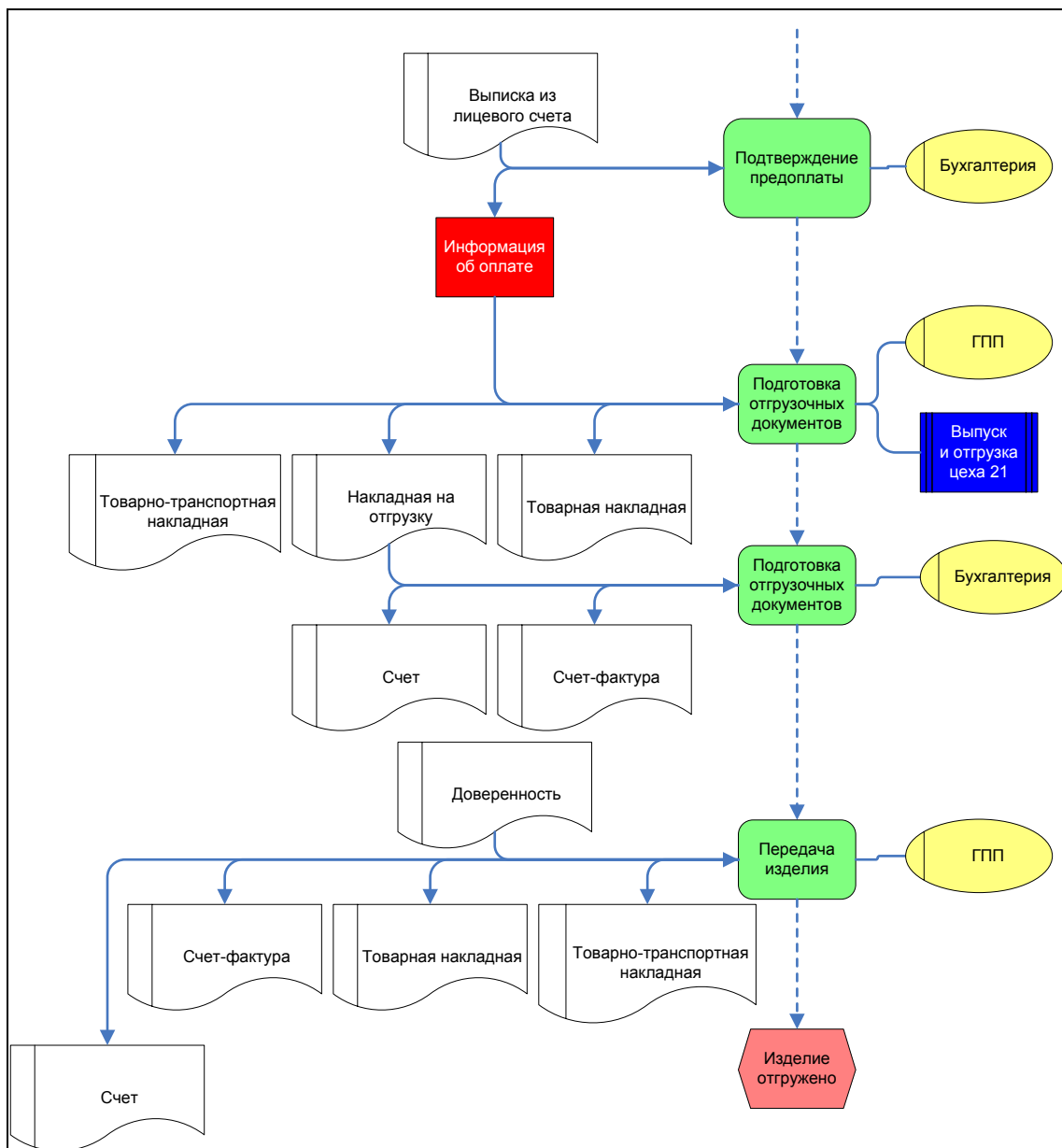


Рисунок 2.30 – Схема информационных потоков предприятия по методологии ARIS
(окончание)

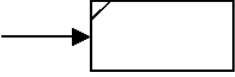
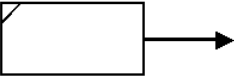
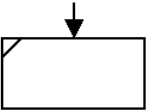
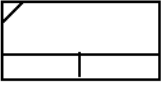
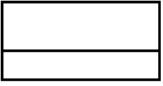
Таким образом, предложенная нами схема может стать основой для описания бизнес-процессов предприятия, которое предполагается реализовать в среде ARIS. На базе данной схемы возможна также реализация технологии Workflow для автоматизации бизнес-процессов, протекающих на предприятии и составляющих суть его деятельности. Реализация этой технологии может быть проведена с использованием PDM Компас-Менеджер, PDM SmarTeam, Лоцман: PLM или какой-то другой системы. Наиболее функциональной и, как следствие, самой дорогой из перечисленных систем является SmarTeam. Самая доступная и простая – Компас-Менеджер.

PDM SmarTeam и PLM Лоцман можно также использовать в качестве системы документооборота в составе корпоративной информационной системы предприятия.

Сама КИС может быть реализована на базе отечественных Фобос, Флагман, Альфа и др. или западной ERP-системы SAP R3. Интересен тот факт, что КИС Альфа написана в открытом коде (за исключением ядра системы), что очень удобно для настройки системы под конкретное предприятие при наличии в его штате группы программистов, способных заниматься обслуживанием данного программного продукта.

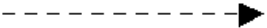
Рассмотрим реализацию данной схемы в среде BPWin4. В таблице 2.2 приведено краткое описание методологии IDEF0, на основе которой и строилась схема.

Таблица 2.2

№	Наименование	Описание	Графическое представление
Нотация IDEF0			
1	Модуль поведения (UOB)	Объект служит для описания функций (процедур, работ), выполняемых подразделениями/сотрудниками предприятия.	
2	Стрелка слева	Стрелка описывает входящие документы, информацию, материальные ресурсы, необходимые для выполнения функции.	
3	Стрелка справа	Стрелка описывает исходящие документы, информацию, материальные ресурсы, являющиеся результатом выполнения функции.	
4	Стрелка сверху	Стрелка описывает управляющее воздействие, например распоряжение, нормативный документ и т.д. В нотации IDEF0 каждая процедура должна обязательно иметь не менее одной стрелки сверху, отражающей управляющее воздействие.	
5	Стрелка снизу	Стрелка снизу описывает т.н. механизмы, т.е. ресурсы, необходимые для выполнения процедуры, но не изменяющие в процессе ее выполнения свое состояние. Примеры: сотрудник, станок и т.д.	
Нотация IDEF3			
1	Модель работы (UOW)	Объект служит для описания функций (процедур, работ), выполняемых подразделениями/сотрудниками предприятия.	
2	Ссылочный объект	Объект, используемый для описания ссылок на другие диаграммы модели, циклические переходы в рамках одной модели, различные комментарии к функциям.	
3	Логическое «И»	Логический оператор, определяющий связи между функциями в рамках процесса. Позволяет описать ветвление процесса.	
4	Логическое «ИЛИ»	Логический оператор, определяющий связи между функциями в рамках процесса. Позволяет описать ветвление процесса.	
5	Логическое исключяющее «ИЛИ»	Логический оператор, определяющий связи функциями в рамках процесса. Позволяет описать ветвление процесса.	

В моделях могут использоваться стрелки трех видов, показанных в следующей таблице 2.3.

Таблица 2.3

№	Тип стрелки	Графическое представление
1	Стрелка предшествования. Соединяет последовательно выполняемые функции.	
2	Стрелка отношения. Используется для привязки объектов-комментариев к функциям.	
3	Стрелка потока объектов. Показывает поток объектов от одной функции к другой.	

Данные схемы создавались для достижения следующих целей:

- удобное средство описания происходящих на предприятии процессов;
- возможность последующего анализа моделей БП в соответствующей среде (ARIS и ERWin);
- возможность создания схемы автоматизации потоков заданий в системе Лоцман PLM;
- проведение реинжиниринга БП предприятия в части конструкторско-технологической подготовки производства.

2.2.4 Описание работы с интерфейсом BPWin 4 при построении диаграммы IDEF0

При построении диаграммы IDEF0 в среде BPWin 4 используется собранная ранее на предприятии информации о бизнес-процессах информационного производства.

Построение диаграммы начинается с выбора типа модели и ее названия (рисунок 2.31).

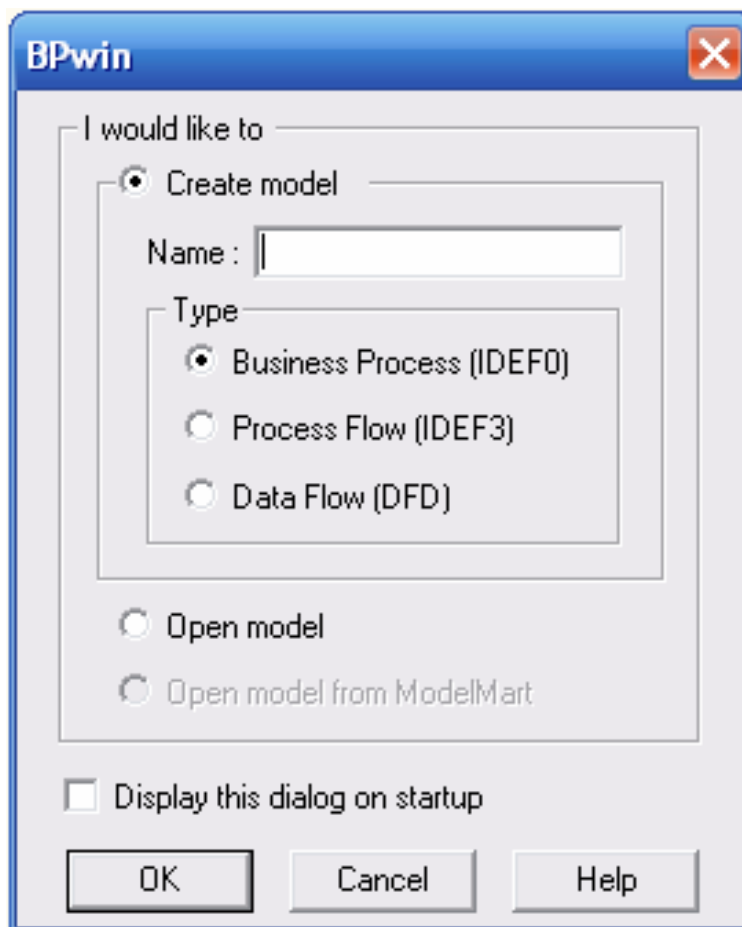


Рисунок 2.31 – Выбор типа модели и ее названия

Следующим шагом является построение укрупненной схемы БП, которая впоследствии подвергнется декомпозиции. Построение начинается с одного прямоугольника в центре листа (рисунок 2.32).

USED AT:	AUTHOR: Ваганов Сергей Борисович PROJECT: БП	DATE: 28.04.2006 REV: 28.04.2006	WORKING DRAFT RECOMMENDED PUBLICATION	READER	DATE	CONTEXT: TOP
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						

NODE: A-0	TITLE:	NUMBER:
--------------	--------	---------

Рисунок 2.32 – Начало построения новой диаграммы

Следующим шагом является заполнение этого прямоугольника: после двойного щелчка по нему открывается меню, в котором вводится название процесса (рисунок 2.33).

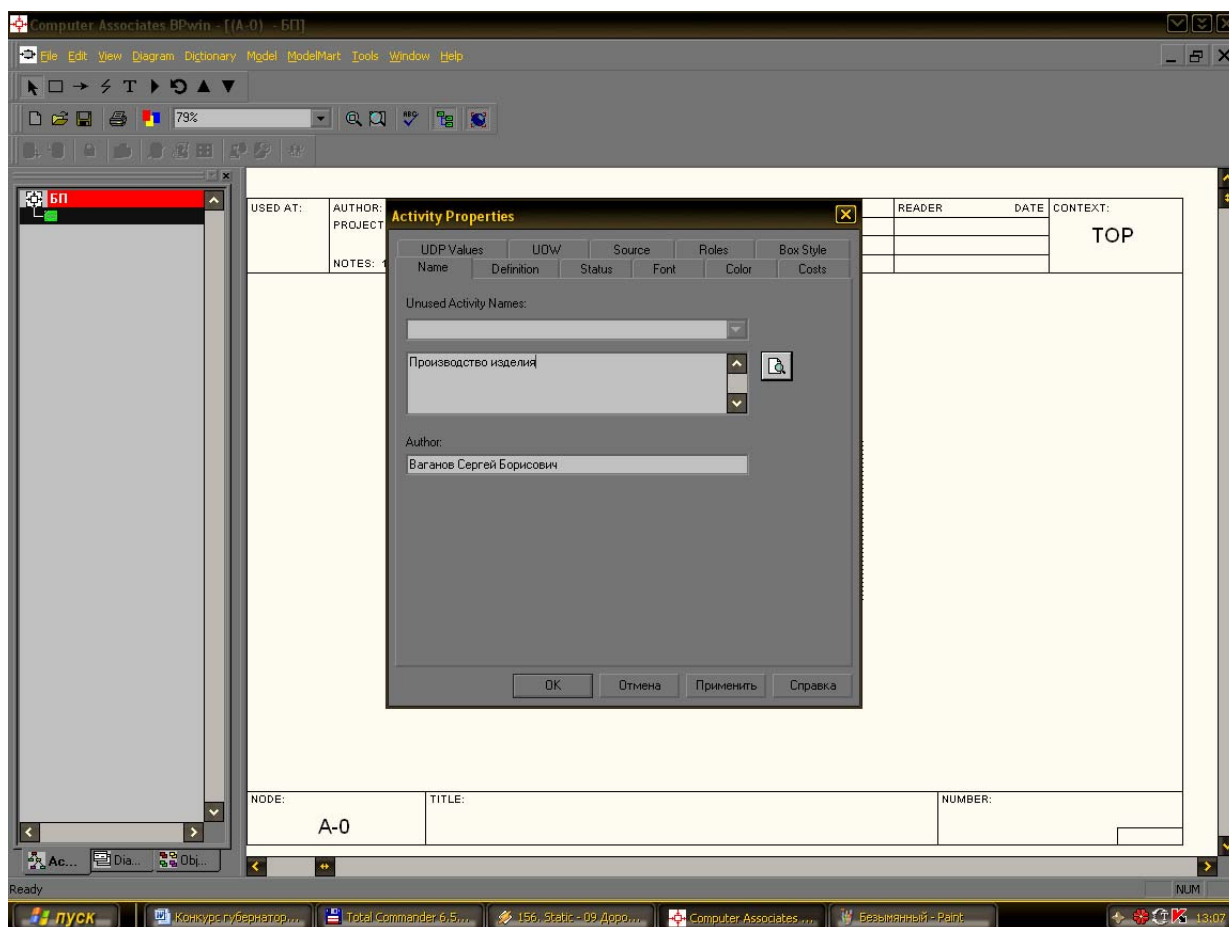


Рисунок 2.33 – Ввод названия бизнес-процесса

Далее рисуются стрелки информационных потоков (рисунок 2.34).

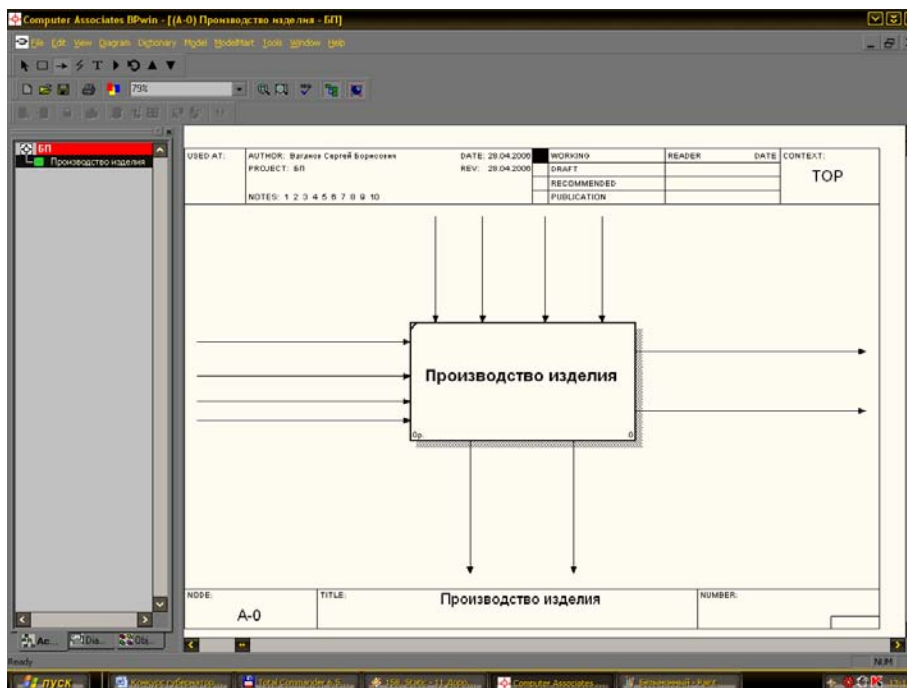


Рисунок 2.34 – Создание стрелок информационных потоков

Каждая стрелка озаглавляется, после чего получается укрупненная схема бизнес-процесса в окончательном состоянии (рисунок 2.35).

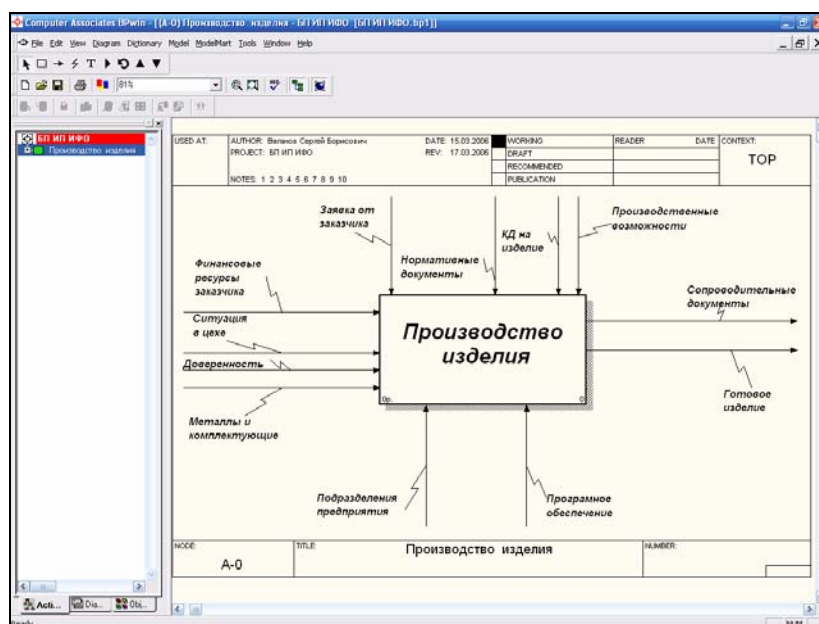


Рисунок 2.35 – Укрупненная схема БП

На данной схеме показан рассматриваемый процесс – производство изделия, ресурсы, необходимые для этого процесса (документы, финансы, подразделения предприятия и т.д.) и результат процесса (готовое изделие и сопроводительные документы).

Данный процесс подвергается декомпозиции, то есть разделяется на несколько составляющих с целью более подробного описания: оформление заказа, подготовка производства, изготовление заказа и передача готового изделия (рисунок 2.36). Построение элементов схем декомпозиции осуществляется по тем же принципам.

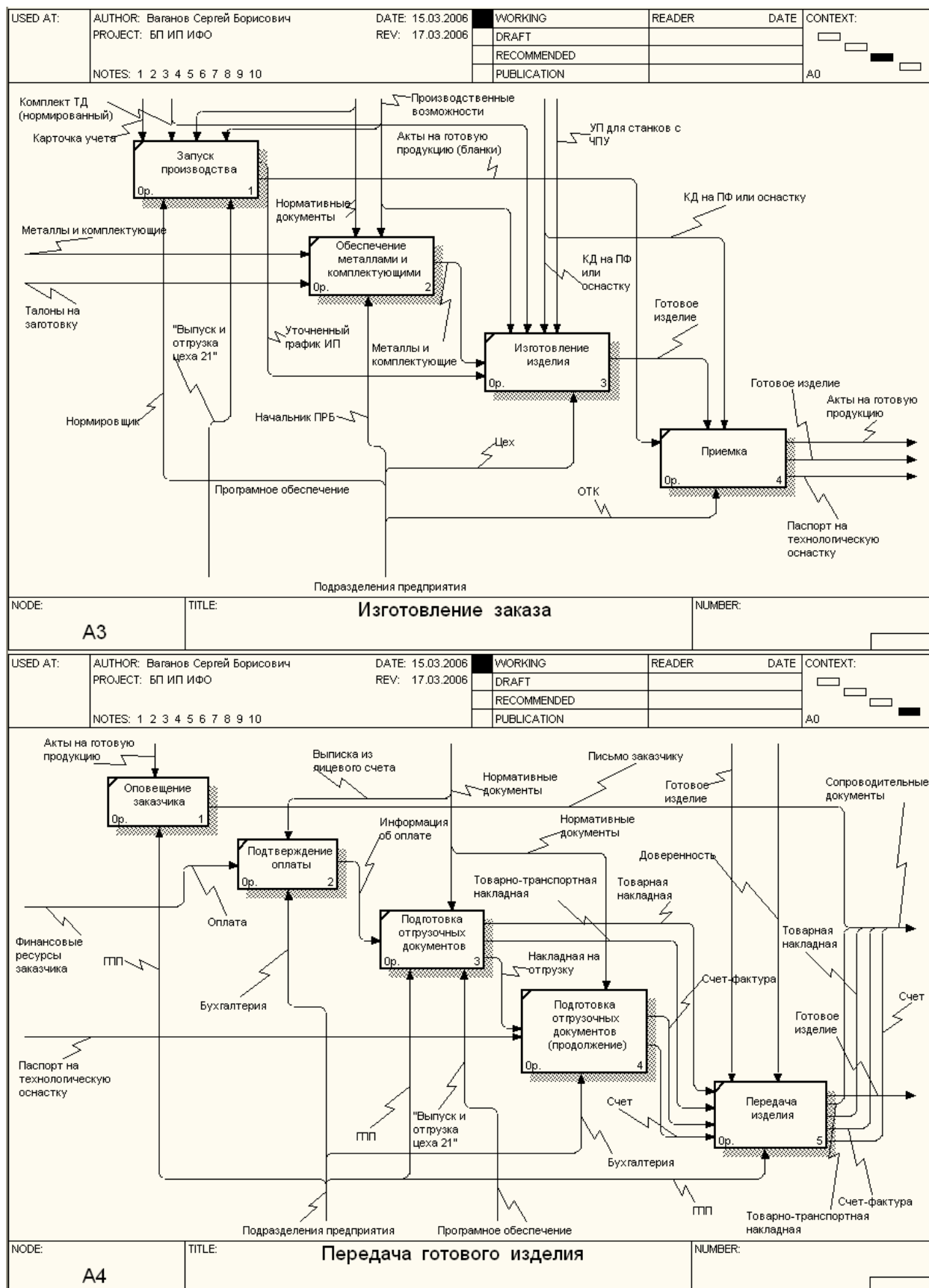


Рисунок 2.40 – Схема информационных потоков предприятия по методологии IDEF0 (окончание)

Таким образом, схема движения информационных потоков реализована с применением двух разных методологий: ARIS и IDEF0.

2.3 Конструкторско-технологическая подготовка производства в CAD/CAM Cimatron E 5.10

Рассмотрим более подробно специфику конструирования, компьютерно-интегрированную с технологическим проектированием.

В настоящее время на предприятии проектирование литейной формы производится следующим образом:

1. в устаревшей версии CAD/CAM Cimatron IT 12 создается 3D-модель изделия, для которого разрабатывается пресс-форма;
2. методом вычитания получаются модели матрицы и пуансона, причем не твердотельные, а состоящие только из тех поверхностей, которые впоследствии будут обрабатываться на станке с ЧПУ;
3. параллельно вручную проектируется бумажный ТП изготовления деталей литейной формы и технологический процесс сборки изделия;
4. составляется сборочный чертеж литейной формы (вручную);
5. создаются управляющие программы для активных деталей пресс-формы или электродов.

Таким образом, процесс проектирования литейной формы в сборе производится вручную, что занимает много времени и является «узким» местом в конструкторско-технологической подготовке производства.

В CAD/CAM Cimatron E 5.10 предоставляются возможности для автоматического проектирования пресс-формы с возможностью использования стандартных деталей литейной оснастки (стандарты Hasco и DME). Такие средства реализованы в модуле MOLD.

Рассмотрим предлагаемую нами последовательность сквозного конструкторско-технологического проектирования литейной оснастки для детали «крышка прибора ночного видения» с использованием возможностей 3D-моделирования в используемой нами современной версии CAD/CAM Cimatron E 5.10, полученной ЯГТУ от разработчика.

2.3.1 Особенности компьютерно-интегрированной конструкторско-технологической подготовки производства

Важной составной частью общего документооборота является создание и обмен документами при конструкторско-технологической подготовке производства.

Рассмотрим состояние конструкторско-технологической подготовки производства на примере изделия "крышка прибора ночного видения". Данное изделие имеет сложную конфигурацию поверхностей и поэтому для его проектирования применяют современные компьютерные средства проектирования.

Литейная форма для крышки прибора ночного видения состоит из стандартных деталей, выбираемых по нормативам, исходя из существующего у заказчика оборудования для установки литейной формы, и оригинальных деталей, таких как матрица, пуансон и знаки. Основной задачей конструкторско-технологической подготовки производства является производство именно этих оригинальных деталей. По модели детали создаются 3D-модели активных деталей (матрица – рисунок 2.41, пуансон – рисунок 2.42), по которым составляются управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ и оформляется технологическая документация. Все это автоматизировано благодаря использованию CAD/CAM Cimatron IT 12.

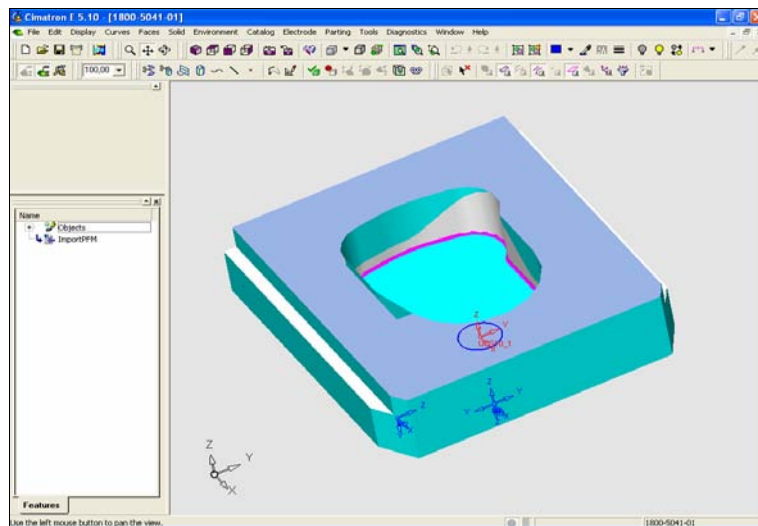


Рисунок 2.41 – Матрица

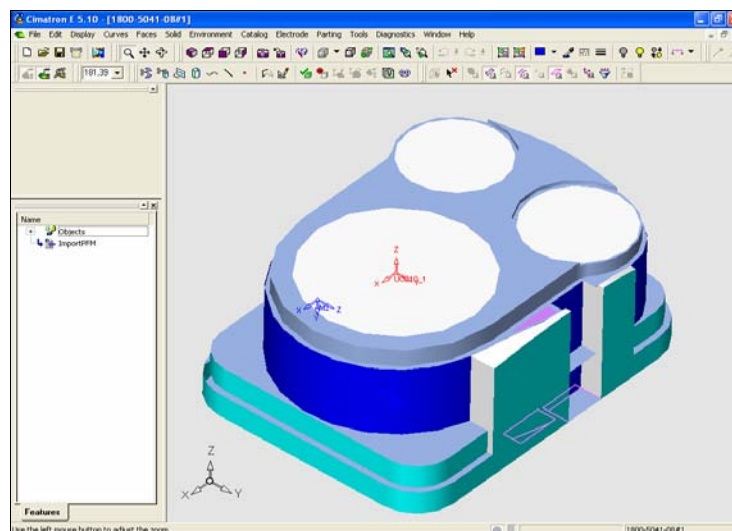


Рисунок 2.42 – Пуансон

Параллельно разрабатывается ТП изготовления оригинальных деталей и составляется сборочный чертеж, что выполняется вручную.

Спроектированные управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ хранятся в виде текстовых файлов (*.iso), доступных для редактирования. Для передачи программы в стойку станка Heidenhain TNC-151 (рисунок 2.43) используется промышленная сеть, описание которой представлено ниже.



Рисунок 2.43 – Стойка ЧПУ Heidenhain TNC-151

Станки с ЧПУ представлены на компьютере технолога-программиста в виде директорий в сетевых подключениях. Файл с программой копируется в определенную папку и определяется стойкой ЧПУ по номеру, который вводит оператор станка с ЧПУ. Такие номера присваиваются программистом каждой программе. Оператор станка с ЧПУ получает также распечатку управляющих программ для определения ее номера и возможности ручной корректировки программы.

Сеть на предприятии образована структурой из двух доменов с двухсторонними доверительными отношениями на витой паре со скоростью $100 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$. Используются сетевые платы 3Com EtherLink XL PCI TPO NIC (3C900-TPO), коммутаторы Compaq T1008P. Серверы имеют операционную систему Windows 2000 Server.

Конфигурации компьютеров различаются в зависимости от реализуемых на них задач. Например, в бухгалтерии и группе подготовки производства используются более слабые машины уровня Pentium 2, 3. Для трехмерного моделирования применяются современные компьютеры на базе Pentium 4 с объемом памяти 256 Mb ... 1 Gb.

Таким образом, в настоящее время на предприятии современные методы компьютерного проектирования применяются в совокупности с большим объемом ручного труда, отсутствует электронное представление базы данных нормирования, имеет место критичный для предприятия характер формы хранения накопленной годами информации. Это, на мой взгляд, неправильно, так как единовременное сосуществование различных методов работы, во-первых, плохо вписывается в единую систему функционирования предприятия и существенно увеличивает время изготовления изделия ввиду неоптимальной координации между отделами и внутри них, а, во-вторых, ввиду наличия разных форм хранения информации, является просто неудобным для восприятия, особенно в тех случаях, когда требуется провести анализ процесса изготовления какого-либо изделия, отследив при этом все стадии выполнения данного заказа.

2.3.2 Создание трехмерной модели детали

Открываем Cimatron E 5.10 и выбираем проектирование новой детали (рисунок 2.44).

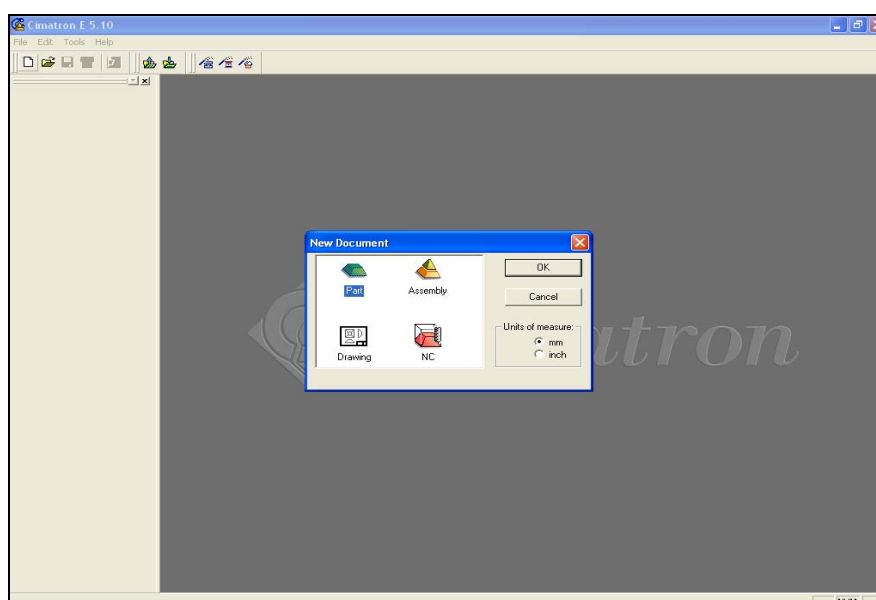


Рисунок 2.44 – Начало проектирования новой детали

Проектирование 3D-модели детали происходит на основании полученного от заказчика чертежа (см. рисунок 2.4)

Создаем первый эскиз в плоскости XOY (рисунки 2.45, 2.46).

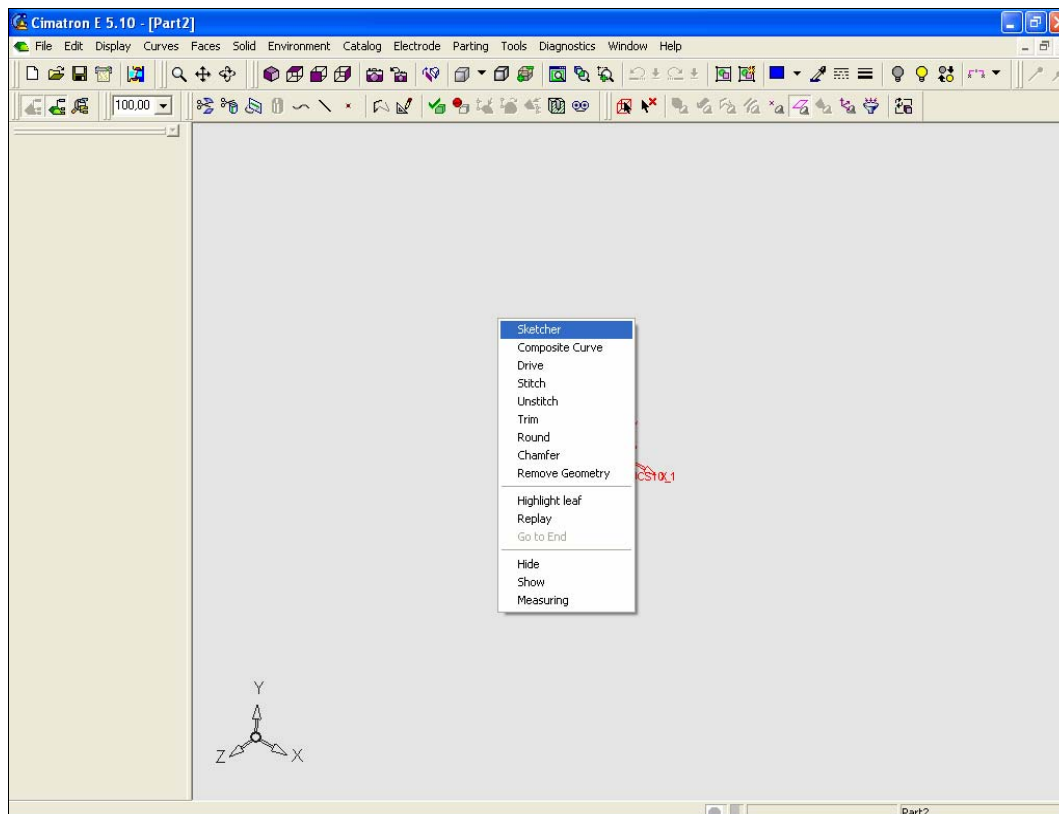


Рисунок 2.45 – Начало создания первого эскиза

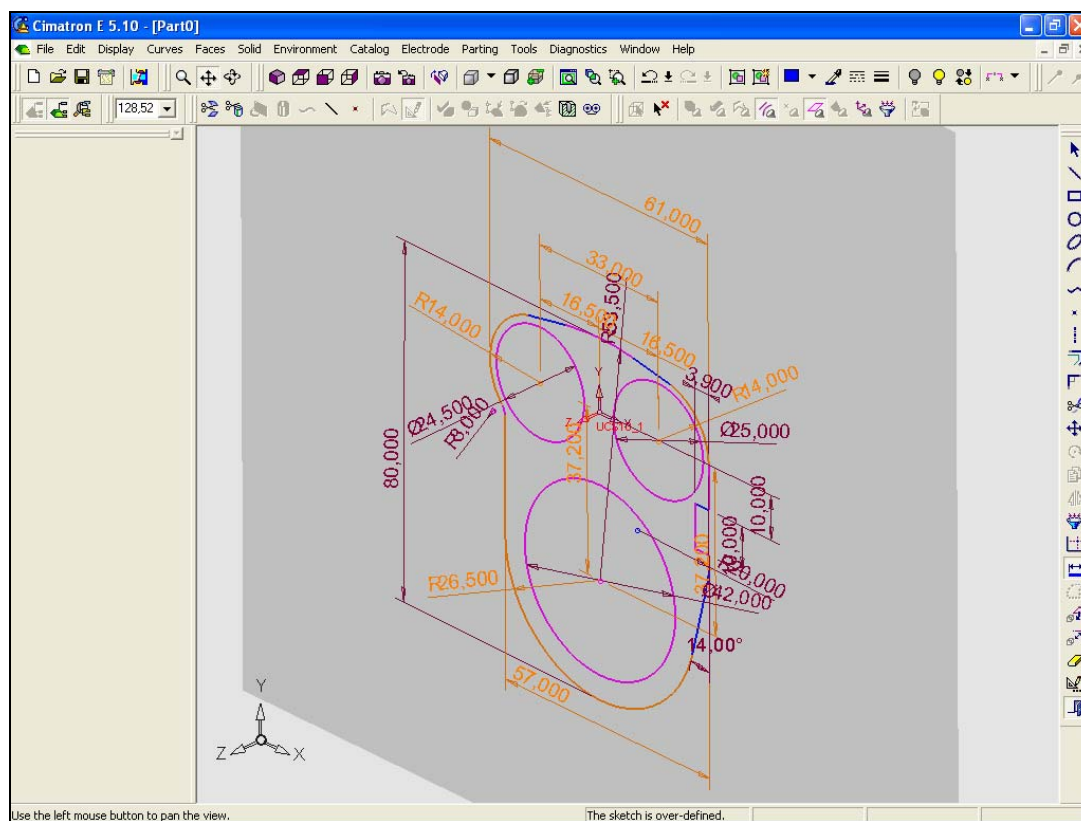


Рисунок 2.46 – Создание первого эскиза

Выдавливаем этот эскиз на толщину 1 мм (рисунок 2.47).

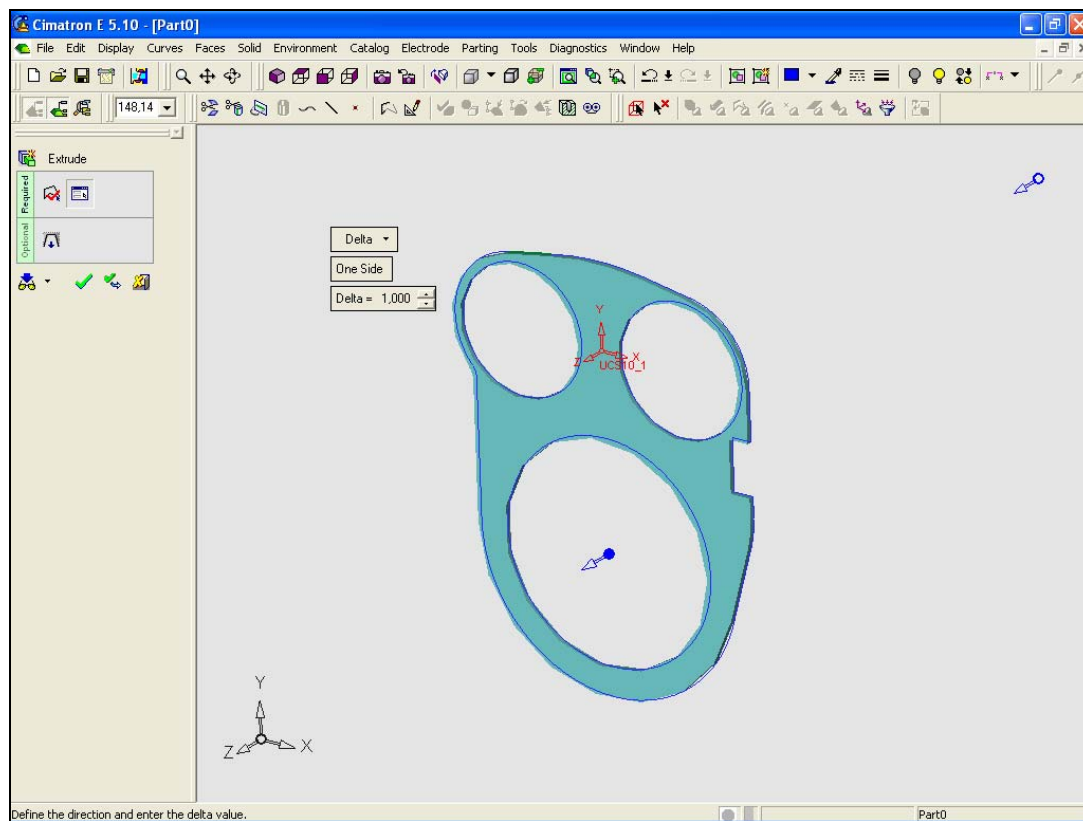


Рисунок 2.47 – Выдавливание первого эскиза на заданную толщину

Выбираем для построения следующего эскиза плоскость, и, используя команду ADD GEOMETRY (рисунок 2.48), создаем в этом эскизе проекцию наружного контура основания модели на плоскость эскиза (рисунок 2.49).

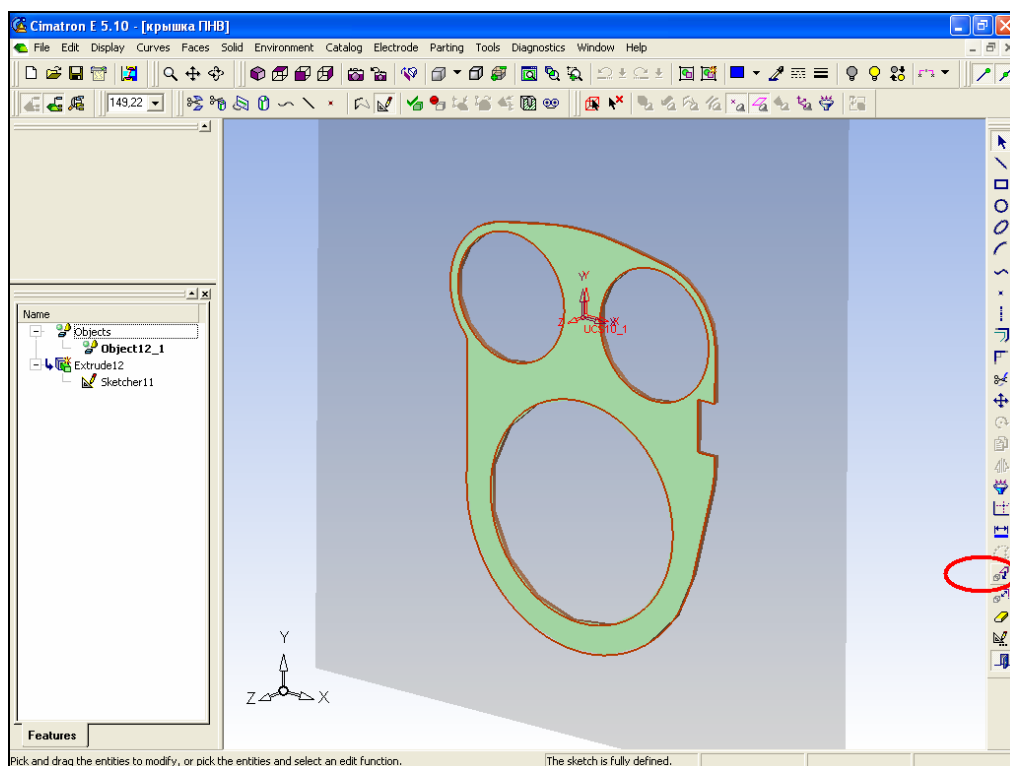


Рисунок 2.48 – Построение следующего эскиза

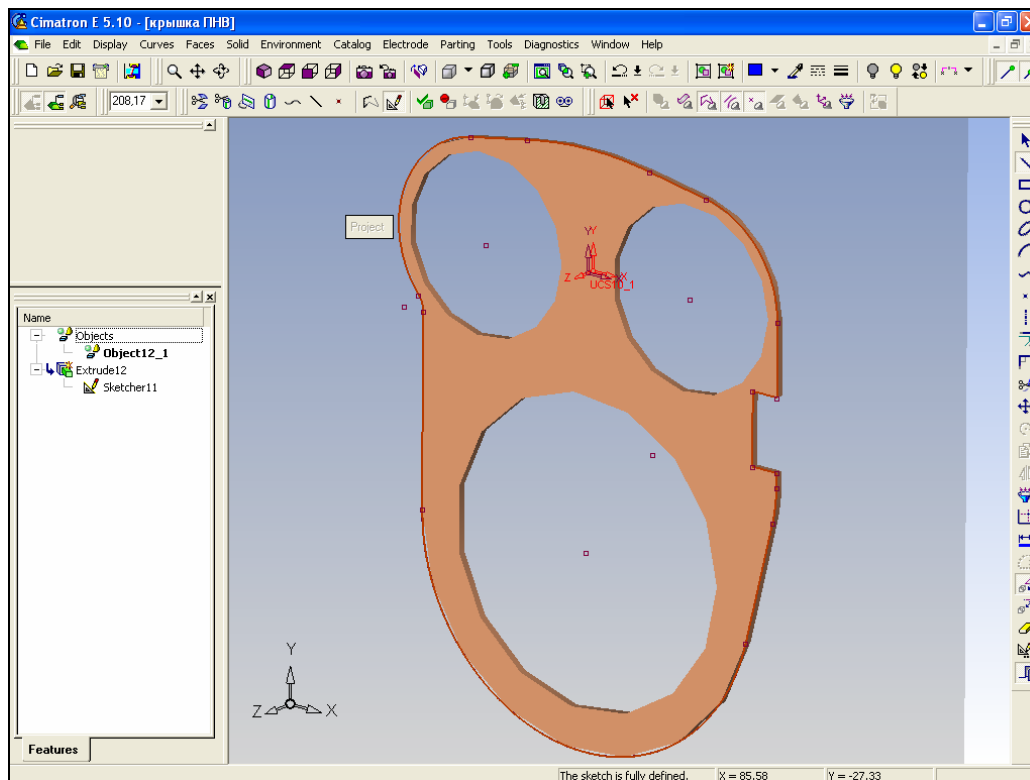


Рисунок 2.49 – Спроецированный на плоскость эскиза контур детали

С целью дальнейшего создания стенки, используя команду OFFSET, строим к этому контуру внутреннюю эквидистанту (рисунок 2.50). К ней добавляем внутренний контур стенки и «приклеиваем» выдавливанием на 4,5 мм (рисунок 2.51).

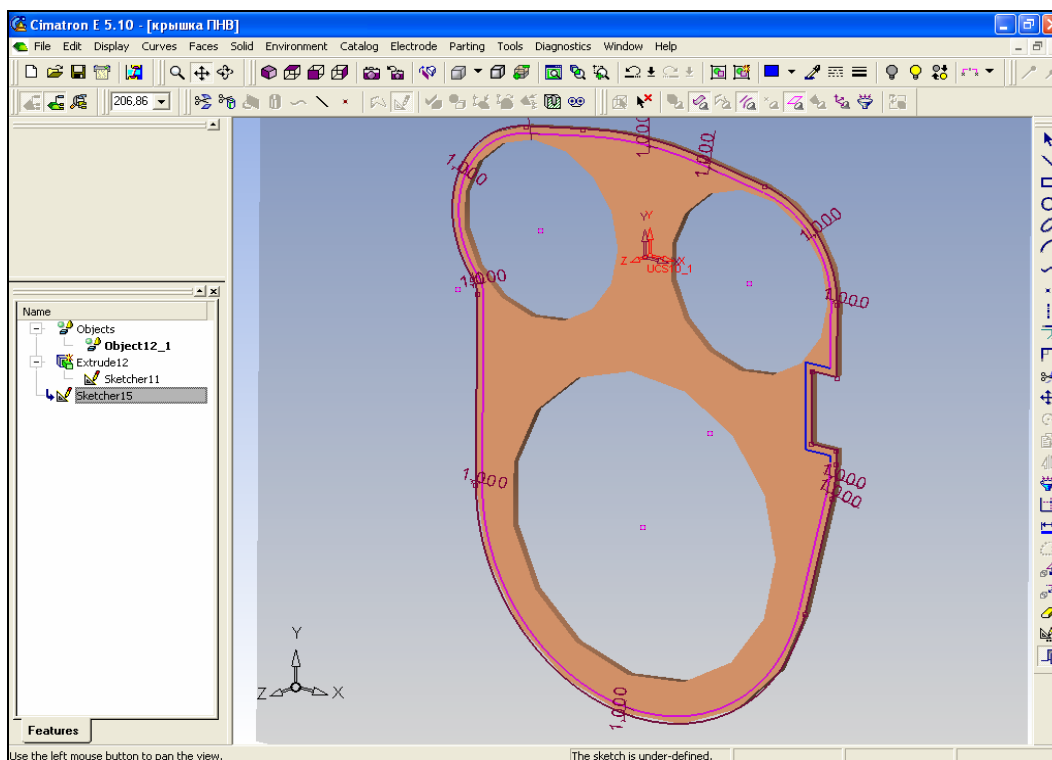


Рисунок 2.50 – Эквидистанта к спроецированному контуру

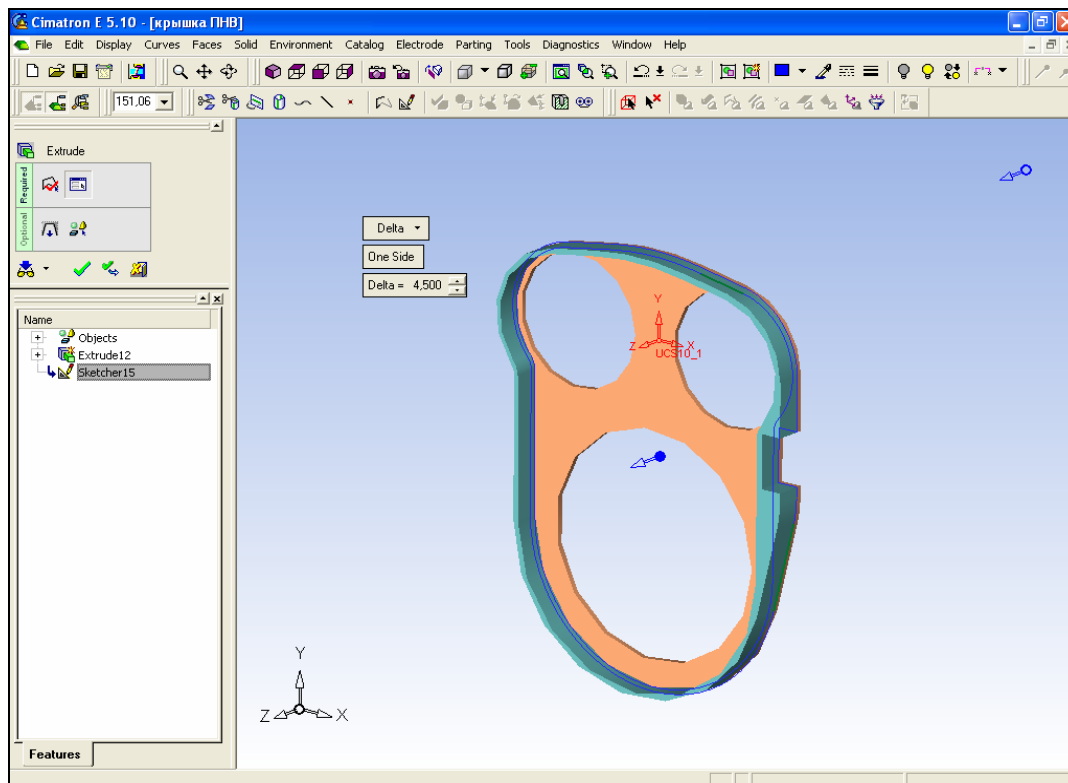


Рисунок 2.51 – Добавление стенки

Аналогично п.5 строим стенки верхних отверстий (рисунок 2.52).

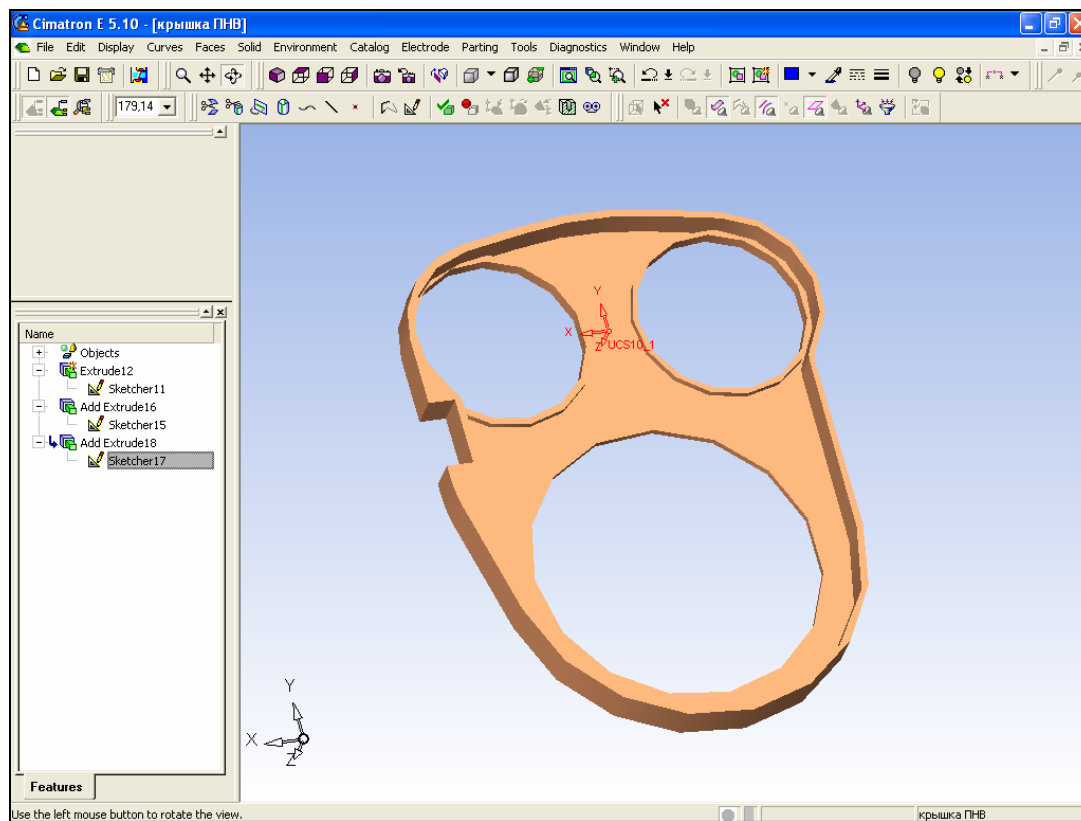


Рисунок 2.52 – Добавление стенок верхних отверстий

Вырезаем паз (рисунок 2.53) и приклеиваем цилиндр (рисунок 2.54).

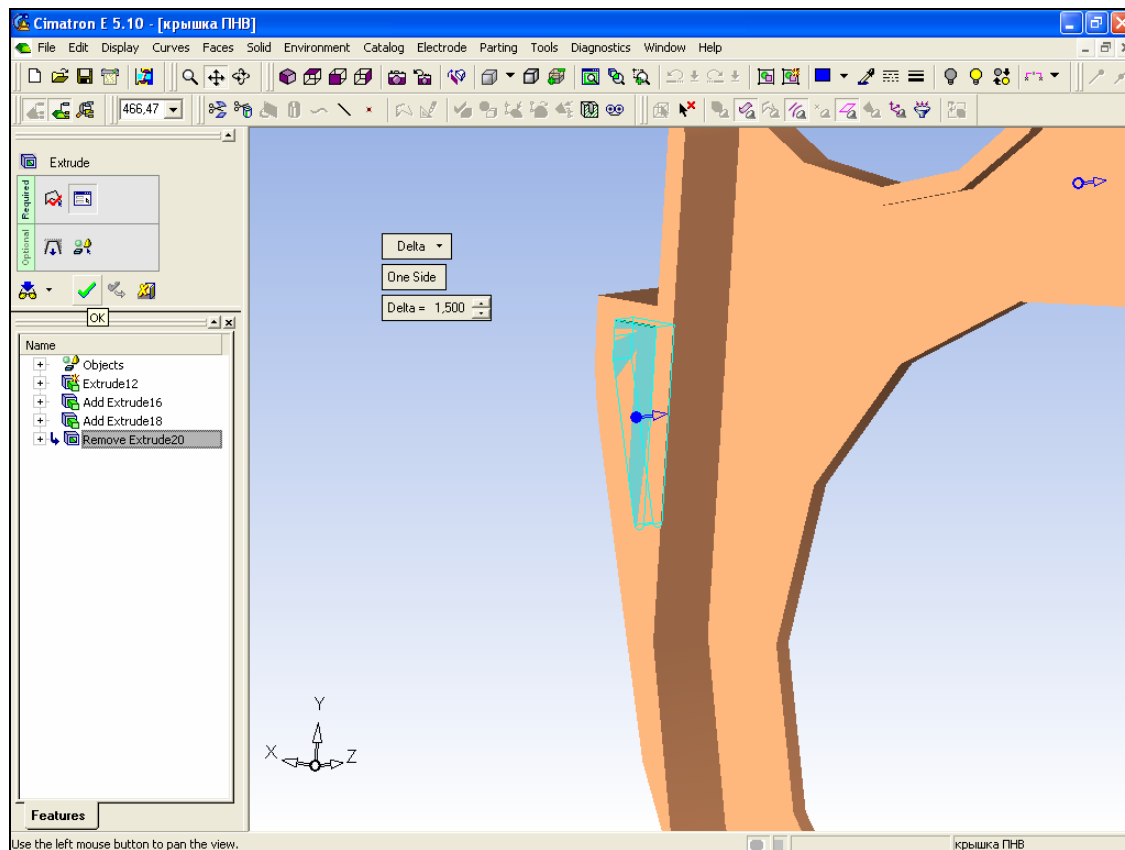


Рисунок 2.53 – Вырезание паза

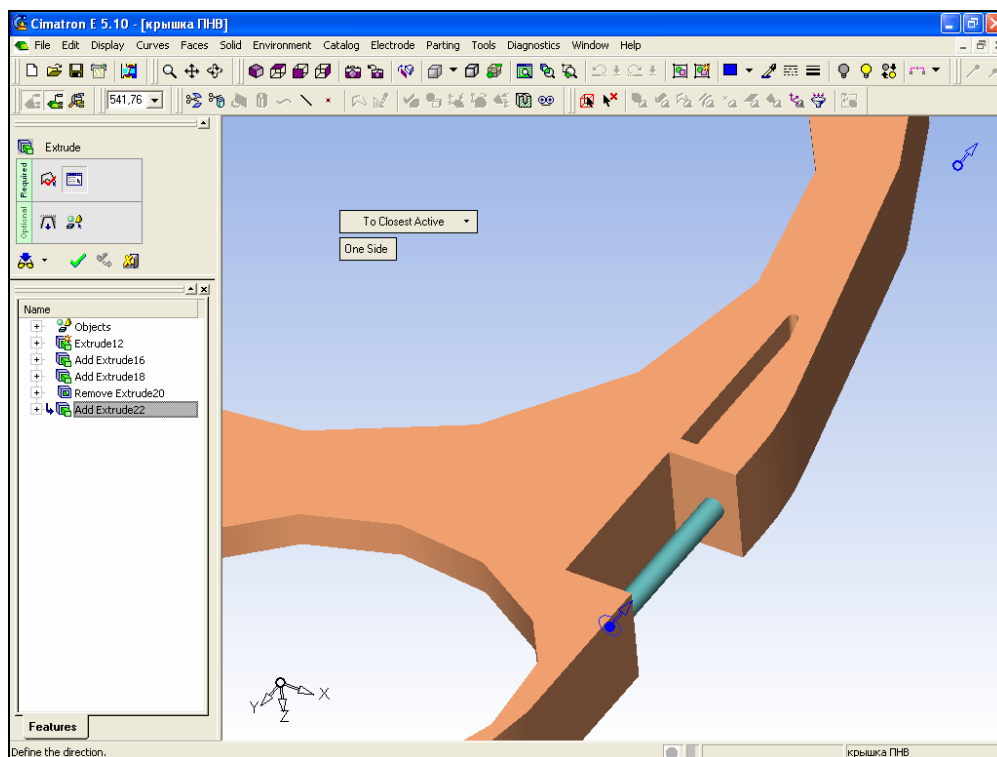


Рисунок 2.54 – Приклеивание цилиндра

Строим стенку с высотой 23,5 мм в два этапа: сначала создаем стенку одинаковой высоты (рисунок 2.55), а затем усекаем ее двумя эскизами (рисунки 2.56 и 2.57) согласно развертки на чертеже детали.

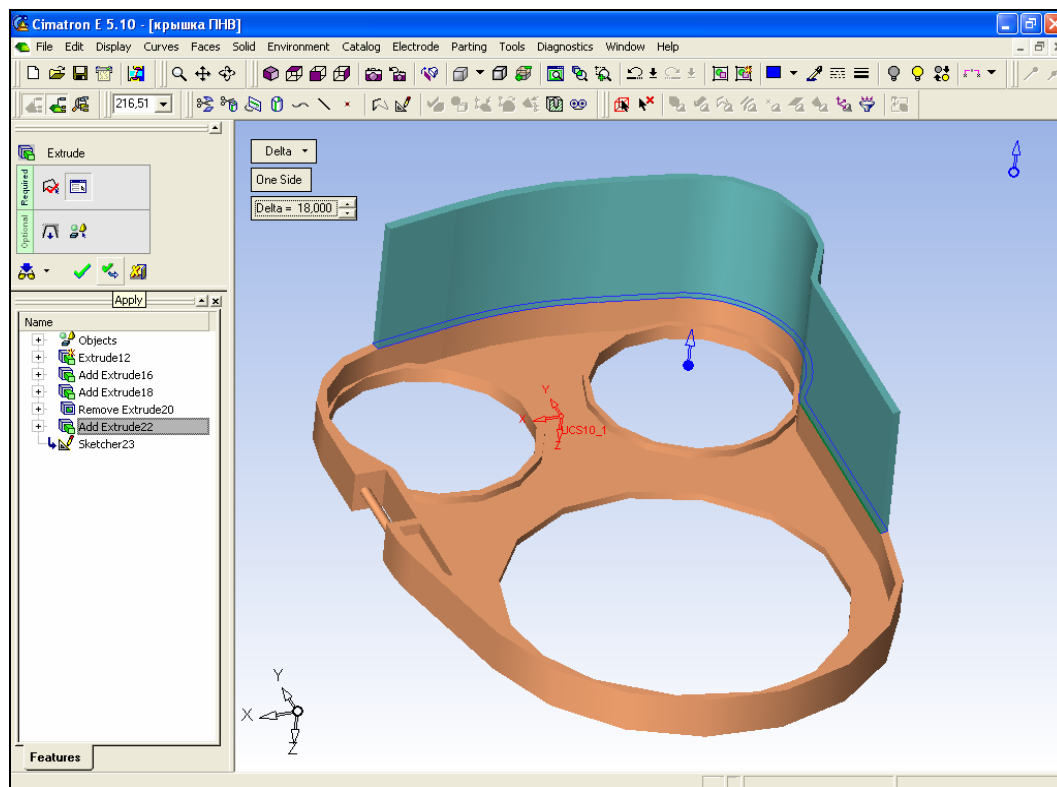


Рисунок 2.55 – Создание стенки

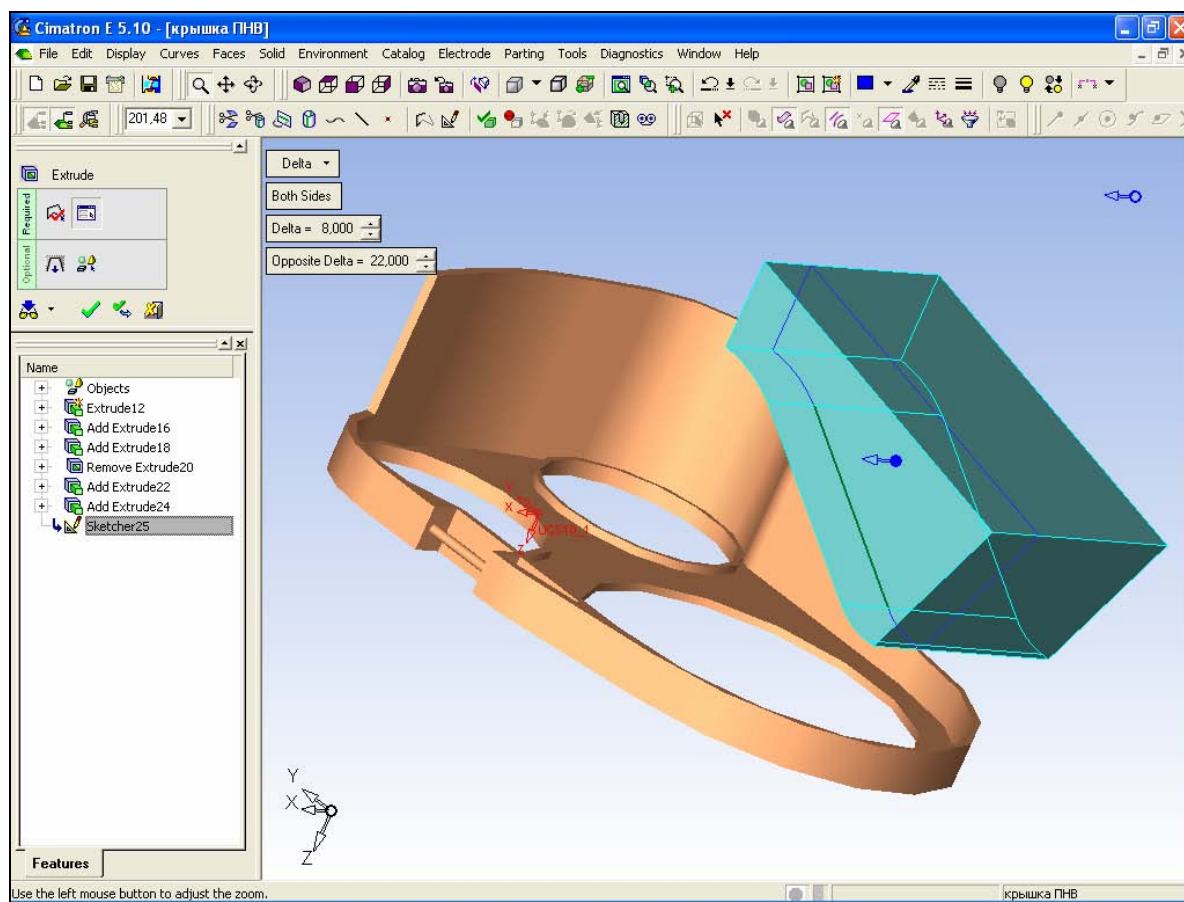


Рисунок 2.56 – Усечение стенки в плоскости YOZ

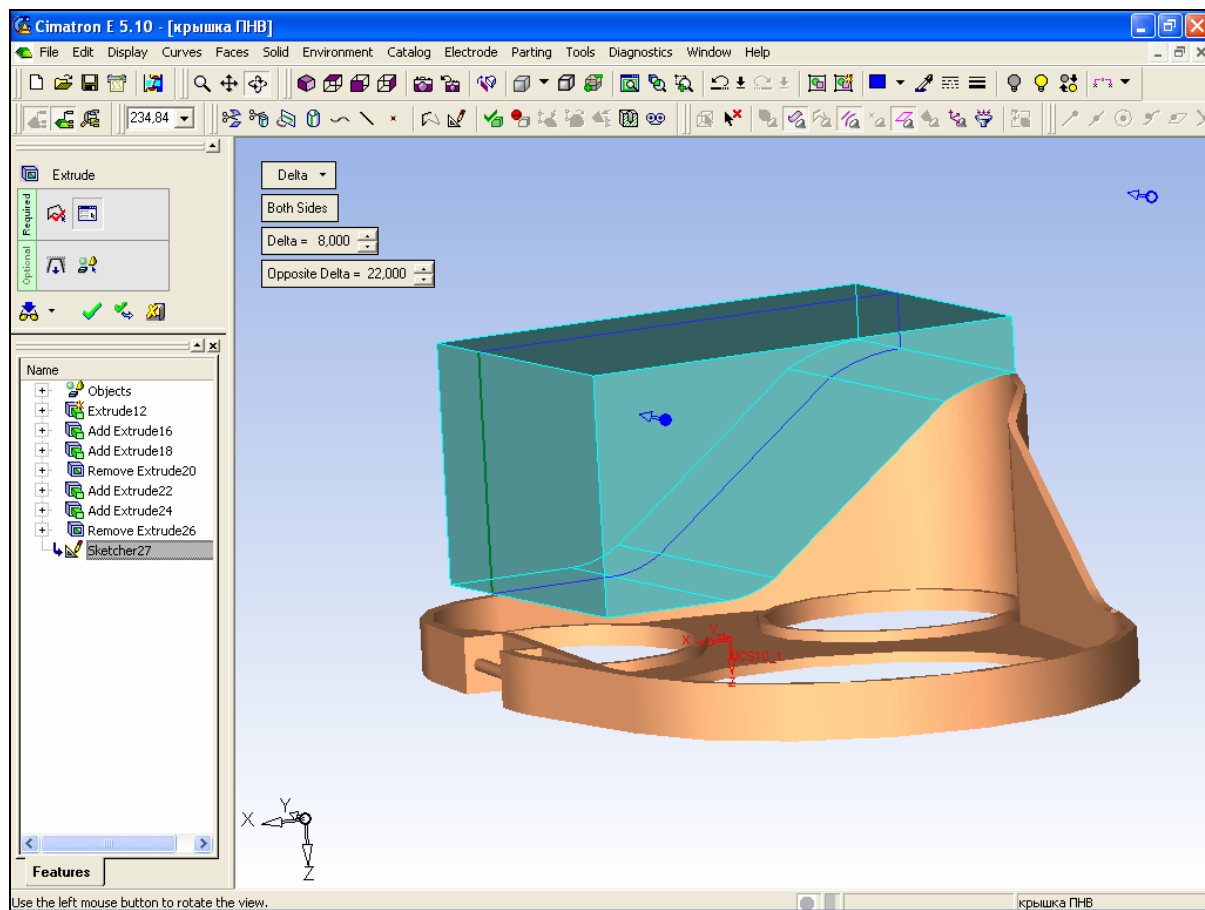


Рисунок 2.57 – Усечение стенки в плоскости XOY

Заключительным шагом построения 3D-модели детали должно быть создание скруглений. В системе Cimatron E 5.10 оно выполняется с помощью функции Round путем перечисления ребер и задания радиуса скругления: указываем ребра и радиусы, рисунок 2.58.

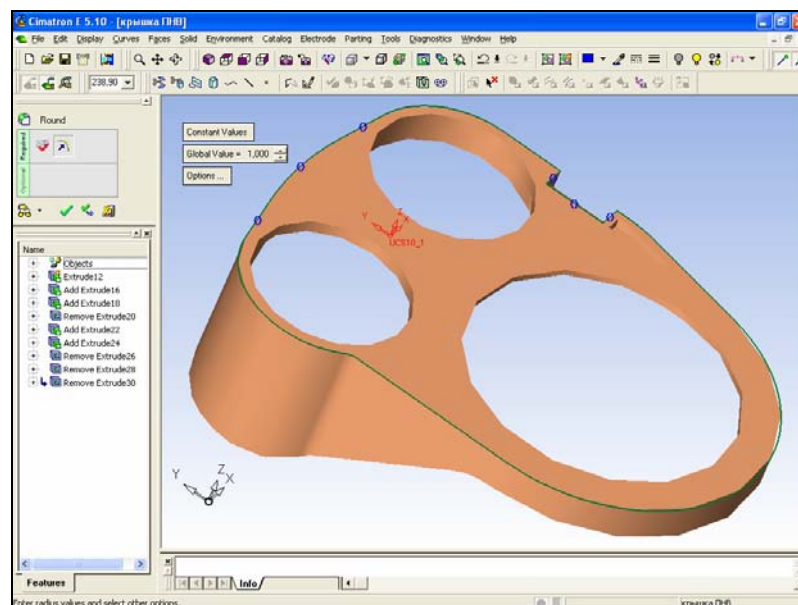


Рисунок 2.58 – Создание скруглений

В результате всех вышеперечисленных действий модель полностью соответствует конфигурации детали (рисунок 2.59).

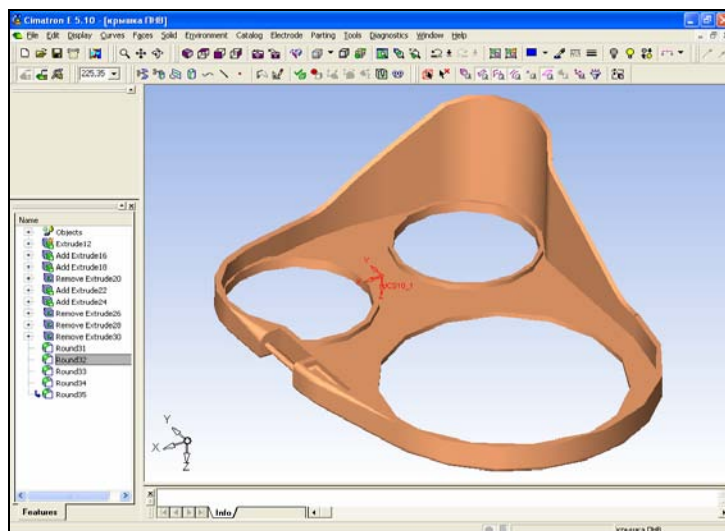


Рисунок 2.59 – Спроектированная деталь в окончательном состоянии

2.3.3 Проектирование пресс-формы в сборе

Теперь у нас есть 3D-модель детали, полностью соответствующая чертежу заказчика. Следующим шагом проектирования является получение активных поверхностей матрицы и пуансона.

Для этого нажимаем кнопку «настройка разделения на детали» в Cimatron E 5.10. В результате открывается панель настройки разделения. Здесь указываем имя детали (через диалоговое окно открытия файла), имя рабочего документа разделения создается автоматически. Ставим флажок «создать новую папку». Это делаем для того, чтобы не запутаться в дальнейшем в файлах проекта. Выбираем единицы измерения мм и указываем компенсацию усадки рабочей модели 1,01 (рисунок 2.60).

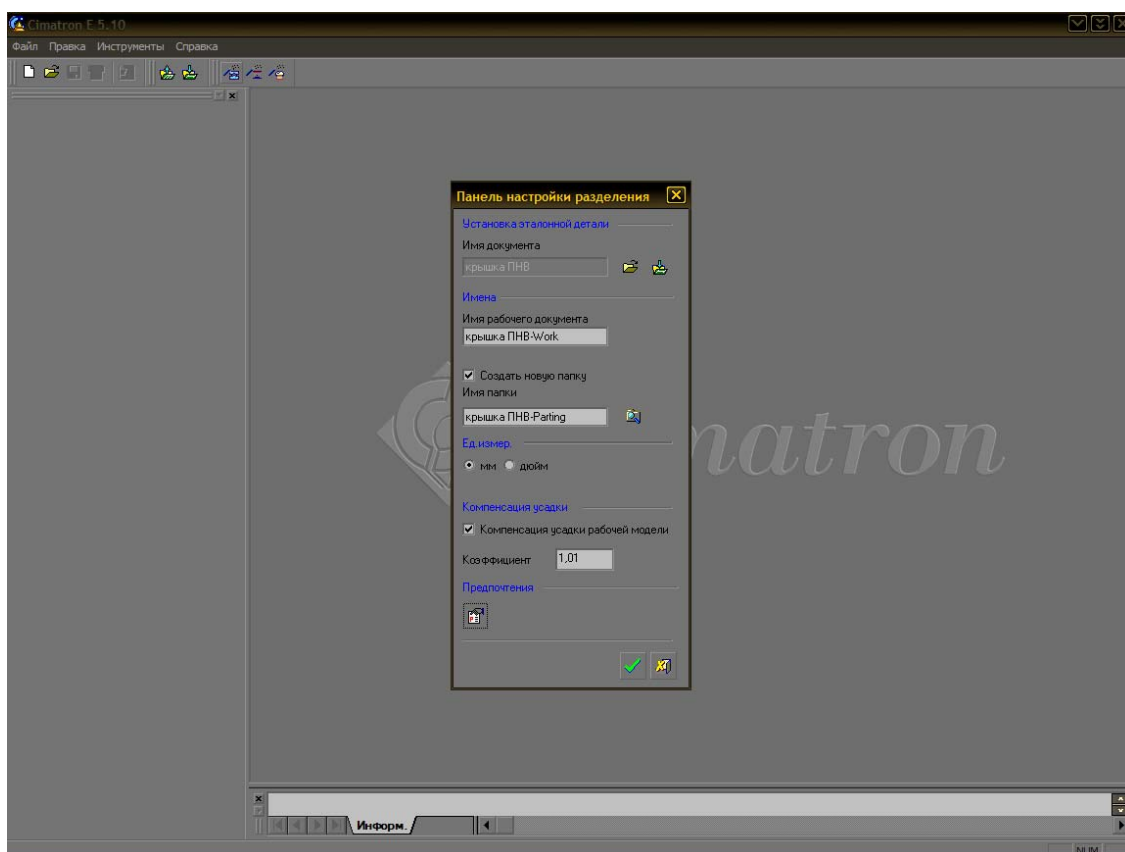


Рисунок 2.60 – Настройки разделения

После подтверждения настроек разделения появляется выбранная деталь и проводник разделения (справа, рисунок 2.61).

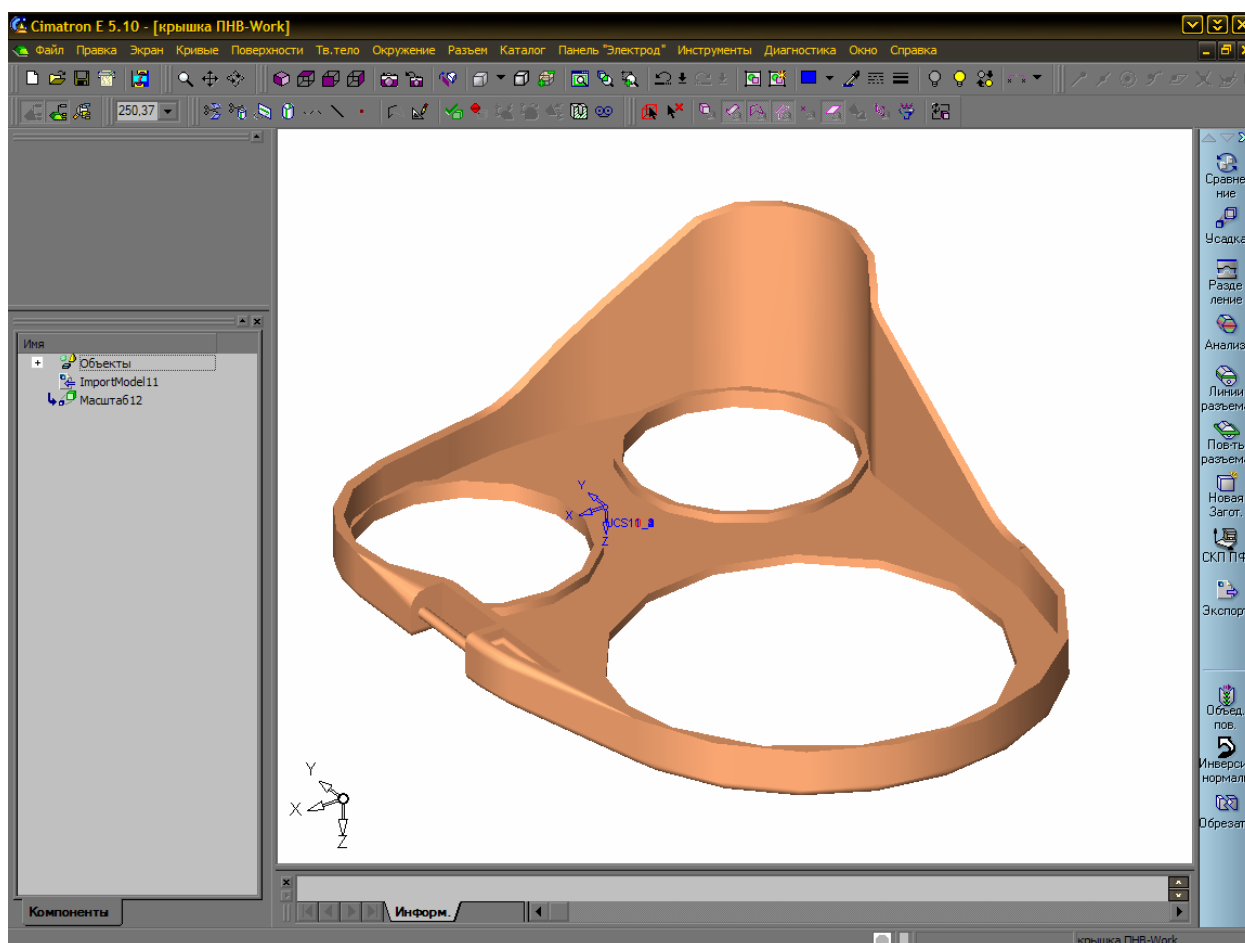


Рисунок 2.61 – Проводник разделения

Первым шагом разъема является нажатие кнопки «Сравнение». Это необходимо для обнаружения конструкторских изменений, сделанных в одной версии детали (оригинал) по сравнению с другой (справочная). Выявленные изменения могут быть проанализированы и переданы в модель, в результате чего она будет обновлена. При нажатии на эту кнопку отображаются Опции сравнения: сравнение и дополнительное сравнение.

Опция сравнения нужна для сравнения и выявления любых инженерных изменений, сделанных в оригинальном документе по сравнению со справочным документом. Выявленные изменения могут быть проанализированы и переданы в модель, в результате чего она будет обновлена. Справочный документ может быть документом ЧПУ.

Опция дополнительного сравнения подобна функции сравнения, однако при дополнительном сравнении документ, с которым будет проведено сравнение при проведении технических изменений (ПТИ) (Engineering Changed Order) не является эталонным документом, а является промежуточным (находящимся в режиме вставки) рабочим документом. Это устраняет необходимость регенерации сложных (больших) моделей после того, как ПТИ задано. Дополнительное сравнение может быть выполнено на любой стадии (конечной или в «режиме вставки») рабочего документа, когда исправление поверхностей, их разделение, создание линии и поверхности разъема завершено.

Мы воспользуемся функцией простого сравнения (рисунок 2.62), так как наша деталь фактически будет сравниваться «сама с собой», потому что она не была импортирована

через промежуточный формат, не является документом ЧПУ, а содержит только облако точек собственной трехмерной модели, также созданной в Cimatron E 5.10.

После нажатия кнопки этой функции открывается окно выбора модели, с которой будет производиться сравнение. Выбираем здесь нашу модель, нажимаем «ОК» и появляются параметры сравнения: показать или скрыть удаленные, измененные и добавленные поверхности и выбор допуска. Поверхности оригинальной детали будут красными. Поверхности справочной детали будут синими, неизменные поверхности будут серыми.

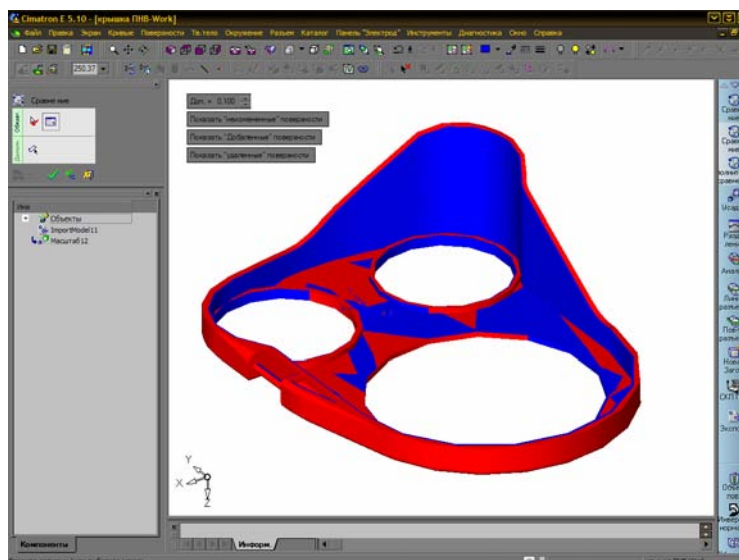


Рисунок 2.62 - Сравнение

Как видно из этого рисунка, наша деталь состоит из перемешанного набора красных и синих поверхностей. Это является следствием того, что поверхности справочной и оригинальной деталей полностью совпадают.

Следующим шагом разделения является компенсация литейной усадки, но так как мы учли это при настройках разделения, перейдем сразу к функции линии разъема.

Нажимаем кнопку «составная кривая» и указываем последовательно все участки линии разъема (рисунок 2.63).

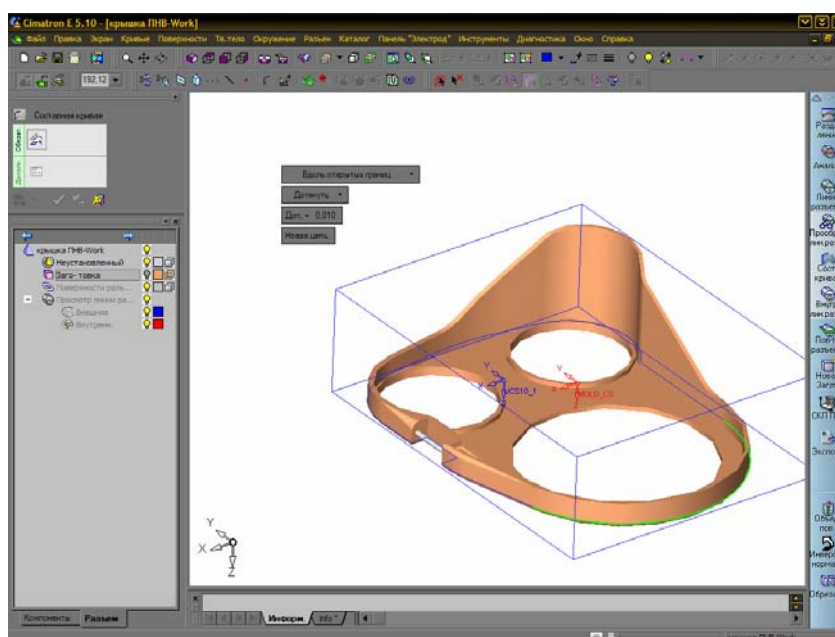


Рисунок 2.63 – Линия разъема

Далее создаем внешнюю поверхность разъема. Для этого указываем линию разъема и устанавливаем ширину, превышающую габариты заготовки (рисунок 2.64).

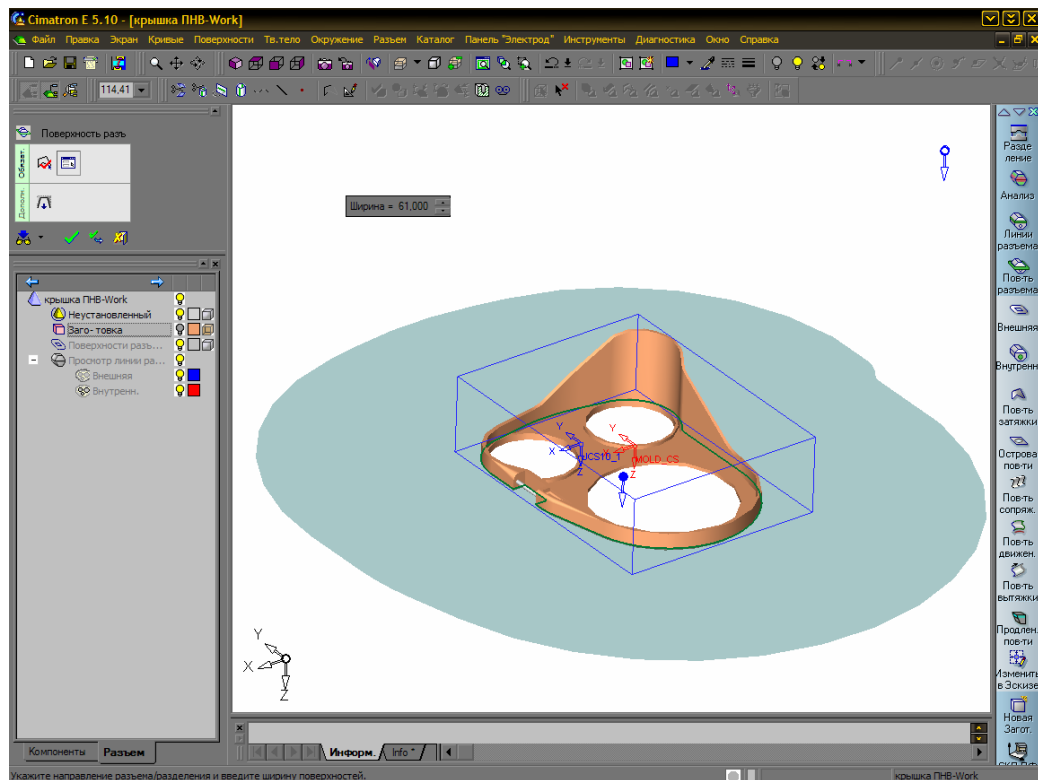


Рисунок 2.64 – Поверхность разъема

Следующим шагом является создание новой заготовки. Для этого нажимаем кнопку «Новая заготовка» и рисуем эскиз габаритов будущей матрицы (рисунок 2.65).

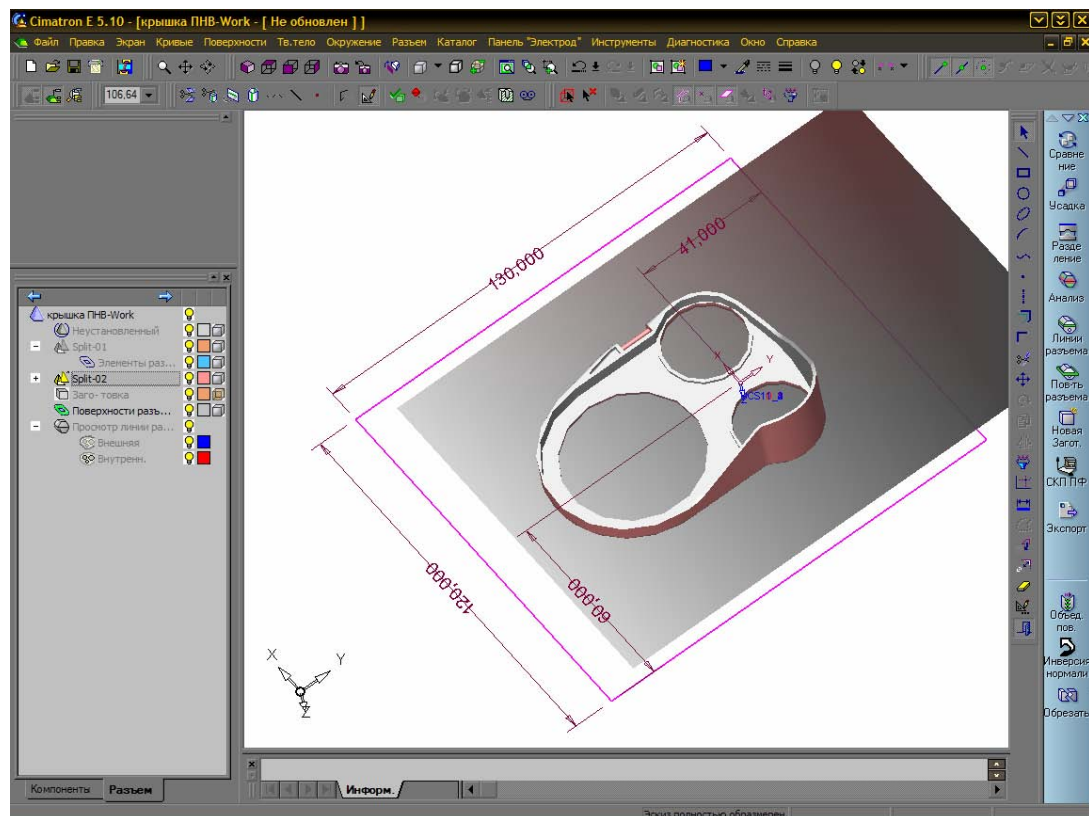


Рисунок 2.65 – Эскиз габаритов матрицы

Выдавливает этот эскиз на 30 мм (высота матрицы), используя функцию нового выдавливания, а не добавления выдавливанием, что очень важно, так как мы создаем новую деталь (рисунок 2.66).

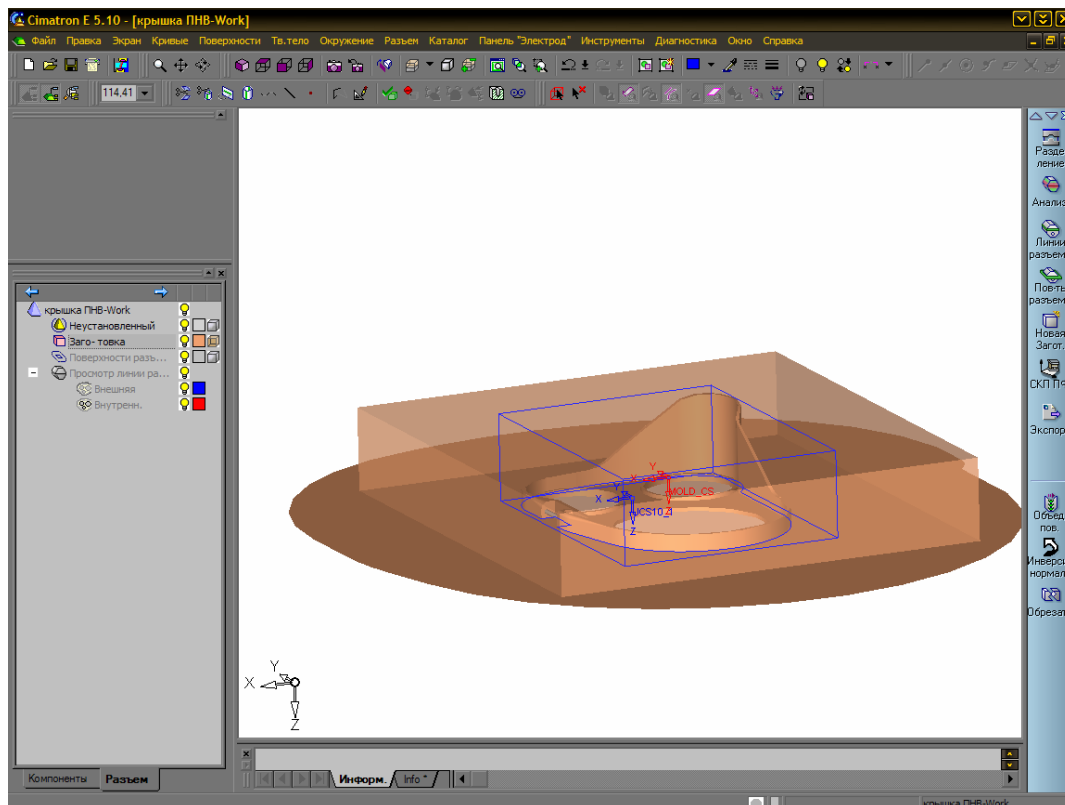


Рисунок 2.66 – Выдавливание эскиза

Теперь создадим систему координат пресс-формы (рисунок 2.67).

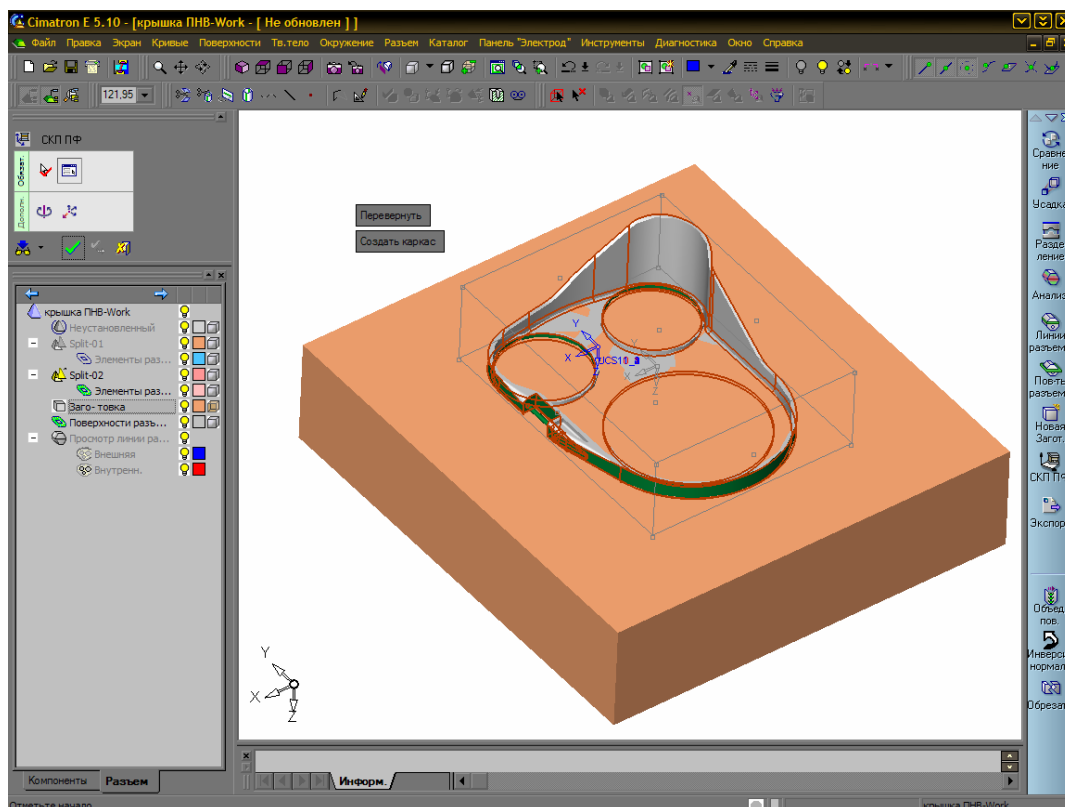


Рисунок 2.67 – Создание системы координат пресс-формы

Теперь можно перейти непосредственно к разъему. Нажимаем кнопку «разъем», в результате чего деталь становится серой и появляется меню быстрого разъема (рисунок 2.68)

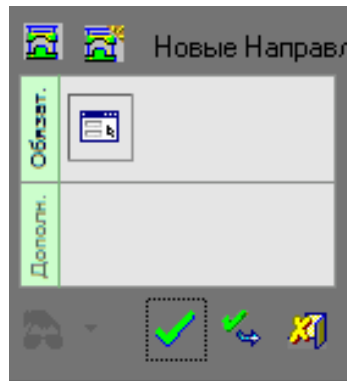


Рисунок 2.68 – Меню быстрого разъема

Указываем нужное направление разъема (снизу вверх) и нажимаем кнопку «ОК». Появляются параметры разъема (рисунок 2.69).

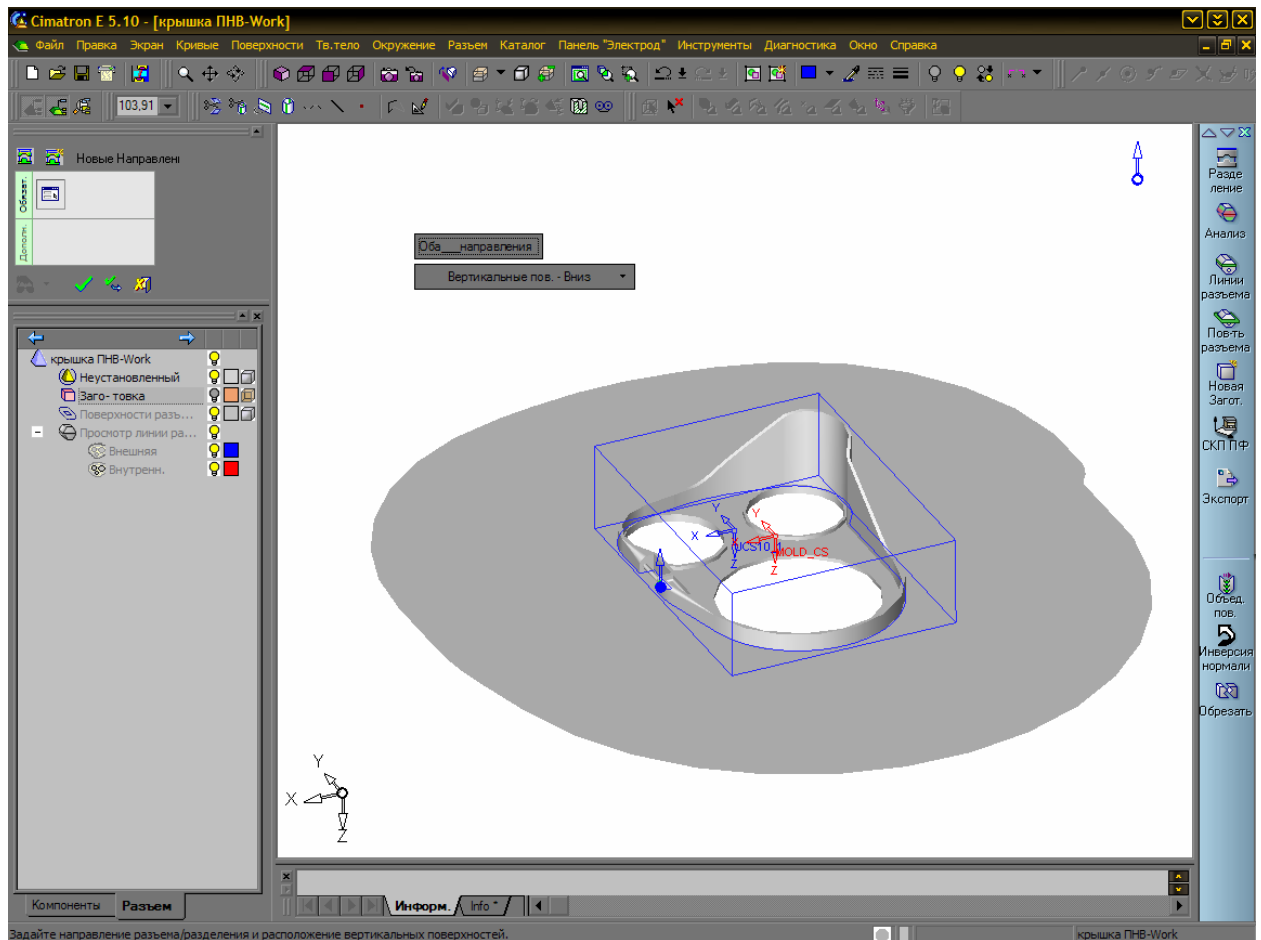


Рисунок 2.69 – Параметры разъема

Для контроля разделения ставим флажки напротив пунктов «двигать отмеченный объект» и «показать исходную деталь» и ползунком раздвигаем активные поверхности (рисунок 2.70).

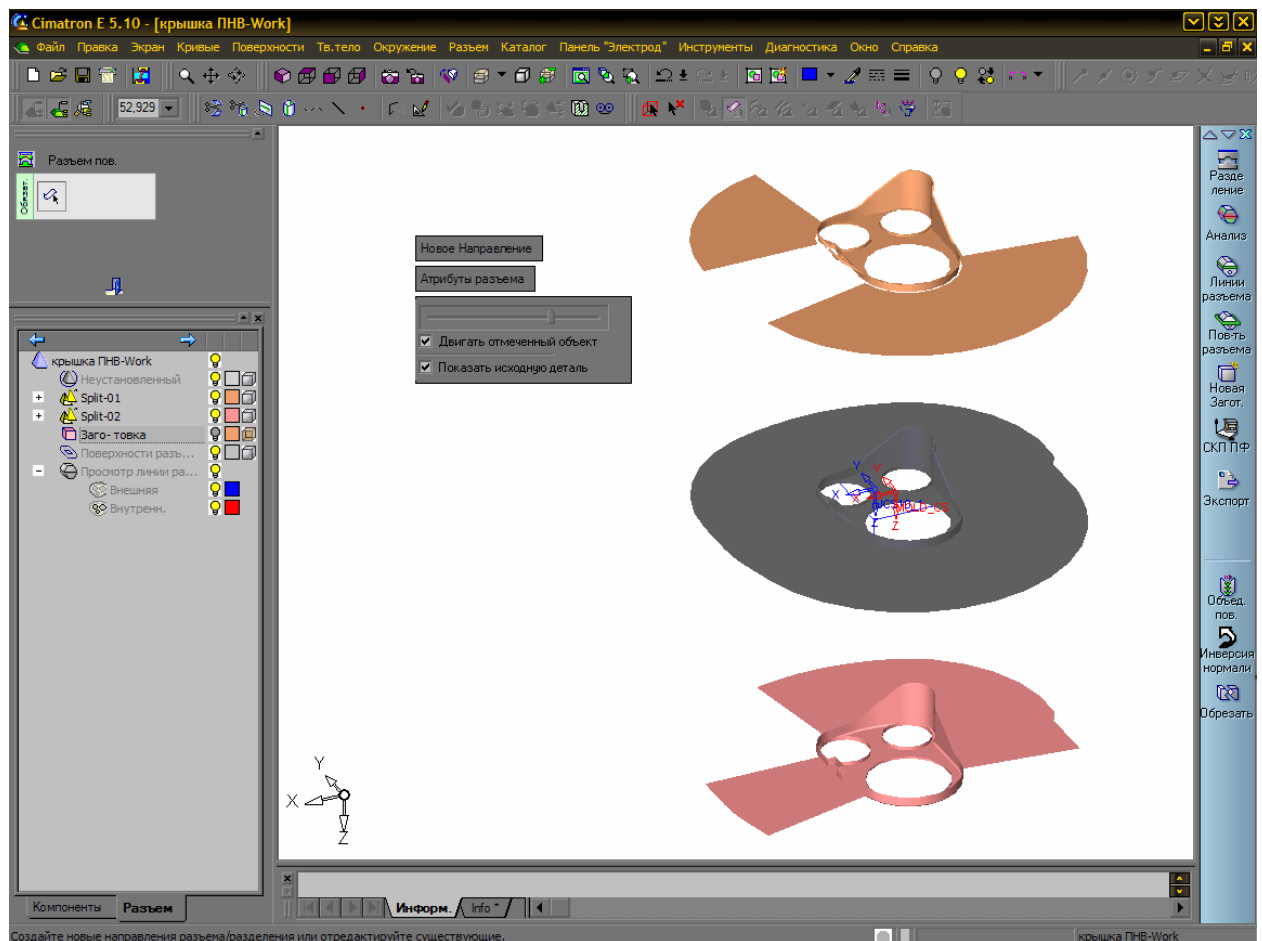


Рисунок 2.70 – Разделение детали

Как видно из этого рисунка, все поверхности детали разделились на две группы: одна сверху, другая снизу. Но остался «неразделенным» один объект – цилиндрическая поверхность между торцами, прилегающими к переменным радиусам скруглений (рисунок 2.71).

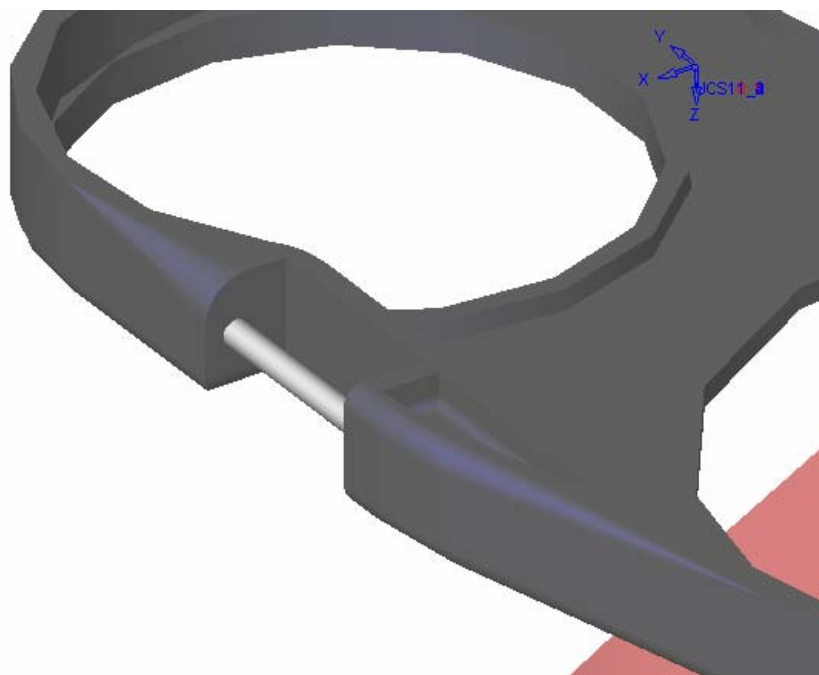


Рисунок 2.71 – «Неразделенный объект»

Для устранения такой ситуации отмечаем эту поверхность, а, затем, поставив курсор на нижний набор поверхностей нажимаем среднюю кнопку мыши. В итоге эта поверхность присоединяется к нижнему набору поверхностей (рисунок 2.72).

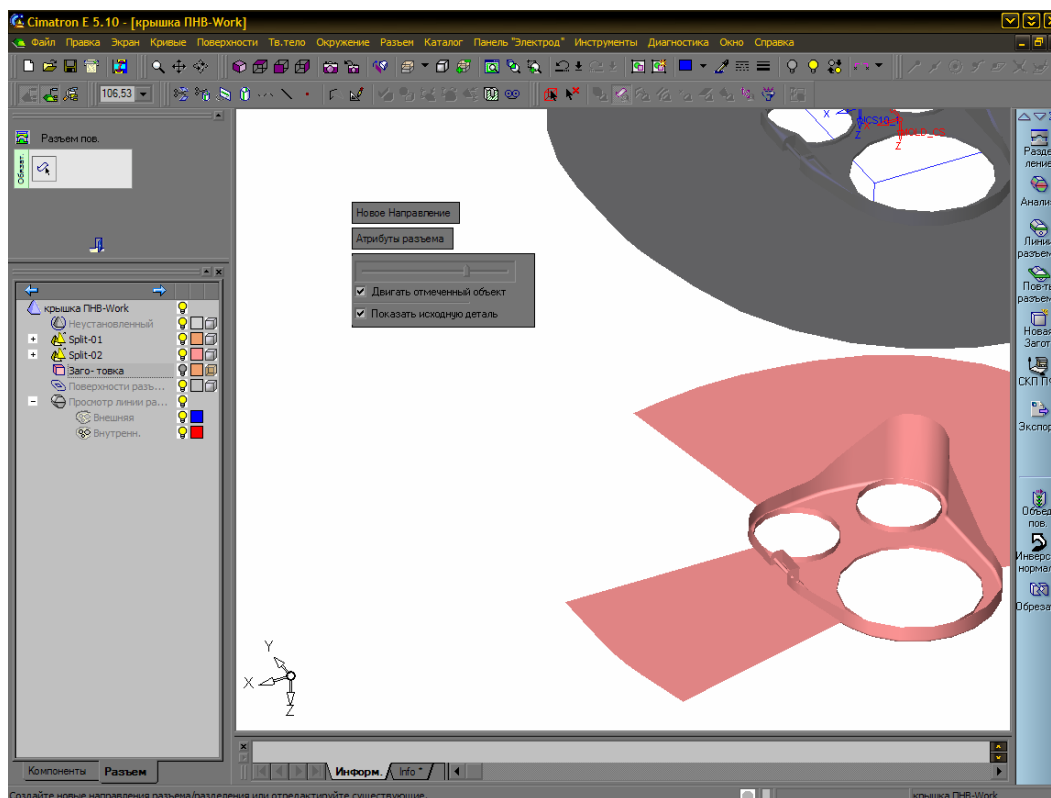


Рисунок 2.72 – Результат присоединения

Далее нажимаем кнопку «атрибуты разъема» и выделяем те поверхности, которые получают атрибуты разъема, то есть верхний набор (рисунок 2.73).

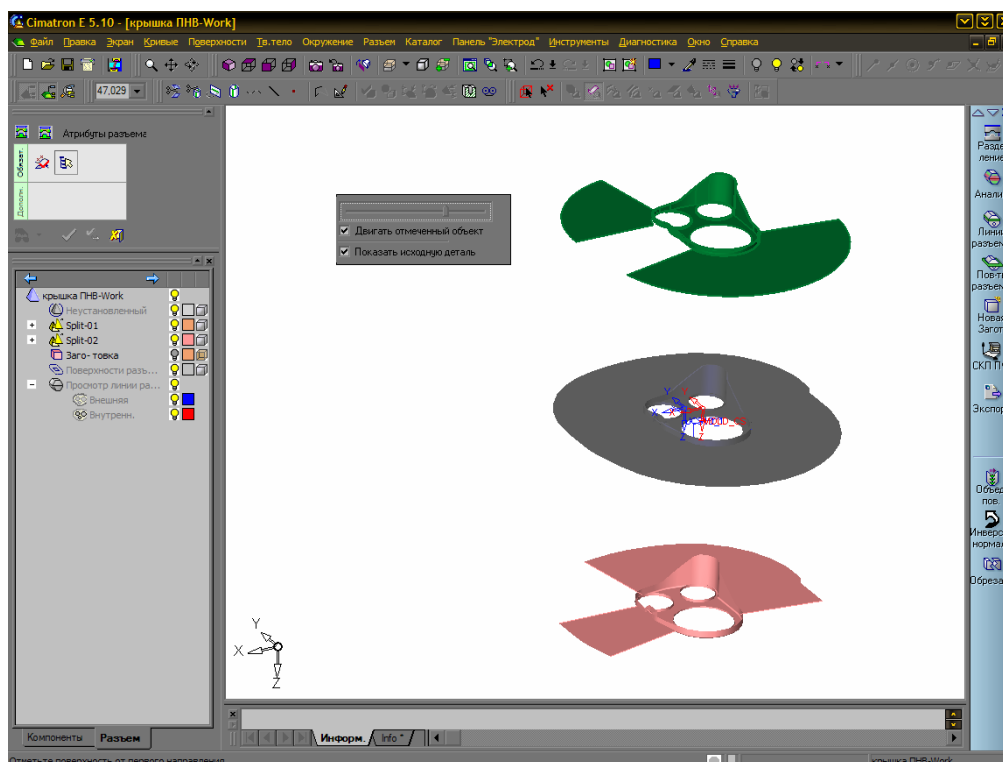


Рисунок 2.73 – Выделение поверхностей, которые получают атрибуты разъема

Теперь выбираем поверхность на нижнем наборе и подтверждаем выбор (рисунок 2.74).

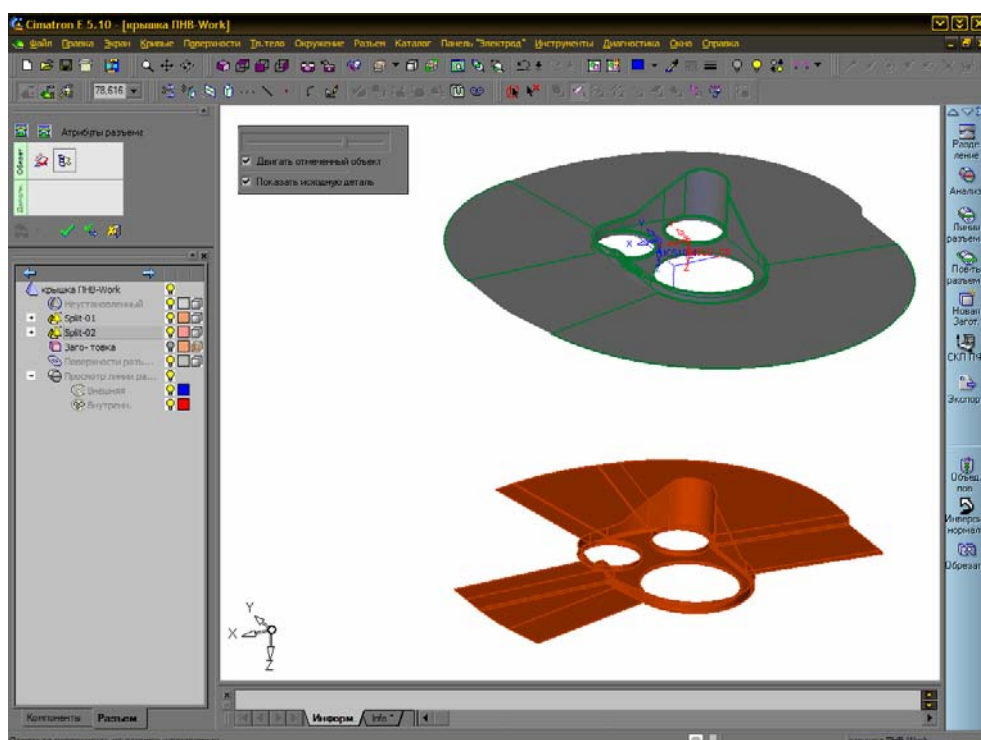


Рисунок 2.74 – Выбор оригинальной поверхности

Следующим шагом разделения является анализ, который сводится к анализу углов уклона. Для этого нажимаем кнопку «угол уклона» в проводнике разделения. Появляется меню анализа углов уклона, в нем выбираем «показать диалог» и нажимаем кнопку «применить» (рисунок 2.75).

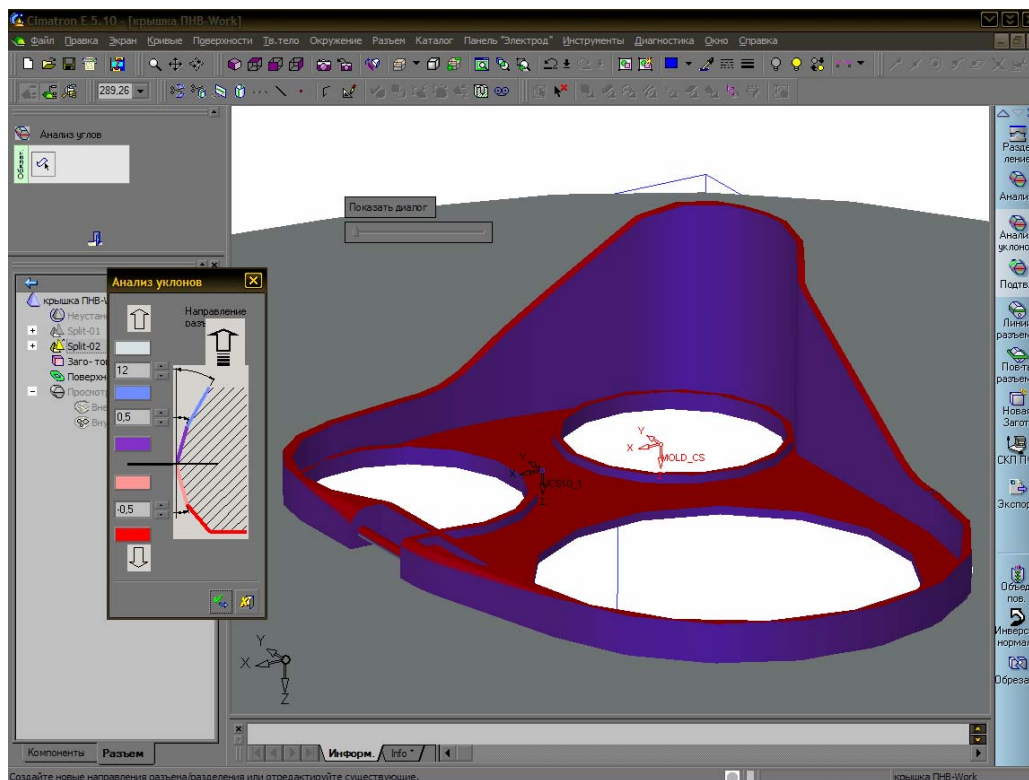


Рисунок 2.75 – Анализ углов уклона

Следующим шагом разделения является пункт проводника разъема «экспорт». После нажатия на соответствующую кнопку проводника разъема Cimatron сохраняет получившиеся части матрицы и пуансона (рисунок 2.76).

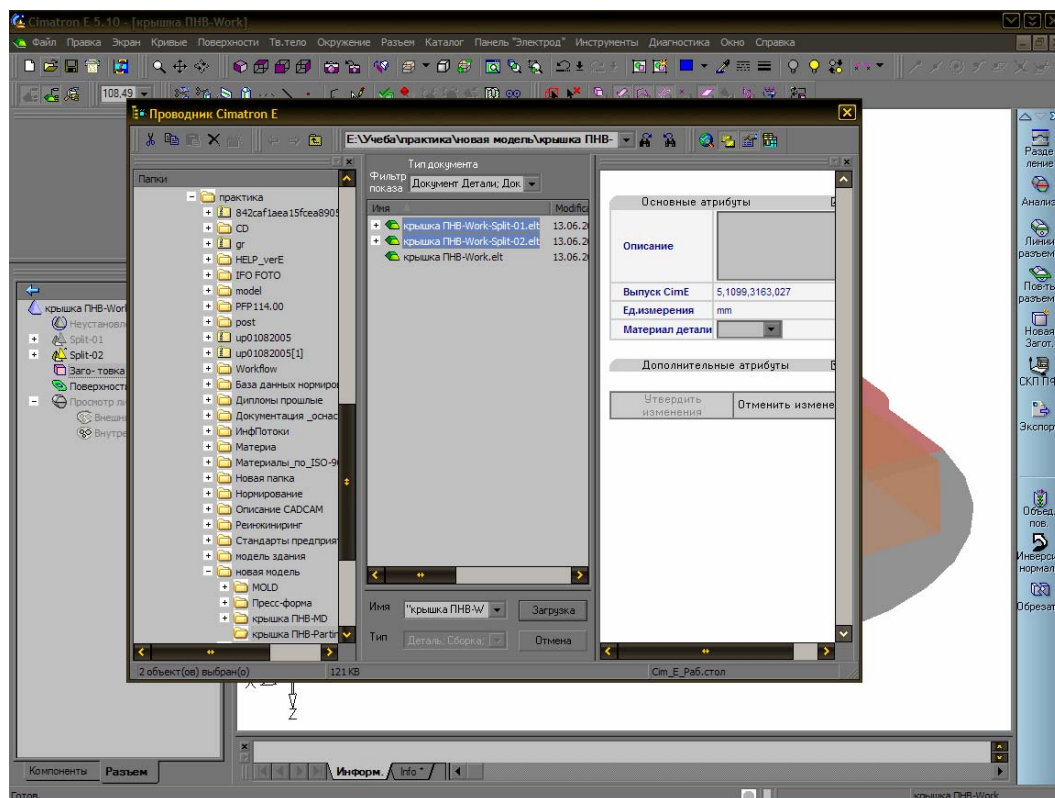


Рисунок 2.76 – Экспорт матрицы и пуансона в отдельные файлы

Теперь мы имеем 3D-модели матрицы и пуансона. Но они нуждаются в очень тщательной доработке.

Например, матрица после экспорта имеет такой вид, как показано на рисунке 2.77.

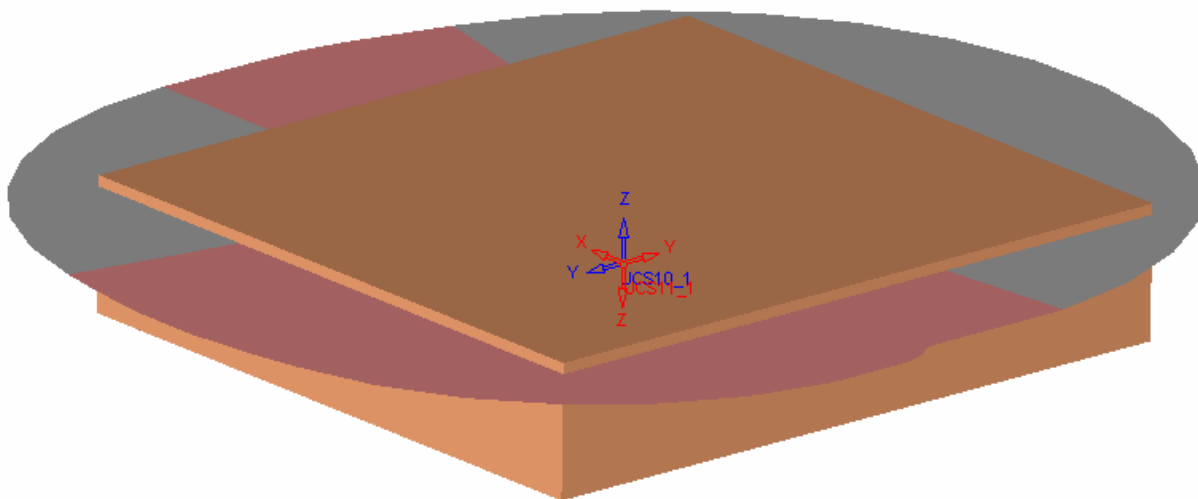


Рисунок 2.77 – Матрица сразу после экспорта

До окончательного вида матрица дорабатывается «вручную». Сначала обрезается тело заготовки до активных поверхностей. Для этого сначала выделяем тело заготовки (рисунок 2.78).

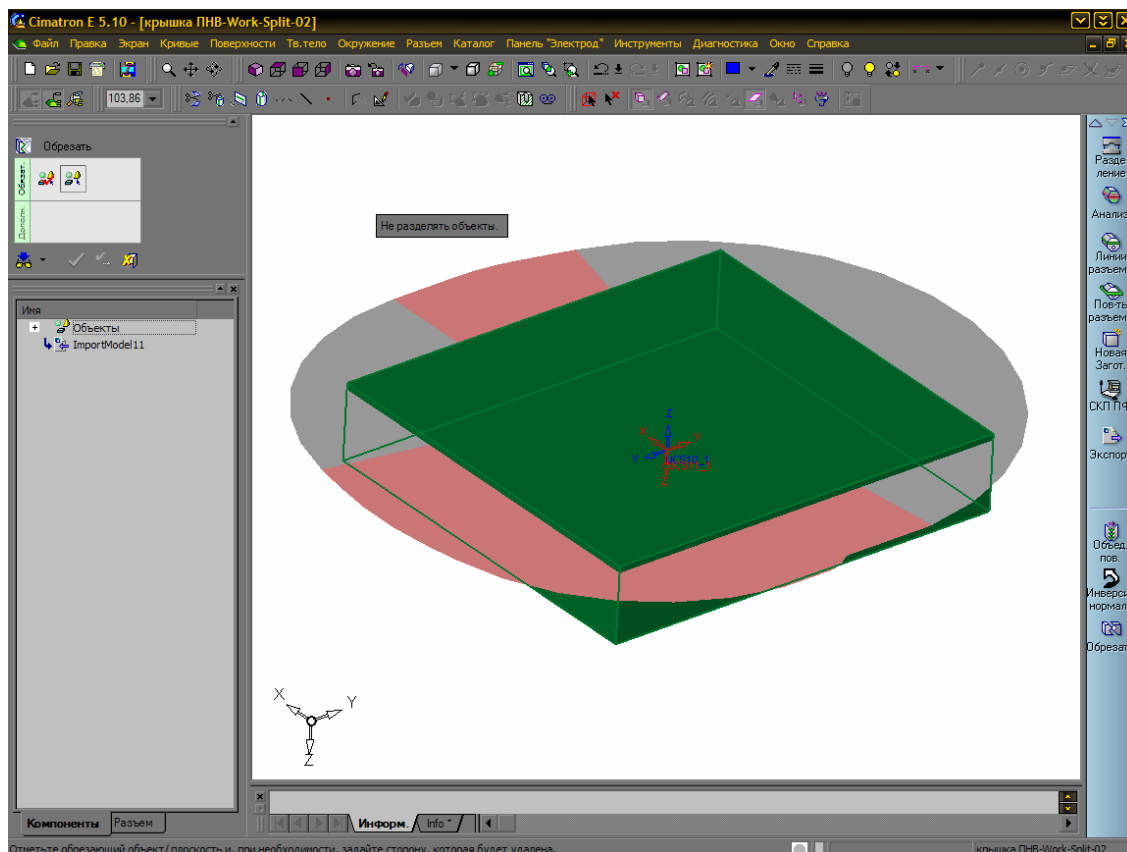


Рисунок 2.78 – Выделение тела заготовки для обрезки

Затем выделяем часть плоскости разреза, изменяем направление обрезки и подтверждаем выбор (рисунок 2.79).

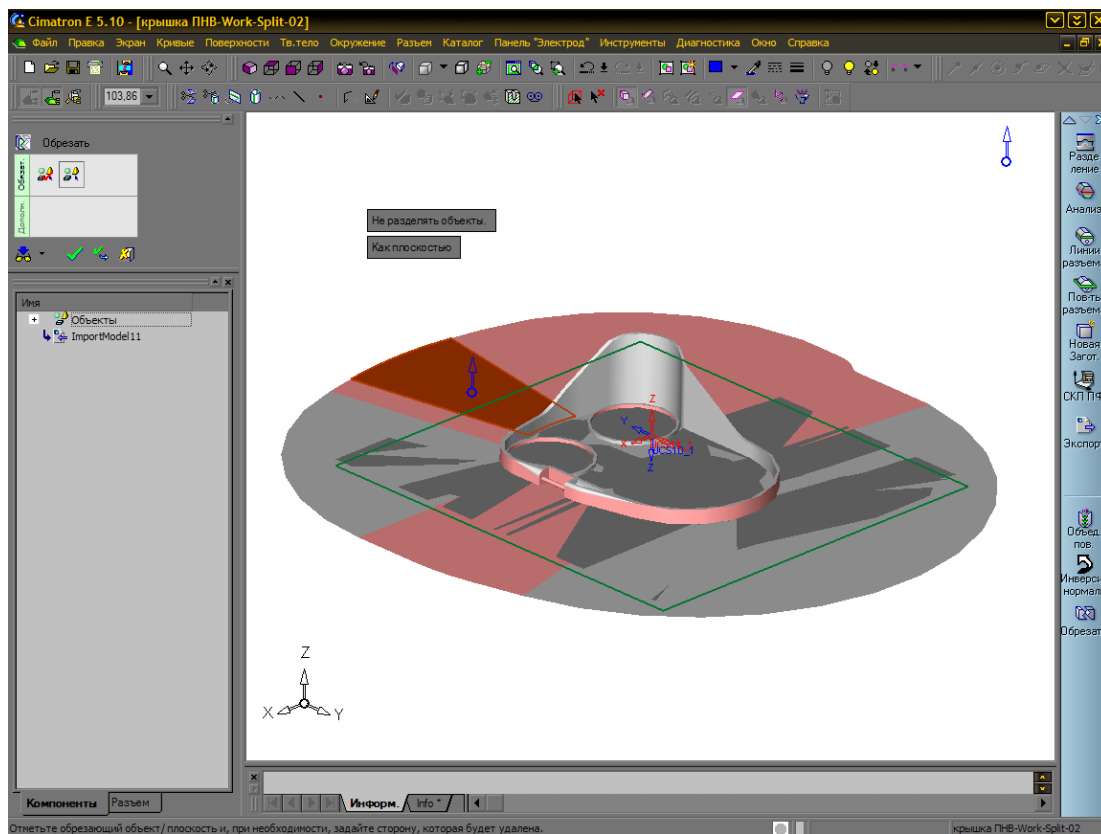


Рисунок 2.79 – Окончание обрезки заготовки матрицы

Далее обрезаем плоскость разъема (рисунок 2.80).

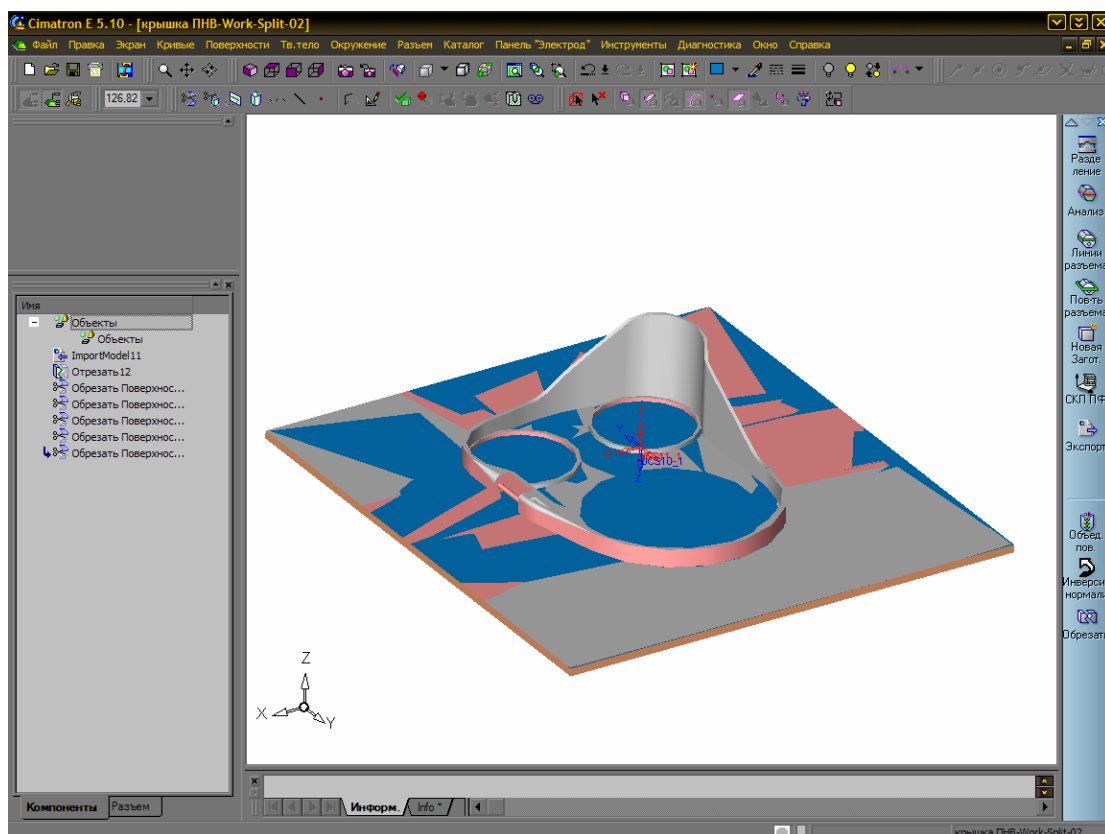


Рисунок 2.80 – Обрезка плоскости разъема

Теперь достраиваем стенки матрицы до необходимой высоты и те же самые манипуляции производим с пуансоном. После этого сохраняем эти файлы под теми же именами.

Итак, окончательно, матрица и пуансон имеют вид, показанный на рисунке 2.92.

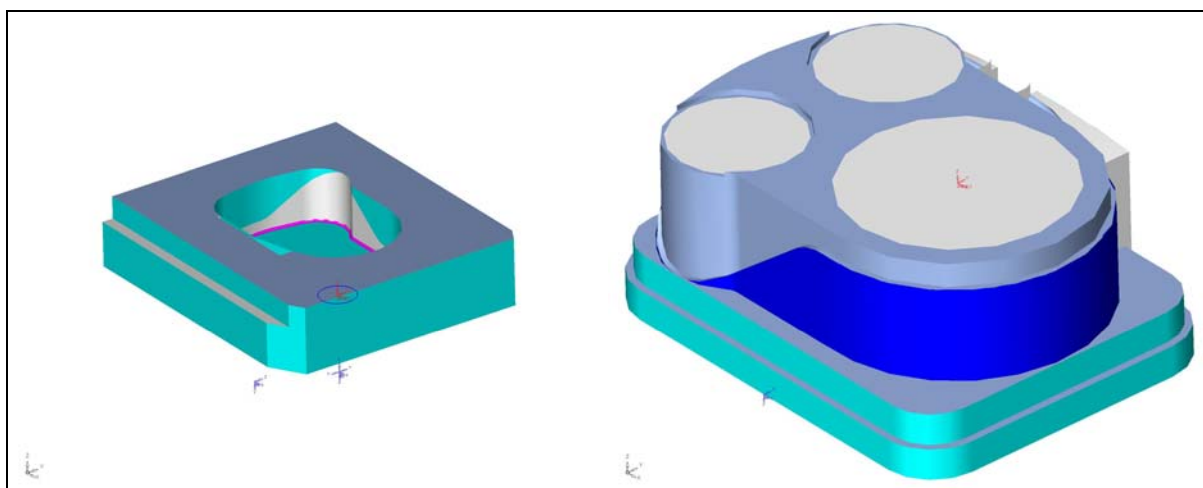


Рисунок 2.81 – Активные поверхности матрицы и пуансона

Настраиваем модуль проектирования пресс-форм (вводим путь к файлу модели, устанавливаем параметры создания отдельной папки, рисунок 2.81).

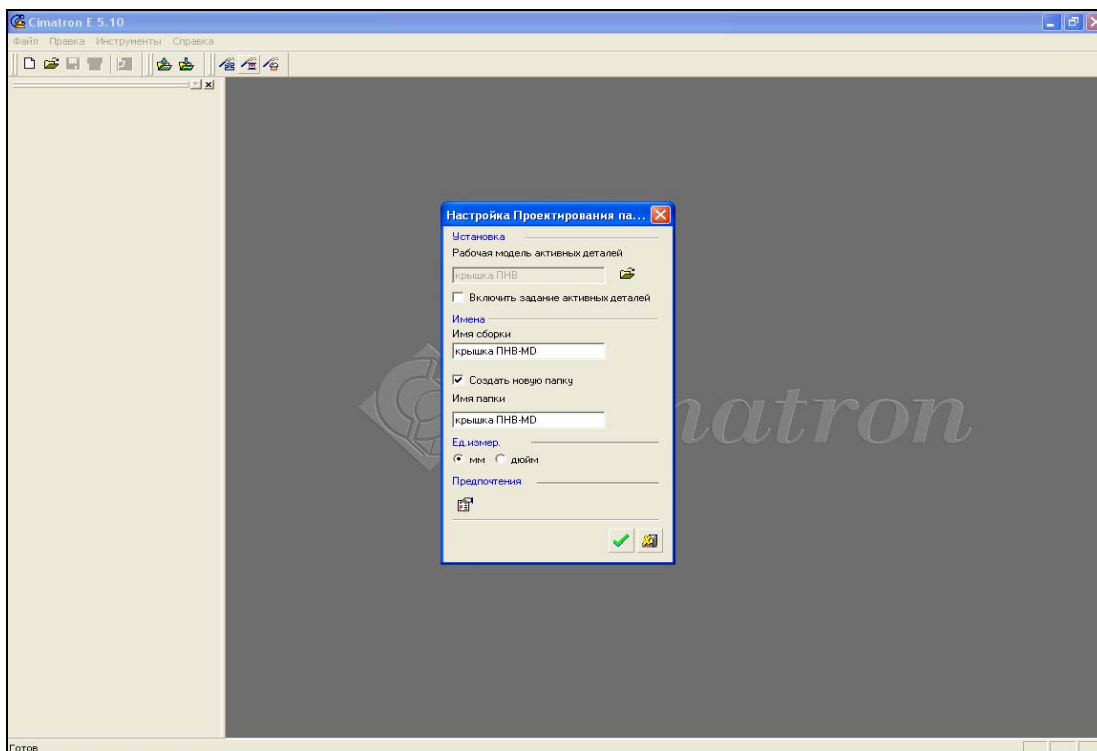


Рисунок 2.82 – Настройка модуля проектирования пресс-форм

Задаем активные детали: матрицу и пуансон, указываем их взаимное расположение и ориентацию, после чего появляется мастер проектирования пресс-форм. Первым шагом использования мастера является выбор пакета пресс-формы, в данном случае – стандартный набор из девяти плит с применением стандартных деталей HASCO (рисунок 2.83).

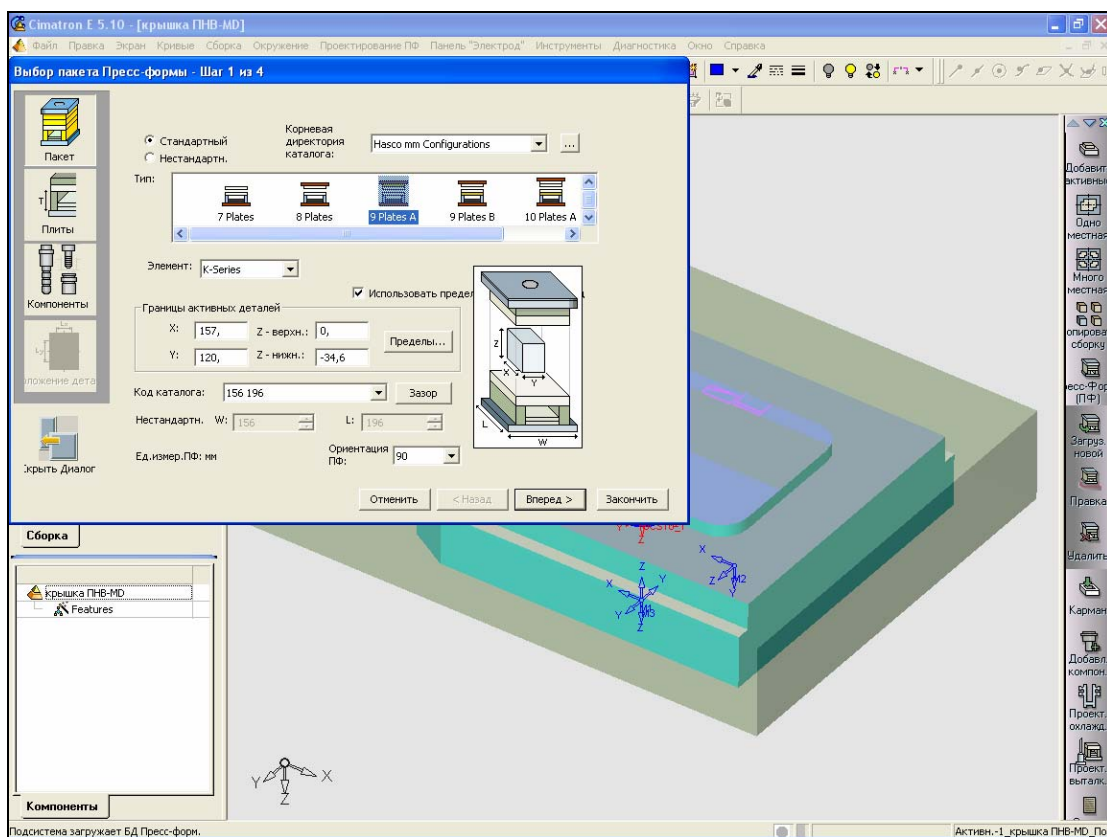


Рисунок 2.83 – Выбор пакета пресс-формы

Указываем конфигурацию плит (рисунок 2.84).

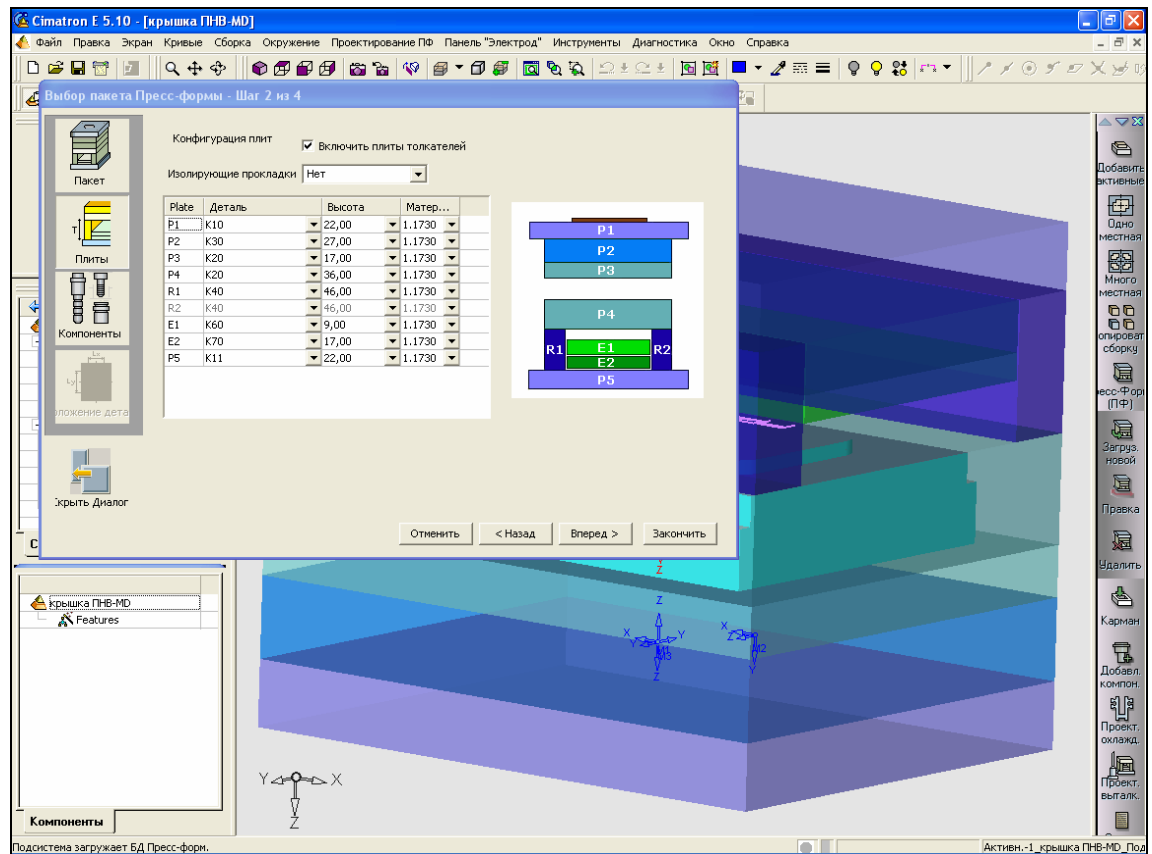


Рисунок 2.84 – Выбор конфигурации плит пресс-формы

Выбираем возможные компоненты пресс-формы (рисунок 2.85).

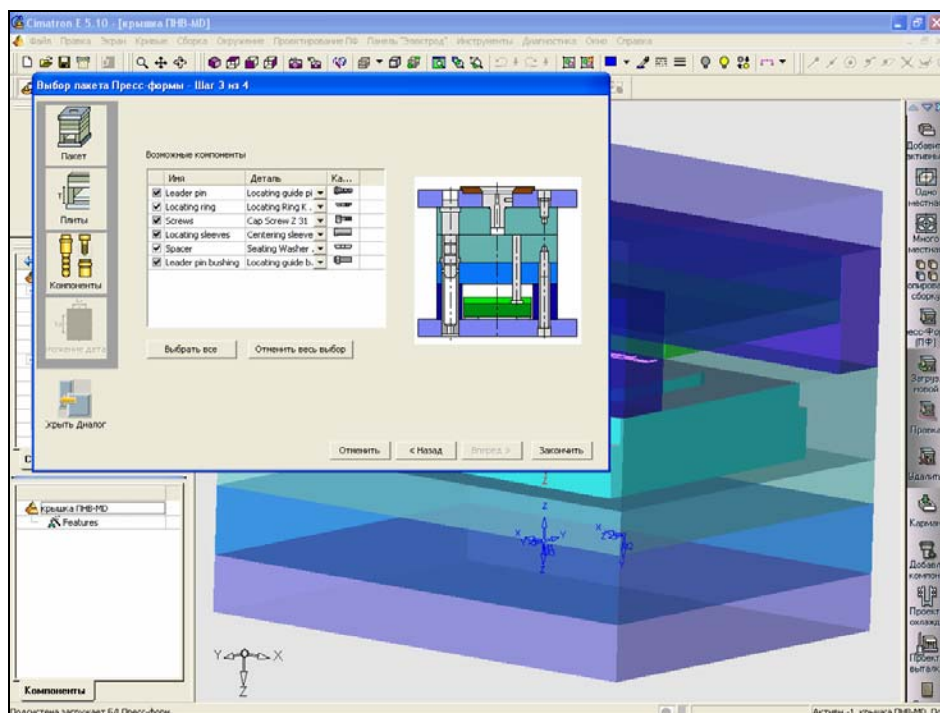


Рисунок 2.85 – Выбор возможных компонентов пресс-формы

На экране отображается собранная пресс-форма (рисунок 2.86).

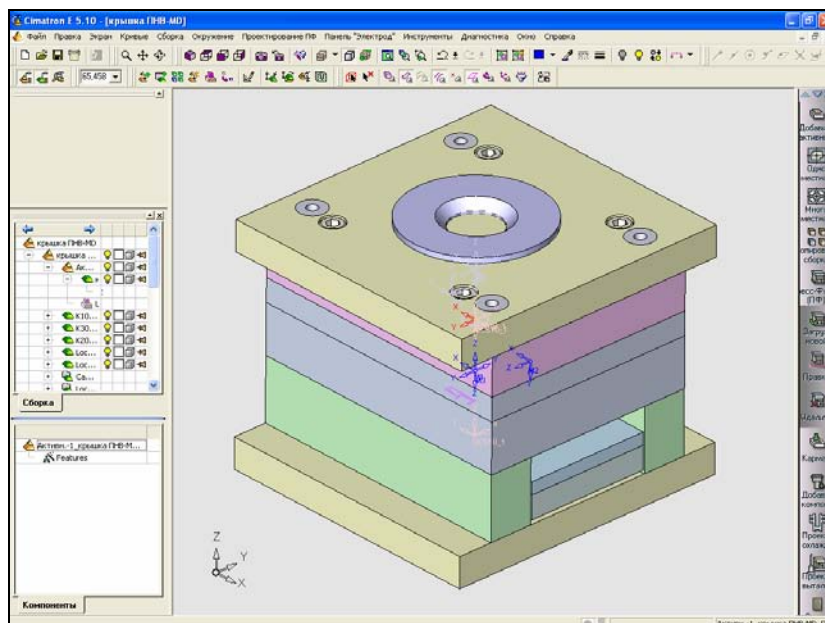


Рисунок 2.86 – Собранная пресс-форма

Используя функцию динамического сечения выявляем недостатки проектирования. В данном случае – недостающее до полости между активными поверхностями матрицы и пуансона устройство впрыска. Этот недостаток устраняется добавлением нового устройства впрыска, после чего пресс-форма принимает окончательный вид (рисунок 2.87).

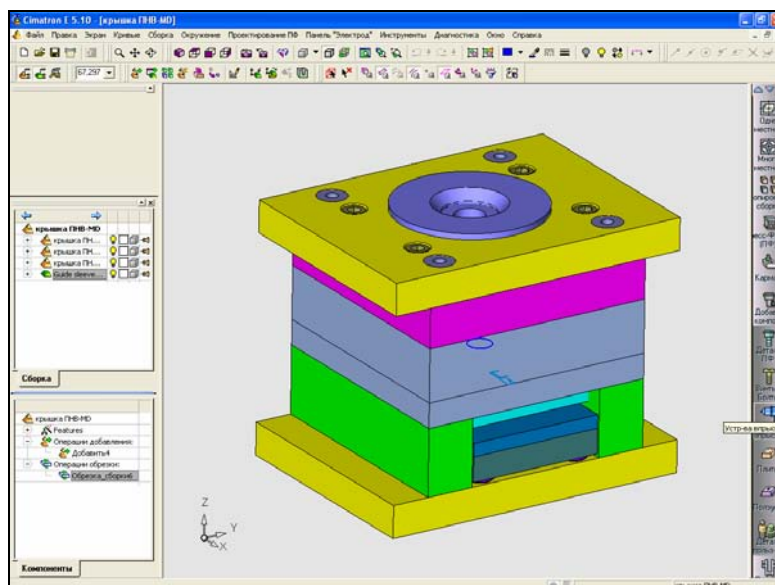


Рисунок 2.87 – Окончательный вид пресс-формы

В сечениях литейная форма выглядит следующим образом (рисунок 2.88).

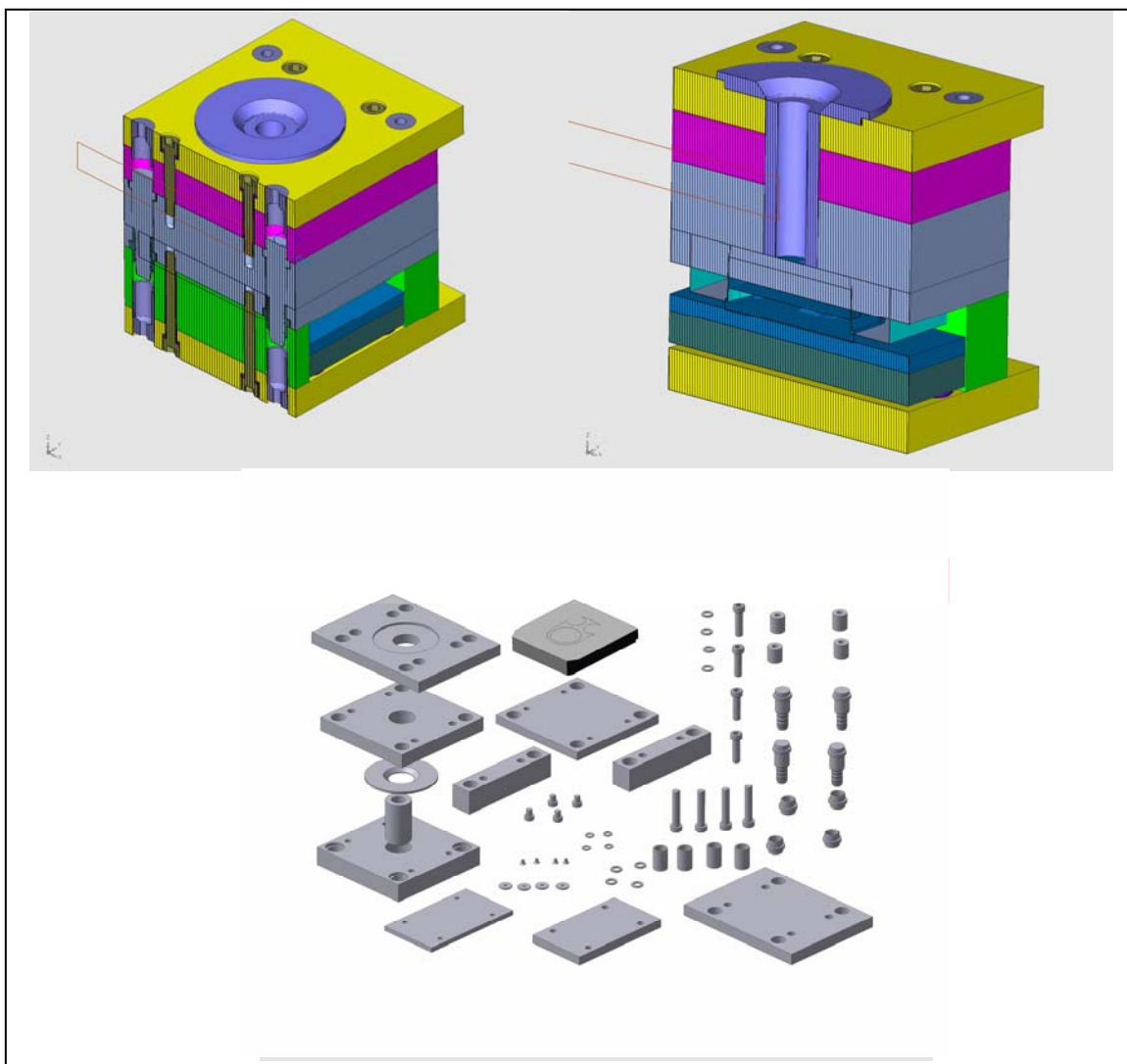


Рисунок 2.88 – Литьевая форма в сечениях и в разобранном состоянии

2.3.4 Создание спецификации на спроектированную пресс-форму

Спецификация (рисунок 2.89) на спроектированную пресс-форму изделие создается автоматически после нажатия кнопки «спецификация» (рисунок 2.90) на панели проектирования пресс-форм и выбора атрибутов (рисунок 2.91).

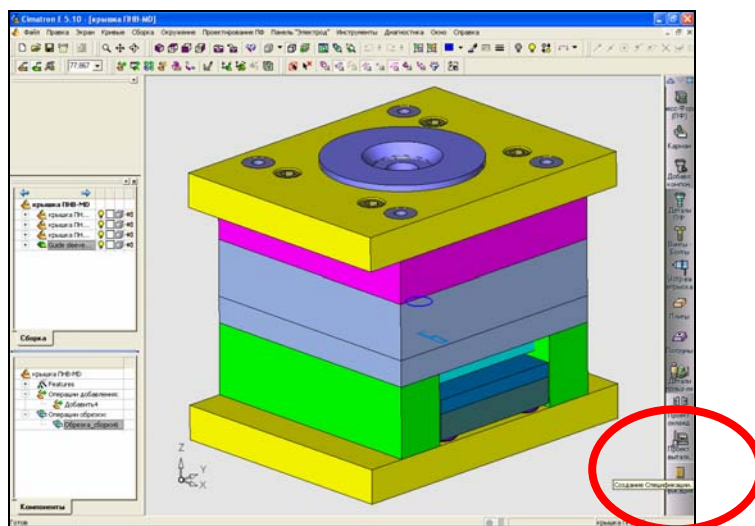


Рисунок 2.89 – Создание спецификации на изделие

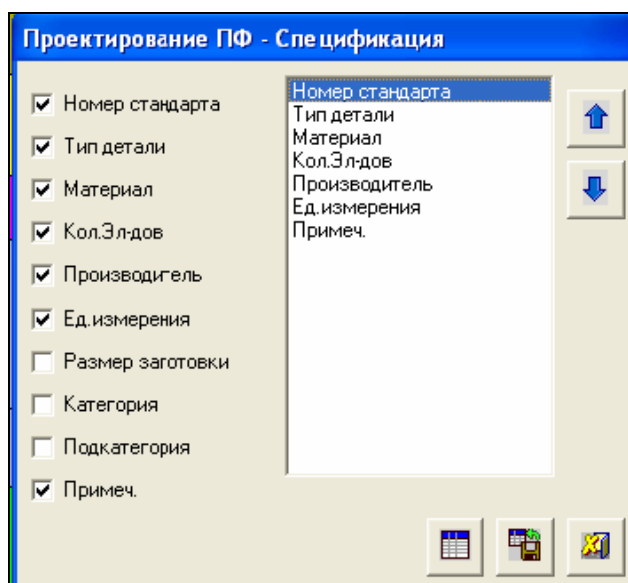


Рисунок 2.90 – Выбор атрибутов спецификации

№	Номер стандарта	Тип детали	Материал	Кол.Эл-дов	Производитель	Ед.измерения	Примеч.
1		матрица		1			Активная деталь
2	Z 691 / 10 X 2.5	WASHER & SPACER	According to DIN 17221	8	HASCO mm	mm	Деталь каталога
3	Z 20 / 20 X 30	LOCATING SLEEVE	DIN 16759 Case hardening steel	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
4	Z 00 / 36 / 15 X 35	LEADER PIN	1.0401	3	HASCO mm	mm	Деталь каталога
5	Z 31 / M10 X 50	CAP SCREW	10.9	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
6	K 100 / 100 X 8	LOCATING RING	1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
7	Z 00 / 36 / 14 X 35	LEADER PIN	1.0401	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
8	K 20 / 156 156 / 36	CAVITY PLATE	1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
9	K 30 / 156 156 / 27		1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
10	K 10 / 156 156 / 22	CLAMP PLATE	1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
11	Z 022 / 36 X 81	LOCATING SLEEVE		1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
12	K 60 / 156 156 / 9		1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
13	Z 33 / 4 X 8	SOCKET COUNTERSUNK SCREW	DIN 7991 ,8.8	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
14	Z 691 / 8 X 2	WASHER & SPACER	According to DIN 17221	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
15	Z 31 / M8 X 12	CAP SCREW	10.9	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
16	Z 55 / 18 x 3	WASHER & SPACER	1.0711	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
17	K 70 156 156 17	EJECT RETAINER PLATE	1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
18		пуансон		1		mm	Активная деталь
19	Z 31 / M10 X 70	CAP SCREW	10.9	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
20	Z 10 / 17 / 15	LEADER PIN BUSHING	DIN 16716-C Case hardening steel	3	HASCO mm	mm	Деталь каталога
21	Z 20 / 20 X 40	LOCATING SLEEVE	DIN 16759 Case hardening steel	4	HASCO mm	mm	Деталь каталога
22	Z 10 / 17 / 14	LEADER PIN BUSHING	DIN 16716-C Case hardening steel	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
23	K 11 / 156 156 / 22		1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
24	K 20 / 156 156 / 17	CAVITY PLATE	1.1730	1	HASCO mm	mm	Деталь каталога
25	K 40 / 156 156 / 46		1.1730	2	HASCO mm	mm	Деталь каталога

Рисунок 2.91 – Спецификация

2.3.5 Моделирование фрезерной обработки формообразующих поверхностей детали на станке с ЧПУ.

Покажем последовательность моделирования фрезерной обработки на станке с ЧПУ формообразующих поверхностей матрицы.

1. Открываем модель матрицы в CAD/CAM Cimatron E 5.10 (рисунок 2.92):

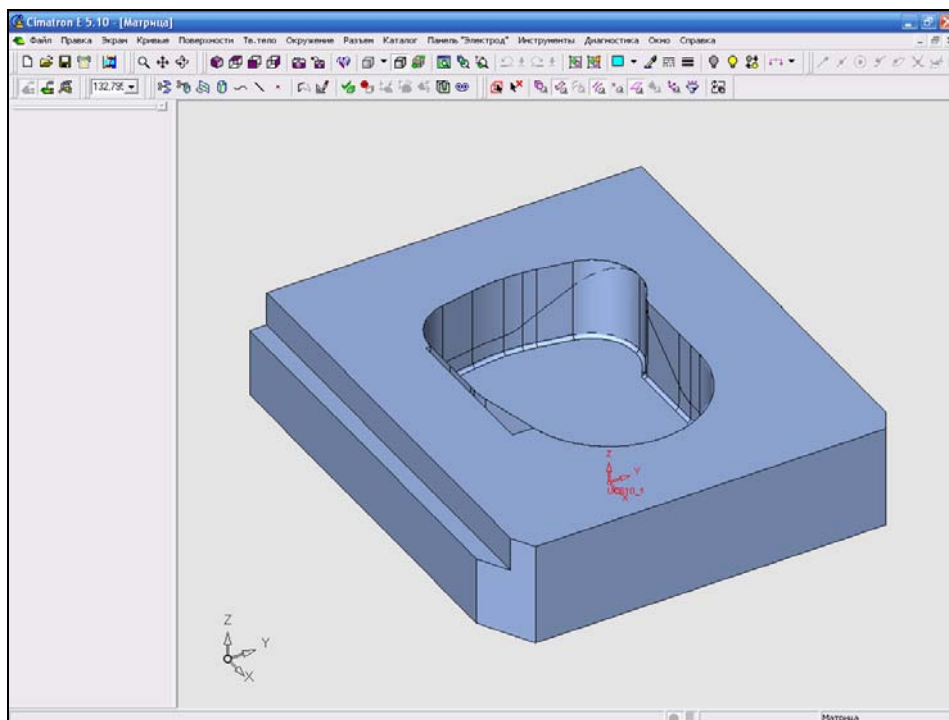


Рисунок 2.92 – Модель матрицы

2. При помощи меню «файл» экспортируем модель в документ ЧПУ (рисунок 2.93):

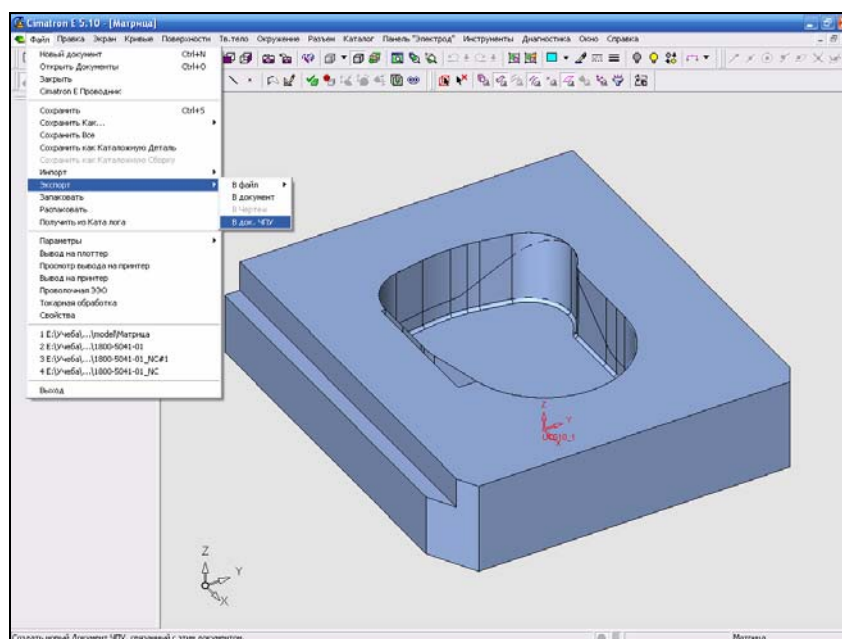


Рисунок 2.93 – Экспорт модели в документ ЧПУ

3. Выбираем параметры режущего инструмента из библиотеки: фреза торцевая FLAT10 диаметром 10 мм, длиной режущей части 22 мм, расчетной длиной 60 мм и радиусом закругления при вершине (рисунок 2.94) для обработки трех горизонтальных поверхностей (одна поверхность под выборку тела исходной детали и два уступа) и фреза FLAT6 диаметром 6 мм для обработки полости с активными поверхностями (теми поверхностями, с которыми будет соприкасаться заливаемая в пресс-форму пластмасса).

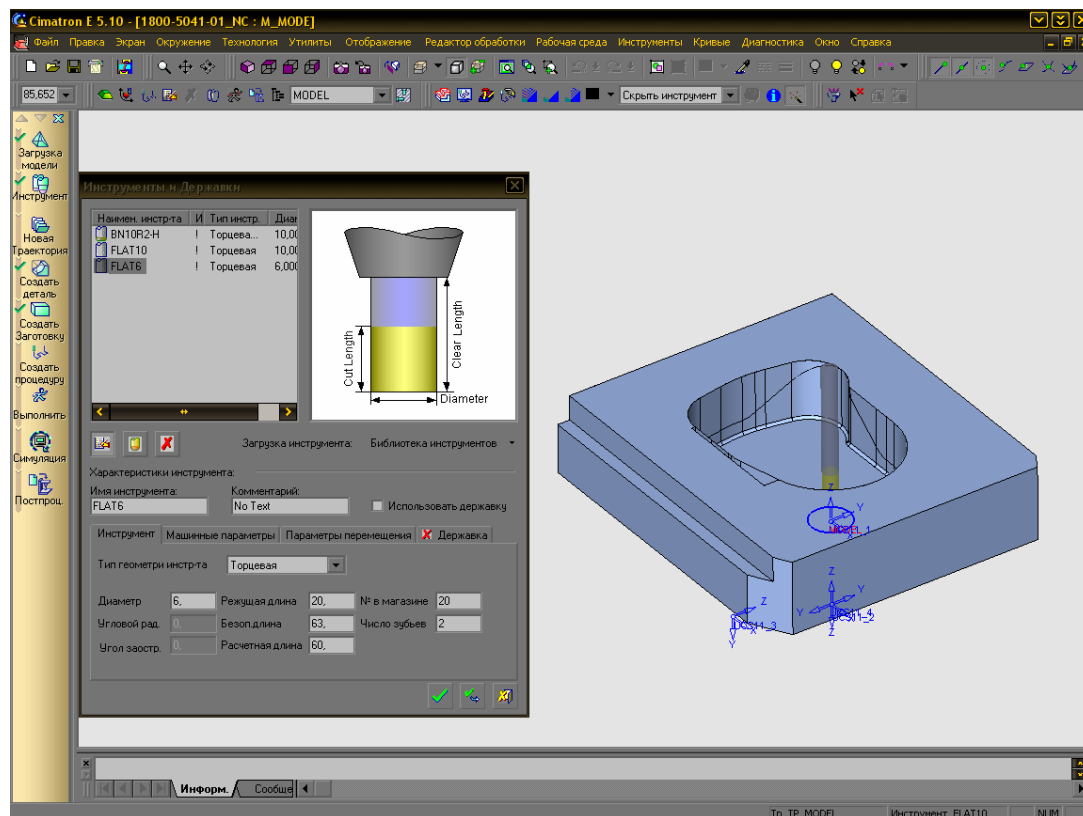


Рисунок 2.94 – Выбор инструмента

4. Создаем траекторию перемещения режущего инструмента: указываем на вкладке «Создать траекторию инструмента» имя траектории (КОЛОДЕЦ), тип (3-хкоординатная), систему координат (СКП модели), и плоскость безопасности 50 мм; на вкладке «деталь» отмечаем соответствие требуемой после обработки детали конфигурации загруженной в редактор обработки трехмерной модели матрицы (рисунок 2.95).

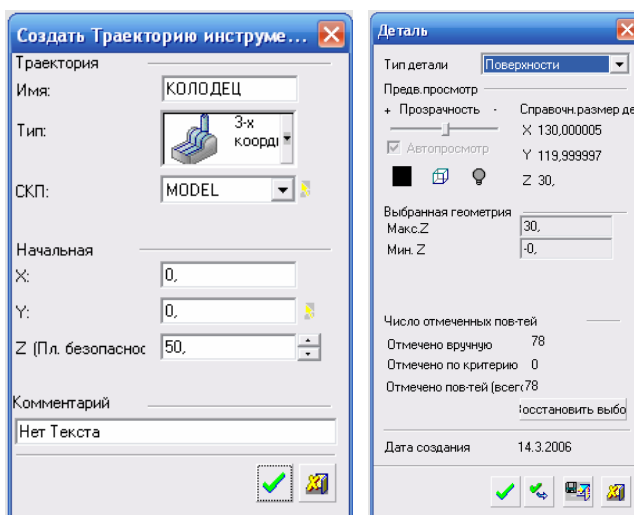


Рисунок 2.95 – Создание траектории режущего инструмента

На вкладке «Начальная заготовка» указываем параметры заготовки: параллелепипед, описывающий габаритные размеры матрицы с увеличенной на 3 мм высотой (рисунок 2.96)

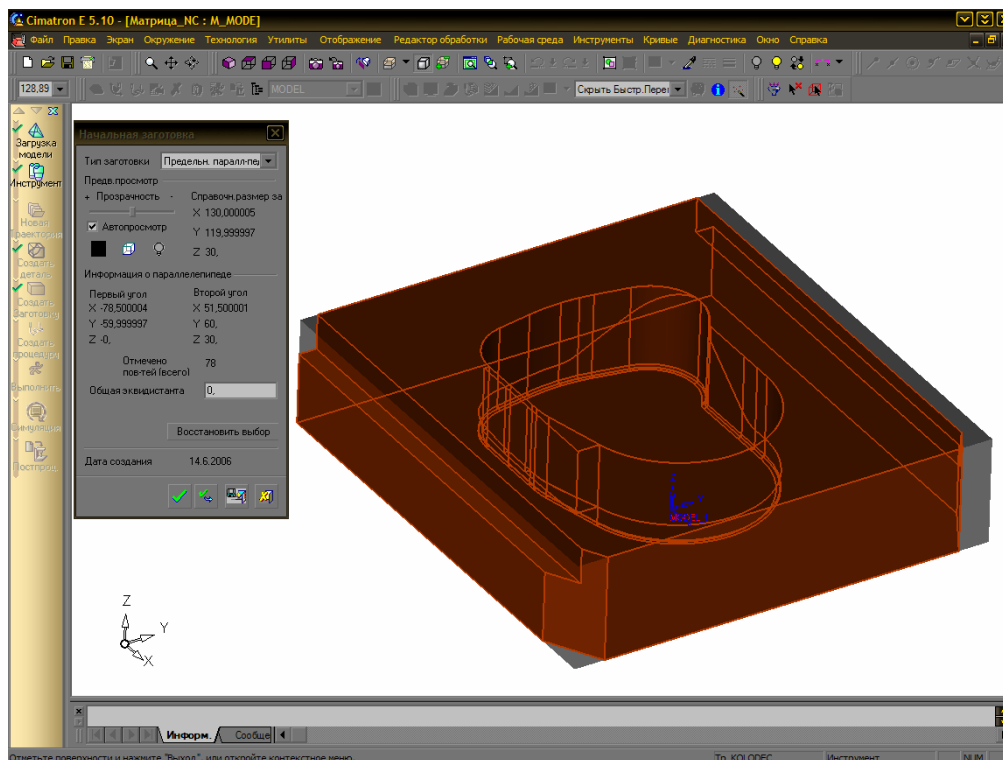


Рисунок 2.96 – Создание заготовки

5. Создаем процедуру обработки плоских поверхностей: объемное фрезерование параллельными ходами (рисунок 2.97). Выбираем машинные параметры и параметры перемещения инструмента.

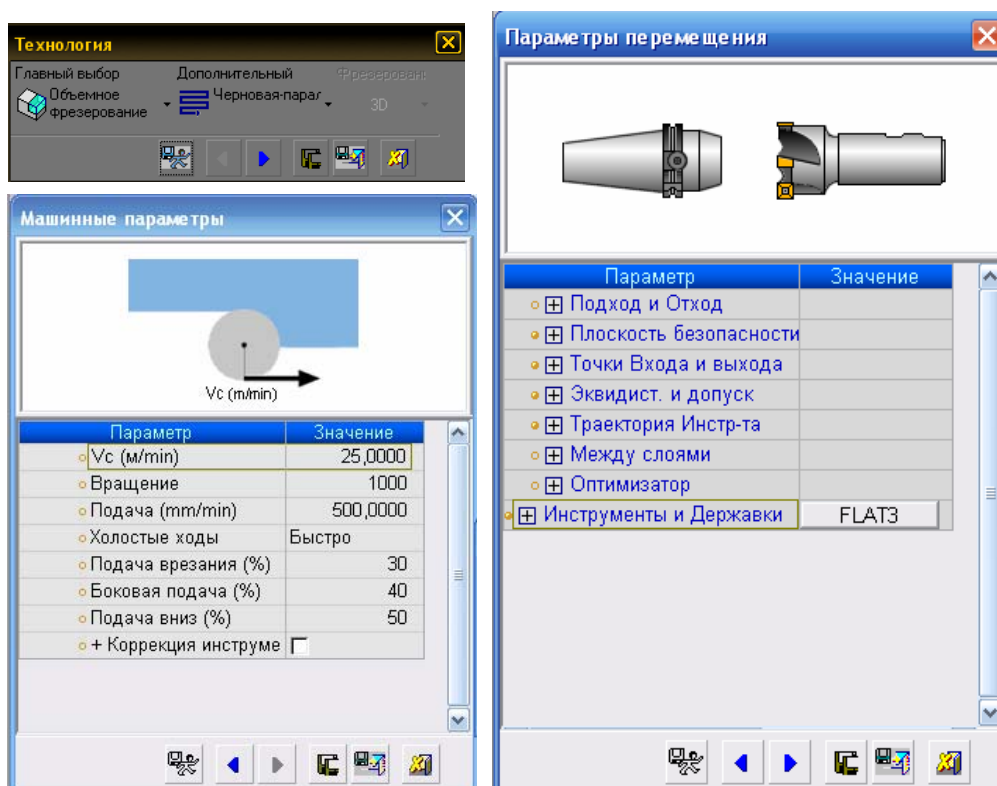


Рисунок 2.97 – Создание процедуры обработки плоских поверхностей

6. Создаем процедуру обработки активных поверхностей: объемное фрезерование по спирали. Указываем набор поверхностей для обработки (рисунок 2.98). Также

выбираем параметры перемещения режущего инструмента и машинные параметры (рисунок 2.99).

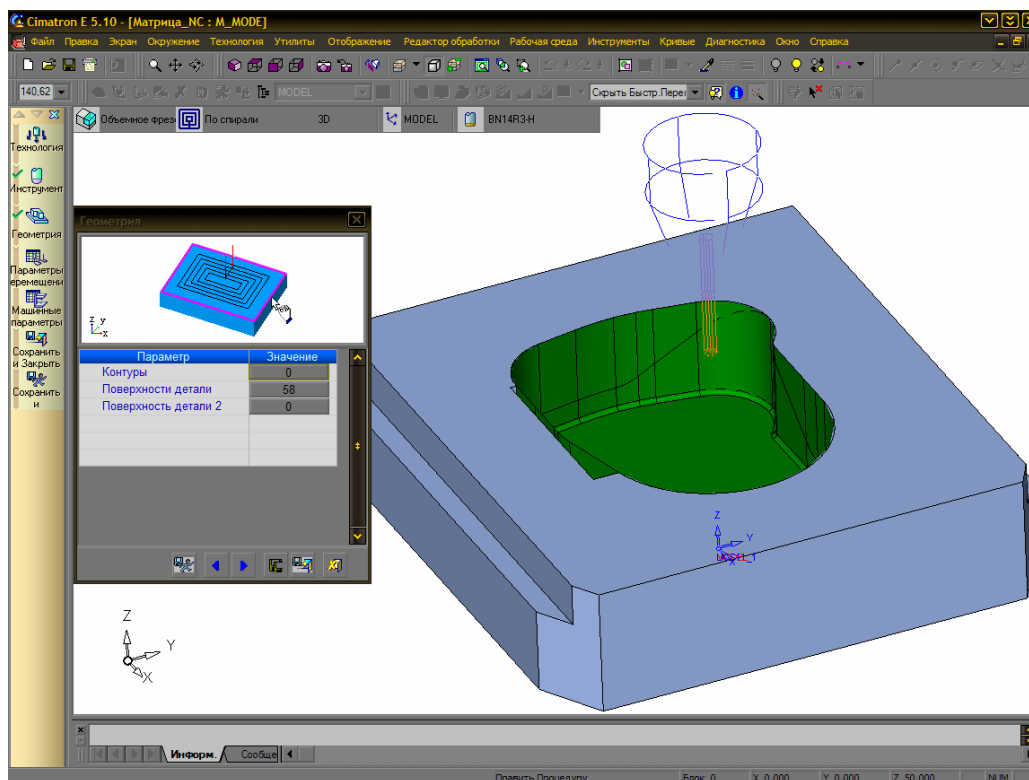


Рисунок 2.98 – Выбор поверхностей обработки

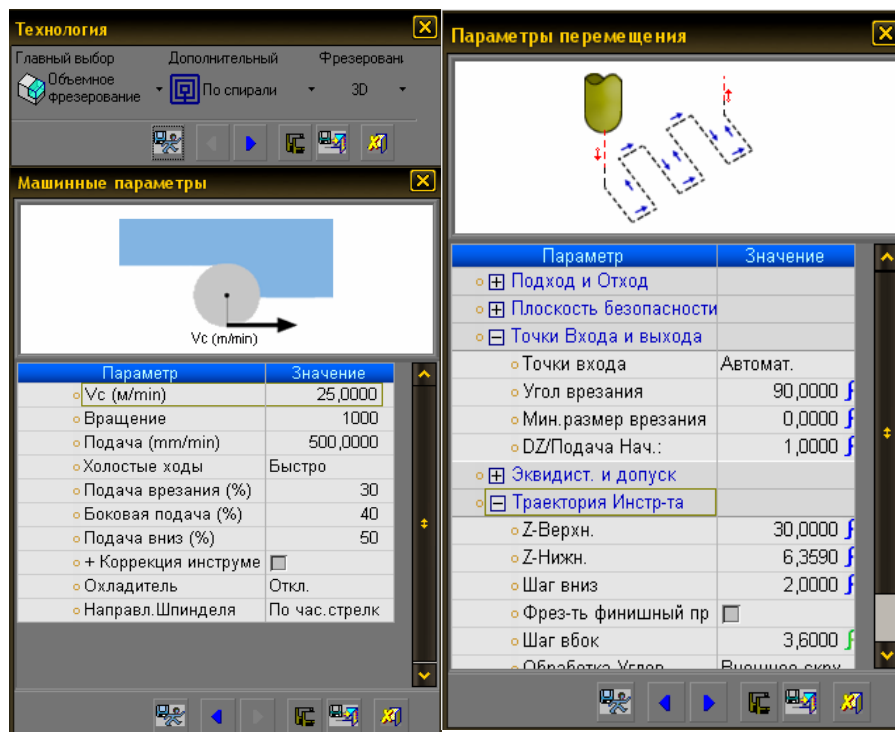


Рисунок 2.99 – Выбор параметров перемещения режущего инструмента

7. Просматриваем перемещения режущего инструмента (рисунок 2.100).

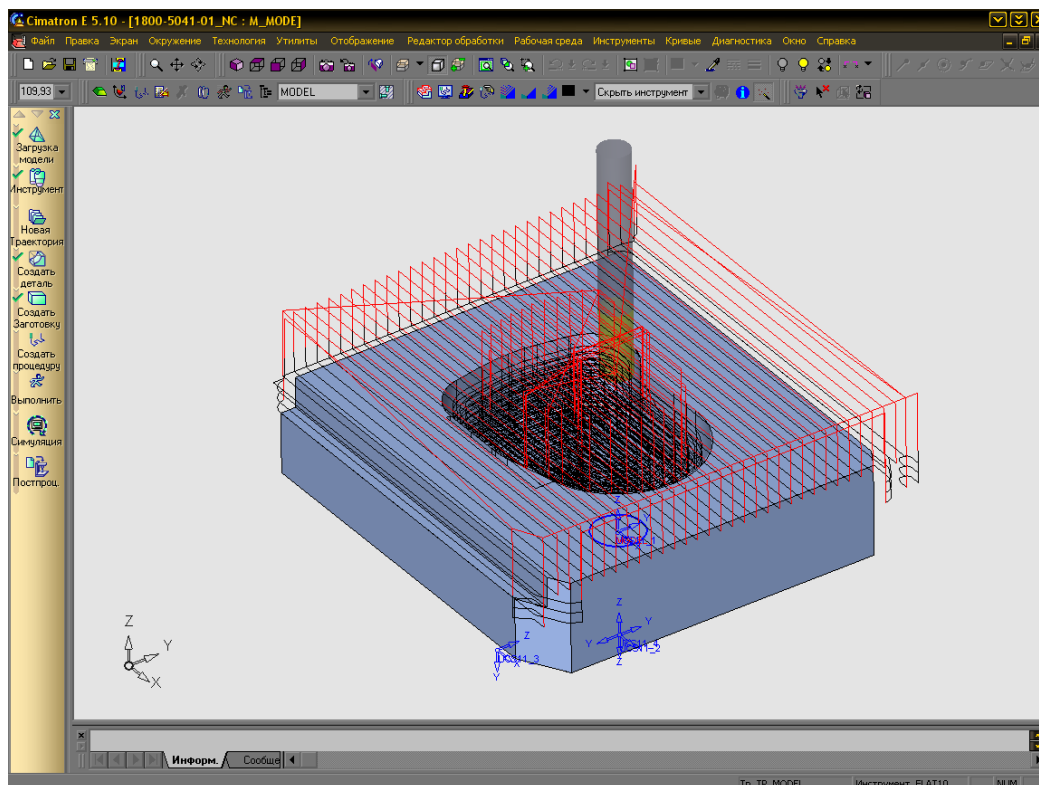


Рисунок 2.100 – Просмотр перемещений режущего инструмента

Приведем некоторую расшифровку траектории режущего инструмента на рисунке 2.101.

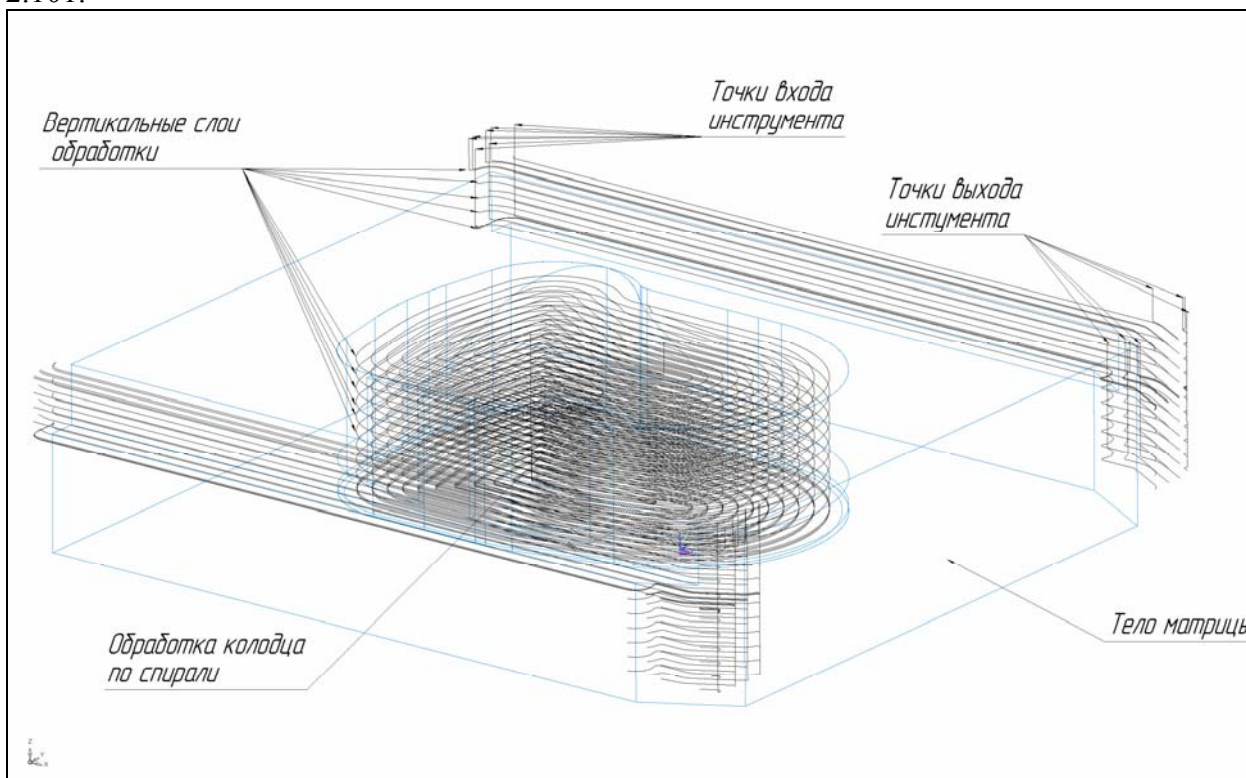


Рисунок 2.101 – Пояснения к траектории режущего инструмента

8. Процесс обработки можно просмотреть в Cimatron Simulator. Это позволяет визуально проконтролировать перемещения режущего инструмента, их соответствие заданной траектории и убедиться в правильности работы будущей программы ЧПУ (рисунок 2.102, 2.103).

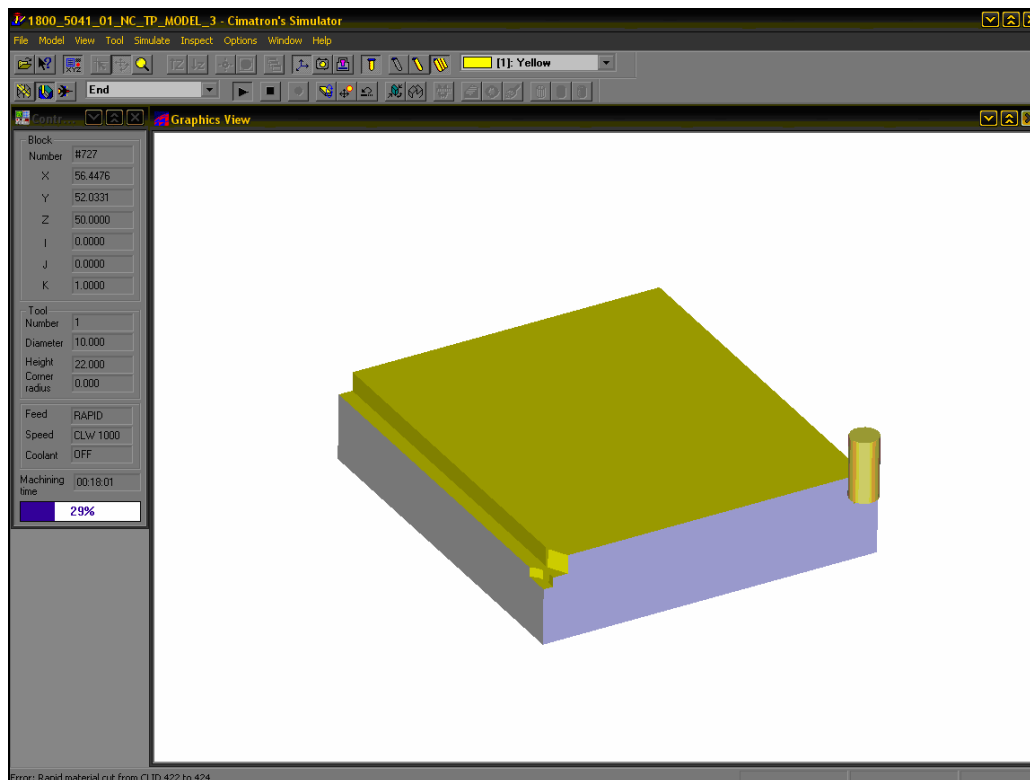


Рисунок 2.102 – Просмотр процесса обработки в Cimatron Simulator

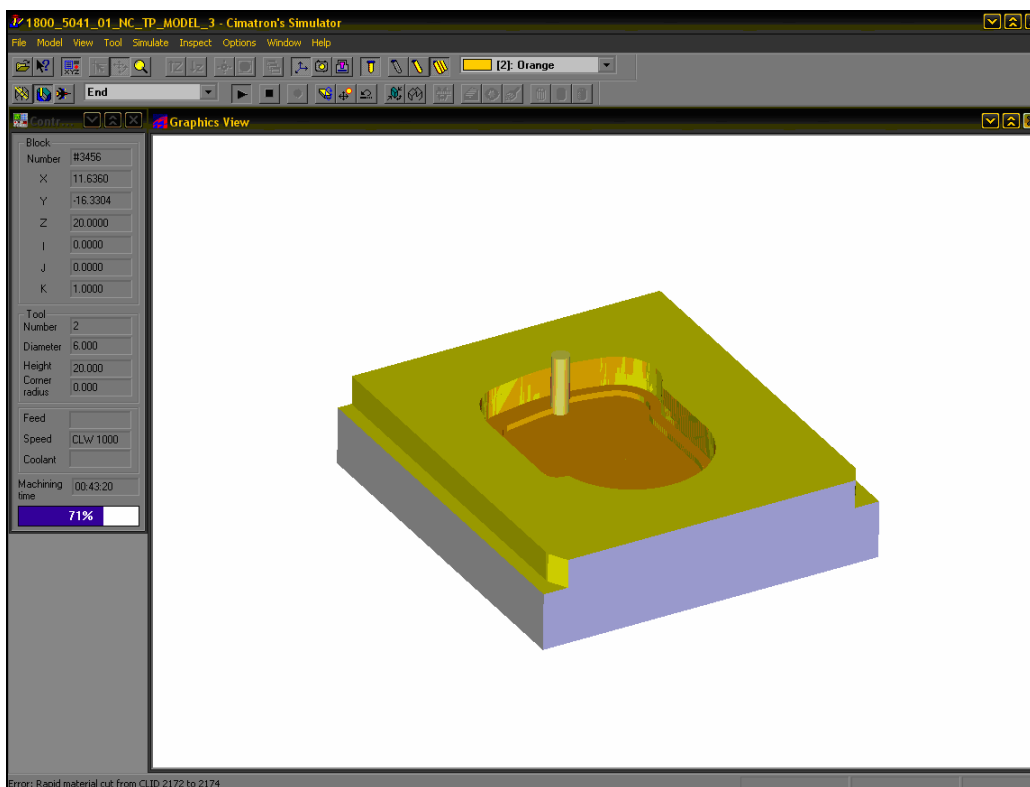


Рисунок 2.103 – Просмотр процесса обработки в Cimatron Simulator

9. Проверим полученную после обработки деталь на соответствие заданной конфигурации, используя Cimatron Verifier (рисунок 2.104).

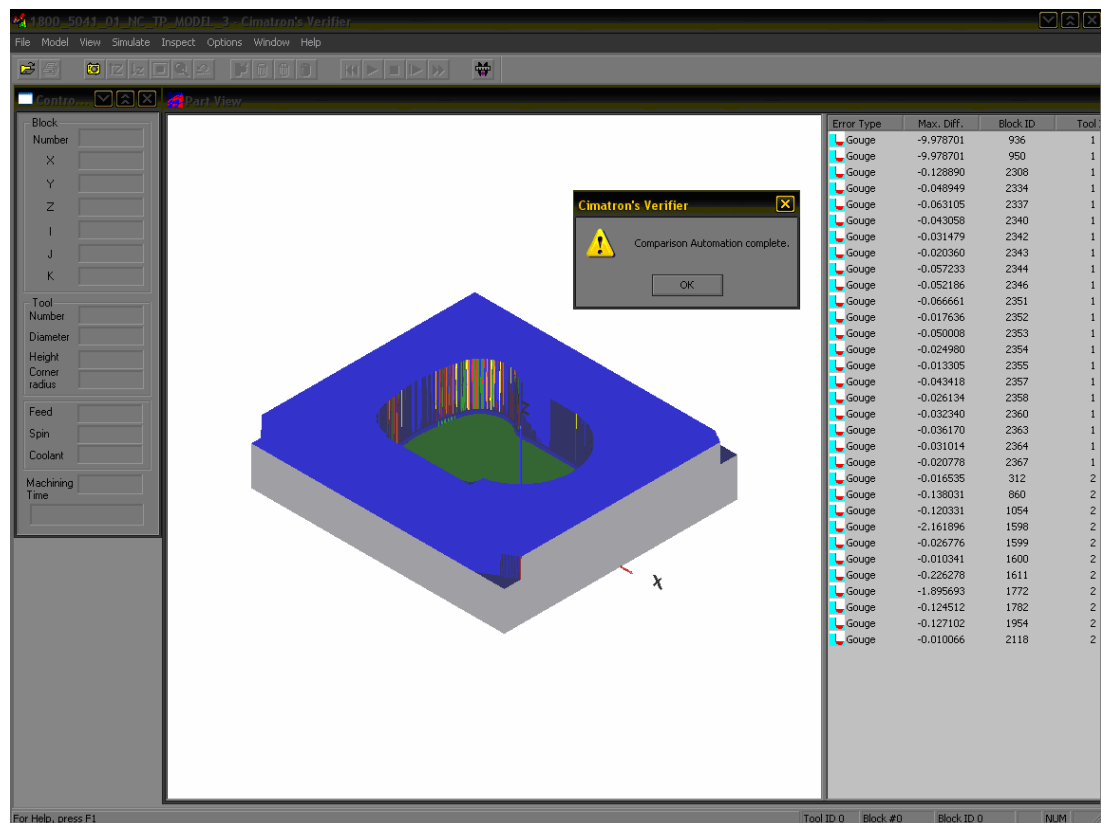


Рисунок 2.104 – Проверка детали в Cimatron Verifier

10. Текст управляющей программы формируется для конкретной стойки ЧПУ, выбор которой осуществляется через выбор постпроцессора (рисунок 2.105).

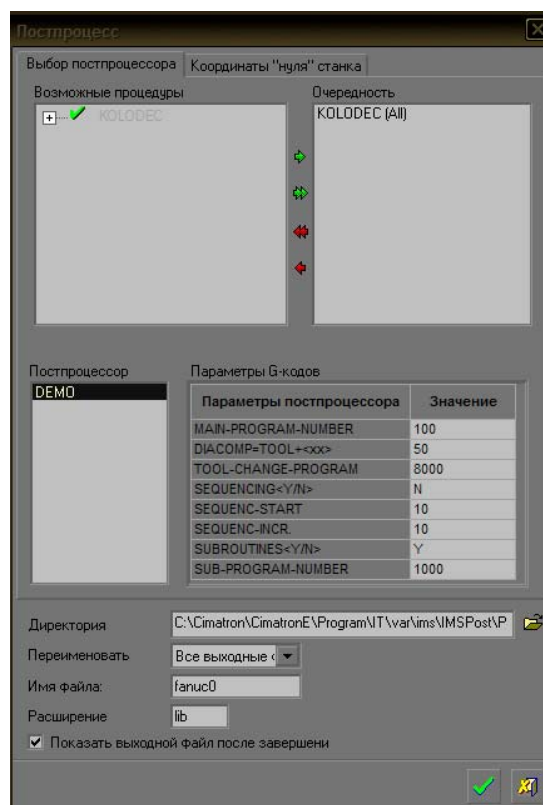


Рисунок 2.105 – Выбор постпроцессора

11. Фрагмент текста управляющей программы фрезерной обработки матрицы на станке со стойкой ЧПУ:

%
 O0100
 T01
 T37
 G90 G80 G00 G17 G40 M23
 G43 H01 Z50. S1000 M03
 G00 X54.649 Y-60.597 Z50. M09
 Z33.25
 G01 Z29.85 F150
 X54.432 Y-60.896 F200
 X54.215 Y-61.195
 X54.078 Y-61.353
 X53.915 Y-61.485
 X53.843 Y-61.53
 X53.709 Y-61.607
 X51.829 Y-62.693
 G00 Z50.
 X54.649 Y-58.583
 Z35.25
 G01 Z29.85 F150
 X54.379 Y-58.598 F200
 X54.172 Y-58.627
 X53.973 Y-58.693
 X53.843 Y-58.758
 X53.712 Y-58.834
 X53.581 Y-58.91
 X53.491 Y-58.962
 X53.412 Y-59.006
 X53.306 Y-59.067
 X53.171 Y-59.145
 X51.829 Y-59.921
 X51.426 Y-60.153 F500
 X51.023 Y-60.386
 X50.648 Y-60.597 F583
 X50.217 Y-60.851
 X49.955 Y-61. F607
 X49.258 Y-61.403
 X49.009 Y-61.55 F631
 G02 X45.786 Y-62.571 I-4.899 J9.866
 G01 X45.383 Y-62.589 F607

 X-15.078 Y-28.379
 X-14.001 Y-28.312
 X-12.924 Y-28.215
 X-10.77 Y-27.803
 X5.673 Y-23.695
 G03 X24.261 Y-2.154 I-5.626 J23.644
 G01 X24.357 Y0.0
 X24.244 Y2.154
 X24.122 Y3.231
 X23.785 Y5.385
 X23.695 Y5.825
 G03 X0.0 Y24.362 I-23.505 J-5.633
 G01 X-6.462
 X-16.095 Y24.303
 G40 X-16.083 Y22.303
 G00 Z50.
 T01 M98 P8000
 M30

%, где

G... - стандартные процедуры станка;

X, Y, Z – перемещения рабочего органа станка;

M – включение/выключение электродвигателя;

T – параметры инструмента;

S – подача.

Список подготовительных G, M и других функций приведен на рисунке 2.106.

2.1.9.2 ТАБЛИЦА 2 – СПИСОК ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ G ФУНКЦИЙ

ФУНКЦИЯ	ОПИСАНИЕ	ТИП
G00	Быстрое позиционирование	A
G01	Линейная интерполяция	M R
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке	A
G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки	A
G04	Программная задержка	A
G06	Параболическая интерполяция *	A
G08	Устанавливает подачу, записанную G08, в начало программы	M
G09	Устанавливает подачу, записанную G09, в начало программы	M
G12	Симметричная обработка с Обратной осью *	M
G13	Отключение функции G12*	M R
G14	Оборотные оси устанавливаются по самому короткому маршруту*	M
G15	Направление вращения оборотных осей зависит от знака программного значения	M R
G16	Осевая замена	M
G17	Плоскость обработки XY*	M
G18	Плоскость обработки ZX	M
G19	Плоскость обработки YZ	M
G20	Отменяет программное вращение	M R
G21	Активизирует программное вращение	M
G22	Винтовая интерполяция по часовой стрелке	A
G23	Винтовая интерполяция против часовой стрелки	A
G24	Включение программного вращения по 5 осям*	M
G25	Изучение линии перехода*	M
G26	Конец изучения линии перехода*	M R
G33	Цикл нарезания резьбы*	A
G40	Отменяет коррекцию радиуса	M R
G41	Коррекция радиуса слева	M
G42	Коррекция радиуса справа	M
G43	3-х мерная коррекция радиуса (в противоположном вектору направлении)	M
G44	3-х мерная коррекция радиуса (в направлении вектора)	M
G45	Отключает коррекцию радиуса инструмента на плоскости LOOK-AHEAD	M
G46	Включает коррекцию радиуса инструмента на плоскости LOOK-AHEAD	M R
G51	Подготовка к черновой обработке	M
G52	Подготовка к окончательной обработке	M
G53	Промежуточная машинная обработка между черновой и окончательной обработкой	M
G54	Записывает точку отсчета заготовки	A
G55	Активизирует точку отсчета заготовки	A
G56	Активизирует операцию TNC*	M
G57	Отключает операцию TNC*	M R
G59	Цикл измерений с внешнего ПК*	A
G60	Отменяет режим G60	M R
G61	Масштабные коэффициенты	M
G70	Двиговое программирование	M
G71	Метрическое программирование	M
G72	Размещения на дугах окружностей	A
G80	Отменяет установленные циклы и циклы измерения	M R
G82	Установленный цикл сверления	M
G83	Установленный цикл сверления на глубину	M
G84	Установленный цикл нарезания резьбы метчиком*	M
G85	Установленный цикл расточки	M
G86	Установленный цикл расточки (переменный диаметр)	M
G87	Выбор оси для установленных циклов*	M
G90	Абсолютное программирование	M R
G91	Дискретное программирование	M
G92	Активизирует "инвертированный RTCP"	M
G93	Отключает "инвертированный RTCP"	M
G94	Включено программирование виртуальной оси*	M R
G95	Отключено программирование виртуальной оси*	M

2-36

MDO1437

FIDIA

Рисунок 2.106 – Список функций

G95	Активирует логику RTCP*	M
G97	Отключает логику RTCP*	M
G98	Активирует тройные масштабные коэффициенты*	M
G99	Отключает тройные масштабные коэффициенты*	M R
G105	Параболическое закругление углов	M
G106	Отменяет параболическое закругление углов	M
G133	Цикл нарезки резьбы*	A
G135	Начало предельной линии копирования*	M
G136	Конец предельной линии копирования*	M R
G137	Включает/отключает предельную линию копирования	M
G143	Ни одна ось не функционирует в режиме зеркало	M R
G144	Ось X функционирует в режиме зеркало	M
G145	Ось Y функционирует в режиме зеркало	M
G146	Ось Z функционирует в режиме зеркало	M
G147	Оси X и Y функционируют в режиме зеркало	M
G148	Оси X и Z функционируют в режиме зеркало	M
G149	Оси Y и Z функционируют в режиме зеркало	M
G182	Установленный цикл сверления	M
G183	Установленный цикл сверления на глубину	M
G184	Установленный цикл нарезания резьбы метчиком*	M
G185	Установленный цикл расточки	M
G186	Установленный цикл расточки (переменный диаметр)	M
G194	Выровненная по инструменту система отсчета	M
G195	Отключает режим G194	M
G196	Активирует логику ROTO*	M
G197	Отключает логику ROTO*	M

* опция

M модальные функции

A самоотменяющиеся функции (немодальные)

R функции сброса

2.1.9.3 ТАБЛИЦА 3 – СПИСОК М ФУНКЦИЙ

ФУНКЦИЯ	ОПИСАНИЕ	ТИП
M00	Программный останов	A F
M01	Останов с подтверждением	A F
M02	Конец программы, останов шпинделя и возможный переход в Ручной режим	A F
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке	M I
M04	Вращение шпинделя против часовой стрелки	M I
M05	Останов шпинделя и отключение охлаждения	M R F
M06	Замена инструмента	A I
M07	Включение охлаждения (mist)	M I
M08	Включение охлаждения	M I
M09	Отключение охлаждения	M F
M10	Фиксация осей	M F
M11	Расфиксация осей	M R I
M12	Выборочная фиксация осей*	M F
M13	Вращение по часовой стрелке, включение охлаждения	M I
M14	Вращение против часовой стрелки, включение охлаждения	M I
M19	Ориентация шпинделя	A F
M27	Измерение длины инструмента*	A I
M30	Конец программы	A F
M40	Автоматический выбор диапазона*	M R I
M41	Диапазон 1 (1-ый шпиндель)*	M I
M42	Диапазон 2 (1-ый шпиндель)*	M I
M43	Диапазон 3 (1-ый шпиндель)*	M I
M44	Диапазон 4 (1-ый шпиндель)*	M I
M45	Диапазон 5 (1-ый шпиндель)*	M I
M46	Диапазон 6 (1-ый шпиндель)*	M I
M66	Включение коррекции инструмента	A I
M80	Отключение синхронных осей*	M R I
M81	Включение на перемещение синхронных осей*	M I

FIDIA

MDO1437

2-37

Рисунок 2.106 – Список функций (продолжение)

M82	Программирование на осях фрезирования*	M I
M83	Программирование оси системы слежения*	M I
M84	Одновременное перемещение осей XM-XT	M I
M85	Зеркальное перемещение осей XM-XT	M I
M86	Одновременное перемещение осей YM-YT	M I
M87	Зеркальное перемещение осей YM-YT	M I
M88	Одновременное перемещение осей ZM-ZT	M I
M89	Зеркальное перемещение осей ZM-ZT	M I

* опция
M модальные функции
A самоотменяющиеся функции (немодальные)
R функции сброса
I начальные функции M
F конечные функции M

2.1.9.4 ТАБЛИЦА 3 – СПИСОК ДРУГИХ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИЙ

Функции для циклов измерения MQR/C3:

G73	Измерение программных точек X, Y, Z	M
G74	Измерение размера и центра оси X	M
G75	Измерение размера и центра оси Y	M
G76	Измерение размера и центра оси Z	M
G77	Измерение диаметра и центра на осях XY, ZX или YZ	M
G79	Цикл предварительной установки	M R
G80	Сброс циклов измерения	M
G172	Установка точки отсчета в точке касания	A
G173	Измерение точек вдоль оси инструмента	M
G177	Установка точки отсчета в центре, рассчитанном в цикле	A
G179	Коррекция смещения от центра для наклоненного щупа	A

M модальные функции
A самоотменяющиеся функции (немодальные)

Функции для циклов измерения MQA/C3:

G73	Измерение программных точек XYZ (цикл сравнения)	M
G78	Измерение программных точек XYZ (цикл изучения)	M
G80	Сброс циклов измерения	M R

Функции настройки Сплайнов Безье (ES/BS):

G07	Создание контура кривой	A
G125	Начало определения кривой	M

Функции настройки Нурбз Сплайнов (ES/NU):

G07	Создание контура кривой	A
G126	Начало определения кривой	M

M модальные функции
A самоотменяющиеся функции (немодальные)

Рисунок 2.106 – Список функций (окончание)

Эта управляющая программа получена с применением стандартного постпроцессора DEMO, по умолчанию установленного в Cimatron. Она не применима к реальным стойкам

ЧПУ. Для кодирования программы под конкретную стойку предусмотрены 2 варианта: использование внешнего или внутреннего постпроцессора.

Внешний постпроцессор – это библиотека преобразования кодировок из стандартного вида в коды конкретной стойки ЧПУ. Чтобы использовать внешний постпроцессор, необходимо получить УП со стандартным постпроцессором DEMO, сохранить ее в отдельный файл, а затем, используя программу IMSPost.exe, преобразовать ее в коды необходимой стойки ЧПУ. Программа-преобразователь находится по адресу \\Cimatron\CimatronE\Program\IT\var\ims\IMSPost\IMSPost.exe. Основное окно программы приведено на рисунке 2.107.

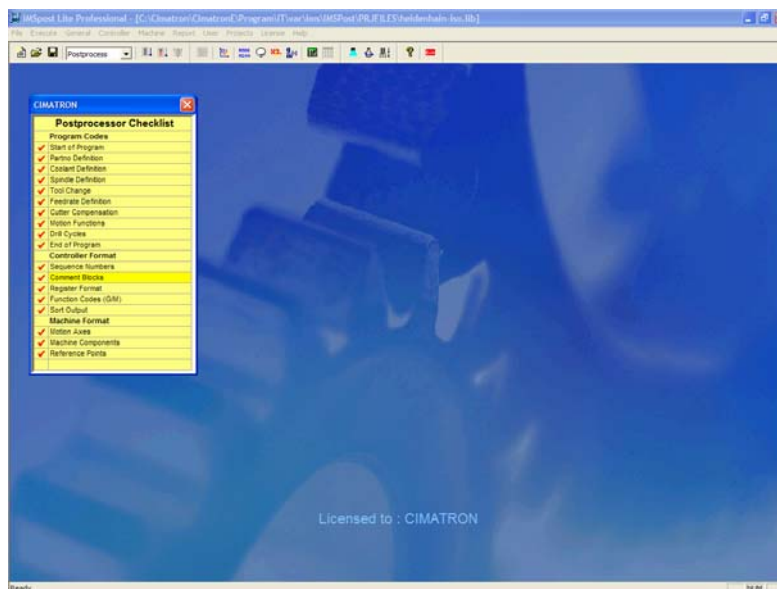


Рисунок 2.107 – Основное окно программы – преобразователя УП

Использование внутреннего постпроцессора более удобно, так как все действия в этом случае производятся прямо в среде Cimatron E.

Получим вышеприведенную УП в кодах стойки ЧПУ Heidenhain-iso с применением внутреннего постпроцессора.

Сначала открываем пункт меню инструменты – предпочтения – общие предпочтения – общие настройки ЧПУ. Там ставим флажок напротив пункта «Использовать Ims-постпроцессор» (рисунок 2.108).

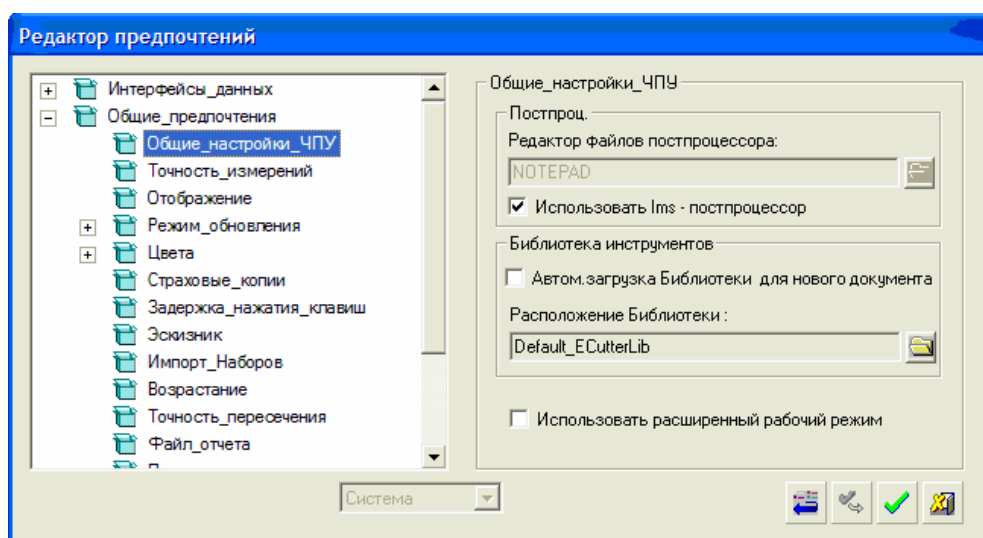


Рисунок 2.108 – Настройки ЧПУ

Далее открываем меню «Постпроцесс» и выбираем файл постпроцессора, расположенный по адресу \\Cimatron\CimatronE\Program\IT\var\ims\IMSPost\PRJFILES\heidenhain-iso.lib (рисунок 2.109).

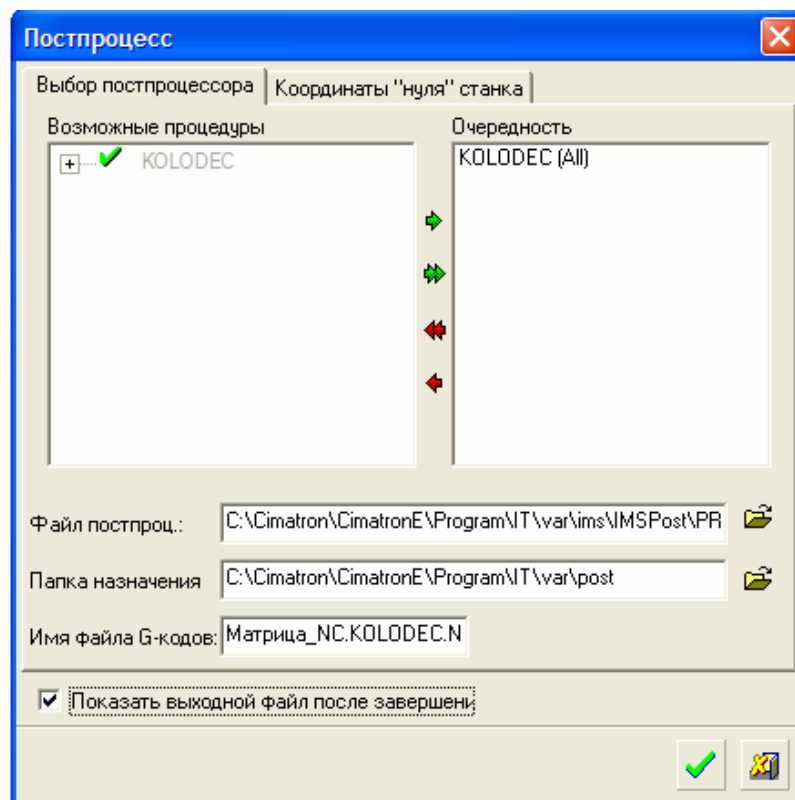


Рисунок 2.109 – Выбор файла постпроцессора

Устанавливаем флажок напротив пункта «Показать выходной файл после завершения» и нажимаем кнопку ОК.

Появляется окно, отображающее процесс перекодировки нашей УП в коды выбранной стойки (рисунок 2.110).

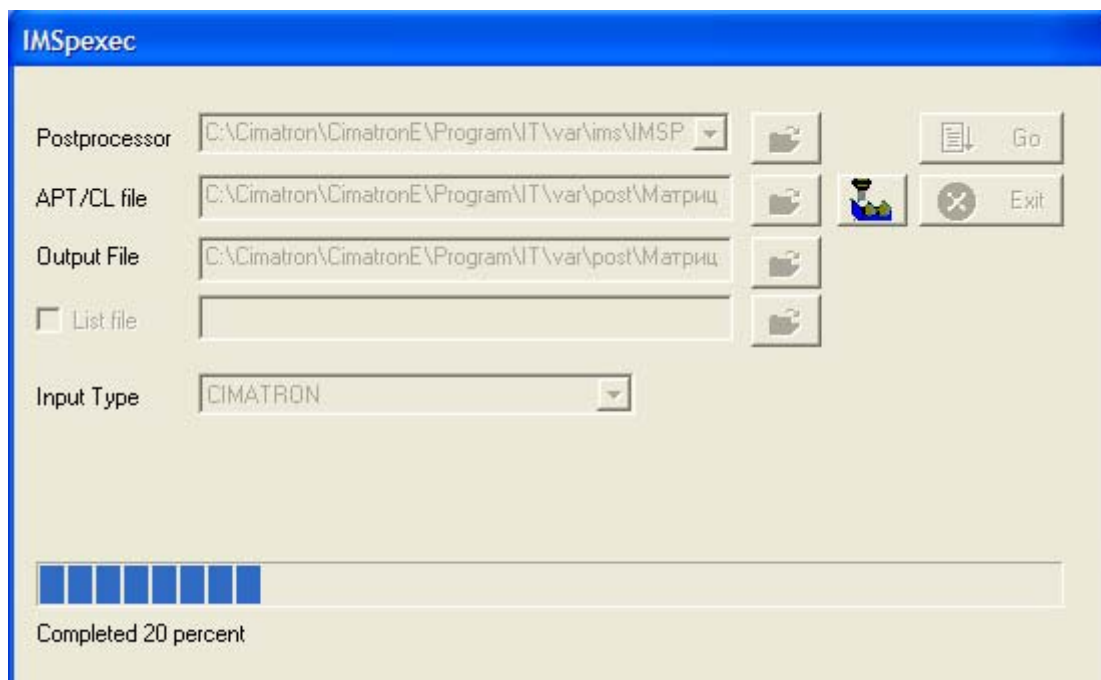


Рисунок 2.110 – Перекодирование УП

После завершения перекодирования открывается блокнот с текстом УП в кодировке выбранной стойки ЧПУ (рисунок 2.111).

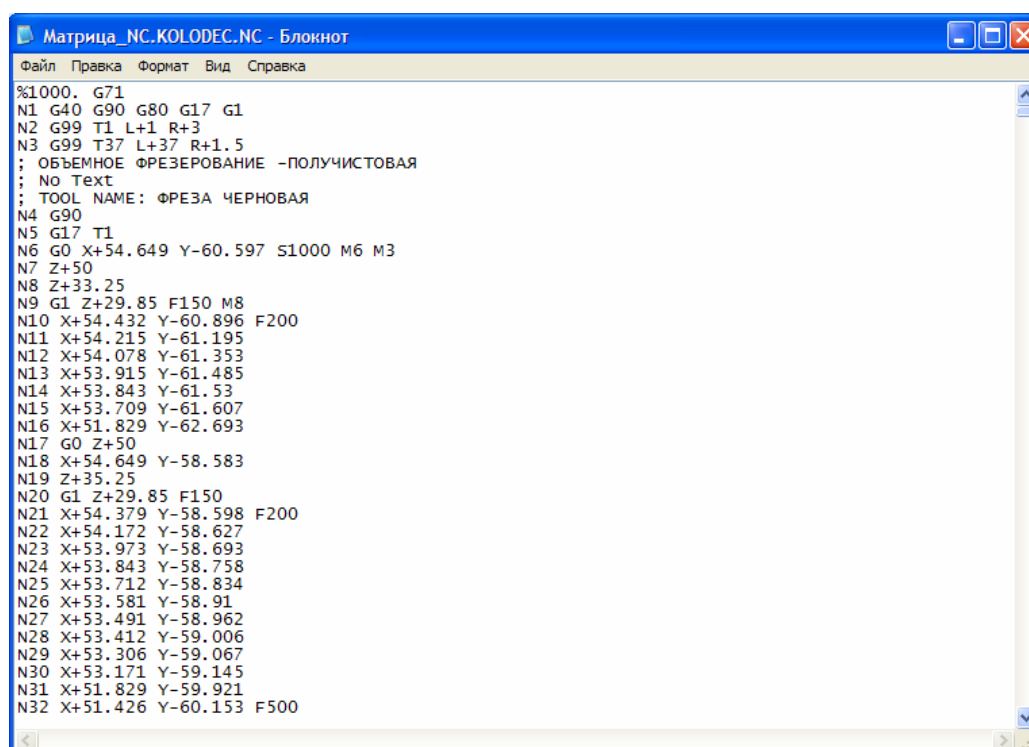


Рисунок 2.111 – Новая УП в блокноте

Текст этой УП представлен в приложении.

Обработка пуансона производится аналогично с той лишь разницей, что инструмент располагается не внутри обрабатываемого контура, а снаружи.

Таким образом, спроектирована трехмерная модель детали, имеющей сложную конфигурацию поверхностей и пресс-форма для изготовления этой детали. На пресс-форму составлена спецификация. На активные детали пресс-формы (матрица и пуансон) составлены управляющие программы механической обработки на станках с ЧПУ. Все проектирование осуществлено в университетской версии Cimatron E 5.10.

2.4 Конструкторско-технологическая подготовка производства с применением CAD Компас-3D и системы автоматического проектирования пресс-форм HASCO 3D

Рассмотрим предлагаемую нами последовательность сквозного конструкторско-технологического проектирования литейной оснастки для детали «крышка прибора ночного видения» с использованием возможностей 3D-моделирования в отечественной CAD/CAM Компас 3D и системе автоматического проектирования пресс-форм HASCO 3D.

Созданную в Компасе 3D-модель детали (рисунок 2.112) сохраняем в формате STL (рисунок 2.113).

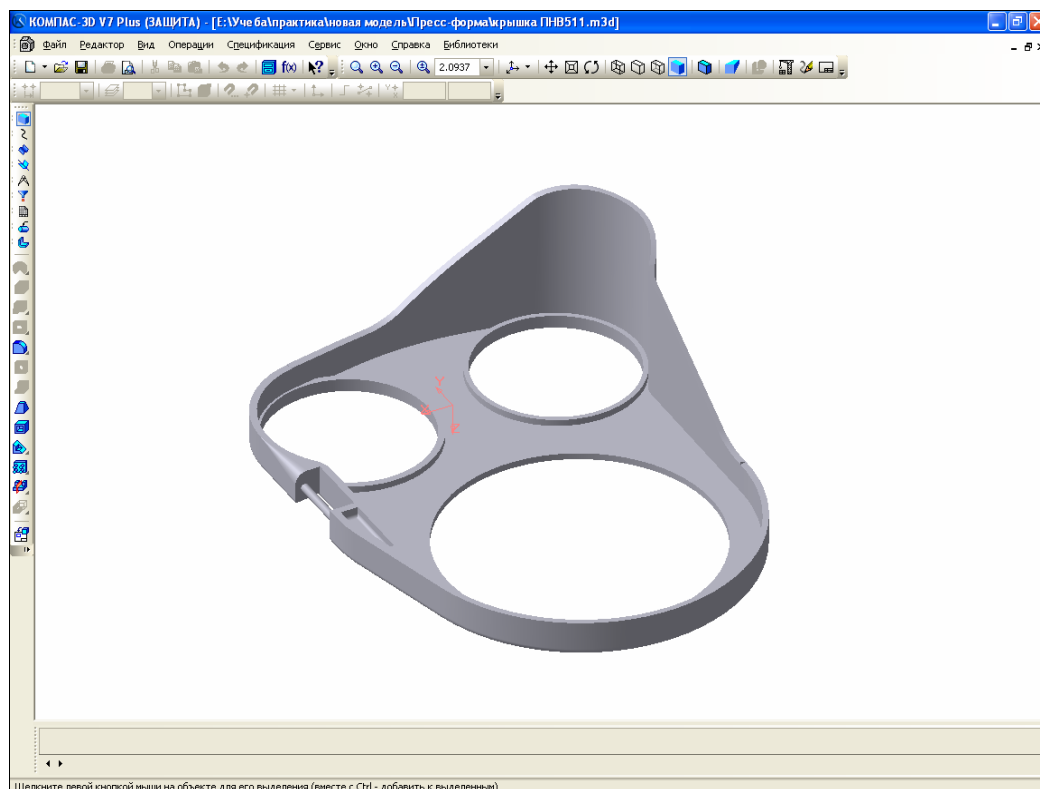


Рисунок 2.112 – 3D-модель детали

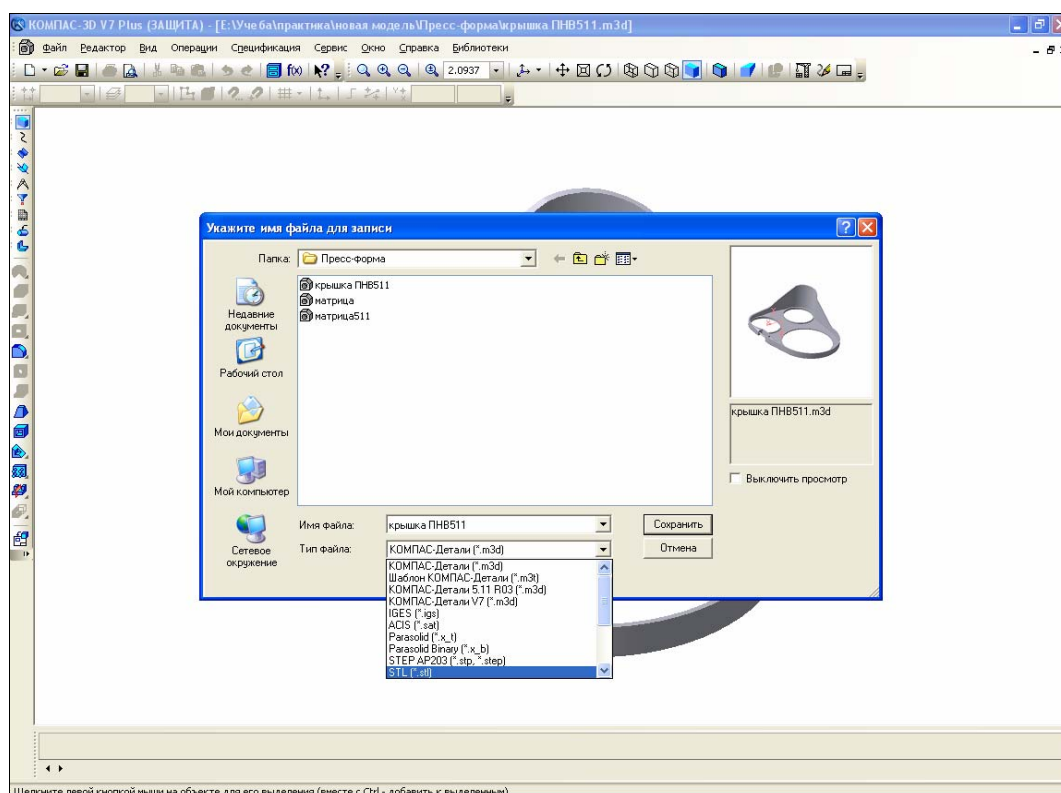


Рисунок 2.113 – Сохранение 3D-модели детали в промежуточном формате STL

Открываем систему автоматического проектирования пресс-форм HASCO 3D и выбираем файл STL для импорта (рисунок 2.114).

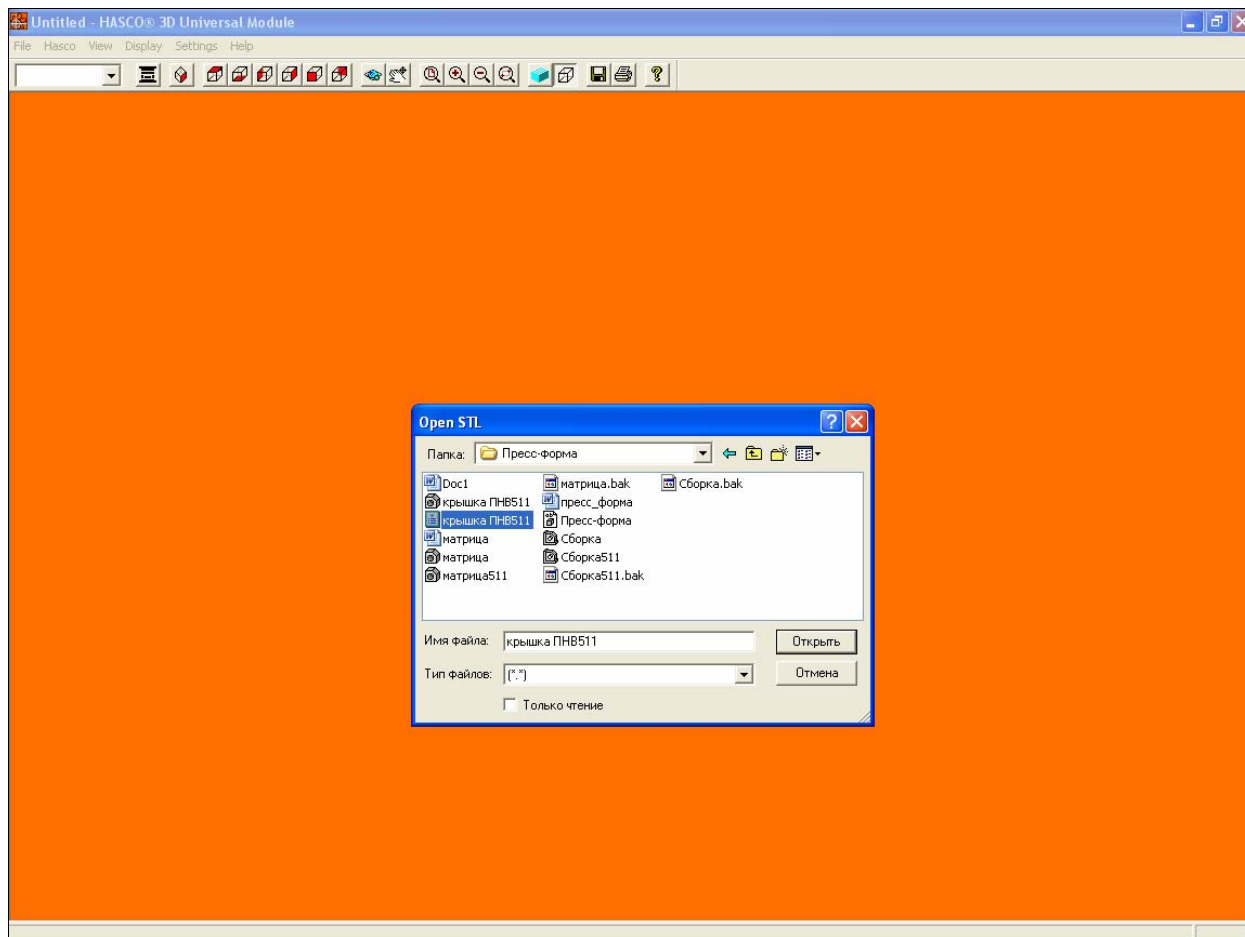


Рисунок 2.114 – Выбор файла STL для импорта в системе HASCO 3D

Выбираем параметры пресс-формы в зависимости от применяемой литейной машины (рисунки 2.115, 2.116).

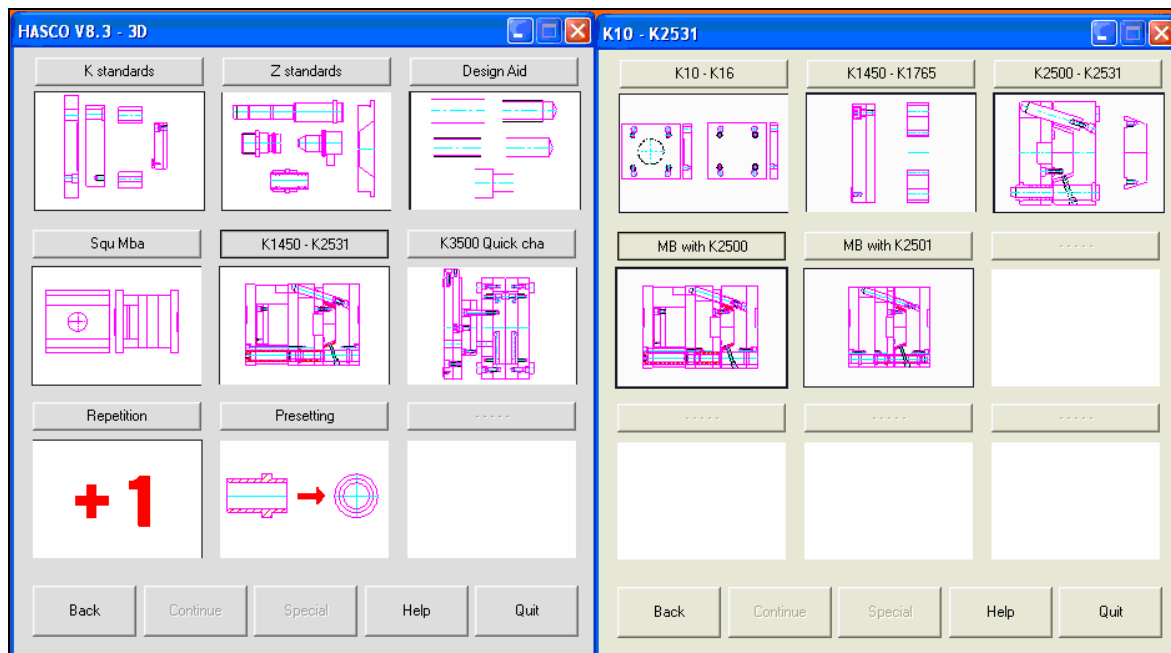


Рисунок 2.115 – Выбор параметров пресс-формы

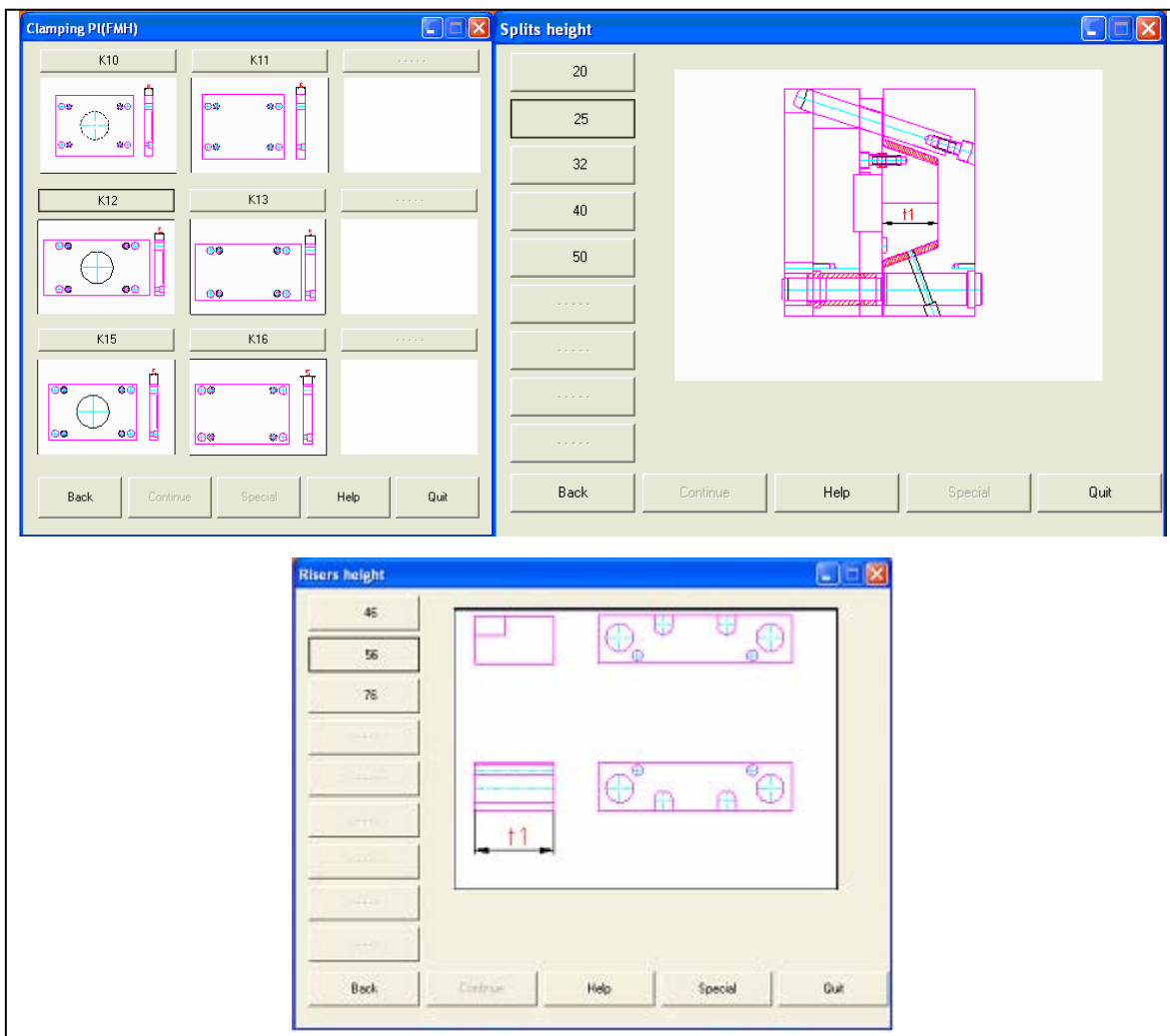


Рисунок 2.116 – Выбор параметров пресс-формы

Задаем систему координат по умолчанию (рисунок 2.117).

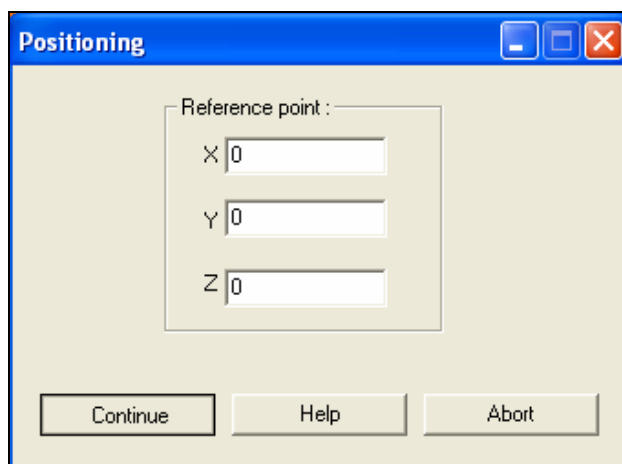


Рисунок 2.117 – Задание системы координат

После этого происходит автоматическое создание пресс-формы, спроектированной специально для конкретного типа литейной машины (рисунок 2.118).

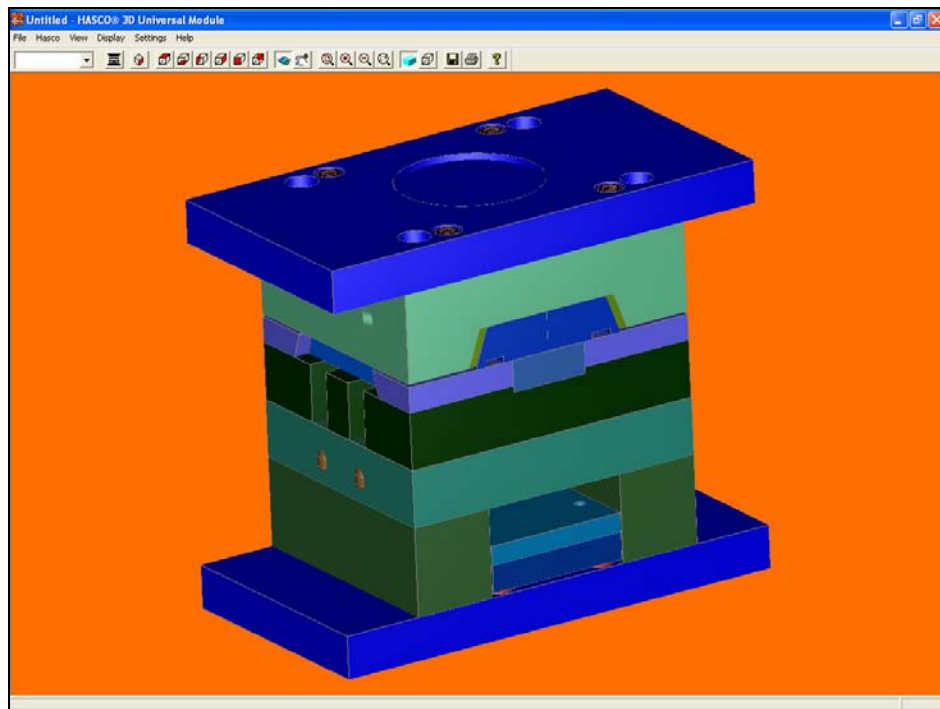


Рисунок 2.118 – Создание пресс-формы

Сохраняем файл пресс-формы в новую папку и, затем, импортируем ее в среду Компас-3D через промежуточный формат SAT (рисунок 2.119).

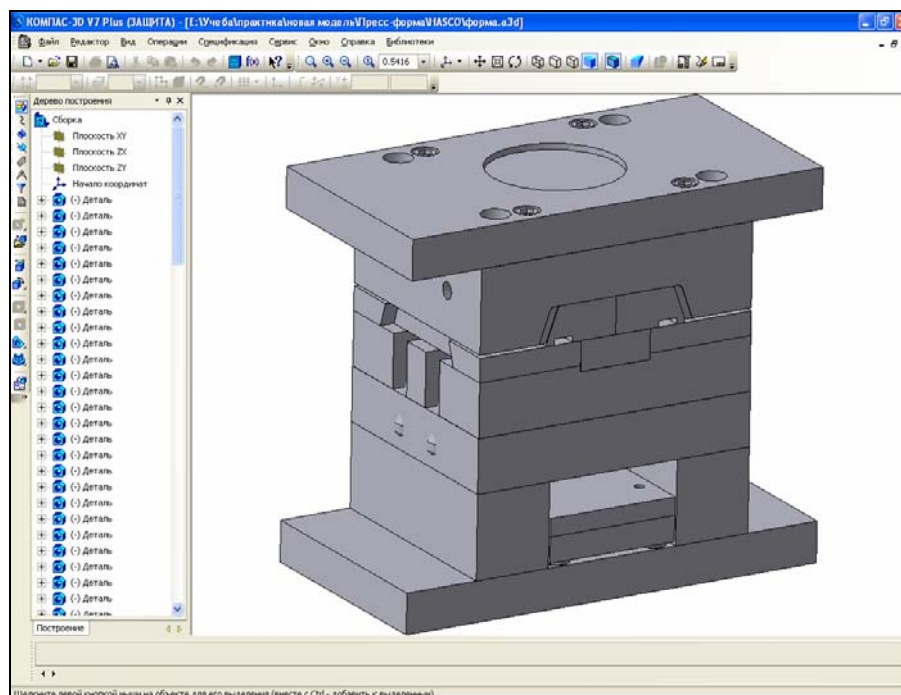


Рисунок 2.119 – Импортированная в среду Компас-3D пресс-форма

Последним шагом проектирования является создание активных поверхностей матрицы и пуансона, которые формируются вычитанием детали из соответствующих заготовок.

Для этого сначала открываем файл матрицы (рисунок 2.120).

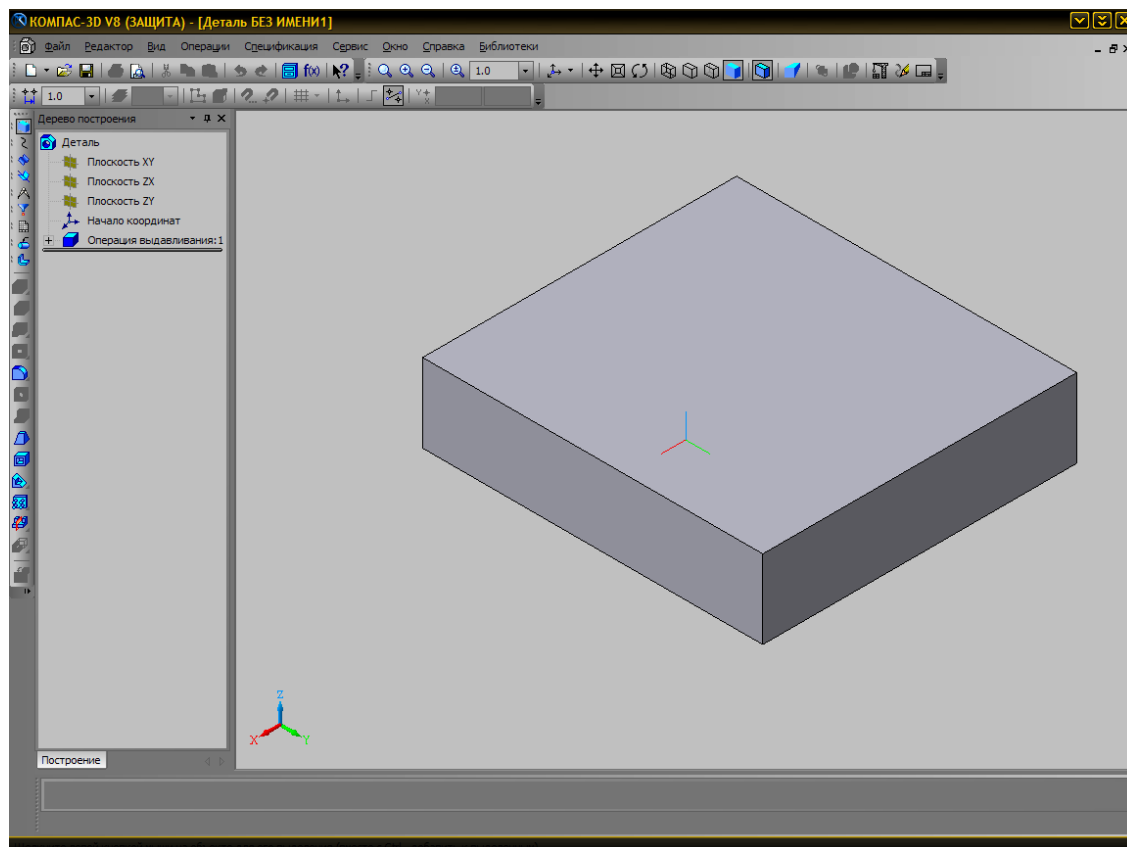


Рисунок 2.120 – Заготовка матрицы

Затем, вставляем ее в файл сборки, туда же вставляем исходную деталь, располагаем ее относительно матрицы и производим вычитание (рисунок 2.121).

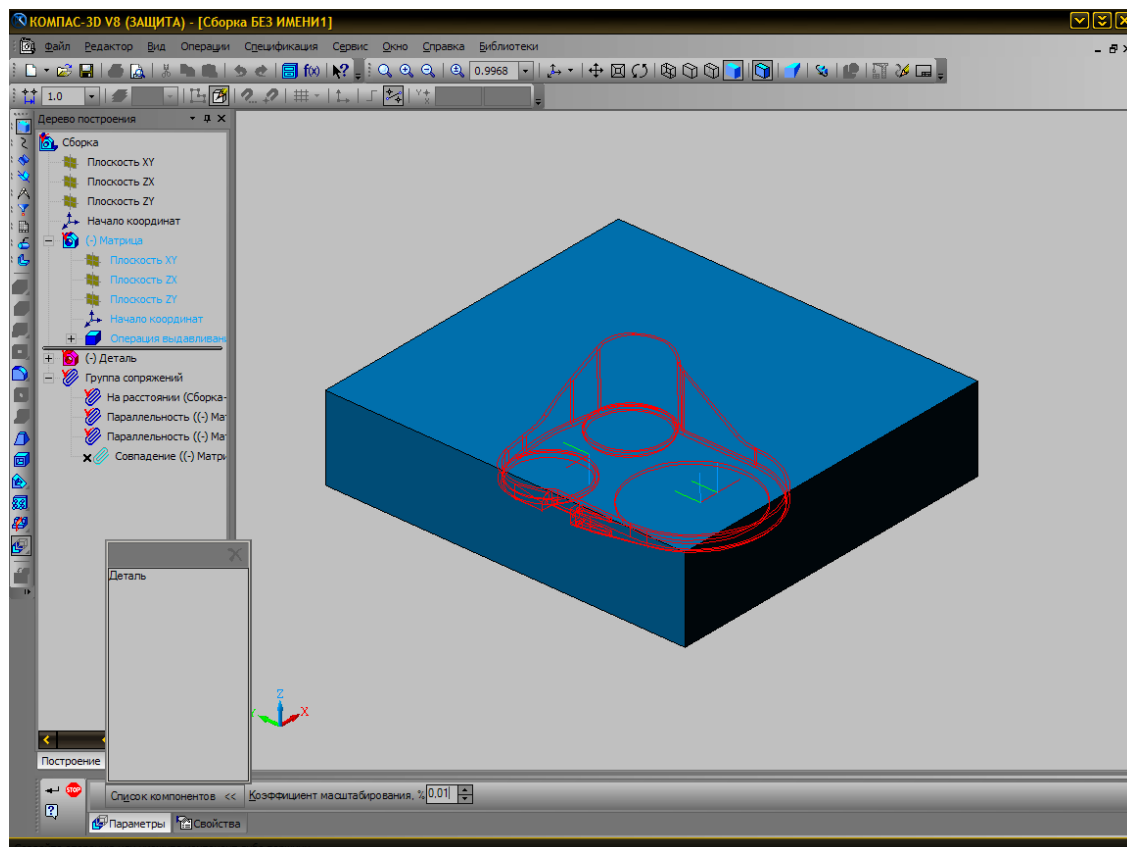


Рисунок 2.121 – Вычитание детали из матрицы для получения активных поверхностей

Теперь дорисовываем вручную недостающие элементы: отверстия и уступы и получаем матрицу в окончательном виде (рисунок 2.122).

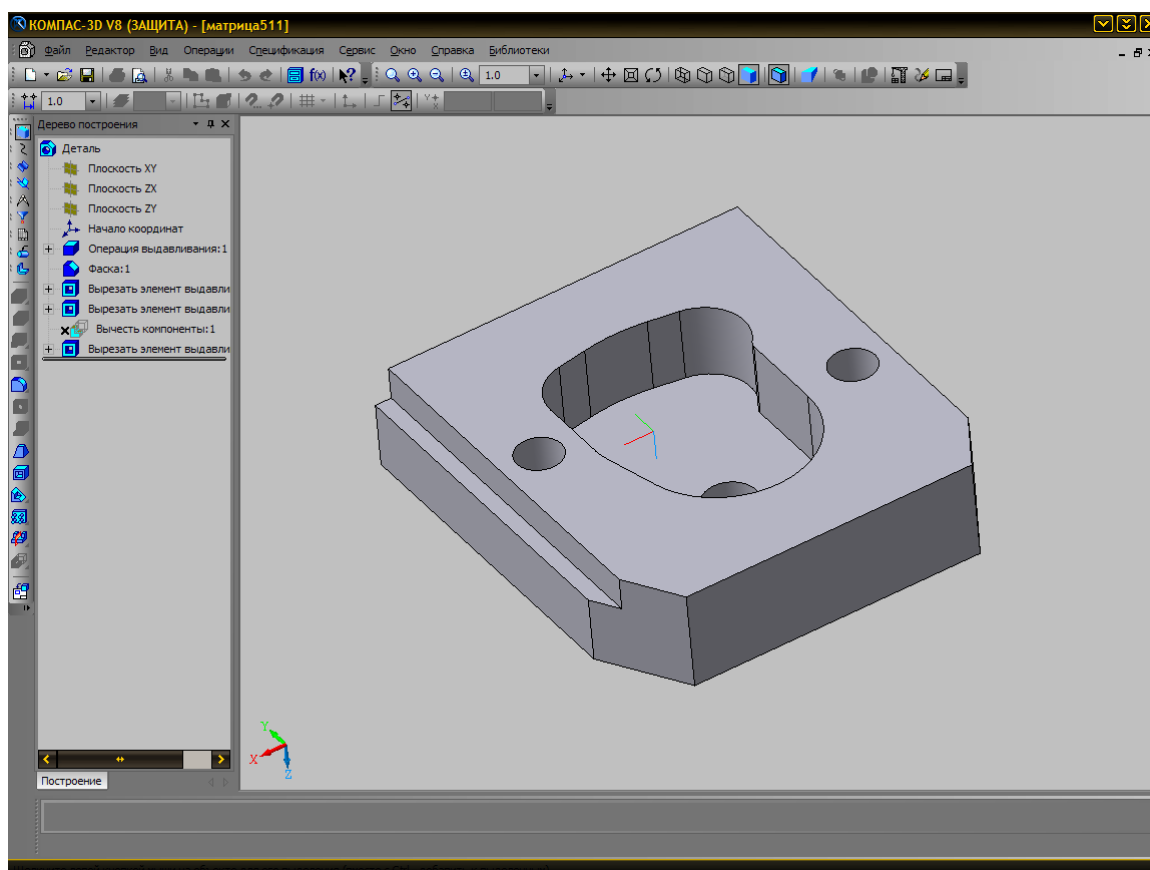


Рисунок 2.122 – Матрица в окончательном виде

Аналогично создаем пуансон, после чего вставляем детали обратно в сборку пресс-формы.

Таким образом, произведено проектирование пресс-формы альтернативным методом с использованием комбинации систем проектирования.

2.5 Сравнение рассмотренных вариантов конструкторско-технологической подготовки производства

В разделах 2.3 и 2.4 данной работы рассмотрены два варианта проектирования литейной формы для детали «крышка прибора ночного видения». В первом случае используется западная CAD/CAM Cimatron E 5.10, во втором – отечественная CAD Компас 3D V7+ и система автоматического проектирования пресс-форм HASCO 3D V8.304 Universal module. Каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки, но оба они приводят примерно к одному результату.

Рассмотрим основные отличия описанных выше вариантов проектирования.

В CAD/CAM Cimatron E 5.10 предоставляются широкие возможности для сквозного конструкторско-технологического проектирования деталей оснастки, включающего следующие ключевые этапы:

1. моделирование детали, для производства которой разрабатывается литейная оснастка;
2. создание моделей матрицы и пуансона;
3. проектирование пресс-формы в сборе;
4. получение конструкторско-технологической документации в виде спецификации на изделие;

5. разработка управляющих программ для станков с ЧПУ для оригинальных деталей пресс-формы;
6. разработка управляющих программ обработки на станках с ЧПУ электродов, применяемых при электро-эрозионной обработке сложных конструктивных элементов активных деталей оснастки.

К основным преимуществам этой системы можно отнести следующие: наличие различных видов проектирования от детали до управляющих программ для станков с ЧПУ, присутствие встроенного PDM – модуля, отсутствие необходимости взаимодействия с другими CAD/CAM системами.

В качестве недостатка CAD/CAM Cimatron E 5.10 можно отметить тот факт, что при автоматическом проектировании пресс-формы в сборе не учитываются параметры литейного оборудования, на которое эта пресс-форма будет впоследствии устанавливаться. То есть возникает необходимость доработки формы с целью ее доводки до изначально заданных параметров литейного оборудования.

Отличием системы автоматического проектирования пресс-форм HASCO 3D V8.304 Universal module является проектирование как раз «под конкретное литейное оборудование». Таким образом, на выходе получается литейная форма, готовая к установке и работе и не требующая корректировки.

Среди основных недостатков описанного в п.2.4 метода выделим следующие:

1. необходимость использования нескольких систем проектирования;
2. возможность работы только через промежуточный формат (STL) вследствие отсутствия прямого интерфейса между системами;
3. невозможность параметрического редактирования компонентов пресс-формы после ее импорта в Компас 3D и отсутствие поэлементного редактирования в HASCO;
4. отсутствие какой-либо системы управления данными.

2.6 Создание электронной базы данных нормирования

В разделе 2.1 подробно рассмотрено текущее состояние базы данных нормирования предприятия. В настоящее время используется бумажная организация базы данных с применением карточек учета операций и карточек-шпаргалок, из-за чего сильно затруднен поиск необходимых карточек. Кроме того, бумажная картотека занимает много места и существенно уступает электронной в части надежности и быстродействия.

Данная программа разработана нами для группы подготовки производства предприятия с целью создания электронного представления базы данных нормирования. Программирование осуществлялось в среде Borland Developer Studio 2006.

Основную сложность при создании электронной базы данных нормирования создавало наличие большого архива данных о продукции, произведенной с момента начала работы предприятия. Чтобы реализовать отображение уже существующей информации данная программа была разработана на основе уже имеющихся на предприятии файлов баз данных. При помощи этих файлов было воссоздано дерево производимой продукции, которое содержит наименования всех деталей и сборочных единиц, когда-либо изготовленных на предприятии. Такое же дерево используется и в одном из модулей заводской программы, используемой группой подготовки производства.

Таким образом, электронная база данных полностью сохраняет и отображает накопленную информацию, исключая любые потери. Кроме того, она позволяет добавлять к существующим деталям все используемые при нормировании параметры: номер и наименование операции, разряд рабочего, расценку, норму времени выполнения операции и реальное время выполнения, а также операционные эскизы. Все эти данные хранятся в отдельных файлах базы данных, созданных в дополнение к уже имеющимся.

Программа работает с тем же алиасом, что и остальные программы группы подготовки производства.

Проект программы содержит 9 составляющих (рисунок 2.123).

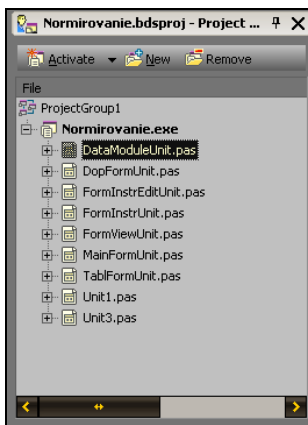


Рисунок 2.123 – Состав проекта программы

Модуль данных программы содержит 9 таблиц и подключений к ним (рисунок 2.124).

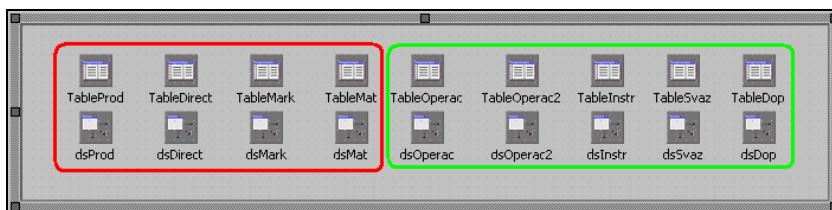


Рисунок 2.124 – Таблицы баз данных, используемых в программе

На этом рисунке слева показаны таблицы, полученные из заводских файлов баз данных, справа – созданные нами таблицы.

Приведем фрагмент кода программы, в котором покажем текстовую часть описания окна для списка инструмента второго порядка (рисунок 2.125).

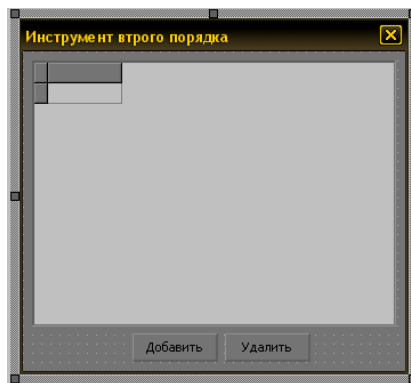
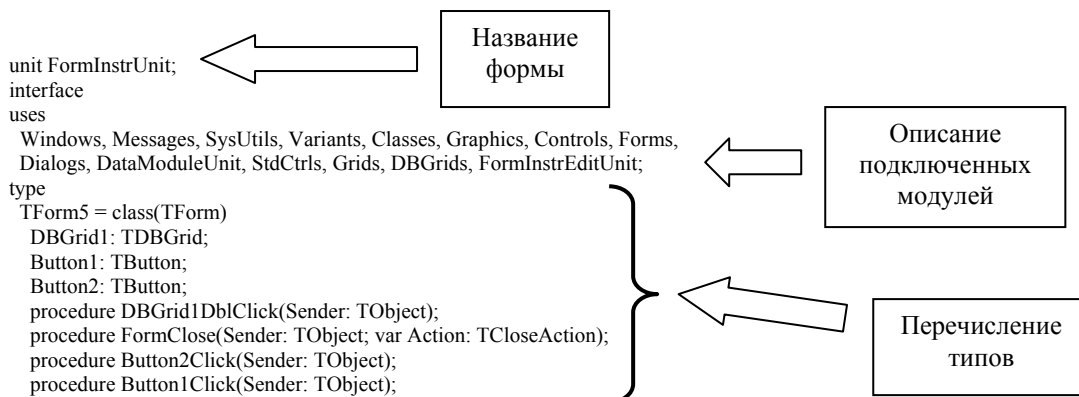


Рисунок 2.125 – Окно для списка инструмента второго порядка



```

private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;
var
Form5: TForm5;
implementation
uses
MainFormUnit;
{$R *.dfm}
procedure TForm5.Button1Click(Sender: TObject);
begin
DataModule2.TableSvaz.Insert;
Form6.ShowModal;
DataModule2.TableSvaz.FieldByName('IdInstrument').AsString := DataModule2.TableInstr.FieldByName('IdInstrument').AsString;
DataModule2.TableSvaz.Post;
end;
procedure TForm5.Button2Click(Sender: TObject);
begin
DataModule2.TableSvaz.Delete;
end;
procedure TForm5.DBGrid1DbClick(Sender: TObject);
begin
DataModule2.TableSvaz.Edit;
Form6.ShowModal;
DataModule2.TableSvaz.FieldByName('IdInstrument').AsString := DataModule2.TableInstr.FieldByName('IdInstrument').AsString;
DataModule2.TableSvaz.Post;
end;
procedure TForm5.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
DataModule2.TableSvaz.Cancel;
end;
end.

```

Диаграмма, иллюстрирующая логику действий в программе:

- Добавление записи в таблицу после нажатия кнопки «Добавить» (соответствует процедуре `Button1Click`).
- Удаление записи из таблицы (соответствует процедуре `Button2Click`).
- Добавление записи в таблицу после двойного щелчка по ней (соответствует процедуре `DBGrid1DbClick`).
- Закрытие окна (соответствует процедуре `FormClose`).

Приведем еще один фрагмент кода программы, описывающий переименование группы в дереве производимой продукции.

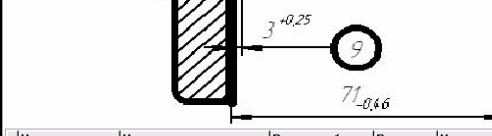
```

procedure TMainForm.N7Click(Sender: TObject);
var
s: string;
begin
if SelectNode = nil then
Exit;
s := InputBox('Переименование группы', 'Введите новое наименование', SelectNode.Text);
//если ни какой пункт не выбран, тогда
//выходим из процедуры
//показать диалог ввода нового названия пункта
//и если "ОК", тогда сохраняем новое название

в переменной "s"
with DataModule2.TableDirect do
записи
try
Edit;
(TableDirect) в режим редактирования
FieldValues['DirName'] := s;
Post;
//конструкция with ... do ... - сокращение
//конструкция try ... except ... end - обработка
ошибок
//переключение выбранной в таблице строки
возникновение ошибки, например если такая запись уже существует
except
Cancel;
MessageDlg('Невозможно изменить наименование !!!', mtInformation, [mbYes], 0);
//отмена изменений в таблице
//показать сообщение об ошибке
Exit;
//выход из процедуры
end;
//если ошибки не возникло, тогда
SelectNode.Text := s;
//переписываем название выделенного пункта
end;
end.

```

В текущем состоянии главное окно программы имеет следующий вид (рисунок 2.126).



Номер операции	Наименование операции	Разряд рабочего	Расценка	Норма времени выполнения операции	Время выполнения операции
005	Токарная	1	5,00р.	00:05:00.000	00:04:55.453
010	Сверлильная	1	15,35р.	00:23:00.000	00:25:00.008
015	Зенковка	1	5,00р.	00:03:00.000	00:02:56.236
020	Шлифрезерная	1	10,00р.	00:10:00.000	00:10:00.000

Время выполнения операции:
Отклонение от норматива: 00:00:04.547
Суммарное время выполнения операций: 00:53:00.000

Выход

Рисунок 2.163 – Заполненная таблица операций и информация о времени их выполнения

7. Сформируем карточку учета операций. Для этого воспользуемся сочетанием клавиш Ctrl+P. В результате открывается Internet Explorer, в котором создана искомая карточка (рисунок 2.163).

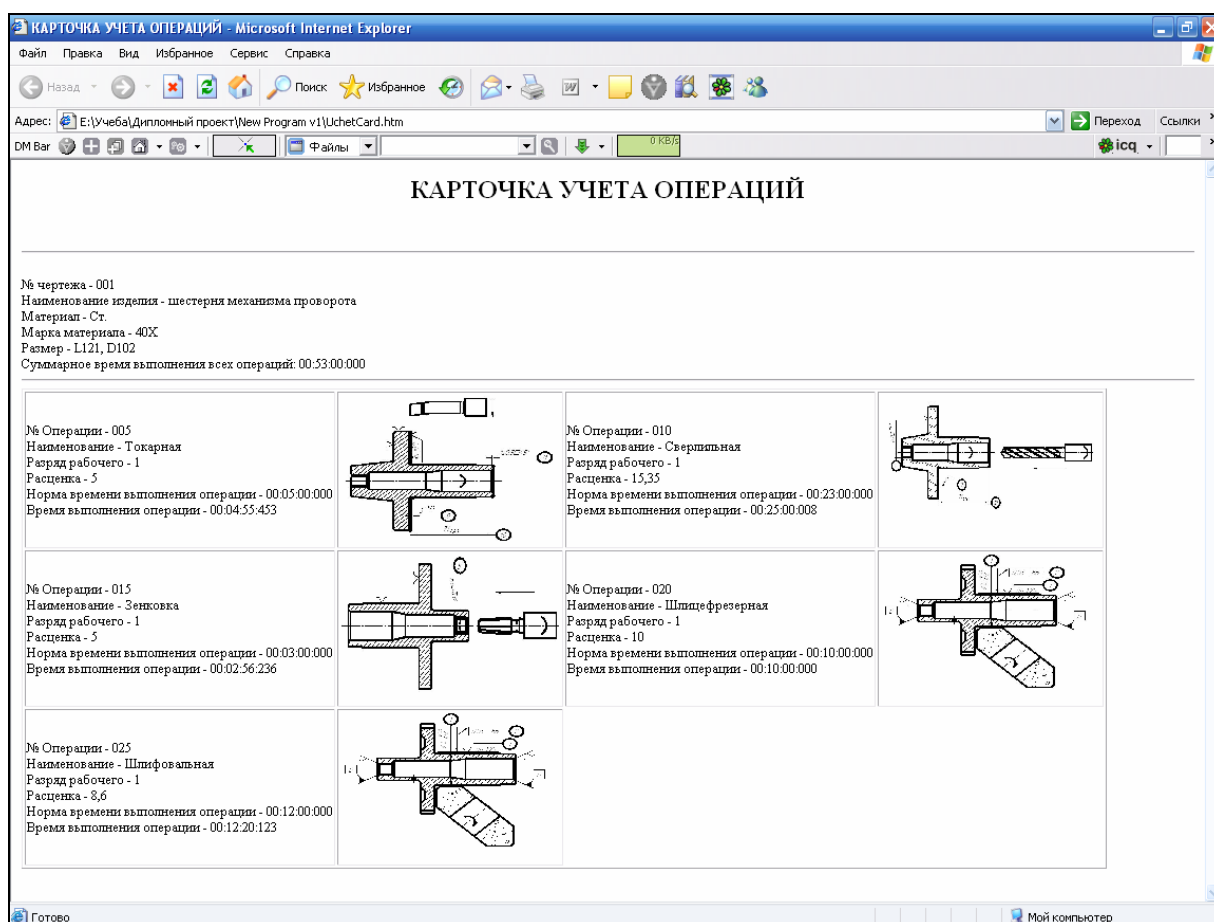


Рисунок 2.163 – Карточка учета операций

Как видно из этого рисунка, карточка учета операций содержит информацию о детали и набор операционных эскизов с характеристиками соответствующих операций. Первая операция расположена сверху слева, вторая – сверху, справа, третья – под первой, справа от нее – четвертая и т. д.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Служебное назначение деталей

Деталь «крышка прибора ночного видения» – пластмассовое изделие, образующее всборе с двумя полукорпусами корпус прибора ночного видения. Для изготовления такой детали необходима пресс-форма. Основными элементами пресс-формы являются матрица и пуансон. Это две детали, соприкасающиеся между собой и повторяющие в своих поверхностях часть геометрии исходной детали. Такие поверхности – активные или формообразующие. Пресс-форма состоит из двух размыкающихся частей, к одной из которых принадлежит матрица, к другой – пуансон. При смыкании пресс-формы матрица и пуансон создают между своими формообразующими поверхностями пространство, точно повторяющее геометрию детали с поправкой на усадку литейного материала. Литейный материал (пластмасса) заливается в замкнутую пресс-форму и заполняет это пространство, после чего, постепенно охлаждаясь, приобретает форму твердого тела с геометрией исходной детали. После этого пресс-форма размыкается и готовая деталь извлекается из нее.

3.2 Заготовка и метод ее получения

Заготовки для матрицы и пуансона получают вырезкой из куска металла. Марка материала заготовок – сталь 40Х. габаритные размеры: для матрицы – 40х135х145, для пуансона – 40х80х100 мм.

3.3 Расчет припусков и промежуточных размеров для фрезерования формообразующих поверхностей детали

Расчетная схема представлена на рисунке 3.1.

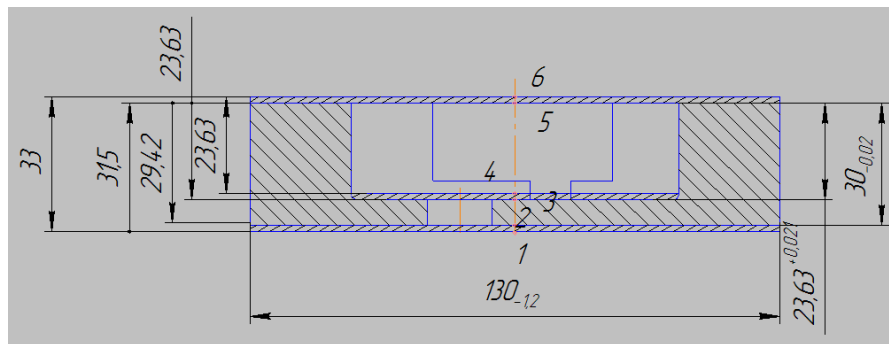


Рисунок 3.1 – Расчетная схема

1. Заполняем таблицу исходных данных (рисунок 3.2), вводим конструкторские размеры (рисунок 3.3).

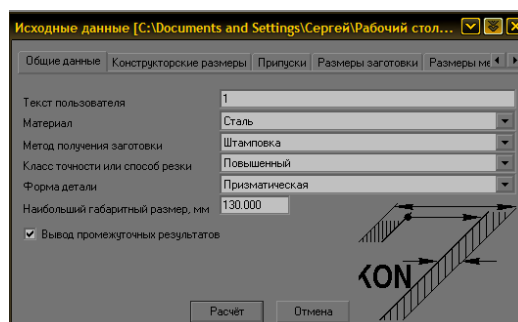


Рисунок 3.2 – Ввод исходных данных

N	Левая ...	Правая ...	Максимальное ...	Минимальное ...
P1	2	5	30.000	28.980
P2	3	5	23.651	23.630

Buttons: Расчёт, Отмена

Рисунок 3.3 – Ввод конструкторских размеров

2. Заполняем закладки «припуски» (рисунок 3.4), «размеры заготовки» (рисунок 3.5) и «размеры механообработки» (рисунок 3.6).

N	Новая ...	Старая ...	Минимальное ...
Z1	1	2	
Z2	3	4	
Z3	5	6	

Buttons: Расчёт, Отмена

Рисунок 3.4 - Припуски

N	Левая ...	Правая ...	Система ...	Допуск	Верхнее ...	Нижнее ...	Габ.
A1	1	6	Вал	Стандартный			
A2	4	6	Вал	Стандартный			

Buttons: Расчёт, Отмена

Рисунок 3.5 – Размеры заготовки

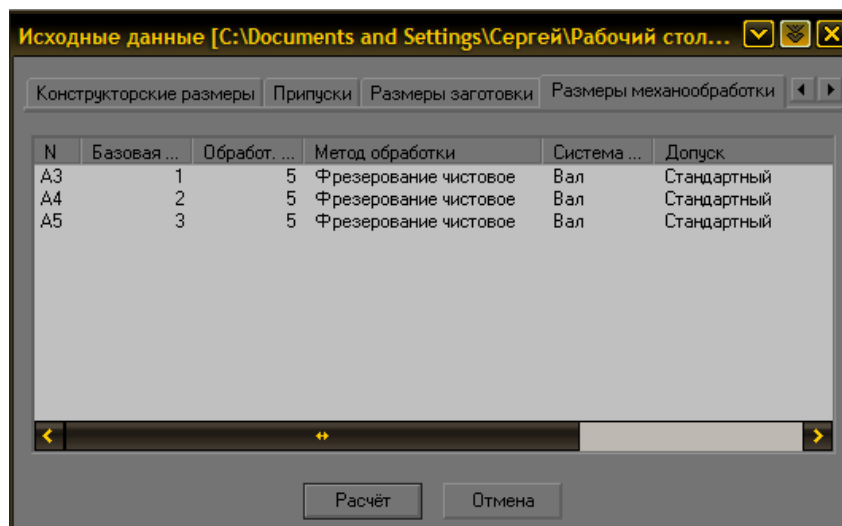


Рисунок 3.6 – Размеры механообработки

Нажимаем кнопку «расчет» и появляются результаты.

Результаты расчета технологических размерных цепей
Кафедра ТМС ЯГТУ, (С) Калачев О.Н., 2000 **** KON7 ****

З а к а з ч и к 1

Таблица 1

Распечатка введенных исходных данных (проверьте правильность ввода!)

Сведения о заготовке:

Материал..... сталь
Способ получения..... штамповка повыш.точности
Класс (степень) точности.. ---
Габаритный размер..... 130.000

Замыкающие звенья				Составляющие звенья				Габа	Отклонения
Р-черт.размер. Z-припуск								риты	допуска
								обра	пользователя
зве- но	гра- ницы	Предел.значения	зве- но	гра- ницы	метод обработки	сист	бот.	допу	пове
		max min		O-->	наименование	код	ска	рхн.	верх. нижнее
P1	2 5	30.000 28.500	A1	1 6	штамповка повыш. точности	22	вал	2	0.000 0.000
P2	3 5	23.651 23.150	A2	4 6	штамповка повыш. точности	22	вал	2	0.000 0.000
Z1	1 2	0.000 0.000	A3	1 5	фрезер-ечистовое	84	вал	2	0.000 0.000
Z2	3 4	0.000 0.000	A4	2 5	фрезер-ечистовое	84	вал	2	0.000 0.000
Z3	5 6	0.000 0.000	A5	3 5	фрезер-ечистовое	84	вал	2	0.000 0.000

Блок 1

Блок 2

Блок 3

Таблица 2

Результаты расчета - уравнения размерных цепей

Номер решения	Неизв. звено	Уравнения в символьной форме
1	A4	P1=+A4
2	A5	P2=+A5
3	A3	Z1=-A4+A3
4	A1	Z3=-A3+A1
5	A2	Z2=-A2-A3+A1+A5

Блок 4

** Информация о ходе расчёта технологических размеров при решении разм. цепей **

Program KON7 О.Н.Калачев-2000

Решается разм. цепь 1 типа "Р" с неизв. звеном A4 , код метода получения= 84

с о с т а в ц е п и :

увелич. звено A4 : max= 0.000 min= 0.000

замык. звено - констр. размер P1 : max= 30.000 min= 28.500

результаты расчёта звена A4 : max= 30.000 min= 28.500

следовательно, расч. допуск= 1.500

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
системой= 0.084 : верхн. откл.= 0.084 нижн. откл.= 0.000
принимаем расчётный размер звена A4 с учётом технолог. допуска:
номинал= 28.500 max= 28.584 min= 28.500

Решается разм. цепь 2 типа "P" с неизв. звеном A5 , код метода получения= 84
с о с т а в ц е п и :
увелич. звено A5 : max= 0.000 min= 0.000
замык. звено - констр. размер P2 : max= 23.651 min= 23.150
результаты расчёта звена A5 : max= 23.651 min= 23.150
следовательно, расч. допуск= 0.501

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
системой= 0.084 : верхн. откл.= 0.084 нижн. откл.= 0.000
принимаем расчётный размер звена A5 с учётом технолог. допуска:
номинал= 23.150 max= 23.234 min= 23.150

Решается разм. цепь 3 типа "Z" с неизв. звеном A3 , код метода получения= 84
припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.100
с о с т а в ц е п и :
уменьш. звено A4 : max= 28.584 min= 28.500
увелич. звено A3 : max= 0.000 min= 0.000

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
системой= 0.084 : верхн. откл.= 0.084 нижн. откл.= 0.000
расчётный размер звена A3 :
номинал= 28.684 max= 28.768 min= 28.684

Решается разм. цепь 4 типа "Z" с неизв. звеном A1 , код метода получения= 22
припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.400
с о с т а в ц е п и :
уменьш. звено A3 : max= 28.768 min= 28.684
увелич. звено A1 : max= 0.000 min= 0.000

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
системой= 2.000 : верхн. откл.= 0.800 нижн. откл.= -1.200
расчётный размер звена A1 :
номинал= 30.368 max= 31.168 min= 29.168

Решается разм. цепь 5 типа "Z" с неизв. звеном A2 , код метода получения= 22
припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.400
с о с т а в ц е п и :
уменьш. звено A2 : max= 0.000 min= 0.000
уменьш. звено A3 : max= 28.768 min= 28.684
увелич. звено A1 : max= 31.168 min= 29.168
увелич. звено A5 : max= 23.234 min= 23.150

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый
системой= 2.000 : верхн. откл.= 0.800 нижн. откл.= -1.200
расчётный размер звена A2 :
номинал= 22.350 max= 23.150 min= 21.150

Таблица 3

Результаты расчета технологических РЦ ЯГТУ, С Калачев О.Н., 2000 ** KON7 **

Замыкающие звенья					Составляющие звенья						
Р-черт.размер, Z-припуск											
Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Предел.значения		Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Метод обработки	Номинал	Отклонения			
		max	min					Верхнее	Нижнее		
P1	2 5	30.000	28.500	A1	6 1	штамповка повыш. точности	30.368	0.800	-1.200		
P2	3 5	23.651	23.150	A2	4 6	штамповка повыш. точности	22.350	0.800	-1.200		
Z1	1 2	---	0.100	A3	1 5	фрезер-ечистовое	28.684	0.084	0.000		
Z2	3 4	---	0.400	A4	2 5	фрезер-ечистовое	28.500	0.084	0.000		
Z3	5 6	---	0.400	A5	5 3	фрезер-ечистовое	23.150	0.084	0.000		

Конец заказа 1 *** KON7 *** 2000
Конец задания.....KON7 2000

3.4 Расчет режимов резания

1. Открываем программу KONCUT и последовательно заполняем вкладки в новом окне: указываем материал заготовки (рис. 3.7), параметры станка (рис. 3.8) и режущего инструмента (рис. 3.9), технико-экономические параметры (рис. 3.10) и содержание операции (рис. 3.11):

The screenshot shows the 'KON3 Фрезирование' window with the 'Материал заготовки' (Workpiece material) tab selected. The 'Заказчик' (Customer) tab is also visible. The 'Материал заготовки' dropdown menu is set to 'Углеродистая сталь' (Carbon steel). The 'Твёрдость материала (HB)' (Material hardness (HB)) field is set to 195. At the bottom, there are 'Расчёт' (Calculate) and 'Отмена' (Cancel) buttons.

Заказчик	Материал заготовки	Станок	Режущий инструмент	Технико-экономические параметры
	Углеродистая сталь			
Твёрдость материала (HB) 195				

Расчёт Отмена

Рисунок 3.7 – Материал заготовки

The screenshot shows the 'KON3 Фрезирование' window with the 'Станок' (Machine) tab selected. The 'Тип станка' (Machine type) dropdown is set to 'Вертикально-фрезерный' (Vertical milling machine). The 'Название станка' (Machine name) field is set to '6P13PФ3'. The following parameters are listed in a table:

Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин	40
Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин	2000
Минимальная величина подачи (Sm min), мм/мин	10
Максимальная величина подачи (Sm max), мм/мин	1200
Число ступеней ряда частоты вращения (Kn)	18
Число ступеней геометрического ряда подач (Ks)	18
Мощность электродвигателя станка (N), кВт	7.5
Коэффициент полезного действия (КПД)	0.75

At the bottom, there are 'Расчёт' (Calculate) and 'Отмена' (Cancel) buttons.

Рисунок 3.8 – Параметры станка

The screenshot shows the 'KON3 Фрезирование' window with the 'Режущий инструмент' (Cutting tool) tab selected. The 'Тип фрезы' (Tool type) dropdown is set to 'Торцевая' (End mill). The 'Материал режущей части' (Tool material) dropdown is set to 'Быстрорежущая сталь' (High-speed steel). The following parameters are listed in a table:

Подача на один зуб фрезы (Sz), мм	0.01
Число зубьев фрезы (z)	4
Диаметр фрезы (D), мм	6
Угол в плане торцевой фрезы (Fi), град	45

At the bottom, there are 'Расчёт' (Calculate) and 'Отмена' (Cancel) buttons.

Рисунок 3.9 – Режущий инструмент

KON3 Фрезерование

Режущий инструмент | **Технико-экономические параметры** | Содержание опе...

Время на отдых + Время на обслуживание (Аотд+Аобс), %	5.5
Вспомогательное время (Твс), мин	0.05
Стоимость инструмента за период его стойкости (СИ), руб	30
Средняя стоимость одной станко-минуты (Е), руб	1.66

Расчёт Отмена

Рисунок 3.10 – Техничко-экономические параметры

KON3 Фрезерование

Технико-экономические параметры | **Содержание операции**

Содержание операции: Фрезерование плоскостей и уступов

Глубина фрезерования (t), мм	2.000
Ширина фрезерования (B), мм	6.000
Длина резания (Lрез), мм	767.630
Длина рабочего хода (Lрх), мм	9211.560

Расчёт Отмена

Рисунок 3.11 – содержание операции

2. Результаты расчета:

Ярославский государственный технический университет
 Кафедра технологии машиностроения. Программа KONCUT (С) Калачёв О.Н., 2000
 KON3 Расчёт технико-экономических показателей
 режима резания (фрезерования)

Исходные данные для расчёта

– См. Калачёв О.Н., Силицын В.Т. Применение ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения. Ярославль, ЯПИ, 1989.– 87 с.

Заказчик: студент группы МТ – 57 Ваганов С. Б.

Материал заготовки Углеродистая сталь
 Твёрдость материала, HB 195

Тип станка Вертикально-фрезерный
 Название станка 6P13PФ3

Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин 40.000
 Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин 2000.000
 Минимальная величина подачи (Sm min), мм/мин 10.000
 Максимальная величина подачи (Sm max), мм/мин 1200.000
 Число ступеней ряда частоты вращения (Kn) 18
 Число ступеней геометрического ряда подач (Ks) 18
 Мощность электродвигателя станка (N), кВт 7.5
 Коэффициент полезного действия (КПД) 0.75

Тип фрезы Торцевая
 Материал режущей части Твёрдый сплав Т15К6
 Подача на один зуб фрезы (Sz), мм 0.010
 Число зубьев фрезы (z) 4
 Диаметр фрезы (D), мм 6.00
 Угол в плане торцевой фрезы (Fi), град 45

Время на отдых + Время на обслуживание (Aотд+Aобс), % 5.50
 Вспомогательное время (Tвс), мин 0.1
 Стоимость инструмента за период его стойкости (СИ), руб .. 30.00
 Средняя стоимость одной станко-минуты (Е), руб 1.66

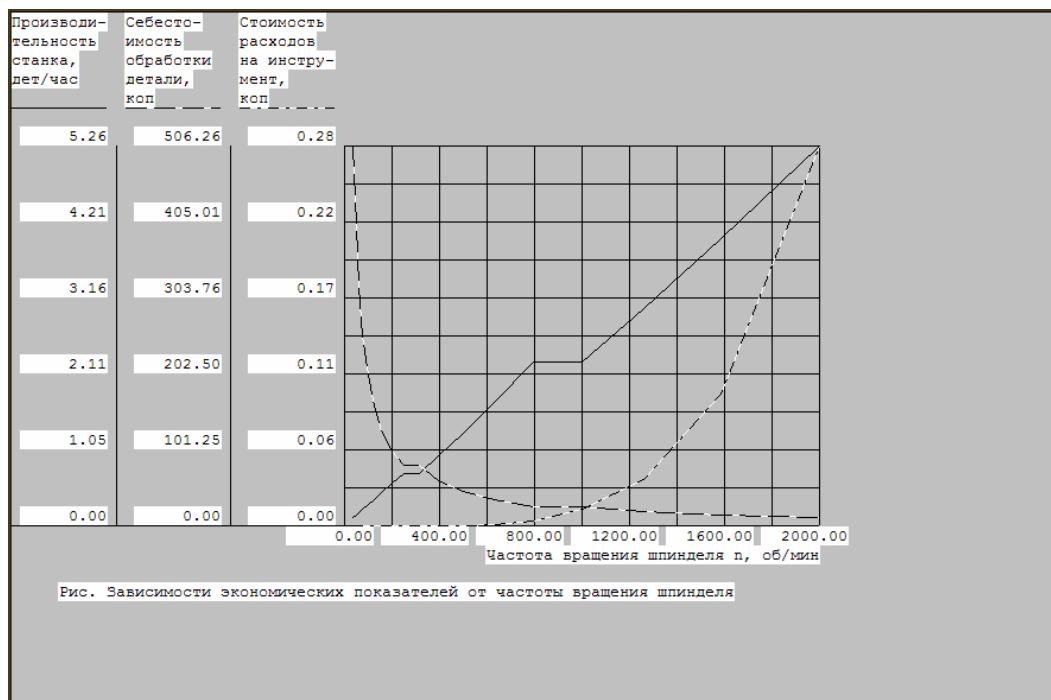
Содержание операции Фрезерование плоскостей и уступов
 Глубина фрезерования (t), мм 2.000
 Длина резания (Lрез), мм 767.630
 Ширина фрезерования (B), мм 6.000
 Длина рабочего хода, мм 9211.560

Результаты расчёта по программе KONCUT

Номер Ва- рианта	Частота вращения шпинделя, об/мин	Производи- тельность станка, дет/час	Себестоимость обработки детали, коп	Стоимость расходов на инструмент, коп	Машинное время, мин
1 *	40.000	0.01	6073.98	0.00	5757.22
2 *	50.350	0.01	4825.43	0.00	4573.76
3 *	63.378	0.02	3833.53	0.00	3633.58
4 *	79.777	0.02	3045.53	0.00	2886.66
5 *	100.419	0.02	2419.51	0.00	2293.27
6 *	126.403	0.03	1922.17	0.00	1821.86
7 *	159.110	0.04	1527.07	0.00	1447.36
8 *	200.279	0.05	1213.19	0.00	1149.84
9	252.101	0.06	971.93	0.00	921.16
10	317.333	0.06	971.93	0.00	921.16
11	399.442	0.08	733.40	0.00	695.07
12	502.798	0.11	553.43	0.00	524.47
13	632.897	0.14	417.62	0.00	395.75
14	796.659	0.19	315.15	0.00	298.62
15	1002.794	0.19	315.16	0.01	298.62
16	1262.267	0.25	237.86	0.03	225.32
17	1588.878	0.33	179.58	0.10	170.02
18	2000.000	0.44	135.74	0.28	128.29
Номер Ва- рианта	Штучное время, мин	Стойкость инстру- мента, дет	Минутная подача, мм/мин	Скорость резания, мм/мин	Мощность резания, кВт
1 *	6073.98	6152411849.56	1.600	0.75	0.01
2 *	4825.43	2546793383.40	2.014	0.95	0.01
3 *	3833.53	1044183102.93	2.535	1.19	0.01
4 *	3045.53	423920658.81	3.191	1.50	0.01
5 *	2419.51	170373840.22	4.017	1.89	0.02
6 *	1922.17	67766004.93	5.056	2.38	0.02
7 *	1527.07	26667737.65	6.364	3.00	0.03
8 *	1213.19	10379933.04	8.011	3.77	0.03
9	971.93	3978736.92	10.000	4.75	0.04
10	971.93	1356061.40	10.000	5.98	0.04
11	733.40	522942.77	13.253	7.53	0.05
12	553.43	199086.47	17.563	9.47	0.06
13	417.62	74793.47	23.276	11.92	0.07
14	315.15	27716.09	30.847	15.01	0.09
15	315.15	8921.89	30.847	18.89	0.09
16	237.82	3217.98	40.881	23.78	0.11
17	179.48	1143.28	54.179	29.93	0.14
18	135.47	399.88	71.801	37.68	0.18

* Минутная подача стола, требуемая для обеспечения заданной подачи на 1 зуб фрезы при текущем значении частоты вращения, не попадает в интервал подач выбранного станка

Мощность резания превышает мощность станка



3.5 Расчет норм времени

Так как обработка производится на станке с ЧПУ и моделируется в Cimatron E, то время выполнения операции можно увидеть при симуляции обработки. Так обработка матрицы занимает 1 час 25 секунд (рисунок 3.12).

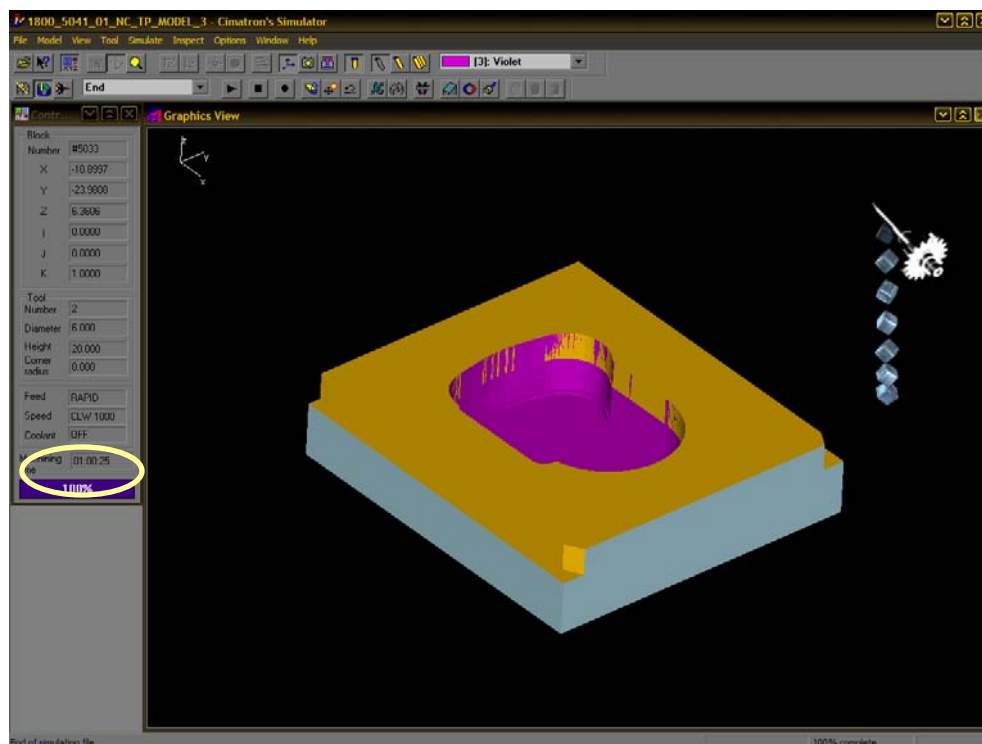


Рисунок 3.12 – Время NC-обработки

3.6 Оформление маршрутных карт средствами САПР ТП

Автопроект

Маршрутные карты ТП оформим в среде САПР ТП Автопроект. Для этого открываем Автопроект-Технология и последовательно вводим информацию обо всех операциях ТП по образцу, показанному на рисунке 3.13.

Рисунок 3.13 – Редактор записи Автопроект

Окончательный список операций на обработку детали «пуансон» представлен на рисунке 3.14.

Номер операции	Операция	Модель станка	Номер цеха	Т. шт.
085	Слесарная		21	
080	Слесарная		21	0.5
075	Слесарная		21	
070	Электроэрозионная		21	5
065	Фрезерная		21	20
060	Расточная		21	5
055	Шлифовальная		21	0.556
050	Пескоструйная		21	0.05
045	Термическая		21	0.167
040	Слесарная		21	
035	Расточная		21	6
030	Фрезерная		21	1.5
025	Разметочная		21	0.2
020	Шлифовальная		21	0.4
015	Фрезерная			0.4
010	Термическая			0.416
005	Заготовительная			0.167

Рисунок 3.14 – Операции ТП механической обработки пуансона

После этого запускаем мастер формирования технологической документации (рисунок 3.15).

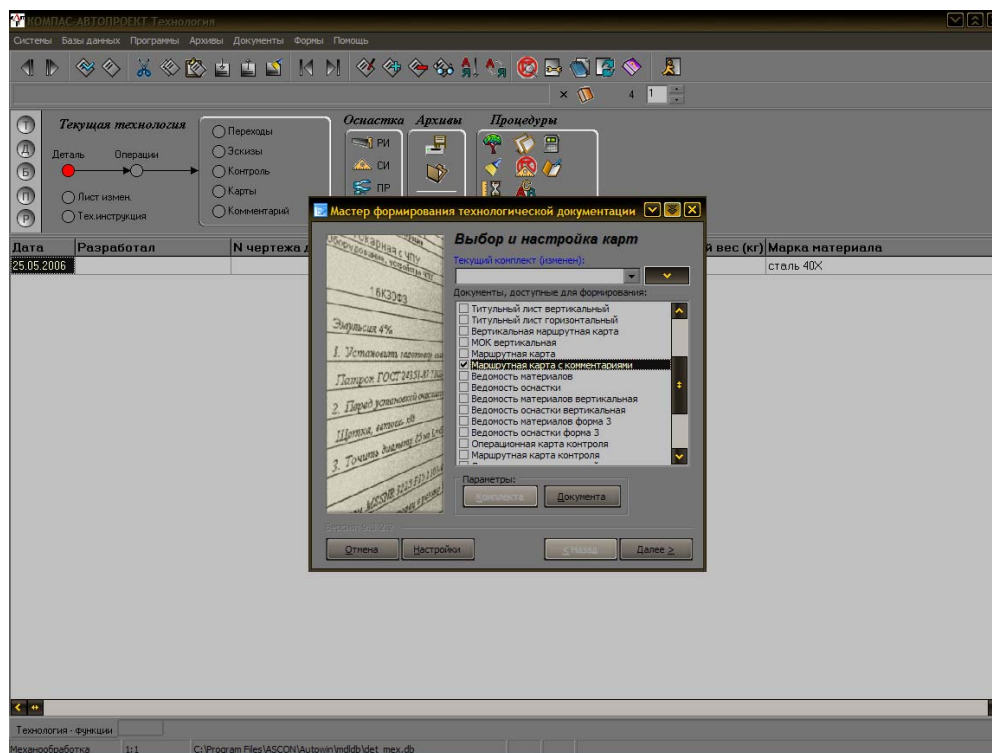


Рисунок 3.15 – Мастер формирования технологической документации

Этот мастер формирует нам комплект маршрутных карт в среде MS Office Excel. Маршрутные карты ТП приведены в приложении.

4 ОХРАНА ТРУДА

Техника безопасности - это правила и способы, которые позволяют избежать опасности для жизни и здоровья человека при работе на компьютере и позволяют работать с компьютером без опасности для него, т. е. сохранить этот дорогостоящий инструмент.

Как и все приборы потребляющие электроэнергию, компьютер испускает электромагнитное излучение, причём из бытовых приборов, с ПК по силе этого излучения могут сравниться разве что микроволновая печь или телевизор, однако в непосредственной близости с ними мы не проводим очень много времени, а электромагнитное излучение имеет меньшее воздействие с увеличением расстояния от источника до объекта. Таким образом компьютер является самым опасным источником электромагнитного излучения.

4.1 Анализ вредных и опасных факторов при работе с компьютером

Влияние электромагнитного излучения.

В настоящее время о влиянии электромагнитного излучения на организм человека, практически ни чего не известно, да и за компьютерами мы сидим пока лет 20. Однако некоторые работы и исследования в этой области определяют возможные факторы риска, так например считается что электромагнитное излучение может вызвать расстройства нервной системы, снижение иммунитета, расстройства сердечно-сосудистой системы и аномалии в процессе беременности и соответственно пагубное воздействие на плод.

Электростатическое поле, ионизация, вредные вещества в воздухе.

При работе, компьютер образует вокруг себя электростатическое поле, которое деионизирует окружающую среду, а при нагревании платы и корпус монитора испускают в воздух вредные вещества. Всё это делает воздух очень сухим, слабо ионизированным, со специфическим запахом и в общем "тяжёлым" для дыхания. Естественно, что такой воздух не может быть полезен для организма и может привести к заболеваниям аллергического характера, болезням органов дыхания и другим расстройствам.

Монитор и зрение.

В связи с тем, что монитор находится на близком расстоянии, мышцы глаза управляющие хрусталиком находятся в постоянном напряжении. Помимо этого, дополнительное напряжение глаз создаётся принципом работы монитора т.е., обычно глаз воспринимает отражение света от предметов, монитор же, сам является источником света. К этому прибавим мерцание (в случаях если частота регенерации монитора менее 75 кадров в секунду), очень редкое моргание глаза, блики на экране и т.д. и получим все предпосылки к развитию близорукости, ухудшению зрения, быстрой усталости глаз и другим расстройствам.

Несмотря на скрытый намек предыдущих строк, о том, как все на самом деле плохо, попробуем максимально объективно сравнить преимущества и недостатки обоих типов мониторов в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Сравнение преимуществ и недостатков двух типов мониторов

Основные факторы, отрицательно влияющие на зрение, здоровье	Монитор на основе электронно-лучевой трубки	Монитор на основе активной матрицы (жидкокристаллический монитор)
Радиационное излучение	да	нет
Является прибором активного контраста	да	да

Зависим ли от освещенности рабочего места	да	да
Зависимость от несовершенства способов создания изображения на экране монитора	да	практически отсутствует
Яркости изображения	достаточная	ниже чем в ЭЛТ
Возможность наличия бликов	да	да
Несоблюдение расстояния от глаз до монитора	да	да
Зависимость от положения дисплея	да	да
Недостаточная частота обновления	нет	да
Длительная неподвижность глазных и внутриглазных мышц	да	да
Длительная работа требует сосредоточенности (напряженность глаз)	да	да
Мерцание изображения	да	нет

В данном разделе будем рассматривать охрану труда работников, занятых эксплуатацией ПК (далее операторов): операторов ПК, работа которых связана с приемом и вводом информации, наблюдением и корректировкой решаемых задач по готовым программам; программистов, занятых на ПК разработкой, проверкой, отладкой программ; инженеров и техников ЭВМ и ПК, выполняющих профилактические и ремонтные работы, устанавливающих причины сбоев, работающих со схемами и другой техдокументацией; пользователей ПК, совмещающих работу оператора с основной работой и занятыми работой с ПК менее половины своего рабочего времени.

Работа оператора ПК относится к категории работ, связанных с опасными и вредными условиями труда. В процессе труда на оператора ПК оказывают действие следующие опасные и вредные производственные факторы:

физические:

- повышенные уровни электромагнитного излучения;
- повышенные уровни рентгеновского излучения;
- повышенные уровни ультрафиолетового излучения;
- повышенный уровень инфракрасного излучения;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны;
- повышенное содержание положительных аэроионов в воздухе рабочей зоны;
- пониженное содержание отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны;
- пониженная или повышенная влажность воздуха рабочей зоны;
- пониженная или повышенная подвижность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума;
- повышенный или пониженный уровень освещенности;
- повышенный уровень прямой блескости;
- повышенный уровень отраженной блескости;
- повышенный уровень ослепленности;
- неравномерность распределения яркости в поле зрения;

- повышенная яркость светового изображения;
- повышенный уровень пульсации светового потока;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- химические:
 - повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокси углерода, озона, аммиака, фенола, формальдегида и полихлорированных бифенилов;
- психофизиологические:
 - напряжение зрения;
 - напряжение внимания;
 - интеллектуальные нагрузки;
 - эмоциональные нагрузки;
 - длительные статические нагрузки;
 - монотонность труда;
 - большой объем информации, обрабатываемой в единицу времени;
 - нерациональная организация рабочего места;
- биологические:
 - повышенное содержание в воздухе рабочей зоны микроорганизмов.

К работам оператором, программистом, инженером и техником ПК, пользователем ПК допускаются:

- лица не моложе 18 лет, прошедшие обязательный при приеме на работу и ежегодные медицинские освидетельствования на предмет пригодности для работы на ЭВМ, ПК и ВДТ в соответствии с требованиями приказа Минздрава РФ № 90 и совместно с Госкомсанэпиднадзором РФ № 280/88:
- прошедшие вводный инструктаж по охране труда;
- прошедшие обучение безопасным приемам и методам труда по программе, утвержденной руководителем предприятия, разработанной на основе Типовой программы, и прошедшие проверку знаний, в том числе по электробезопасности с присвоением 1-й квалификационной группы по электробезопасности;
- прошедшие курс обучения принципам работы с вычислительной техникой, а также по работе на персональном компьютере на конкретном программном обеспечении;
- инструктаж по охране труда на конкретном рабочем месте по данной инструкции.

Средствами индивидуальной защиты оператора для систем выпуска до 1986 г являются: белый хлопчатобумажный халат с антистатической пропиткой; экранный защитный фильтр класса «полная защита»; специальные спектральные очки. Современные ПК имеют встроенную защиту, и дополнительная защита оператору не требуется

Помещение с установленной вычислительной техникой перед началом и после окончания работы, должно быть проветрено, что обеспечивает улучшение качественного состава воздуха, в том числе и аэроионный режим;

Влажная уборка кабинета с вычислительной техникой должна производиться обязательно один раз в день, а при наличии больше пяти единиц – два раза.

С целью нормализации содержания аэроионов в воздухе рабочей зоны рекомендуется устанавливать в помещениях с ПК ионизаторы воздуха – «Люстры Чижевского» и использовать их согласно руководству по эксплуатации.

Требования безопасности при работе с компьютером регулируются санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.2.542-96 [22].

4.2 Требования безопасности при работе с компьютером

В данном разделе рассмотрим основные требования для предотвращения неблагоприятного воздействия на человека вредных факторов, сопровождающих работы с

видеодисплейными терминалами (далее - ВДТ) и персональными электронно-вычислительными машинами (далее - ПЭВМ) и определяют санитарно-гигиенические требования к:

- проектированию и изготовлению отечественных, и эксплуатации отечественных и импортных ВДТ на базе электронно-лучевых трубок (далее - ЭЛТ), используемых во всех типах электронно-вычислительных машин, в производственном оборудовании и игровых комплексах на базе ПЭВМ;
- проектированию, изготовлению отечественных и эксплуатации отечественных и импортных ВДТ и ПЭВМ;
- проектированию, строительству и реконструкции помещений, предназначенных для эксплуатации всех типов ЭВМ, ПЭВМ, производственного оборудования и игровых комплексов на базе ПЭВМ.
- обеспечению безопасных условий труда пользователей ВДТ и ПЭВМ.

4.2.1 Общие положения

Перед началом работы оператор обязан:

- вымыть руки с мылом;
- осмотреть и привести в порядок рабочее место;
- отрегулировать освещенность на рабочем месте, убедиться в достаточности освещенности, отсутствии отражений на экране, отсутствии встречного светового потока;
- проверить правильность подключения оборудования в электросеть;
- убедиться в наличии защитного заземления и подключения экранного проводника к корпусу системного блока (при наличии экрана);
- протереть салфеткой поверхность экрана и защитного фильтра (запрещается для протирки экрана использовать спирт и спиртосодержащие жидкости). Рекомендуются легкий раствор ПАВ (типа Fairy) в воде;
- убедиться в отсутствии дисков в дисководов процессора персонального компьютера;
- проверить правильность установки стола, стула, подставки для ног, пюпитра, положения оборудования, угла наклона экрана, положения клавиатуры и, при необходимости, произвести регулировку рабочего стола и кресла, а также расположение элементов компьютера в соответствии с требованиями эргономики и в целях исключения неудобных поз и длительных напряжений тела;

При включении компьютера оператор обязан соблюдать следующую последовательность включения оборудования:

- включить блок бесперебойного питания (если есть);
- включить периферийные устройства (принтер, монитор, сканер и др.);
- включить системный блок (процессор).

Оператору запрещается приступать к работе при:

- отсутствии на монитор гигиенического сертификата, включающего оценку визуальных параметров;
- отсутствии информации о результатах аттестации условий труда на данном рабочем месте или при наличии информации о несоответствии параметров данного оборудования требованиям санитарных норм;
- отсутствии защитного экранного фильтра класса «полная защита» для систем выпуска до 1986 года;
- отключенном заземляющем проводнике защитного фильтра;
- обнаружении неисправности оборудования (вскрытые розетки, оголенные провода, системный блок без крышки);
- отсутствии защитного заземления устройств ПК;
- отсутствии углекислотного или порошкового огнетушителя и аптечки первой помощи;

- нарушении гигиенических норм размещения ПК (при однорядном расположении менее 1 м от стен, при расположении рабочих мест в колонну на расстоянии менее 1,5 м, при размещении на площади менее 6 м² на одно рабочее место, при рядном размещении дисплеев друг к другу).

4.2.2 Требования безопасности во время работы с ПК

Оператор во время работы обязан:

- выполнять только ту работу, которая ему была поручена, и по которой он был проинструктирован;
 - в течение всего рабочего дня содержать в порядке и чистоте рабочее место;
 - держать открытыми все вентиляционные отверстия устройств;
 - при необходимости прекращения работы на некоторое время корректно закрыть все активные задачи;
 - отключать питание только в том случае, если оператор во время перерыва в работе на компьютере вынужден находиться в непосредственной близости от видеотерминала (менее 2 метров), в противном случае питание разрешается не отключать;
 - выполнять санитарные нормы и соблюдать режимы работы и отдыха;
 - соблюдать правила эксплуатации вычислительной техники в соответствии с инструкциями по эксплуатации;
 - при работе с текстовой информацией выбирать наиболее физиологичный режим представления черных символов на белом фоне;
 - соблюдать установленные режимом рабочего времени регламентированные перерывы в работе и выполнять в физкультпаузах и физкультминутках рекомендованные упражнения для глаз, шеи, рук, туловища, ног;
 - соблюдать расстояние от глаз до экрана в пределах 60-80 см.
- Оператору запрещается:
- вскрывать защитные кожухи вычислительной техники и периферийных устройств;
 - самостоятельно производить ремонт, заменять комплектующие детали вычислительной техники и периферийных устройств (за исключением замены картриджей);
 - самостоятельно изменять конфигурацию системных настроек, могущих повлиять на работоспособность оборудования и программного обеспечения
 - переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
 - загромождать верхние панели устройств бумагами и посторонними предметами;
 - допускать захламленность рабочего места бумагой в целях недопущения накопления органической пыли;
 - производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
 - производить отключение питания без выполнения штатных процедур завершения работы
 - производить частые переключения питания (после выключения питания необходимо выдерживать паузу не менее 30 сек. до включения); допускать попадание влаги на поверхность системного блока (процессора), монитора, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и др. устройств; включать сильно охлажденное (принесенное с улицы в зимнее время) оборудование ранее, чем через 4 часа после доставки;
 - Устанавливать режим работы монитора с частотой регенерации изображения менее 72 Гц.
 - Изменять настройки сетевых протоколов и оборудования ЛВС
 - Помещать вблизи системного блока и монитора устройства, являющиеся источниками магнитных полей, и не сертифицированных для работы в составе ПК;

- превышать величину количества обрабатываемых символов свыше 30 тыс. за 4 часа работы.

Оператор обязан:

- во всех случаях обнаружения обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений электрооборудования, появления запаха гари немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации руководителю и дежурному электрику;

- при наличии звуковых сигналов (непрерывный звук переменной тональности, непрерывный писк), подозрительных звуках издаваемых системным блоком (щелчки, скрежет, завывание), запаха гари от системного блока, монитора и других периферийных устройств, немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации руководителю и представителям отдела АСУ;

- при обнаружении человека, попавшего под напряжение, немедленно освободить его от действия тока путем отключения электропитания и до прибытия врача оказать потерпевшему медицинскую помощь;

- при любых случаях сбоя в работе технического оборудования программного обеспечения немедленно вызвать представителям АСУ, проинформировав о характере неисправности;

- в случае появления рези в глазах, резком ухудшении видимости - невозможности сфокусировать взгляд или навести его на резкость, появлении боли в пальцах и кистях рук, усилении сердцебиения немедленно покинуть рабочее место, сообщить о происшедшем руководителю работ и обратиться к врачу. Руководителю подразделения немедленно сообщить о происшествии в АСУ для анализа работы оборудования;

- при возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению очага пожара при помощи углекислотного или порошкового огнетушителя, вызвать пожарную команду и сообщить о происшествии руководителю работ.

4.2.3 Требования безопасности после окончания работы с ПК

По окончании работ оператор обязан соблюдать следующую последовательность выключения вычислительной техники:

- произвести закрытие всех активных задач;
- выполнить штатное завершение работы (для Windows);
- убедиться, что в дисководах нет дискет;
- выключить питание системного блока;
- выключить питание всех периферийных устройств;
- отключить блок бесперебойного питания и/или сетевой фильтр.

По окончании работ оператор обязан осмотреть и привести в порядок рабочее место и вымыть мылом руки и лицо.

4.2.4 Требования к видеодисплейным терминалам и персональным электронно-вычислительным машинам

1. Визуальные эргономические параметры ВДТ являются параметрами безопасности и их неправильный выбор приводит к ухудшению здоровья пользователей.

Все ВДТ должны иметь гигиенический сертификат, включающий в том числе оценку визуальных параметров.

2. Конструкция ВДТ, его дизайн и совокупность эргономических параметров должны обеспечивать надежное и комфортное считывание отображаемой информации в условиях эксплуатации.

3. Конструкция ВДТ должна обеспечивать возможность фронтального наблюдения экрана путем поворота корпуса в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси в пределах ± 30 градусов и в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси в пределах

± 30 градусов с фиксацией в заданном положении. Дизайн ВДТ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ВДТ и ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность одного цвета с коэффициентом отражения 0,4 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики. На лицевой стороне корпуса ВДТ не рекомендуется располагать органы управления, маркировку, какие-либо вспомогательные надписи и обозначения. При необходимости расположения органов управления на лицевой панели они должны закрываться крышкой или быть утоплены в корпусе.

4. Для обеспечения надежного считывания информации при соответствующей степени комфортности ее восприятия должны быть определены оптимальные и допустимые диапазоны визуальных эргономических параметров.

При проектировании и разработке ВДТ сочетания визуальных эргономических параметров и их значения, соответствующие оптимальным и допустимым диапазонам, полученные в результате испытаний в специализированных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке и подтвержденные соответствующими протоколами, должны быть внесены в техническую документацию на ВДТ.

5. При работе с ВДТ:

- для профессиональных пользователей необходимо обеспечивать значения визуальных параметров в пределах оптимального диапазона, для профессиональных пользователей разрешается кратковременная работа при допустимых значениях визуальных параметров. Оптимальные и допустимые значения визуальных эргономических параметров должны быть указаны в технической документации на ВДТ для режимов работы пользователей. При отсутствии в технической документации на ВДТ данных об оптимальных и допустимых диапазонах значений эргономических параметров эксплуатация ВДТ не допускается.

6. Конструкция ВДТ должна предусматривать наличие ручек регулировки яркости и контраста, обеспечивающие возможность регулировки этих параметров от минимальных до максимальных значений.

7. В технической документации на ВДТ должны быть установлены требования на визуальные параметры соответствующие действующим на момент разработки или импорта ГОСТ и признанным в Российской Федерации международным стандартам.

8. В целях обеспечения требований, установленных в п.5, а также защиты от электромагнитных и электростатических полей допускается применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты, прошедших испытания в аккредитованных лабораториях и имеющих соответствующий гигиенический сертификат.

9. Конструкция ВДТ и ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м. от экрана и корпуса ВДТ при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать $7,74 \times 10^{-4}$ А/кг, что соответствует эквивалентной дозе, равной 0,1 мбэр/час (100 мкР/час).

10. Конструкция клавиатуры должна предусматривать:

- исполнение в виде отдельного устройства с возможностью свободного перемещения;
- опорное приспособление, позволяющее изменять угол наклона поверхности клавиатуры в пределах от 5 до 15 градусов;
- высоту среднего ряда клавиш не более 30 мм;
- расположение часто используемых клавиш в центре, внизу и справа, редко используемых - вверху и слева;
- выделение цветом, размером, формой и местом расположения функциональных групп клавиш;
- минимальный размер клавиш - 13 мм, оптимальный - 15 мм;
- клавиши с углублением в центре и шагом 19 ± 1 мм;
- расстояние между клавишами не менее 3 мм;

- одинаковый ход для всех клавиш с минимальным сопротивлением нажатию 0,25 Н и максимальным - не более 1,5 Н;
- звуковую обратную связь от включения клавиш с регулировкой уровня звукового сигнала и возможности ее отключения.

4.2.5 Требования к организации режима труда при работе с ПК

Режимы труда и отдыха при работе с ПК должны организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности

Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы:

- группа А - работа по считыванию информации с экрана ПК с предварительным запросом;
- группа Б - работа по вводу информации;
- группа В - творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ПЭВМ и ВДТ следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ПК, которые определяются:

- для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60000 знаков за смену;
- для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену;
- для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ПК за рабочую смену, но не более 6 часов за смену.

Продолжительность обеденного перерыва определяется действующим законодательством о труде и Правилами внутреннего трудового распорядка предприятия

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей, на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы.

Время регламентированных перерывов в течение рабочей смены следует устанавливать в зависимости от ее продолжительности, вида и категории трудовой деятельности.

Продолжительность непрерывной работы с ПК без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе с ПК в ночную смену (с 22 до 6 часов), независимо от категории и вида трудовой деятельности, продолжительность регламентированных перерывов должна увеличиваться на 60 минут.

При 8-ми часовой рабочей смене и работе на ПК регламентированные перерывы устанавливаются следующим образом:

- для I категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;
- для II категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;
- для III категории работ через 1,5-2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

При работе более 8 часов регламентированные перерывы должны устанавливаться: впервые 8 часов работы аналогично перерывам при 8-ми часовой рабочей смене и 15 минут в каждый последующий час независимо от категории и вида работ.

Время регламентированных перерывов в зависимости от вида и категории трудовой деятельности устанавливается следующим образом (таблица 4.2):

Таблица 4.2 – Время регламентированных перерывов

Категория работы с ПК	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПК			Суммарное время регламентированных перерывов
	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, час	
I	До 20000	До 15000	До 2	30
II	До 40000	До 30000	До 4	50
III	До 60000	До 40000	До 6	70

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития утомления целесообразно выполнять комплексы упражнений, изложенные в Приложениях 16-18 СанПин 2.2.2.542-96.

С целью уменьшения отрицательного влияния монотонии целесообразно применять чередование операций ввода осмысленного текста и числовых данных (изменение содержания работ), чередование редактирования текстов и ввода данных (изменение содержания работы).

В случаях возникновения у работающих с ПК зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических, эргономических требований, режимов труда и отдыха руководителю подразделения следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работ с ПК коррекцию длительности перерывов для отдыха или проводить смену деятельности на другую, не связанную с использованием ПК.

Регламентированные перерывы рекомендуется проводить в отдалении от работающего оборудования (не менее 2 м) либо в специально оборудованных комнатах отдыха.

4.2.6 Требования, предъявляемые к помещениям

В помещении дисплейного кабинета будет однорядное расположение ЭВМ, расстояние до стен которых равно 1 м. Помещение имеет площадь, дающую 6 м² на одно рабочее место.

Помещение дисплейного кабинета имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через светопроемы, ориентированные на север. Коэффициент естественной освещенности (КЕО) составляет 1,25 %.

Площадь на одно рабочее место составляет 6 м², его объем – 21 м³. Помещение дисплейного класса расположено рядом с помещением для дежурного персонала и не граничит с помещениями, имеющими повышенный уровень шума и вибрации. Уровень шума не превышает 45 дБ. Звукоизоляция разделительных перегородок отвечает гигиеническим требованиям. Помещение оборудовано системой отопления и эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. В помещении обеспечены оптимальные параметры микроклимата, приведенные в таблице 4.3.

Примечания: к категории 1а относятся работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения, при которых расход энергии составляет до 120 ккал/ч; к категории 1б относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч.

Таблица 4.3 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений с персональными компьютерами

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С, не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	легкая – 1а	22 – 24	40 – 60	0,1
	легкая – 1б	21 – 23	40 – 60	0,1
Теплый	легкая – 1а	23 – 25	40 – 60	0,1
	легкая – 1б	22 – 24	40 – 60	0,2

Освещенность на поверхности рабочего стола составляет 400 лк. Неравномерность распределения яркости в поле зрения конструктора: между рабочими поверхностями составляет 3,5:1; между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования – 10:1.

В качестве источников искусственного освещения применяются люминесцентные лампы типа ЛБ, обеспечивающие наиболее близкий диапазон излучения света к солнечному. Коэффициент пульсации не превышает 5%, что обеспечивается применением высокочастотных пускорегулирующих аппаратов в газоразрядных светильниках. Характеристики освещения в рабочих помещениях приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Характеристики освещения в рабочих помещениях

Показатель:	Нормируемое значение
Коэффициент естественной освещенности (КЕО)	
в зонах с устойчивым снежным покровом	не ниже 1,2%
на остальной территории	не ниже 1,5%
Освещенность в зоне расположения рабочего документа для пользователей персональных компьютеров	300 – 500 лк
Наименьшая искусственная освещенность рабочих поверхностей в зоне обслуживания копировально-множительной техники	300 лк
Освещенность экрана монитора при местном освещении	не более 300 лк
Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения	не более 200 кд/м ²
Яркость бликов на экране монитора	не более 40 кд/м ²
Яркость потолка, при применении системы отраженного освещения	не более 200 кд/м ²
Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях, предназначенных для размещения рабочих мест пользователей персональных компьютеров	не более 20

Показатель ослепленности на рабочих местах пользователей копировально-множительной техники	не более 40
Показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях	не более 40
Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях	не более 200 кд/м ²

Конструкция кресла конструктора обеспечивает поддержание рациональной рабочей позы, и позволять изменение позы с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.

Кресло является подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра независима, легко осуществляемая и имеет надежную фиксацию.

Параметры рабочего сиденья:

- Ширина и глубина поверхности сиденья 450 мм;
- Регулировка высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм;
- Углы наклона вперед до 15° и назад 5°;
- Высота опорной поверхности спинки 300 мм, ее ширина 400 мм;
- Угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах 0... 30°;
- Стационарные подлокотники длиной 250 мм и шириной 60 мм;

Рабочее место имеет подставку для ног. Его ширина 350 мм, глубина 400 мм и регулировку по высоте в пределах 170 мм. Поверхность подставки рифленая и имеет по переднему краю бортик высотой 10 мм.

В помещении дисплейного класса ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Дисплейный кабинет должен быть оснащен аптечкой первой помощи и углекислотным огнетушителем.

4.2.7 Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе помещений эксплуатации ВДТ и ПЭВМ

1. В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений

2. В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.

3. В помещениях с ВДТ и ПЭВМ должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.

4. Для повышения влажности воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ следует применять увлажнители воздуха, заправляемые ежедневно дистиллированной или прокипяченной питьевой водой.

5. Помещения с ВДТ и ПЭВМ перед началом и после каждых двух часов работы, должны быть проветрены, что обеспечивает улучшение качественного состава воздуха, в том числе и аэроионный режим.

6. Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений с ВДТ и ПЭВМ должны соответствовать нормам.

7. Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является вспомогательной, не должно превышать "Предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны".

8. Содержание вредных химических веществ в производственных помещениях, работа на ВДТ и ПЭВМ в которых является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), не должно превышать "Предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест".

9. Содержание вредных химических веществ в воздухе помещений использования ВДТ и ПЭВМ не должно превышать среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха.

10. Запрещается проводить ремонт ВДТ и ПЭВМ непосредственно в рабочих, помещениях.

4.2.8 Требования к шуму и вибрации

1. В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является вспомогательной, уровни шума на рабочих местах не должны превышать значений, установленных для данных видов работ "Санитарными нормами допустимых уровней шума на рабочих местах".

2. При выполнении основной работы на ВДТ и ПЭВМ (диспетчерские, операторские, расчетные кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), во всех учебных и дошкольных помещениях с ВДТ и ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

В помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль, уровень шума не должен превышать 60 дБА.

В помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) уровень шума не должен превышать 65 дБА.

На рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин (АЦПУ, принтеры и т.п.) уровень шума не должен превышать 75 дБА.

3. При выполнении работ с ВДТ и ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений согласно "Санитарным нормам вибрации рабочих мест".

В производственных помещениях, в которых работа с ВДТ и ПЭВМ является основной вибрация на рабочих местах не должен превышать допустимых норм вибрации.

4. Шумящее оборудование (АЦПУ, принтеры и т.п.), уровни шума которого превышают нормированные, должно находиться вне помещения с ВДТ и ПЭВМ.

5. Снизить уровень шума в помещениях с ВДТ и ПЭВМ можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц для отделки помещений (разрешенных органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России), подтвержденных специальными акустическими расчетами.

Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15 - 20 см от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна.

4.2.9 Требования к освещению помещений и рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ.

1. Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ВДТ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

2. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

3. Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/кв.м.

4. Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ВДТ и ПЭВМ не должна превышать 40 кд/кв.м и яркость потолка, при применении системы отраженного освещения, не должна превышать 200 кд/кв.м.

5. Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20, показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях не более 40.

6. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ВДТ и ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 - 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

7. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

8. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении ВДТ и ПЭВМ. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализованно над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

9. Для освещения помещений с ВДТ и ПЭВМ следует применять светильники серии ЛПО36 с зеркализированными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА). Допускается применять светильники серии ЛПО36 без ВЧ ПРА только в модификации "Кососвет", а также светильники прямого света - П, преимущественно прямого света - Н, преимущественно отраженного света - В. Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

10. Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/кв.м, защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

11. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

12. Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1.4.

13. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%, что должно обеспечиваться применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. При отсутствии светильников с ВЧ ПРА лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

14. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ВДТ и ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

4.2.10 Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ

1. Общие требования.

1.1. Рабочие места с ВДТ и ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.

1.2. Схемы размещения рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

1.3. Рабочие места с ВДТ и ПЭВМ в залах электронно-вычислительных машин или в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

1.4. Оконные проемы в помещениях использования ВДТ и ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

1.5. Рабочие места с ВДТ и ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.

1.6. Шкафы, сейфы, стеллажи для хранения дисков, дискет, комплектующих деталей, запасных блоков ВДТ и ПЭВМ, инструментов, следует располагать в подсобных помещениях.

При отсутствии подсобных помещений допускается размещение шкафов, сейфов и стеллажей в помещениях непосредственного использования ВДТ и ПЭВМ при соблюдении требований к площади помещений и требований, изложенных в настоящем разделе.

1.7. В подсобных помещениях должны размещаться рабочий стол и радиомонтажный стол, оборудованный местным отсосом на телескопическом воздуховоде с шарнирным соединением, позволяющим устанавливать воздухоприемник в нужном положении, с исходной скоростью 5 - 6 м/с во всасывающей плоскости.

1.8. При конструировании оборудования и организации рабочего места пользователя ВДТ и ПЭВМ следует обеспечить соответствие конструкции всех элементов рабочего места и их взаимного расположения эргономическим требованиям с учетом характера выполняемой пользователем деятельности, комплексности технических средств, форм организации труда и основного рабочего положения пользователя.

1.9. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей (размер ВДТ и ПЭВМ, клавиатуры, пюпитра и др.), характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики.

1.10. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ВДТ и ПЭВМ, позволять изменять позу с

целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.

Тип рабочего стула (кресла) должен выбираться в зависимости от характера и продолжительности работы с ВДТ и ПЭВМ с учетом роста пользователя.

1.11. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

1.12. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

1.13. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

1.14. В помещениях с ВДТ и ПЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка.

1.15. Помещения с ВДТ и ПЭВМ должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями.

2. Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ для взрослых пользователей.

2.1. Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

2.2. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ВДТ и ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

2.3. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

2.4. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а так же - расстоянию спинки от переднего края сиденья.

Конструкция его должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углам наклона вперед до 15 град. и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30 градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 - 400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50 - 70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

2.5. Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

2.6. Рабочее место с ВДТ и ПЭВМ должно быть оснащено легко перемещаемым пуопитром для документов.

2.7. При организации рабочих мест для работы на технологическом оборудовании, в состав которых входят ВДТ или ПЭВМ (станки с программным управлением,

роботизированные технологические комплексы, гибкое автоматизированное производство, диспетчерские пульта управления и др.), следует предусматривать:

- пространство по глубине не менее 850 мм с учетом выступающих частей оборудования для нахождения человека-оператора;
- пространство для стоп глубиной и высотой не менее 150 мм и шириной не менее 530 мм;
- расположение устройств ввода-вывода информации, обеспечивающее оптимальную видимость экрана;
- легкую досягаемость органов ручного управления в зоне моторного поля: по высоте - 900 - 1300 мм, по глубине - 400 - 500 мм;
- расположение экрана ВДТ или ПЭВМ в месте рабочей зоны, обеспечивающее удобство зрительного наблюдения в вертикальной плоскости под углом ± 30 градусов от нормальной линии взгляда оператора, а также удобство использования ВДТ или ПЭВМ (ввод-вывод информации при корректировке основных параметров технологического процесса, отладка программ и др.) одновременно с выполнением основных производственных операций (наблюдение за зоной обработки на станке с программным управлением, при обслуживании роботизированного технологического комплекса и др.);
- возможность поворота экрана ВДТ или ПЭВМ вокруг горизонтальной и вертикальной осей.

2.8. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

4.2.11 Требования к организации медицинского обслуживания пользователей ВДТ и ПЭВМ

1. Профессиональные пользователи ВДТ и ПЭВМ должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры в порядке и в сроки, установленные Минздравмедпромом России и Госкомсанэпиднадзором России.

2. К непосредственной работе с ВДТ и ПЭВМ допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний.

3. Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с использованием ВДТ и ПЭВМ, не допускаются. Трудоустройство беременных женщин следует осуществлять в соответствии с "Гигиеническими рекомендациями по рациональному трудоустройству беременных женщин".

4.3 Стандарт ТСО-99

Все требования, предъявляемые к электронно-лучевым (CRT) мониторам, делятся на 6 основных категорий:

Влияние внешних магнитных полей – в электронно-лучевой трубке луч контролируется при помощи магнитных полей. Наличие рядом с работающим монитором источника радиомagnetного излучения может привести к интерференции и в конечном итоге - к разбалансировке изображения. Монитор должен обладать достаточной степенью защиты, чтобы такие проблемы не возникали в условиях его применения в офисе или дома.

Радиационное излучение – самый опасный для пользователя эффект работы за ЭЛТ-монитором. Чем ближе уровень излучения монитора к естественному фону, тем безопасней это для пользователя. Допустимый уровень излучения согласно ТСО-99 не должен превосходить 5000 наногрей в час.

Электростатический потенциал – возникает в результате разницы потенциалов между катодом ЭЛТ и окружающей средой на поверхности экрана. Допускается наличие потенциала в пределах 0,5 В.

Переменные электрические поля - возникают между объектами, обладающими разными электрическими потенциалами. В нашем случае это монитор, и, например, пользователь.

Переменные магнитные поля – справедливо тоже, что и для электрических полей.

Режим энергосбережения – это более актуально для западных пользователей, где электричество стоит гораздо выше нашего. Стандарт предусматривает два уровня энергосберегающей работы, с потреблением не более 15 и 5 Вт.

Эти категории объединяют свойства, которые характеризуют визуальную эргономичность монитора (четкость изображения и его стабильность) и безопасность работы пользователя. Четкость изображения оценивается по следующим параметрам:

Линейность – при выводе на экран матрицы изображения, элементы, образующие ее столбцы и строки, должны быть выстроены по прямым и необрывающимся линиям. Максимальное отклонение от прямой не должно быть более 1% на половину активного экрана (по ширине или по высоте);

Ортогональность – геометрически правильное построение перпендикулярных линий. Нарушения перпендикулярности горизонтальных и вертикальных линий приводит к появлению характерного явления "подушки". Среднее отклонение по высоте и ширине не должно быть не более 0.02, а по диагонали – 0.03;

Уровень яркости – обеспечение достаточной яркости экрана, при котором пользователю не пришлось бы напрягать глаза для того, чтобы понять, что же на экране отображается. Требуемое значение яркости – не менее 100 канделл на квадратный метр, а рекомендуемое – 125;

Равномерность освещения – обеспечение одинакового уровня яркости экрана. Сильная неоднородность может привести к ошибочному восприятию выводимой на экран информации. Этот параметр вычисляют как отношение максимальной яркости к минимальной. Допустимое значение параметра - 1.5:1, а рекомендуемое – 1.25:1;

Контрастность экрана – достаточная контрастность между отдельным экранным символом и его окружением. Символ, не отличающийся по яркости от фона, крайне трудно прочесть. Вычисляется этот параметр по формулам контрастной модуляции. Допустимое значение должно составлять не менее 0.5, а рекомендованное – 0.7;

Уровень отражения – условный коэффициент между фактической яркостью корпуса и стандартной яркостью для белого цвета. Здесь же учитывается степень отражения от стекла монитора. Чем ближе освещенность к номинальной, и чем меньше света отражается стеклом, тем удобней читать с монитора. ТСО-99 задает максимальный уровень отражения равным 30 единицам, а освещенность корпуса – не менее 20% от яркости экрана (рекомендован диапазон 20-75%);

Варьируемость температуры цвета – насыщенность белого света часто измеряют при помощи так называемой температуры цвета. Измеряется цветовая температура в градусах по шкале Кельвина. В зависимости от условий освещенности рабочего места ТСО-99 устанавливает несколько значений – 9300, 7500, 6500, 5000 градусов Кельвина;

Равномерность цвета – визуальная характеристика, описывающая, насколько однородно выглядит дисплей при 100% заливке его белым цветом. Стандарт допускает относительное смещение по шкалам RGB не более чем на 0.01, а рекомендует – 0.005.

Показатели стабильности изображения описывают, насколько монитору удастся сохранять статическое изображение неизменным. Именно в этот раздел внесены требования к частоте вертикальной развертки и рабочему разрешению (таблица 4.5):

Таблица 4.5 – Требования к частоте вертикальной развертки и рабочему разрешению

Диагональ	Разрешение	Допустимая	Рекомендуемая
14", 15"	800 x 600	85 КГц	100 КГц
17"	1024 x 768	85 КГц	100 КГц
19", 21"	1280 x 1024	85 КГц	100 КГц

Также в состав стандарта входят требования, предъявляемые к удобству настроек монитора.

4.4 Технические способы и средства, организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности при эксплуатации технических средств ИСЭ

В вычислительных центрах, включая дисплейные классы, лаборатории вычислительных средств и автоматизированные рабочие места, размещены ЗВМ, ПЭВМ, дисплеи, графопостроители и вспомогательное электрооборудование (кондиционеры, вентиляторы, светильники и т.п.). Их снабжают электроэнергией через сеть напряжением 380/220 В. При таком напряжении возможно возникновение электротравм (в том числе и со смертельным исходом), если не будут соблюдаться регламентированные требования электробезопасности.

Под электробезопасностью понимают систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электротока, электродуги, электромагнитного поля и статического и атмосферного электричества.

Электробезопасность в помещениях ВЦ согласно ГОСТ 12.1.019-79* должна обеспечиваться:

1. конструкцией ЭУ;
2. техническими способами и средствами защиты человека от поражения электротоком подразумевают следующие: защитные оболочки, защитные ограждения (временные и стационарные), безопасное расположение токоведущих частей, изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная), изоляция РМ, малое напряжение, защитное отключение, предупредительная сигнализация, блокировка и знаки безопасности.

Для защиты от поражения электротоком при прикосновении к металлическим нетокковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, рекомендуется применять следующие технические способы:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциалов;
- защитное отключение;
- изоляция токоведущих частей;
- электрическое разделение сети;
- малое напряжение;
- контроль изоляции и СНЗ.

К организационным и техническим мероприятиям по предупреждению поражения человека электротоком относятся: к работе в ЭУ допускают лиц не моложе 18 лет, прошедших медицинское освидетельствование, инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкции в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

Организационными мероприятиями являются:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность проведения работ;
- осуществление доступа к проведению работ;
- организация надзора за проведением работ;
- оформление окончания работы, перерывов, переводов на другие рабочие места, отдыха.

Все выбросы, сбросы, отходы и другие последствия хозяйственной и иной деятельности человека (в том числе и его быта) в конечном счете, сказываются на ОС.

В производственных условиях защита от пылевых и токсичных выбросов обеспечивается, прежде всего, уменьшением массы выбросов, их локализацией и удалением из воздуха помещений, а также методами очистки воздуха. При защите ОС и ее компонентов от загрязняющих веществ (ЗВ) используются: уменьшение массы выбросов, различные методы очистки выбросов, защита расстоянием и рассеиванием.

Помимо материальных ЗВ (пыли, токсичных веществ, твердых инертных отходов) большой группой загрязнений ОС являются энергетические воздействия. К ним относятся акустические факторы (акустический шум, ультразвук и инфразвук), вибрации и производственные излучения (инфракрасная радиация – тепловое загрязнение, электромагнитные поля и излучения, ионизирующая радиация).

Методы и средства защиты от шума разделяются на архитектурно-планировочные, технические, акустические и организационно-технические.

Из архитектурно-планировочных решений выделяют следующие мероприятия: рациональное размещение производственных зданий относительно источника шума, применение зеленых насаждений, посевов травы.

К техническим методам защиты от шума относится выбор производственного оборудования с лучшими шумовыми характеристиками.

Акустические методы защиты от шума включают звукоизоляцию, звукопоглощение и глушение шума.

К организационно-техническим способам борьбы с шумом относятся своевременная смазка машин и оборудования, ремонты, запрет на проведение шумных работ в ночное время и т.п.

Методы защиты от ультразвука применяют такие же, как и от указанного шума. Единственной спецификой является применение: резиновых перчаток, резиновых ковров и виброизолирующих покрытий при контактном действии.

Защита от вибраций осуществляется виброгашением, виброизоляцией и вибродемпфированием.

Радикальным методом защиты от теплового загрязнения вод является система обратного водоснабжения.

Защитные мероприятия от электромагнитного поля: уменьшение излучений в источнике (экранирование, уменьшение напряженности и плотности потока энергии электромагнитного поля), зонирование территории и установление норм облучения при защите ОС.

Обязательной защитной мерой от ионизирующей радиации является строгое соблюдение требований ОСП-72/87 по сбору, удалению и обезвреживанию твердых и жидких отходов.

4.5 Молниезащита

При выборе устройств молниезащиты по категориям учитывают интенсивность грозовой деятельности. Интенсивность грозовой деятельности характеризуется средним количеством грозовых часов в год.

Исходные данные:

Длина и ширина здания, м	38x19
Интенсивность грозовой деятельности, ч/год	60-80
Класс зоны по ПУЭ	B-Ia

Определяем категорию сооружения по молниезащите. Так как класс зоны по ПЭУ В-1а и оно расположено на территории со средней грозовой деятельностью более 10 ч/год, то категория II.

Определяем тип зоны защиты молниеотвода.

$$N=(S+6hx)(L+6hx)*n*10^{-6}$$

где S – ширина защищаемого здания или сооружения, м;

L – длина здания или сооружения, м;

hx – наибольшая высота здания или сооружения, м;

n – среднее число ударов молнии в год на 1 км².

$$N=(10+6*20)(30+6*20)*9*10^{-6}=0,1755<1$$

Так как $N<1$, то зона защиты молниеотвода должна быть типа Б.

Определяем необходимую высоту молниеотвода

$$H=(R_x+1,63hx)/1,5=(26,87+1,63*20)/1,5=39,65 \text{ м, где}$$

$$R_x = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + S^2} = \sqrt{\left(\frac{38}{2}\right)^2 + 19^2} = 26,87 \text{ м.}$$

Принимаем $H=29 \text{ м.}$

4.6 Мероприятия по предупреждению аварий и пожаров в помещении и ликвидация последствий ЧС

Развитие аварийной или опасной ситуации в подавляющем большинстве носит вероятностный характер. Для эффективной профилактики аварий и несчастных случаев необходимы: выявление или идентификация опасностей, их количественная оценка, достоверное прогнозирование возникновения опасных ситуаций и обоснованный выбор мероприятий по предупреждению аварий и катастроф.

Масштабы аварий и катастроф требуют, во-первых, повышения надежности и безопасности на всей цепочке «проектирование - изготовление - эксплуатация». Общий подход к обеспечению безопасности при разработке технических объектов может быть представлен в виде «проект - удаление - защита - предостережение - тренировка». При обнаружении возможных опасностей проектировщик обязан устранить или резко уменьшить вероятность их реализации. При невозможности полного обеспечения БЖД необходимо обеспечить удаление человека из опасной зоны (дистанционное управление, применение роботов) или опасных факторов из рабочей зоны (токсических веществ, излучений и т.д.). При невозможности решения проблемы указанными способами необходима разработка соответствующих систем защиты и сигнализации об опасности (предостережение). Последним элементом обеспечения БЖД являются обучение и тренировка работника, овладение навыками безопасной работы. Во-вторых, необходимо совершенствовать специфические для каждой опасности мероприятия и средства по снижению вероятности ее реализации и уменьшению наносимого ущерба.

Горючим компонентом в помещениях ВЦ могут быть строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, рамы, двери, полы, мебель, изоляция кабелей и обмоток электродвигателей, конструктивные элементы из пластмасс, жидкости для очистки элементов и узлов ЭВМ от загрязнения. Источником возгорания в ВЦ могут быть электрические искры, дуги, не изолируемые участки элементов и конструкций ЭВМ.

Пожары возникают из-за причин неэлектрического и электрического характера. К причинам неэлектрического характера (около 75% всех пожаров) относят:

1. неосторожное и халатное обращение с огнем (бросание горящих окурков или спичек, оставление без присмотра электронагревательных приборов и т.п.);
2. неправильное устройство или неисправность отопления;
3. неисправность оборудования и нарушение режима производственного процесса;

4. неправильное устройство и неисправность систем вентиляции и КВ;
5. самовоспламенение и самовозгорание отдельных веществ;
6. взрывы пыли, газов, паров.

С целью устранения этих причин предусматривают мероприятия организационного, эксплуатационного, технического и режимного характера. К организационным мероприятиям относят: обучение работающих противопожарным правилам; проведение бесед, инструктажей и т.п.; и эксплуатационным мероприятиям - правильную эксплуатацию техники и оборудования, правильное содержание зданий и территорий; к технологическим мероприятиям - соблюдение противопожарных правил при устройстве отопления, вентиляции и КВ; к режимным мероприятиям -запрещение курения в не установленных местах, производства сварочных работ в пожароопасных помещениях и т.п.

К причинам электрического характера (25% всех пожаров) относят КЗ, перегрузки, большие переходные сопротивления, искрение и электрические дуги, статическое электричество. К мерам предупреждения КЗ и перегрузок относят применение плавких предохранителей и специальных автоматов, включенных в цепь последовательно, а также правильный монтаж сетей, машин, аппаратов в соответствии с требованиями ПУЭ. Кроме того, следует правильно выбирать провода (рассчитывать их сечения) ЭУ, осуществлять профилактические осмотры, ремонты и испытания их.

В помещениях ВЦ пожары происходят по причинам электрического характера, а также из-за токов утечки, перегретых сопротивлений, неисправной эксплуатации паяльников, электроплит и т.д.

Развитию и распространению пожаров в ВЦ способствуют:

1. конвективная связь между отдельными его помещениями (системы принудительной вентиляции и КВ);
2. пустоты между звукопоглощающими и строительными конструкциями;
3. прохождение кабельных потоков через несколько помещений.

Здания ВЦ должны быть оснащены системами автоматической пожарной защиты (АПЗ), состоящими из автоматической системы ЭПС и УГАП. Они быстро обнаруживают очаг возгорания (пожара); автоматически отключают электропитание ЭВМ и систем КВ, локализируют и тушат пожар.

Обследование и проверку соблюдения противопожарного режима проводит Госпожнадзор и пожарно-техническая комиссия предприятия. Эта комиссия проводит не реже 2-4 раз в год пожарно-технические обследования всех объектов предприятия в присутствии ответственных лиц за МБ по данному объекту и намечает пути и способы устранения выявленных недостатков.

При возникновении ЧС решается комплекс специальных задач по ликвидации их последствий, важнейшей из которых является проведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ (СНАВР).

СНАВР выполняются в определенной последовательности и в максимально короткие сроки. На 1 этапе решают вопросы по экстренной защите людей, предотвращению развития или уменьшению воздействий ЧС и подготовке к разворачиванию (выполнению) спасательных и неотложных работ. На 2 этапе выполняются АСР, а также работы, начатые на 1 этапе. На 3 этапе решаются вопросы по обеспечению жизнедеятельности населения в районах, пострадавших в результате ЧС. Одновременно начинают работы по восстановлению функционирования объектов экономики.

Исходя из конкретных условий ЧС, поступившей информации о ее характере, масштабах и развитии последствий, определяют конкретный перечень, объем выбранных мер и способов борьбы со стихией и защиты людей, последовательность их проведения, привлечения необходимых сил и средств. СНАВР должны выполняться непрерывно днем и ночью, в любую погоду, в условиях разрушения, пожаров, заражения атмосферы и местности, затопления территории и воздействия других неблагоприятных условий до полного завершения всех работ.

В РФ к АСР относят поисково-спасательные, горноспасательные, газоспасательные и противофонтанные работы, а также работы, связанные с тушением пожаров, ликвидацией медико-санитарных последствий ЧС. Руководство этими и другими работами по ликвидации ЧС осуществляют руководители, назначенные органами государственной власти, органами самоуправления или руководителями предприятий, к полномочиям которых отнесена ликвидация данной ЧС. Решение руководителя ликвидации ЧС является обязательным для всех граждан и предприятий, находящихся в зоне данной ЧС. Никто не вправе вмешиваться в его деятельность. В случае крайней необходимости он самостоятельно принимает решения. При этом он незамедлительно информирует соответствующие органы власти и руководство предприятий о принятых им решениях.

Успех проведения СНАВР, а также ремонтно-восстановительных работ после ЧС зависит от заблаговременности подготовки к ним. Началом подготовки служит разработка плана проведения этих работ. Он разрабатывается непосредственно на объекте экономики с учетом конкретных его условий.

Хранить планы СНАВР рекомендуется в надежном месте вне предполагаемого очага ЧС. Традиционно очень подробные, всесторонне обоснованные планы ликвидации аварий есть на предприятиях нефтеперерабатывающей, химической и горнодобывающих отраслей промышленности. Реальность плана СНАВР проверяется на комплексных и командно-штабных учениях по ЧС.

4.7 Пожарная безопасность

В целях недопущения нарушений пожарной безопасности при работе на компьютерах необходимо:

1. Перед началом работы правильно организовать рабочее место, визуально проверять исправность разъемов и соединений компьютеров.

2. Расстояние между компьютерами в помещениях должно быть не меньше 2-х метров.

3. Строго соблюдать нормы температуры, влажности, освещенности помещений, время регламентированных перерывов.

4. Оберегать компьютеры от источников тепла, механических повреждений, разлива жидкостей и т.д.

5. Во время занятий нельзя прикасаться к металлическим конструкциям в (трубам, батареям отопления и т.д.), трогать разъемы соединительных проводов, прикасаться к проводам электропитания, касаться экрана монитора и его задней стенки, работать на клавиатуре влажными руками, класть посторонние вещи на клавиатуру и составные части компьютера.

6. При появлении запаха гари, искрения, посторонних звуков в работе компьютера, немедленно выключить компьютер.

7. В случае возгорания монитора или электропроводки;

- отключить компьютер, (если это невозможно - отключить автомат электропитания);
- приступить к тушению очага возгорания углекислотным огнетушителем или кошмой.

8. По окончании работы необходимо соблюдать последовательность выключения компьютера:

- произвести закрытие всех активных задач и программ;
- убедиться, что в дисководах нет дискет;
- программно завершить работу с ПК;
- отключить электропитание системного блока (процессора) компьютера;
- отключить электропитание периферийных устройств (монитор, принтер и другие устройства);
- привести в порядок свое рабочее место и накрыть аппаратуру чехлами.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной работе представлен расчет экономической эффективности от внедрения САПР для технологической подготовки производства литейной формы для крышки прибора ночного видения на ОАО «ИФО».

На ОАО «ИФО» существует единичное производство, что требует составления на каждое изделие отдельной конструкторско-технологической документации.

В работе производится экономический расчет внедрения программного продукта Cimatron E 5.10.

Литейная форма для крышки прибора ночного видения состоит из стандартных деталей, выбираемых по нормативам, исходя из существующего у заказчика оборудования для установки литейной формы, и оригинальных деталей, таких как матрица, пуансон и знаки. Основной задачей является производство именно этих оригинальных деталей. На них создаются 3D модели, по которым составляются управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ и оформляется технологическая документация. Все это происходит в автоматическом режиме благодаря использованию САПР Cimatron E 5.10. Кроме того, данная CAD/CAM система позволяет существенно сократить время создания сборочного чертежа литейной формы, так как проектирование этого изделия может производиться автоматически с использованием модуля MOLD.

Оформление конструкторской документации осуществляется так же в Cimatron E.

Таким образом, достоинством системы Cimatron E является сокращение времени на конструкторско-технологическую подготовку производства нового изделия, а также отсутствие необходимости приобретения других программных продуктов ввиду того, что система позволяет осуществить сквозное конструкторско-технологическое проектирование от чертежа детали до разработки управляющих программ для фрезерных, токарных, сверлильных и электроэрозионных станков с ЧПУ и проектирования электродов.

Принимаем месячный оклад одного работника ИТР 5900 руб.

Численность производственного персонала до внедрения САПР составляло 3 человека: один конструктор, который занимался оформлением конструкторской документации (оформление сборочных чертежей, составление спецификаций на изделие); технолог, который осуществлял подготовку технологической документации (оформление маршрутно-операционных карт), технолог-программист составлявший управляющую программу обработки формообразующих поверхностей активных деталей (матрица, пуансон), входящих в пресс-форму. Управляющая программа заносилась в память стойки станка с ЧПУ вручную.

Численность производственного персонала после внедрения САПР составляет 3 человека, из которых первый осуществляет трехмерное моделирование в среде Cimatron E для последующего создания управляющей программы, второй осуществляет подготовку конструкторской документации (оформление сборочных чертежей, составление спецификаций на изделие), а третий создает и редактирует в ручном режиме управляющие программы в среде Cimatron E. Созданную управляющую программу по локальной сети передают на стойку станка с ЧПУ, то есть исключается процедура введения управляющей программы.

Площадь под чертежные принадлежности для одного рабочего места составляла $S_4=7,5 \text{ м}^2$. В нее включается площадь для размещения кульмана, а так же площадь проходов примыкающих к кульману.

Площадь занимаемая ЭВМ составляет $S=4,5 \text{ м}^2$. В нее включена площадь для размещения ЭВМ, а так же площадь проходов примыкающих к месту размещения ЭВМ.

5.1 Исходные данные

Таблица 1 – Исходные данные

№	Наименование показателя	Обозначение	Значение
1	Годовая программа проектирования, шт	Q	50
2	Премия из ФЗП, %	$З_{п}$	50
3	Дополнительная зарплата, %	$З_{д}$	9
4	ЕСН, %	O	26,6
5	Время работы ЭВМ для решения задачи, ч	$T_{к}$	1820
6	Полезный годовой фонд времени работы ЭВМ, ч	$T_{п}$	2013
7	Площадь, занимаемая ЭВМ, м ²	S	4,5
8	Площадь под чертежные принадлежности, м ²	$S_{ч}$	7,5
9	Стоимость одного квадратного метра площади, руб	$C_{п}$	2000
10	Фактические затраты времени по конструкторскому проектированию до внедрения САПР, ч	T_1	50
11	Фактические затраты времени по конструкторскому проектированию после внедрения САПР, ч	T_2	20
12	Себестоимость часа работы до внедрения САПР, руб	$C_{ч}$	79,42
13	Фактические затраты времени на оформление техн. документации до внедрения САПР, ч	M_1	20
14	Фактические затраты времени на оформление техн. документации после внедрения САПР, ч	M_2	8
15	Фактические затраты времени на разработку УП до внедрения САПР, ч	B_1	21
16	Фактические затраты времени на разработку УП после внедрения САПР, ч	B_2	8,4
17	Цена единицы изделия, руб	Ц	89916
18	Норма амортизации производственной площади, %	H_A	1
19	Норма содержания производственной площади, %	H_C	1,2

Себестоимость часа работы до внедрения САПР принимаем по заводским данным. Таким образом, расходы на 1 час ручного труда составят:

$$C_{ч} = C_{ос} + C_{пр} + C_{д} + C_{о} + A_{п} + A_{с} = 33,5 + 16,75 + 7,54 + 15,03 + 3 + 3,6 = 79,42 \text{ руб,}$$

где $C_{ос} = 33,5$ руб – основная заработная плата,

$$C_{пр} = C_{ос} / 2 = 33,5 / 2 = 16,75 \text{ руб, - премия 50\%,}$$

$$C_{д} = (C_{ос} + C_{п}) * 0,15 = (33,5 + 16,75) * 0,15 = 7,54 \text{ руб – дополнительная зарплата 15\%,}$$

$$C_{о} = (C_{ос} + C_{п} + C_{д}) * 0,26 = (33,5 + 16,75 + 7,54) * 0,26 = 15,03 \text{ руб – отчисления на ЕСН 27,7\%.}$$

Амортизация производственной площади:

$$A_{п} = S_{ч} * C_{п} * H_A / Q = 7,5 * 2000 * 0,01 / 50 = 3 \text{ руб;}$$

Затраты на содержание производственных площадей:

$$A_{с} = S_{ч} * C_{п} * H_C / Q = 7,5 * 2000 * 0,012 / 50 = 3,6 \text{ руб.}$$

5.1.1 Расчет затрат

Капитальные затраты на внедрение САПР носят единовременный характер и включают в себя:

- Стоимость технических средств (ЭВМ и периферия)
- Стоимость программы Cimatron E
- Стоимость расходов на обучение программе Cimatron E 5.1
- Стоимость установки, монтажа, наладки и пуска оборудования
- Стоимость ремонта и реконструкции помещений.

Таблица 2 - статьи расходов

Наименование статьи расходов		Кол-во	Стоимость, руб
ПК P4 2800/1024MB/80GB/17"		3	55500
Принтер HP		1	4200
Стоимость комплекта программ	Cimatron E	1	232000
Стоимость расходов на Обучение программам	Cimatron E	1	29100
Итого затрат			$C_a=316600$

Данное программное обеспечение обладает высокими системными требованиями, что немного усложняет внедрение данного пакета программ.

Программная среда Cimatron E – для автоматизированного проектирования штамповой оснастки, проектирования матрицы, пуансона и создания управляющих программ. Остальные составляющие капитальных вложений рассчитываются по укрупненным нормативам, приведенным в табл.3.

Таблица 3 – Нормативы капитальных вложений

Статьи расходов	В % от стоимости технических средств
Стоимость технических средств ($C_{тс}$)	100
Установка, монтаж и наладка оборудования (C_m)	5
Ремонт и реконструкция помещения ($N_{рем}$)	650

Расчет:

Стоимость установки, монтажа и наладки оборудования:

$$C_m = C_a * 0,05 = 316600 * 0,05 = 15830 \text{ руб}$$

Стоимость ремонта и реконструкции помещения для трех ЭВМ:

$$C_p = 3 * S * N_{рем} = 3 * 4,5 * 650 = 8775 \text{ руб}$$

Общая сумма капитальных вложений:

$$C' = C_a + C_m + C_p = 316600 + 15830 + 8775 = 341205 \text{ руб.}$$

Поскольку приобретаемый комплекс технических средств САПР будут использовать для ТПП целого ряда деталей, то затраты на ТПП конкретной детали (пресс-форма на изд. корпус ПФП 1800-5041) оцениваются пропорционально коэффициенту загрузки технических средств решением этих конкретных задач:

$K_3 = T_k / T_n = 1820 / 2013 = 0,904$, где $T_k = 1820$ ч – время работы устройства за год, затрачиваемое на решение конкретной задачи,

$$T_k = (T_2 + M_2 + B_2) * Q = (20 + 8 + 8,4) * 50 = 1820 \text{ ч}$$

$T_n = 2013$ ч – полезный годовой фонд времени работы устройства.

Стоимость затрат на ТПП пресс-форм:

$$C = C' * K_3 = 341205 * 0,904 = 308449,32 \text{ руб.}$$

5.2 Расчет составляющих экономической эффективности

5.2.1 Экономия от снижения себестоимости проектирования

Основным источником от снижения себестоимости проектирования в результате внедрения комплекса программ является экономия времени, затрачиваемого на технологическую подготовку производства. Тип производства единичный.

Таким образом, в данных производственных условиях на автоматизированную ТПП первой оригинальной детали затраты времени незначительно сокращаются по отношению к ручному труду. А время на автоматизированную ТПП последующих модификаций этой же детали существенно сокращаются. В данном примере производится расчет экономической эффективности внедрения комплекса САПР по средним значениям затрат времени на ТПП нескольких модификаций прессформ.

Экономический эффект от снижения себестоимости конструкторского проектирования:

$$\mathcal{E}' = \sum (C_1 - C_2) \cdot Q, \text{ где}$$

C_1 – себестоимость проектирования объекта при существующем способе проектирования (базовый вариант);

C_2 – себестоимость проектирования объекта при автоматизированном способе проектирования (проектный вариант);

Q – годовой объем проектирования.

Расчет себестоимости проектирования производится по формуле:

$$C_1 = \sum E \cdot C_q, \text{ где}$$

T – фактические затраты времени на проектирование объекта;

C_q – себестоимость часа работы по проектированию объекта.

Экономия от снижения затрат на использование помещения:

$$\mathcal{E}_n = \sum (I_{n1} - I_{n2}),$$

где I_{n1}, I_{n2} – себестоимость затрат на использование помещения при существующем способе проектирования (базовый вариант) и при автоматизированном способе проектирования (проектный вариант) соответственно;

$$I_n = C_n \cdot S \cdot N_{p.m.},$$

где C_n – стоимость одного квадратного метра площади;

S – площадь рабочего места;

$N_{p.m.}$ – количество рабочих мест.

Стоимость производственных площадей:

$$I_{n1} = C_n \cdot S_q \cdot N_{pm} = 2000 \cdot 7,5 \cdot 3 = 45000.$$

$$I_{n2} = C_n \cdot S \cdot N_{pm} = 2000 \cdot 4,5 \cdot 3 = 27000.$$

$$\mathcal{E}_n = I_{n1} - I_{n2} = 18000.$$

Экономия от снижения себестоимости оформления технологической документации:

$$\mathcal{E}'' = \sum (D_1 - D_2) \cdot Q, \text{ где}$$

D_1 – себестоимость оформления технологической документации при существующем способе проектирования (базовый вариант);

D_2 – себестоимость оформления технологической документации при автоматизированном способе проектирования (проектный вариант).

Расчет себестоимости оформления технологической документации производится по формуле:

$$D_1 = \sum M \cdot C_q, \text{ где}$$

M – фактические затраты времени на оформление технологической документации.

Экономия от снижения расходов на разработку УП для станков с ЧПУ:

$$\mathcal{E}''' = \sum (H_1 - H_2) \cdot Q, \text{ где}$$

H_1 – себестоимость разработки УП при существующем способе проектирования (базовый вариант);

H_2 – себестоимость разработки УП при автоматизированном способе проектирования (проектный вариант).

Расчет себестоимости оформления технологической документации производится по формуле:

$H_1 = \sum B * C_{\text{ч}}$, где B – фактические затраты времени на разработку УП.

Стоимость одного машино-часа работы технического обеспечения:

$C_{\text{мч}} = Z_{\text{эк}} / T_{\text{пол}}$, где $T_{\text{пол}}$ – годовой фонд полезной работы технического обеспечения системы:

$T_{\text{пол}} = \Phi * (T_{\text{ном}} - T_{\text{проф}}) = 305 * (8 - 1,4) = 2013 \text{ ч}$

$\Phi = 305$ – количество дней в году;

$T_{\text{ном}}$ – номинальное количество часов ежесуточной работы технического обеспечения;

$T_{\text{проф}}$ – годовые затраты времени на профилактические и ремонтные работы (17,5% от $T_{\text{ном}}$);

$Z_{\text{эк}}$ – затраты на обеспечение функционирования технического обеспечения, которые определяются как годовые текущие расходы и включают в себя затраты, приведенные в табл.4.

Таблица 4 – затраты на обеспечение функционирования технического обеспечения

Статьи расхода	Обозначение	Затраты
Годовая заработная плата производственного персонала обслуживающего САПР:		
основная	$Z_{\text{зп}}$	70800
премия	$Z_{\text{ос}}$	50% от $Z_{\text{ос}}$
дополнительная	$Z_{\text{п}}$	15% от $Z_{\text{ос}} + Z_{\text{п}}$
Отчисления ЕСН	$Z_{\text{д}}$	26,6%
Амортизационные отчисления на основные фонды	O	25%
Стоимость электроэнергии за 1 кВт*ч	$Z_{\text{а}}$	1,92 руб
Стоимость содержания помещений	$Z_{\text{э}}$	3%

Расходы на содержание одного ПК будут составлять:

Основная: $Z_{\text{ос}} = Z'_{\text{ос}} * 12 = 5900 * 12 = 70800 \text{ руб}$, где

$Z'_{\text{ос}} = 212400 \text{ руб}$, месячный оклад одного работника ИРТ;

премия - $Z_{\text{п}} = Z_{\text{ос}} * 0,5 = 70800 * 0,5 = 35400 \text{ руб}$,

дополнительная: $Z_{\text{д}} = (Z_{\text{ос}} + Z_{\text{п}}) * 0,15 = 106200 * 0,15 = 15930 \text{ руб}$

$Z_{\text{зп}} = 70800 + 35400 + 15930 = 122130 \text{ руб}$;

Отчисления на ЕСН:

$O = Z_{\text{зп}} * 0,26 = 122130 * 0,26 = 31753,8 \text{ руб}$;

Амортизационные отчисления на основные фонды:

$Z_{\text{а}} = C * 0,25 = 308449,32 * 0,25 = 77112,33 \text{ руб}$, где C – общая сумма капитальных вложений.

Стоимость электроэнергии:

$Z_{\text{э}} = 1,92 * 1820 * 0,5 = 1747,2 \text{ руб}$, где $T_{\text{к}}$ – время работы устройства за год, затрачиваемое на решение конкретной задачи (Мощность ПК 0,5 кВт)

Стоимость содержания помещений, ремонта и обслуживания:

$Z_{\text{пом}} = C_{\text{п}} * H_{\text{с}} * S = 2000 * 0,012 * 4,5 = 108 \text{ руб}$, где $S = 4,5$ – площадь, занимаемая ПК;

Итого: $Z_{\text{эк}} = 122130 + 31753,8 + 77112,33 + 1747,2 + 108 = 232851,33 \text{ руб}$

Стоимость одного машино-часа работы технического обеспечения:

$C_{\text{мч}} = 232851,33 / 2013 = 115,7 \text{ руб/ч}$, где $T_{\text{п}}$ – полезный годовой фонд времени работы устройства.

Себестоимость конструкторского проектирования:

$C_1 = T_1 * C_{\text{ч}} = 50 * 79,42 = 3971 \text{ руб}$

$$C_2 = T_2 * C_{мч} = 20 * 115,7 = 2314 \text{ руб}$$

Экономия от снижения себестоимости конструкторского проектирования:

$$\mathcal{E}' = (3971 - 2314) * 50 = 82850 \text{ руб}$$

Себестоимость оформления технологической документации:

$$D_1 = M_1 * C_ч = 20 * 79,42 = 1588,4 \text{ руб}$$

$$D_2 = M_2 * C_{мч} = 8 * 115,7 = 925,6 \text{ руб}$$

Экономия от снижения себестоимости оформления технологической документации:

$$\mathcal{E}'' = (1588,4 - 925,6) * 50 = 33140 \text{ руб}$$

Себестоимость разработки УП:

$$H_1 = B_1 * C_ч = 21 * 79,42 = 1667,82 \text{ руб}$$

$$H_2 = B_2 * C_{мч} = 8,4 * 115,7 = 971,88 \text{ руб}$$

Экономия от снижения себестоимости на разработку УП:

$$\mathcal{E}''' = (1667,82 - 971,88) * 50 = 34797 \text{ руб}$$

Экономический эффект от снижения себестоимости технологической подготовки производства:

$$\mathcal{E}_с = \mathcal{E}' + \mathcal{E}'' + \mathcal{E}''' = 82850 + 33140 + 34797 = 150787 \text{ руб.}$$

5.2.2 Оценка экономической эффективности от внедрения САПР с точки зрения получения прибыли

Сокращение сроков проектирования не только увеличивает объем за счет коммерческой реализации дополнительной продукции, но и высвобождает средства для новых прибыльных проектов.

Эффективность применения САПР складывается из трех составляющих:

$\mathcal{E}_1$ – эффект от увеличения объема производства получаемый от снижения времени изготовления одной детали, т.е. при внедрении САПР за год будет производиться больше деталей при том же темпе производства.

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_c \cdot k_c \cdot (T_1 - T_2) / T_2, \text{ где}$$

T_1 – время изготовления партии деталей до внедрения САПР;

T_2 – время изготовления партии деталей после внедрения САПР;

$$T_1 = T_{\text{ТПП1}} + N \cdot T_{\text{шт}} = 91 + 1 \cdot 261 = 352 \text{ ч,}$$

$$T_2 = T_{\text{ТПП2}} + N \cdot T_{\text{шт}} = 36,4 + 1 \cdot 261 = 297,4 \text{ ч, где}$$

$T_{\text{ТПП1}} = T_1 + M_1 + B_1 = 50 + 20 + 21 = 91$ – время технологической подготовки производства до внедрения САПР;

$T_{\text{ТПП2}} = T_1 + M_1 + B_1 = 20 + 8 + 8,4 = 36,4$ – время технологической подготовки производства после внедрения САПР;

N – количество изделий в партии (1 пресс-форма);

$T_{\text{шт}}$ – время изготовления изделия

k_c – стоимостной коэффициент, показывает как относится стоимость данной детали к стоимости среднестатистической (по стоимости) детали проектируемой с помощью данной САПР;

$\mathcal{E}_2$ – эффект от срочных заказов, получаемый за счет сокращения времени производства и более раннего выполнения заказа.

$$\mathcal{E}_2 = C_n \cdot k_m \cdot k_n \cdot (1 + \ln[(1 + (T_1 - T_2)/T_2 \cdot k)] \cdot Q / k_c, \text{ где}$$

C_n – стоимость партии деталей;

$k_m = 0,001$ – коэффициент, учитывающий маркетинговую политику в данных области и показывающий на сколько заказов приходится срочный;

$k_n = 1,25$ – коэффициент, показывающий на сколько в среднем переплачивается за срочность изготовления;

$k = 0,9$ – коэффициент, неравномерности зависимости увеличения превышения стоимости заказа от изменения времени изготовления при внедрении САПР.

$\mathcal{E}_3$ – эффект предприятия за счет сокращения периода освоения, т.е. получения “досрочной” прибыли от реализации, так как продажа товара начнется ранее возможного при применении обычных технологий.

В связи с недостаточностью данных примем $\mathcal{E}_3 = 0$.

$\mathcal{E}_4$ – эффект, получаемый предприятием за счет повышения качества производимой продукции. При данной автоматизированной подготовке производства оборудование не изменяется, изменяется только время ТПП, т.е. принимаем $\mathcal{E}_4 = 0$.

Экономический эффект, руб:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E} \cdot (C - \mathcal{E}_n) / T \text{ руб/год,}$$

где $\mathcal{E}$ – годовая экономия от внедрения САПР, руб;

T – предполагаемое количество лет функционирования САПР;

C – капитальные затраты на создание и внедрение САПР, руб.

Экономический эффект, получаемый за n -летнее функционирование САПР:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = P - C \text{ руб, где}$$

$$D = \dot{Y} \cdot (\dot{a}_0 + \dot{a}_1 + \dot{a}_2 + \dots + \dot{a}_n), \text{ где } a_0, a_1, \dots, a_n - \text{коэффициенты.}$$

Таблица 5 - значения коэффициентов

i	0	1	2	3	4
a _i	1	0.9091	0.8264	0.7513	0.6831

Значения коэффициентов приведены к расчетному году.

Экономия, руб:

$\mathcal{E} = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_{доп}$, где $\mathcal{E}_c$ – экономия от снижения себестоимости проектирования (конструирования, оформления конструкторской и технологической документации, разработки УП);

$\mathcal{E}_{доп}$ – дополнительная экономия от сокращения периода проектирования изделий.

Срок окупаемости, лет:

$$T = (C - \mathcal{E}_n) / \mathcal{E}$$

Срок окупаемости затрат представляет собой показатель, характеризующий период времени, в течение которого затраты на внедрение САПР возмещаются за счет годовой экономии.

Коэффициент эффективности:

Расчетный коэффициент экономической эффективности сопоставляется с нормативным значением E_n для данной отрасли и в случае, когда $E_p > E_n$, САПР считается эффективной.

$E_p = \mathcal{E} / C$, где E_p – расчетный коэффициент экономической эффективности на внедрение САПР.

Таблица 6 – исходные данные для определения дополнительной прибыли

Наименование	Обозначение	Значение
Экономический эффект от снижения себестоимости ТПП	$\mathcal{E}_c$	150787
Норма времени изготовления партии деталей до внедрения САПР, ч	T_1	352
Норма времени изготовления партии деталей после внедрения САПР, ч	T_2	297,4
Отпускная цена партии изделий (1 шт.), руб	C_n	89916

$$C_n = \Pi * 1 = 89916 * 1 = 89916 \text{ руб.}$$

Эффект от увеличения объема производства, получаемый от снижения времени изготовления одной партии деталей:

$$\mathcal{E}_1 = 150787 * 0,8 * (352 - 297,4) / 297,4 = 22146,52 \text{ руб.}$$

Эффект от увеличения срочных заказов:

$$\mathcal{E}_2 = 89916 * 0,001 * 1,25 * (1 + \ln[(1 + (352 - 297,4) / 297,4) * 0,9]) * 50 / 1 = 6479,12 \text{ руб.}$$

Дополнительная эффективность:

$$\mathcal{E}_{доп} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 22146,52 + 6479,12 = 28625,64 \text{ руб.}$$

Суммарная годовая экономия при внедрении комплекса программ:

$$\mathcal{E} = 150787 + 28625,64 = 179412,64 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект, получаемый при функционировании САПР:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E} - (C - \mathcal{E}_n) / T = 179412,64 - (308449,32 - 18000) / 4 = 106800,31 \text{ руб/год}$$

при функционировании САПР 4 года.

Экономический эффект, получаемый за четырехлетнее функционирование САПР:

$$\mathcal{E}_{эф} = P - C = 625576 - 308449,32 = 317126,68 \text{ руб.}$$

где $P = \mathcal{E} * (a_0 + a_1 + a_2 + a_3) = 179412,64 * (1 + 0,9091 + 0,8264 + 0,7513) = 625576 \text{ руб.}$

Срок окупаемости:

$$T = (308449,32 - 18000) / 179412,64 = 1,62 \text{ года (19,4 месяца).}$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности:

$$E_p = 179412,64 / (308449,32 - 18000) = 0,62$$

Годовая экономия времени:

$$\mathcal{E}_в = (T_1 - T_2) * Q = (352 - 297,4) * 50 = 2730 \text{ ч}$$

5.3 Основные показатели экономической эффективности САПР

Таблица 7 - Основные показатели экономической эффективности САПР

№	Наименование показателя	Значение
1	Стоимость аппаратного обеспечения, руб	59700
2	Стоимость программного обеспечения, руб	261100
3	Экономия времени из расчета на одну пресс-форму	54,6
	-на конструкторское проектирование, ч	30
	-на оформление техн. документации, ч	12
	-на разработку УП для станка с ЧПУ, ч	12,6
4	Годовая экономия от внедрения САПР, руб	179412,64
	-экономия от снижения себестоимости конструкторского проектирования, руб	82850
	-экономия от снижения себестоимости оформления технологической документации, руб	33140
	- экономия от снижения себестоимости разработки управляющих программ, руб	34797
	-экономия от сокращения сроков проектирования, руб	28625,64
5	Годовой экономический эффект, руб	106800,31
6	Экономический эффект за четырехлетнее функционирование САПР, руб	317126,68
7	Расчетный коэффициент экономической эффективности	0,62
8	Срок окупаемости затрат, лет	1,62
9	Годовая экономия времени, ч	2730

Таким образом, в ходе выполнения проекта были намечены пути решения вопросов об автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства, а также была освоена система сквозного конструкторско-технологического проектирования Cimatron E 5.10.

Изучение данного продукта было приближено к реальным условиям работы технологического бюро цеха инструментального производства. В результате чего повысилось качество разрабатываемой документации, сократились сроки ее выпуска.

Использование систем среднего уровня позволяет решать значительную часть задач, встающих перед рабочими коллективами, запускающими изделия в производство. Системы автоматизации легкого уровня не справляются с предъявляемыми им требованиям, а системы тяжелого уровня зачастую имеют излишние возможности, при этом они дороги, трудны для освоения и требовательны к аппаратным средствам.

Современные тенденции развития рынка САПР показывают, что будущее лежит за применением недорогих систем среднего уровня, которые способны комплексно решать задачи поставленные подготовкой производства.

Рассмотренное в курсовой работе программное средство способно выполнить весь спектр задач, связанных с запуском нового изделия в производство и внесением изменений в уже выпускаемое изделие. При этом значительно сокращаются сроки конструкторского проектирования и технологической подготовки его производства.

Важным показателем, характеризующим внедрение САПР, является экономическая эффективность, которая при расчете на четырехлетний срок составляет 317126,68 рублей. Срок окупаемости капитальных вложений оценивается в 19,4 месяца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в работе рассмотрены современные программные системы отображения и методология описания бизнес-процессов, документооборота и характерные КИС для их реализации. Практическое исследование выполнено на базе предприятия с многономенклатурным типом производства. Путем ознакомления с функциональными задачами подразделений планирования и подготовки производства, директивными и проектными документами исследована сложившаяся практика ручного документооборота на основных этапах конструкторско-технологической подготовки производства, начиная от получения заказа до изготовления изделия. На основе анализа модели выявлены критические этапы проектирования, в частности, связанные с возможной потерей неформализованной информации при вычленении создавших ее работников. Данная модель будет использована на этапе внедрения системы документооборота и WorkFlow. Предложены варианты классификации, структурирования и электронного описания этой информации с применением универсальных СУБД или системы типа PDM Компас-Менеджер или западной SmarTeam.

В работе также исследуются особенности ключевого этапа технологической подготовки – компьютерного моделирования сложной технологической формообразующей оснастки. Анализируются используемые на предприятии системы и методики сквозного проектирования от чертежа заказчика до управляющей программы изготовления электродов на станке с ЧПУ. Подробно описывается применение современной университетской версии CAD/CAM Cimatron E для создания модели изделия, разделения ее плоскостью разъема с целью получения матрицы и пуансона, проектирование пакета пресс-формы с использованием комплектующих деталей стандарта HASCO. Эта система сравнивается с применением отечественной CAD Компас 3D в совокупности со средством автоматического проектирования пресс-форм HASCO 3D Universal Module.

В ходе выполнения работы были достигнуты следующие результаты.

Самостоятельно изучена ситуация на машиностроительном предприятии в части реализации документооборота при конструкторско-технологической подготовке производства. Предложена схема описания бизнес-процесса ведения конструкторско-технологической документации с использованием элементов системы описания бизнес-процессов ARIS. Выполнено сквозное конструкторско-технологическое проектирование литейной оснастки для детали «крышка прибора ночного видения» с использованием возможностей 3D-моделирования деталей и сборок в CAD/CAM Cimatron E 5.10.

В ходе исследования конструкторско-технологической подготовки производства разработана модель информационных потоков предприятия с использованием методологии ARIS, которая будет впоследствии реализована в одной из систем отображения бизнес-процессов как схема WorkFlow Лоцман PLM. Эта же модель выполнена в среде BPWin 4 с использованием методологии IDEF0. Предложены трехмерные планы расположения основных служб и подразделений предприятия. Изучена заводская система подготовки производства ИПС Инструмент. Выполнено проектирование технологической оснастки на основе 3D-модели детали.

С целью упрощения процесса нормирования разработана электронная база данных нормирования, способная заменить существующую сейчас на предприятии бумажную картотеку и значительно превосходящая ее в части удобства, быстродействия и надежности.

Разработанная нами электронная база данных нормирования в настоящее время проходит тестирование и отладку на предприятии.

В промежуточном состоянии данная работа докладывалась на XVII международной интернет-конференции молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения МИКМУС-2005 в ИМАШ РАН. Тезисы того доклада опубликованы в сборнике тезисов [21].

Список использованных источников

1. Особенности внедрения Корпоративных информационных систем (КИС) - <http://10.nm.ru/js/stl.css>
2. Управление предприятием - Управление жизненным циклом изделий - <http://www.solver.ru/products/itprod/windchill.asp>
3. Управление предприятием - Моделирование бизнес-процессов - <http://www.solver.ru/products/itprod/aris.asp>
4. SmarTeam - <http://www.smarteam.ru/products.htm>
5. <http://www.interface.ru>
6. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем - <http://virtlib.odessa.net/books/book/case/index.htm>
7. Краткое введение в ARIS - <http://aris-script.narod.ru/articles/251004.html>
8. Документирование и регламентация бизнес-процессов в ARIS - <http://aris-portal.ru/article/aris-doc/>
9. КИС нового поколения - <http://management.com.ua/ims/ims024.html>
10. Реинжиниринг бизнес-процессов - <http://www.elitarium.ru>
11. Управление потоками заданий в техническом документообороте предприятия - <http://www.sapr.ru/Common/Article/>
12. «Универсальные методологии» - http://consulting.ru/econs_wp_3072
13. Средства описания бизнес-процессов - http://www.docflow.ru/analytic_full.asp
14. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов - <http://www.staratel.com/iso/QC/Book/ReIngBP/ReIngBP.htm>
15. Выбор Корпоративных Информационных Систем: Вчера, Сегодня, Завтра - http://www.sky-tech.ru/index_article2.htm
16. Система ЕВФРАТ-Документооборот - <http://www.evfrat.ru/about/>
17. Корпоративная информационная система «Лагуна» - <http://www.asutp.ru/?p=400332>
18. Материалы по Корпоративным Информационным Системам (КИС) - <http://suntechnic.narod.ru/library/technical/systems/systems.html>
19. функции MES-систем – <http://www.mesa.ru>
20. Описание технологии Workflow - <http://www.equality.ru/products-flow5.shtml>
21. Ваганов С. Б. Реинжиниринг конструкторско-технологической подготовки производства на основе моделирования информационных потоков и CAD/CAM-систем. XVII Международная Интернет-конференция молодых ученых и студентов по проблем машиноведения (МИКМУС-2005). Тезисы докладов. Москва. ИМАШ РАН. 2005.
22. Требования безопасности при работе с компьютером регулируются санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.2.542-96.
23. Закон РФ от 23 сентября 1992 г. N 3523-I "О правовой охране программ для электронных вычислительных машин и баз данных" с изменениями и дополнениями, внесенными ФЗ от 24 декабря 2002 г. № 177-ФЗ "О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации "О правовой охране программ для электронных вычислительных машин и баз данных", ФЗ от 2 ноября 2004 № 127-ФЗ «О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации и некоторые другие законодательные акты РФ, а также о признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) РФ».
24. <http://www.solidworks.ru/products/>
25. учебный курс Pro/Engineer
26. www.bee-pitron.ru

ПРИЛОЖЕНИЯ

ГОСТ 3.1118-82										Форма 2	
Дубл.	Взам.	Подл.								5	1
Разраб.											
15.05.200											
Матрица											
1800-5041/001											
Н.контр.											
Обозначение документа											
Обозначение, код											
005 1 Заготовительная											
010 71 Термическая											
3											
0,316											
06 Отжечь											
07											
015 17 Фрезерная											
3											
0,783											
10 Фрезеровать 2 фаски 15х30 по черт.											
11 Фрезеровать две плоскости в размер: 110, выдержат размер 10 по черт.											
12											
A13 21 020 27 Шлифовальная											
4											
0,5											
15 Шлифовать две плоскости в размер 30,6; периметр в угол 90 по черт.											
МК/МОК Маршрутно-операционная карта											

ГОСТ 3.1118-82 форма 16

форма 16

ГОСТ 3.1118-82 форма 16

ГОСТ 3.1118-82										форма 2								
Дубл.	Взам.	Подл.								5	1							
Разраб.					5.05.2001		1800-5041/008											
Н.контр.							Пуансон											
А			Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции		Обозначение документа									
Б			Код наименования оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Ишт.	
К/М			Наименование детали, со. единицы или материала				Обозначение код				ОП	ЕН	ЕВ	КИ	Н.расх.			
A01	21				005	1	Заготовительная											
02																		
A03	21				010	71	Термическая											
04																		
05	Отжечь																	
A06																		
B07																		
08	015 17 Фрезерная																	
09	4																	
A10	Фрезеровать по габаритам в размер: 64,8х84,8х35,6 в угол 90 градусов																	
11																		
12	21				020	27	Шлифовальная											
A13	3																	
B14	Шлифовать по габаритам в размер: 64,3х84,3х35,1 в угол 90 градусов																	
15																		
МК/МОК			Маршрутно-операционная карта															

ГОСТ 3.1118-82 форма 16

ГОСТ 3.1118-82 форма 16

ГОСТ 3.1118-82 форма 16												
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
1												
4												
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции		Обозначение документа					
Б	Код наименования, оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали, со. единицы или материала				Обозначение код		ОП	ЕВ	ЕН	ИИ	Н.расс.	
01	Разметить, расточить отв. ф24,8 до ф 26,1 и отв. ф25,3 до ф27 на тубину 1 мм по черт.											
02	Преустановить деталь, выверить, закрепить											
03	Разметить, сверлить, развернуть 4 отв. ф5 по черт.											
04	Разметить, сверлить, расточить отв. ф25,3 /ф28,7, отв. ф24,8 /ф27, отв. ф42,4 /ф46 по черт.											
А05												
Б06	21	065	13	Фрезерная								
07	5 20											
08	Фрезеровать паз 10,1 х5,5 и выточку 1,5х5 вид В-В по черт. и выточку 2 х5 вид И-И по черт. под знаки											
09	Фрезеровать рабочий профиль предварительно и окончательно											
А10	Фрезеровать буртик 1,5 по контуру, с сохранением выступа 44,06 по черт.											
Б11												
12	21	070	Электроэрозсион Электроэрозсионная									
13	5 5											
А14	Прожечь сквозной фигурный паз 2,7 х10,89 вид И-И в сборе с дет. 1, 4 (см. черт. общего вида)											
Б15	Прожечь 2 отв. ф2,5 в сборе с дет. 2,3,7 см. черт. общего вида.											
16												
МК/МОК Маршрутно-операционная карта												

[illegible]

%1000. G71
N1 G40 G90 G80 G17 G1
N2 G99 T1 L+1 R+3
N3 G99 T37 L+37 R+1.5
; ОБЪЕМНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ -ПОЛУЧИСТОВАЯ
; No Text
; TOOL NAME: ФРЕЗА ЧЕРНОВАЯ
N4 G90
N5 G17 T1
N6 G0 X+54.649 Y-60.597 S1000 M6 M3
N7 Z+50
N8 Z+33.25
N9 G1 Z+29.85 F150 M8
N10 X+54.432 Y-60.896 F200
N11 X+54.215 Y-61.195
N12 X+54.078 Y-61.353
N13 X+53.915 Y-61.485
N14 X+53.843 Y-61.53
N15 X+53.709 Y-61.607
N16 X+51.829 Y-62.693
N17 G0 Z+50
N18 X+54.649 Y-58.583
N19 Z+35.25
N20 G1 Z+29.85 F150
N21 X+54.379 Y-58.598 F200
N22 X+54.172 Y-58.627
N23 X+53.973 Y-58.693
N24 X+53.843 Y-58.758
N25 X+53.712 Y-58.834
N26 X+53.581 Y-58.91
N27 X+53.491 Y-58.962
N28 X+53.412 Y-59.006
N29 X+53.306 Y-59.067
N30 X+53.171 Y-59.145
N31 X+51.829 Y-59.921
N32 X+51.426 Y-60.153 F500
N33 X+51.023 Y-60.386
N34 X+50.648 Y-60.597 F583.333
N35 X+50.217 Y-60.851
N36 X+49.955 Y-61 F607.143
N37 X+49.258 Y-61.403
N38 X+49.009 Y-61.55 F630.952
N39 G2 X+45.786 Y-62.571 R+11.015
N40 G1 X+45.383 Y-62.589 F607.143
N41 X-74.701 Y-62.597
N42 X-75.299 F500
N43 X-78.291
N44 X-79.097 Y-62.573
N45 X-79.5 Y-62.531
N46 X-80.306 Y-62.378
N47 G0 Z+50
N48 X+54.649 Y-55.36
N49 Z+35.25

N50 G1 Z+29.85 F150
N51 X+54.333 Y-55.614 F200
N52 X+54.018 Y-55.868
N53 X+53.844 Y-55.985
N54 X+53.843 Y-55.986
N55 X+53.679 Y-56.076
N56 X+51.829 Y-57.149
N57 X+51.426 Y-57.384 F500
N58 G2 X+45.786 Y-60.159 R+19.019
N59 G1 X+44.98 Y-60.197
N60 X-78.291
N61 X-79.097 Y-60.163
N62 X-79.5 Y-60.099
N63 X-79.903 Y-59.996
N64 X-80.306 Y-59.873
N65 X-80.496 Y-59.791
N66 X-81.111 Y-59.493
N67 X-81.277 Y-59.389
N68 G0 Z+50
N69 X+54.649 Y-51.734
N70 Z+35.25
N71 G1 Z+29.85 F150
N72 X+54.276 Y-51.883 F200
N73 X+54.254 Y-51.916
N74 X+54.026 Y-52.54
N75 X+53.843 Y-52.868
N76 X+53.449 Y-53.346
N77 X+53.037 Y-53.677
N78 X+52.435 Y-54.03
N79 X+51.948 Y-54.311 F500
N80 X+46.592 Y-57.403
N81 X+46.189 Y-57.601
N82 X+45.786 Y-57.726
N83 X+45.383 Y-57.788
N84 X-75.898 Y-57.797
N85 X-76.496 F583.333
N86 X-77.095 F630.952
N87 X-77.693 F654.762
N88 X-78.291 F702.381
N89 G2 X-80.709 Y-56.716 R+2.896
N90 G1 X-80.816 Y-56.569 F678.571
N91 X-81.043 Y-56.166
N92 X-81.111 Y-56.002
N93 X-81.191 Y-55.763 F654.762
N94 X-81.274 Y-55.36
N95 X-81.282 Y-55.226
N96 G0 Z+50
N97 X+54.649 Y-62.611
N98 Z+35.021
N99 G1 Z+29.621 F150
N100 G3 X+54.508 Y-61.763 R+.686 F500
N101 G1 X+54.42 Y-61.706 F726.19
N102 X+54.324 Y-61.665 F702.381

N103 X+54.222 Y-61.642
N104 X+54.118 Y-61.636 F678.571
N105 X+54.014 Y-61.649
N106 X+53.914 Y-61.68
N107 X+53.843 Y-61.714
N108 X+53.682 Y-61.806 F654.762
N109 X+52.983 Y-62.209
N110 X+52.634 Y-62.412 F678.571
N111 X+52.284 Y-62.611
N112 X+52.231 Y-62.645 F702.381
N113 X+51.829 Y-62.878
N114 X+51.589 Y-63.014 F726.19
N115 X+51.426 Y-63.11
N116 G0 Z+50
N117 X+55.051 Y-57.777
N118 Z+35.021
N119 G1 Z+29.621 F150
N120 X+54.835 Y-58.076 F200
N121 X+54.618 Y-58.375
N122 X+54.481 Y-58.533
N123 X+54.319 Y-58.664
N124 X+54.246 Y-58.71
N125 X+54.111 Y-58.787
N126 X+52.231 Y-59.873
N127 X+51.829 Y-60.106 F500
N128 X+51.426 Y-60.338
N129 X+51.023 Y-60.57 F583.333
N130 X+50.62 Y-60.804
N131 X+50.272 Y-61 F607.143
N132 X+49.814 Y-61.269
N133 X+49.578 Y-61.403 F630.952
N134 G2 X+44.98 Y-62.758 R+8.82
N135 G1 X-74.701
N136 X-75.299 F500
N137 G2 X-80.306 Y-62.542 R+37.102
N138 G0 Z+50
N139 X+55.051 Y-55.763
N140 Z+35.021
N141 G1 Z+29.621 F150
N142 X+54.782 Y-55.778 F200
N143 X+54.575 Y-55.808
N144 X+54.376 Y-55.873
N145 X+54.246 Y-55.939
N146 X+54.111 Y-56.017
N147 X+52.231 Y-57.1
N148 X+51.829 Y-57.332 F500
N149 X+47.8 Y-59.66
N150 X+47.397 Y-59.856
N151 X+46.994 Y-60.034
N152 X+46.189 Y-60.257
N153 X+45.383 Y-60.35
N154 X+44.98 Y-60.358
N155 X-78.291

N156 X-78.694 Y-60.352
N157 X-79.5 Y-60.263
N158 X-80.306 Y-60.044
N159 X-81.111 Y-59.676
N160 X-81.564 Y-59.389
N161 G0 Z+50
N162 X+55.051 Y-52.137
N163 Z+35.021
N164 G1 Z+29.621 F150
N165 X+54.746 Y-52.055 F200
N166 X+54.44 Y-51.972
N167 X+54.421 Y-51.999
N168 X+54.348 Y-52.137
N169 X+54.203 Y-52.54
N170 X+53.985 Y-52.943
N171 X+53.673 Y-53.346
N172 X+53.44 Y-53.572
N173 X+53.216 Y-53.749
N174 X+52.541 Y-54.153
N175 X+52.046 Y-54.439 F500
N176 X+46.592 Y-57.588
N177 X+46.178 Y-57.777
N178 X+45.786 Y-57.891
N179 X+45.383 Y-57.949
N180 X-75.898 Y-57.958
N181 X-76.496 F654.762
N182 X-77.095
N183 X-77.693 F702.381
N184 X-78.694 Y-57.951
N185 X-79.097 Y-57.897
N186 X-79.517 Y-57.777
N187 X-79.903 Y-57.604
N188 X-80.306 Y-57.343
N189 X-80.709 Y-56.967
N190 X-81.007 Y-56.569
N191 X-81.111 Y-56.389
N192 X-81.218 Y-56.166 F678.571
N193 X-81.358 Y-55.763
N194 X-81.436 Y-55.36 F654.762
N195 X-81.449 Y-55.125
N196 G0 Z+50
N197 X+54.649 Y-62.611
N198 Z+32.621
N199 G1 Z+27.221 F150
N200 G3 X+54.455 Y-61.782 R+.626 F500
N201 G1 X+54.362 Y-61.734 F726.19
N202 X+54.262 Y-61.702 F702.381
N203 X+54.159 Y-61.689
N204 X+54.054 Y-61.693
N205 X+53.952 Y-61.716 F678.571
N206 X+53.855 Y-61.756
N207 X+53.843 Y-61.763
N208 X+53.766 Y-61.806

N209 X+53.44 Y-61.996
N210 X+53.066 Y-62.209 F654.762
N211 X+53.037 Y-62.228 F678.571
N212 X+52.371 Y-62.611
N213 X+52.231 Y-62.693 F702.381
N214 X+51.829 Y-62.926
N215 X+51.673 Y-63.014 F726.19
N216 X+51.426 Y-63.159
N217 G0 Z+50
N218 X+55.051 Y-58.583
N219 Z+32.621
N220 G1 Z+27.221 F150
N221 X+54.776 Y-58.599 F200
N222 X+54.569 Y-58.63
N223 X+54.371 Y-58.696
N224 X+54.246 Y-58.759
N225 X+54.116 Y-58.835
N226 X+52.231 Y-59.922
N227 X+51.829 Y-60.154 F500
N228 X+51.426 Y-60.387
N229 X+51.052 Y-60.597 F583.333
N230 X+50.62 Y-60.852
N231 X+50.359 Y-61 F607.143
N232 X+49.662 Y-61.403
N233 X+49.411 Y-61.55 F630.952
N234 X+49.009 Y-61.781
N235 X+48.97 Y-61.806 F654.762
N236 X+48.203 Y-62.182
N237 X+47.8 Y-62.34
N238 X+46.994 Y-62.579
N239 X+46.592 Y-62.666
N240 X+46.189 Y-62.725 F630.952
N241 X+45.786 Y-62.775 F654.762
N242 X+44.98 Y-62.8
N243 X-73.504
N244 X-74.103 F500
N245 G2 X-80.306 Y-62.585 R+43.275
N246 G0 Z+50
N247 X+55.051 Y-55.36
N248 Z+32.621
N249 G1 Z+27.221 F150
N250 X+54.74 Y-55.613 F200
N251 X+54.428 Y-55.867
N252 X+54.255 Y-55.984
N253 X+54.246 Y-55.989
N254 X+54.083 Y-56.077
N255 X+52.231 Y-57.15
N256 X+52.103 Y-57.225 F500
N257 X+51.975 Y-57.299
N258 X+51.883 Y-57.351
N259 X+51.802 Y-57.396
N260 X+51.694 Y-57.458
N261 X+51.56 Y-57.536

.....
.....
N16898 X-42.555 Y-.945
N16899 X-42.482 Y-2.713
N16900 X-42.423 Y-3.555
N16901 X-42.342 Y-4.389
N16902 X-42.107 Y-6.269
N16903 X-42 Y-6.934
N16904 X-41.79 Y-7.886
N16905 X-40.175 Y-17.082
N16906 G3 X-37.291 Y-19.413 R+2.707
N16907 G1 X-16.226 Y-19.396
N16908 X-15.44 Y-19.384
N16909 X-14.163 Y-19.289
N16910 X-12.708 Y-19.011
N16911 X+3.59 Y-14.939
N16912 G3 X+15.279 Y-1.541 R+15.305
N16913 G1 X+15.347 Y-.035
N16914 X+15.271 Y+1.41
N16915 X+15.201 Y+2.021
N16916 X+14.895 Y+3.92
N16917 G3 X+.071 Y+15.362 R+15.17
N16918 G1 X-6.408
N16919 X-16.042 Y+15.303
N16920 X-16.052 Y+17.103
N16921 X-25.606 Y+17.045
N16922 G2 X-34.895 Y+20.295 R+12.982
N16923 G3 X-41.874 Y+17.274 R+4.468
N16924 G1 X-43.659 Y+7.43
N16925 X-43.957 Y+5.473
N16926 X-44.063 Y+4.63
N16927 X-44.223 Y+2.768
N16928 X-44.349 Y-.183
N16929 X-44.356 Y-.975
N16930 X-44.28 Y-2.813
N16931 X-44.217 Y-3.706
N16932 X-44.131 Y-4.589
N16933 X-43.889 Y-6.523
N16934 X-43.769 Y-7.27
N16935 X-43.556 Y-8.236
N16936 X-41.959 Y-17.327
N16937 G3 X-37.156 Y-21.208 R+4.508
N16938 G1 X-16.212 Y-21.196
N16939 X-15.359 Y-21.183
N16940 X-13.926 Y-21.076
N16941 X-12.321 Y-20.769
N16942 X+4.007 Y-16.69
N16943 G3 X+17.075 Y-1.668 R+17.105
N16944 G1 X+17.149 Y-.028
N16945 X+17.065 Y+1.559
N16946 X+16.985 Y+2.265
N16947 X+16.66 Y+4.283
N16948 G3 X+.057 Y+17.162 R+16.97

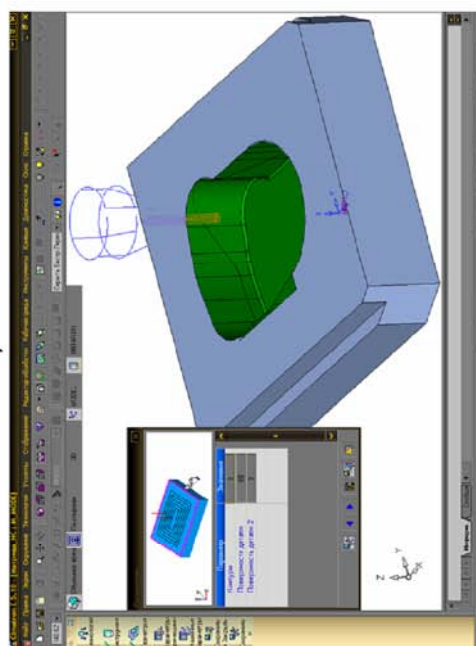
N16949 G1 X-6.418
N16950 X-16.052 Y+17.103
N16951 X-16.063 Y+18.903
N16952 X-25.66 Y+18.845
N16953 G2 X-33.769 Y+21.703 R+11.181
N16954 G3 X-43.655 Y+17.533 R+6.268
N16955 G1 X-45.435 Y+7.727
N16956 X-45.74 Y+5.721
N16957 X-45.853 Y+4.819
N16958 X-46.019 Y+2.884
N16959 X-46.149 Y-.137
N16960 X-46.156 Y-1.005
N16961 X-46.077 Y-2.913
N16962 X-46.011 Y-3.856
N16963 X-45.92 Y-4.788
N16964 X-45.671 Y-6.777
N16965 X-45.538 Y-7.607
N16966 X-45.322 Y-8.586
N16967 X-43.742 Y-17.573
N16968 G3 X-37.022 Y-23.003 R+6.308
N16969 G1 X-16.197 Y-22.996
N16970 X-15.289 Y-22.982
N16971 X-14.412 Y-22.927
N16972 X-13.675 Y-22.861
N16973 X-11.933 Y-22.528
N16974 X+4.423 Y-18.441
N16975 G3 X+18.871 Y-1.792 R+18.904
N16976 G1 X+18.951 Y-.021
N16977 X+18.86 Y+1.708
N16978 X+18.769 Y+2.51
N16979 X+18.425 Y+4.642
N16980 G3 X+.042 Y+18.962 R+18.77
N16981 G1 X-6.429
N16982 X-16.063 Y+18.903
N16983 X-16.074 Y+20.703
N16984 X-25.717 Y+20.644
N16985 G2 X-32.627 Y+23.098 R+9.382
N16986 G3 X-45.436 Y+17.792 R+8.069
N16987 G1 X-47.21 Y+8.023
N16988 X-47.523 Y+5.968
N16989 X-47.643 Y+5.008
N16990 X-47.816 Y+3
N16991 X-47.949 Y-.091
N16992 X-47.956 Y-1.035
N16993 X-47.875 Y-3.014
N16994 X-47.805 Y-4.007
N16995 X-47.709 Y-4.987
N16996 X-47.454 Y-7.031
N16997 X-47.308 Y-7.943
N16998 X-47.089 Y-8.936
N16999 X-45.525 Y-17.818
N17000 G3 X-36.888 Y-24.798 R+8.108
N17001 G1 X-16.183 Y-24.796

N17002 X-15.219 Y-24.781
N17003 X-14.275 Y-24.722
N17004 X-13.425 Y-24.646
N17005 X-11.546 Y-24.286
N17006 X+4.84 Y-20.193
N17007 G3 X+20.668 Y-1.914 R+20.705
N17008 G1 X+20.753 Y-.014
N17009 X+20.654 Y+1.856
N17010 X+20.553 Y+2.75
N17011 X+20.241 Y+4.747
N17012 X+20.187 Y+5.016
N17013 G3 X+.028 Y+20.762 R+20.571
N17014 G1 X-6.44
N17015 X-16.074 Y+20.703
N17016 X-16.084 Y+22.503
N17017 X-25.78 Y+22.444
N17018 G2 X-31.47 Y+24.479 R+7.582
N17019 G3 X-47.217 Y+18.051 R+9.868
N17020 G1 X-48.986 Y+8.32
N17021 X-49.307 Y+6.215
N17022 X-49.434 Y+5.196
N17023 X-49.613 Y+3.115
N17024 X-49.749 Y-.046
N17025 X-49.756 Y-1.056
N17026 X-49.724 Y-2.08
N17027 X-49.671 Y-3.122
N17028 X-49.599 Y-4.158
N17029 X-49.498 Y-5.186
N17030 X-49.236 Y-7.285
N17031 X-49.077 Y-8.28
N17032 X-48.855 Y-9.286
N17033 X-47.308 Y-18.064
N17034 G3 X-36.753 Y-26.593 R+9.908
N17035 G1 X-16.169 Y-26.596
N17036 X-15.149 Y-26.58
N17037 X-14.138 Y-26.517
N17038 X-13.175 Y-26.431
N17039 X-11.158 Y-26.045
N17040 X+5.257 Y-21.944
N17041 G3 X+22.464 Y-2.035 R+22.505
N17042 G1 X+22.555 Y-.007
N17043 X+22.449 Y+2.005
N17044 X+22.337 Y+2.991
N17045 X+22.013 Y+5.065
N17046 X+21.944 Y+5.405
N17047 G3 X+.014 Y+22.562 R+22.37
N17048 G1 X-6.451
N17049 X-16.084 Y+22.503
N17050 X-16.083 Y+22.303
N17051 G41 X-16.095 Y+24.303
N17052 X-25.849 Y+24.244
N17053 G2 X-30.298 Y+25.849 R+5.781
N17054 G3 X-48.999 Y+18.31 R+11.668

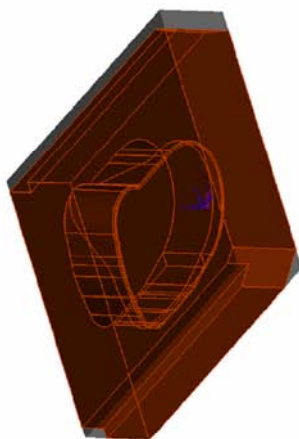
N17055 G1 X-50.761 Y+8.616
N17056 X-51.09 Y+6.462
N17057 X-51.224 Y+5.385
N17058 X-51.409 Y+3.231
N17059 X-51.548 Y0.0
N17060 X-51.557 Y-1.077
N17061 X-51.523 Y-2.154
N17062 X-51.468 Y-3.231
N17063 X-51.393 Y-4.308
N17064 X-51.287 Y-5.385
N17065 X-51.018 Y-7.539
N17066 X-50.846 Y-8.616
N17067 X-50.621 Y-9.636
N17068 X-49.091 Y-18.31
N17069 G3 X-36.619 Y-28.388 R+11.707
N17070 G1 X-16.155 Y-28.396
N17071 X-15.078 Y-28.379
N17072 X-14.001 Y-28.312
N17073 X-12.924 Y-28.215
N17074 X-10.77 Y-27.803
N17075 X+5.673 Y-23.695
N17076 G3 X+24.261 Y-2.154 R+24.305
N17077 G1 X+24.357 Y0.0
N17078 X+24.244 Y+2.154
N17079 X+24.122 Y+3.231
N17080 X+23.785 Y+5.385
N17081 X+23.695 Y+5.825
N17082 G3 X0.0 Y+24.362 R+24.171
N17083 G1 X-6.462
N17084 X-16.095 Y+24.303
N17085 G40 X-16.083 Y+22.303
N17086 G0 Z+50
N17087 M30
N999999 %1000. G71

Моделирование фрезерной обработки на станке с ЧПУ

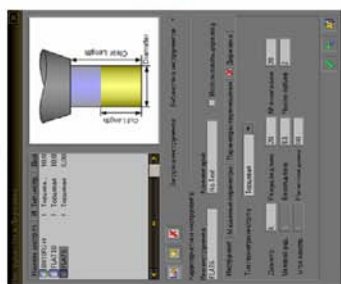
Выбор обрабатываемых
поверхностей



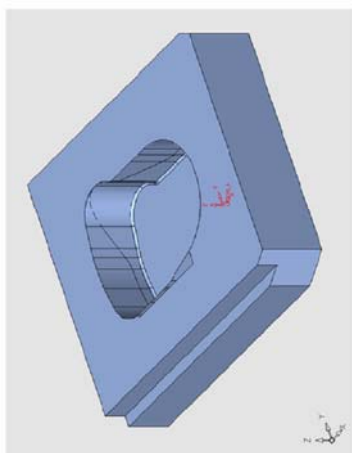
Заготовка



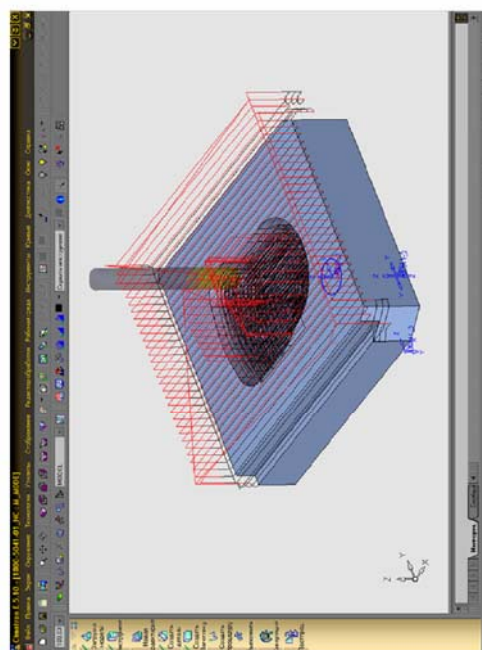
Выбор режущего
инструмента



3D-модель детали



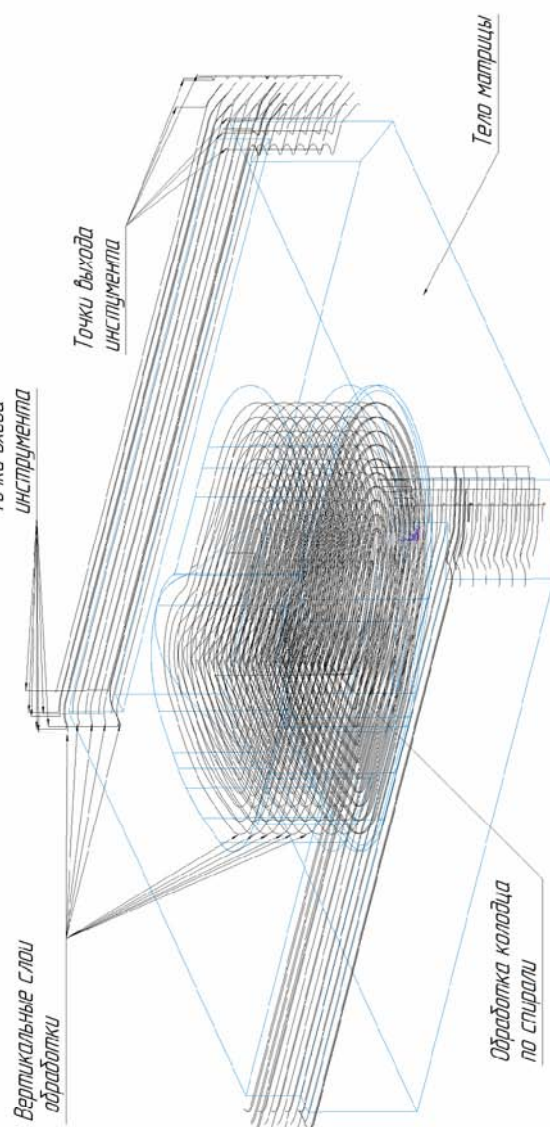
Траектория перемещения
режущего инструмента



Точки входа
инструмента

Точки выхода
инструмента

Вертикальные
слои
обработки



Электронная БД нормирования труда

Дерево изделий

Главное окно программы

Кнопки управления

Время выполнения операций

Таблица операций