

**Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Кафедра Конструирования и производства
радиоэлектронных средств**

Дисциплина: «САПР конструирования электронных средств»

ТЕМА №6 САМ-системы

Лекция № 8

**ТЕМА: «Общая характеристика и основные
виды систем автоматизированного
производства (САМ)»**

**Доцент кафедры, к.п.н.,
Мордовин В.Н.**

2018 г.

СПб ГУТ)))

Цель занятия

1. Изучить роль и место САМ-систем в жизненном цикле продукта.
2. Ознакомиться с методами разработки систем автоматизированной технологической подготовки производства.
3. Рассмотреть пример создания технологического процесса с использованием САМ- системы.

Учебные вопросы

1. Роль и место САМ-систем в ЖЦП.

1.1. Применение технологии CAD, CAM и CAE на этапах ЖЦП.

1.2. Основные этапы дискретного производственного цикла.

1.3. Технологическая подготовка автоматизированного производства.

2. Методы разработки систем автоматизированной технологической подготовки производства.

2.1. Модифицированный подход.

2.2. Генеративный подход.

3. Обзор российского рынка САМ-систем.

4. Системы управления данными о продуктах (PDM).

4.1. Пример создания технологического процесса с использованием САМ- системы.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированное производство (computer-aided manufacturing — CAM) — это **технология**, состоящая в использовании компьютерных систем для **планирования, управления и контроля операций производства** через прямой или косвенный интерфейс с производственными ресурсами предприятия.

Числовое программное управление (ЧПУ, numerical control — NC). ЧПУ заключается в использовании запрограммированных команд для управления станком.

Важная функция систем автоматизированного производства — программирование роботов.

MRP (material requirements planning) - планирование технических требований к материалу.

1. Роль и место САМ-систем в ЖЦП

Различные задачи и операции, которые приходится решать и выполнять в процессе разработки и производства продукта, взятые вместе, называются *жизненным циклом продукта* (product cycle) (ЖЦП).

Два главных процесса, составляющих жизненный цикл продукта: **процесс разработки** и **процесс производства**.

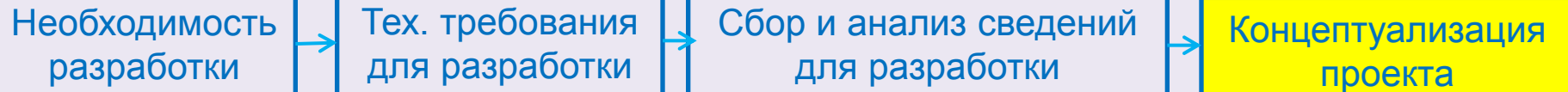
Процесс разработки начинается с запросов потребителей, которые обслуживаются отделом маркетинга, и заканчивается полным описанием продукта, обычно выполняемым в графической форме.

Процесс производства начинается с технических требований и заканчивается поставкой готовых изделий.

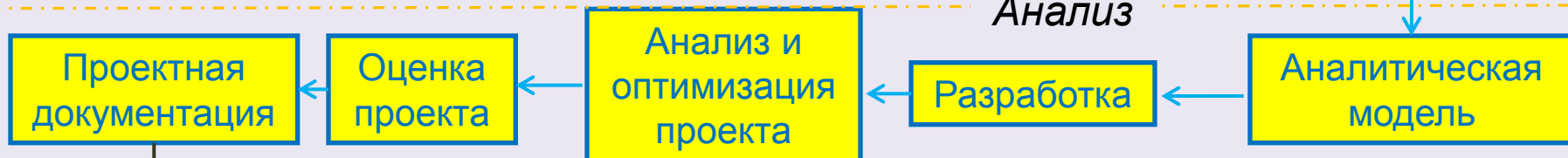
Структура ЖЦП

Процесс разработки

Синтез



Анализ



CAD + CAE

Планирование процесса

CAM

Планирование изготовления

Проектирование и закупка инструмента

Программирование ЧПУ

Заказ материалов

Изготовление

Контроль качества

Упаковка

Маркетинг

Отгрузка

Процесс производства

Процесс разработки

Операции, относящиеся к процессу разработки, можно разделить *на аналитические и синтетические*.

Подпроцесс синтеза:

- определение необходимости разработки;
- формулирование технических требований;
- анализ осуществимости и сбор важной информации;
- концептуализация разработки.

Большая часть информации, порождаемой и обрабатываемой в рамках подпроцесса синтеза, является качественной, а следовательно, *неудобной для компьютерной* обработки.

Подпроцесс анализа

1. Готовый концептуальный проект анализируется и оптимизируется.
2. Вырабатывается аналитическая модель, поскольку анализируется именно модель, а не сам проект.
3. Качество результатов, которые могут быть получены в результате анализа, непосредственно связано с качеством выбранной аналитической модели.
4. Для оценки проекта этой цели могут изготавливаться прототипы. Если оценка проекта на основании прототипа показывает, что проект *не удовлетворяет требованиям*, описанный выше процесс разработки повторяется снова.
5. Если результат оценки проекта оказывается *удовлетворительным*, начинается подготовка проектной документации. К ней относятся чертежи, отчеты и списки материалов. Чертежи обычно копируются, а копии передаются на производство.

Процесс производства (ПП)

ПП начинается с планирования, которое выполняется на основании полученных на *этапе проектирования* чертежей, а заканчивается готовым продуктом.

Технологическая подготовка производства (ТПП) — это операция, устанавливающая список технологических процессов по изготовлению продукта и задающая их параметры.

Выбирается оборудование, на котором будут производиться технологические операции.

В результате подготовки производства составляются *план выпуска, списки материалов и программы для оборудования.*

После завершения ТПП начинается выпуск готового продукта и его проверка на соответствие требованиям.

Детали проходят контроль качества, собираются вместе, проходят тестирование функциональности, упаковываются, маркируются и отгружаются заказчикам.

1.1. Применение технологии CAD, CAM и CAE на этапах ЖЦП

Компьютеры не могут широко использоваться в **подпроцессе синтеза**, поскольку они не обладают способностью хорошо обрабатывать качественную информацию.

В **процессе концептуализации** проекта компьютер может обеспечить эффективность создания различных концептуальных проектов (CAD).

В **аналитической фазе проектирования** программные пакеты относятся к средствам автоматизированного конструирования (CAE). Автоматизировать **процесс абстрагирования** достаточно сложно, поэтому аналитическую модель часто создают отдельно. Подпроцесс анализа может выполняться в цикле оптимизации проекта по каким-либо параметрам. Моделированием методом конечных элементов.

1.1. Применение технологии CAD, CAM и CAE на этапах ЖЦП

Автоматизация производства обеспечивается соответствующим программным обеспечением (CAM software).

В состав типичного пакета CAM входит:

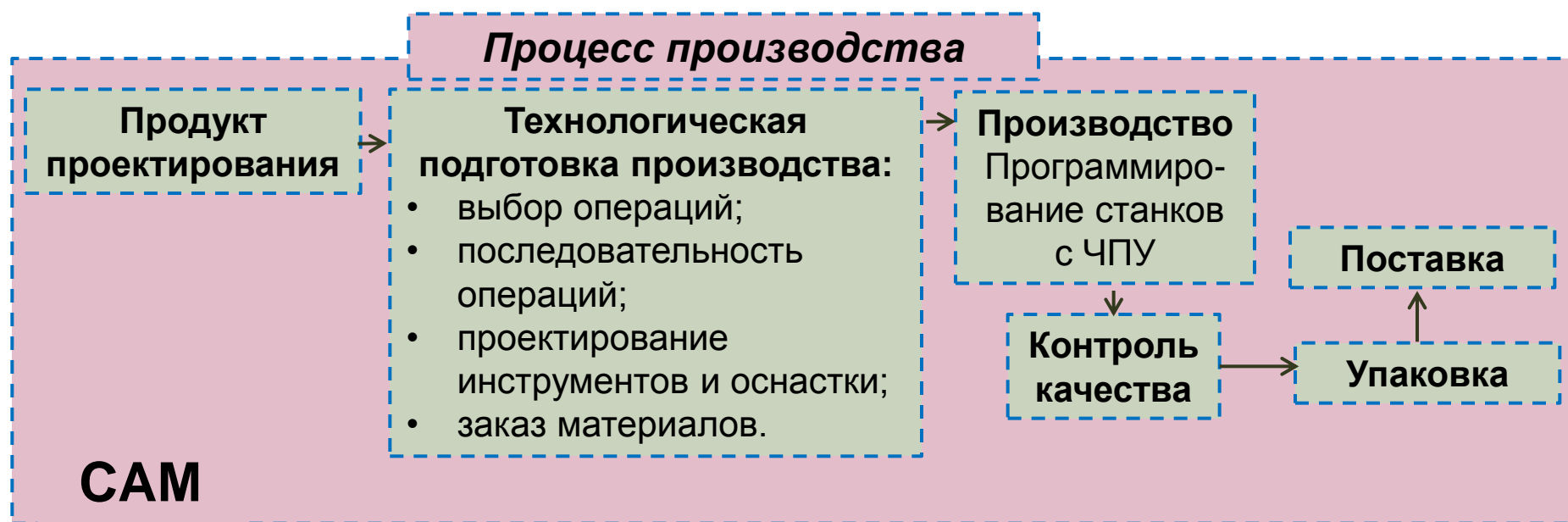
- *система автоматизированной технологической подготовки производства (computer-aided process planning — CAPP);*
- *система числового управления (NC software), позволяющая изготавливать деталь при помощи станков с ЧПУ;*
- *программы контроля и программы управления роботами.*

1.2. Основные этапы дискретного производства

Все производство может быть поделено на **дискретное и непрерывное**.

Под **дискретным производством** понимается изготовление продукта, проходящего через конечное число технологических и сборочных операций.

Непрерывное производство подразумевает изготовление продукта, претерпевающего непрерывные изменения, в результате которых заготовка преобразуется в готовую деталь.



1.3. Технологическая подготовка производства

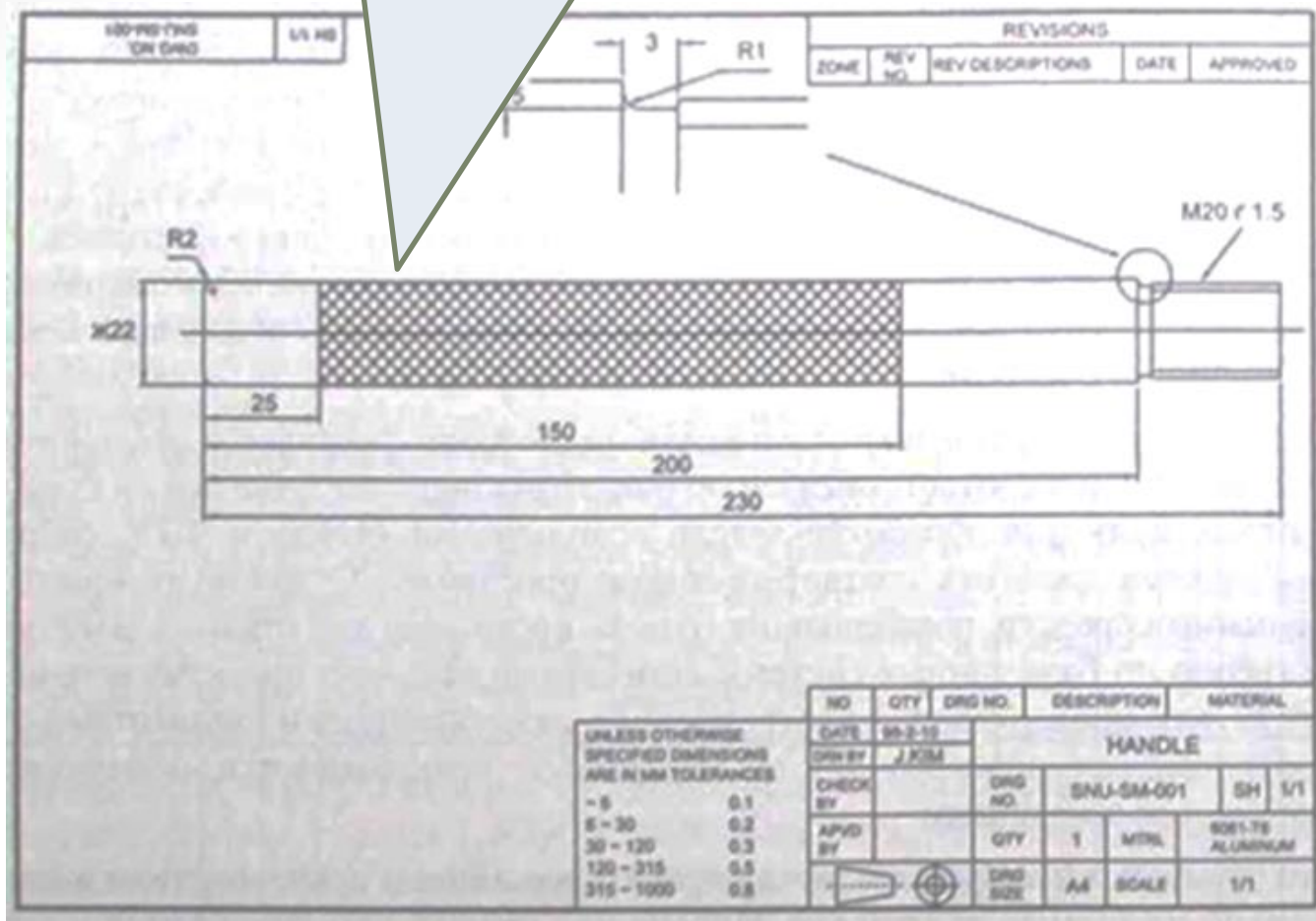
Технологическая подготовка производства (process planning) заключается в выборе технологических процессов и их параметров, а также оборудования для проведения этих процессов.

Альтернативное определение технологической подготовки гласит, что под этим термином подразумевается подготовка подробных технологических инструкций для станка или сборщика агрегата из деталей.

План производства

План производства иногда называется **операционной картой** или **сводкой**

Чертеж детали



Пример плана производства

Деталь №				Название	Дата
SNU-SM-001				Ручка	10 февраля 2017
Материал				Размер	
6061-T6 алюминий				Ø22x206	
№ оп	Станок	Стандарт. настройка	Время работы, мин	Инструкции	Инструменты и параметры
010	Токарный	6	0,5	Установить материал в патрон. Длина выступающей части 45 мм Обработать торец Внешний диаметр Ø21,8x25 Напильником снять фаску R2	700 об/мин 0,15 мм/об 80°алмазный напильник T/F
020	Токарный	7	0,5	Установить материал наоборот. Длина выступающей части 45 мм Обработать торец Снять 30 мм до выступа Сформировать канавку 3 x 1,5 x R1	Гравировальный резец Резец для бороздки
030	Токарный	5	2	Однозаходная резьба M20x1,5 Довести резьбу леркой	Резец для резьбы 200 об/мин Рычаг подачи установить по резьбе Шаг винта 1,5 мм Лерка M20x1,5
040	Токарный	2	1,5	Галтование резьбы	Напильник №3
050	Токарный	9	2	Сверление по центру 60°xØ8 (приблизит.)	Сверло, теплоотвод
060	Токарный	3	3	Продвинуть заготовку Зажать 12 мм необработанного материала Пододвинуть бабку Сделать насечку 125 мм	Резец для насечки
070	Верстак	0	3	Очистить, сбить заусенцы, проверить	1

Последовательность этапов планировки производства продукта (неавтоматизированный подход).

1. Изучение формы детали в целом.
2. Определение оптимальной формы заготовки.
3. Определение базовых поверхностей и конфигураций.
4. Определение элементов детали.
5. Группировка элементов по конфигурациям.
6. Упорядочение операций.
7. Выбор инструментов для каждой операции.
8. Выбор или проектирование зажимов для каждой конфигурации.
9. Итоговая проверка плана.
10. Уточнение плана производства.
11. Подготовка документации.

2. Методы разработки систем автоматизированной технологической подготовки

Модифицированный подход (variant approach) является модификацией неавтоматизированного подхода, суть которой состоит в том, что технолог пользуется не только своей памятью, но и памятью компьютера.

Модифицированный подход требует наличия базы данных со стандартными планами производства для каждого семейства деталей. План должен содержать все инструкции, которые будут входить в план производства любой детали из данного семейства.

Детали классифицируются по семействам на основании концепции групповой технологии. Согласно этой концепции, каждой детали присваивается код, зависящий от ее элементов, после чего детали группируются в семейства в соответствии с присвоенными кодами.

Генеративный подход (generative approach) состоит в том, что технологический *план вырабатывается автоматически на основании технических требований к детали.*

В технические требования должны включаться подробные сведения о материале, особенностях обработки и предлагаемых методиках проверки, а также графическое изображение формы детали.

На **первом этапе** разработки плана производства новой детали в генеративном подходе технические требования вводятся в компьютерную систему.

На **втором этапе** закодированные данные и текстовая информация преобразуются в подробный технологический план производства детали.

На сегодняшний день автоматизированный подход ограничивается отдельными классами деталей с относительно ограниченным набором элементов.

3.Обзор российского рынка САМ-систем

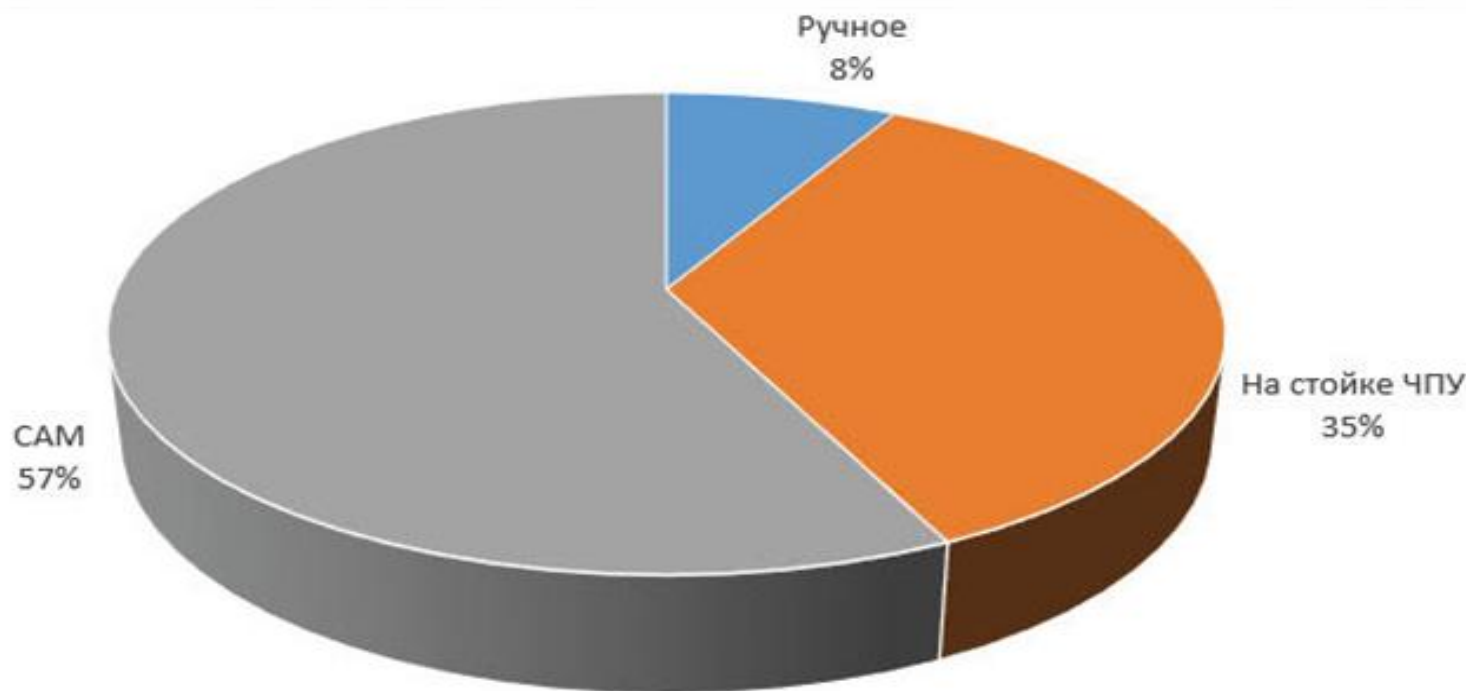
Соотношение лицензионного и пиратского ПО САМ на отечественных предприятиях



Распределение САМ-систем по видам обработки



Способы создания управляющих программ

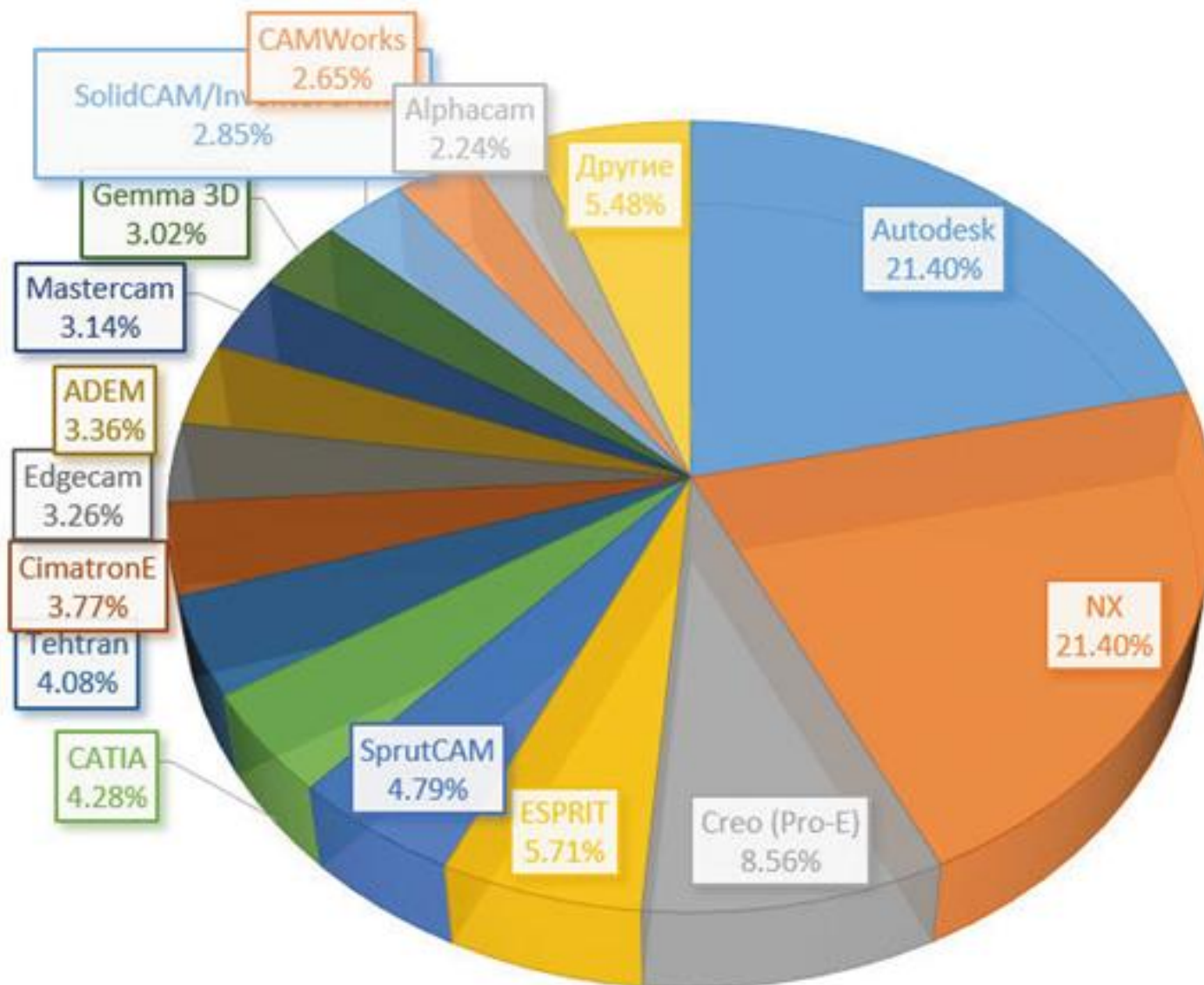


В России около 57% от общего объема всех УП создаются с использованием СAM.

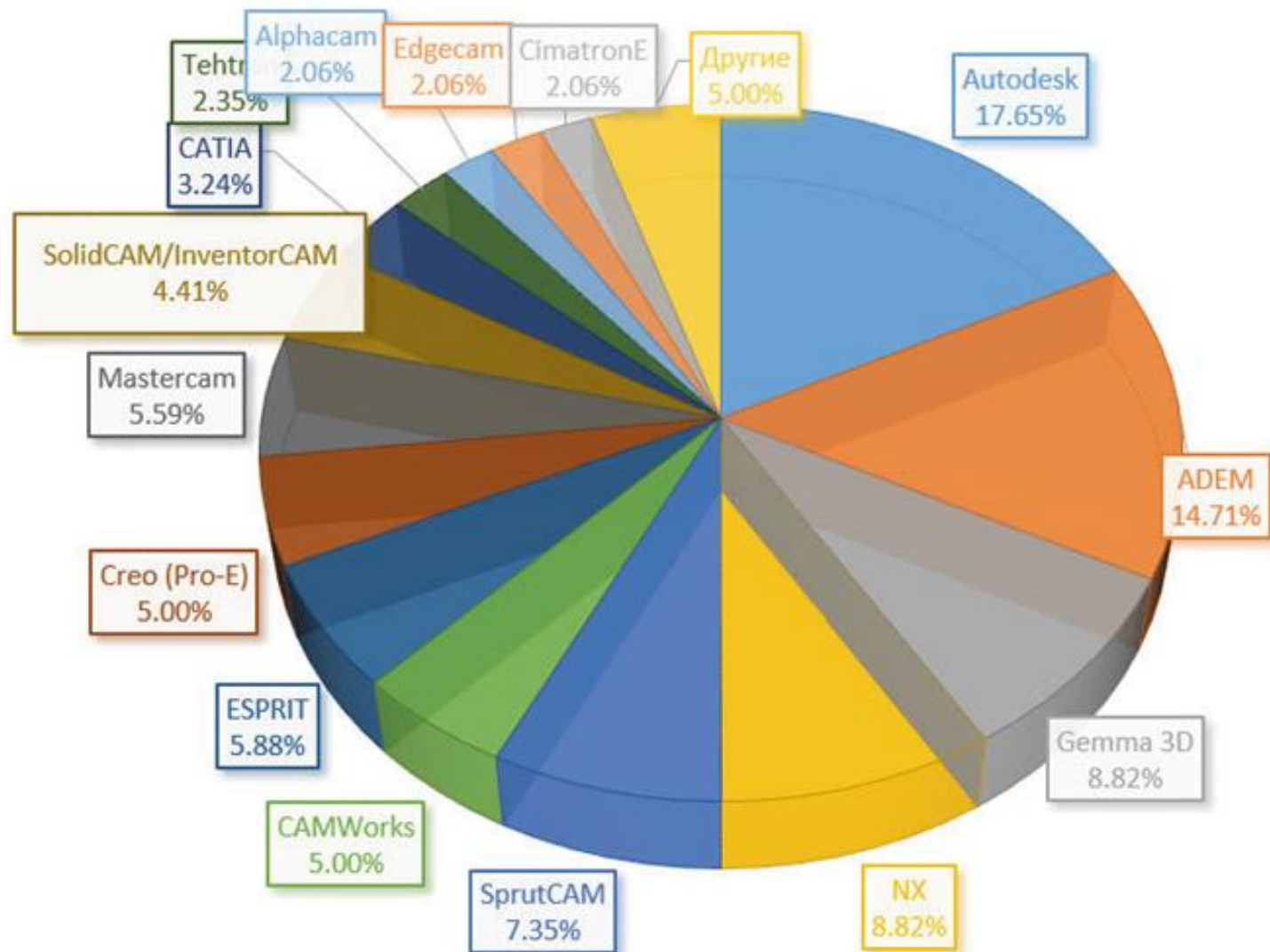
43% приходится на «цеховое программирование», т.к., написание УП для токарной обработки в большинстве случаев не вызывает острой необходимости в СAM.

Интерфейс современных стоек ЧПУ позволяют оператору решать задачи «плоской» фрезерной обработки средней сложности.

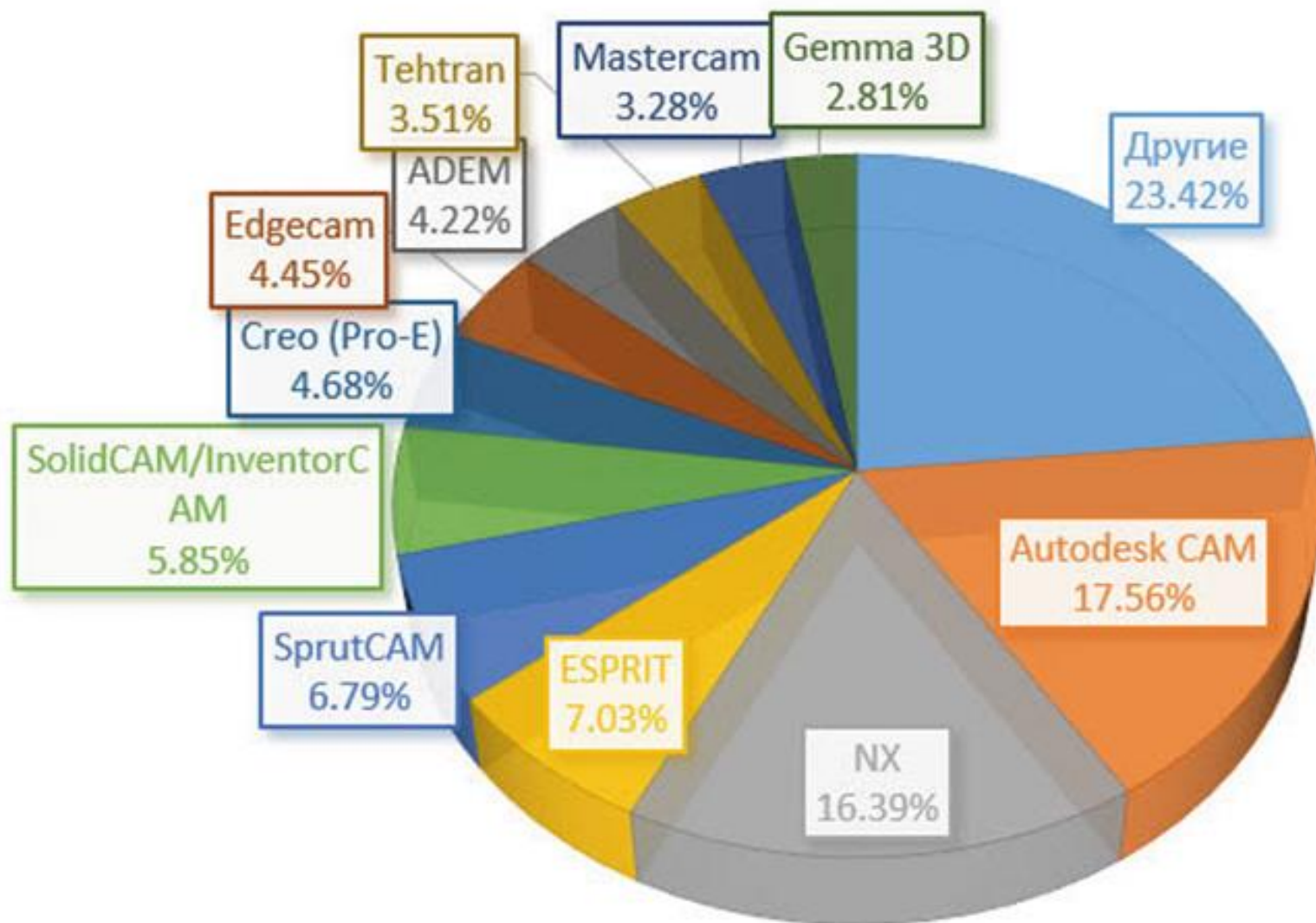
САМ-системы на предприятиях



САМ-системы в учебных заведениях



Доля проектов для САМ-систем в 2017 году.



Обзор российского рынка САМ-систем

Политика импортозамещения вместе с ростом курса валют способствовала удержанию позиций российских разработчиков и объема их продаж на докризисном уровне.

Однако, отечественные предприятия продолжают более охотно приобретать иностранные САМсистемы. SprutCAM и «Техтран» в 2016 году продемонстрировали очень хороший рост выручки, которая у обоих продуктов достигла 36% в рублевом выражении. Успехи ADEM, TFLEX и GeMMA 3D скромнее — они составили порядка 5 - 10%.

4. Системы управления данными о продуктах (PDM)

PDM-системой принято считать организационно-техническую систему, которая обеспечивает управление всей информацией об изделии.

В качестве изделий могут выступать самые разнообразные товары и объекты: от микрочипов до автомобилей и компьютерных сетей.

PDM облегчают доступ к *вспомогательным данным*: номерам деталей, техническим требованиям, результатам тестов и анализов.

PDM обеспечивают поддержку проектирования путем автоматизированной маршрутизации документации на этапе корректирования.

Системы PDM стали популярны благодаря развитию Интернета, Web и интрасетей. Обеспечена универсальность, дешевизна и доступность, а также аппаратная независимость.

Структура технологий PDM-систем

- **EDM** (engineering data management) — *управление инженерными данными;*
- **PIM** (product information management) — *управление информацией об изделии;*
- **TDM** (technical data management) — *управление техническими данными;*
- **TIM** (technical information management) — *управление технической информацией;*
- *управление изображениями и манипулированием информацией*, всесторонне определяющей конкретное изделие.

Функции PDM-систем:

- Организация хранения данных и управление документами.
- Управление разработкой изделия и контроль процессов по его реализации.
- Манипулирование структурой изделия.
- Автоматизация поиска конкретных данных и числовых параметров изделия.
- Подготовка отчётов в соответствии с требованиями предприятия или отрасли.

Задачи PDM-систем:

- Создание электронного архива чертежей и другой технической документации;
- Создание ЕИП для всех сотрудников, принимающих участие в разработке жизненного цикла изделия;
- Автоматизация внесения изменений в конфигурацию изделия;
- Приведение всех данных о продукте к международным стандартам качества серии ISO 9000.

Цели PDM-систем:

- Сокращение сроков разработки и внедрения изделия;
- Уменьшение стоимости обработки информации;
- Помощь в контроле информации о поставщиках.

Возможности PDM-систем экономят от 40 % до 70 % рабочего времени конструкторов и общей стандартизации цикла внесения изменений в рабочие проекты.

Пример создания технологического процесса с использованием системы ADEM

ADEM является *интегрированной* CAD/CAM/CAPP-системой.

Computer-Aided Process Planning (CAPP),
**автоматизированная технологическая
подготовка производства — это
программные продукты, помогающие
автоматизировать процесс подготовки
производства, а именно планирование
(проектирование) технологических процессов.**

Задача CAPP: по заданной модели изделия, выполненной в CAD-системе, составить план его производства — маршрут изготовления.

Основные возможностям модуля САРР системы ADEM:

- *получение необходимой информации от конструктора в электронном виде (чертеж, 3Dмодель);*
- *проектирование маршрута изготовления (диалоговое, полуавтоматическое или автоматическое);*
- *расчет основных режимов обработки, автоматизация рутинных расчетов;*
- *материальное и трудовое нормирование;*
- *формирование всей необходимой документации в соответствии с требованиями ЕСТД и стандартов предприятия (СТП);*
- *возможность работы с нормативно-справочной информацией;*
- *организация параллельной работы с ТП;*
- *организация передачи информации о ТП в систему управления предприятием.*

Формы 1 ГОСТ 2.304-68 (к 01)

ABC 124578.214

√ R06.3 M

Fig. 01, drawing.

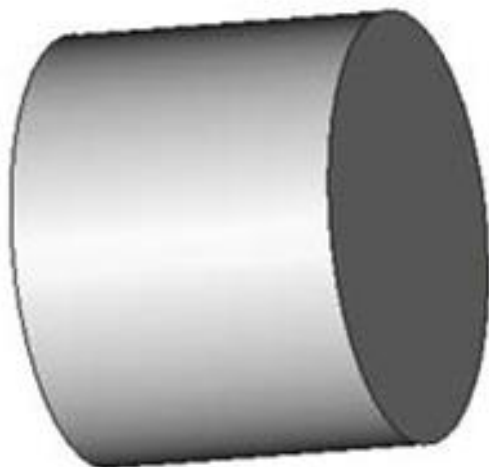
Technical drawing of a mechanical part, Form 1, showing dimensions and tolerances:

- Overall width: 60
- Top hole: M10x0.75-6H
- Top fillet radius: R016
- Inner diameter of main body: φ60h12
- Inner diameter of lower section: φ45h12
- Outer diameter of lower section: φ80
- Bottom hole: φ30H7 (+0.021/-0.009)
- Bottom fillet radius: R0125
- Bottom hole depth: 19 ± 0.052
- Bottom hole diameter tolerance: 19 ± 0.052
- Bottom hole position from left face: 40
- Bottom hole position from right face: 50
- Bottom hole angle: 1x45°
- Bottom hole thread: 3 Øocru

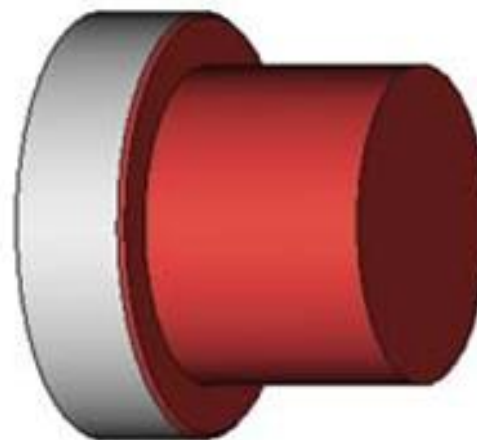
1. HRC 30...32

СПб ГУТ³²⁾

Маршрут обработки детали (рис. 11.)



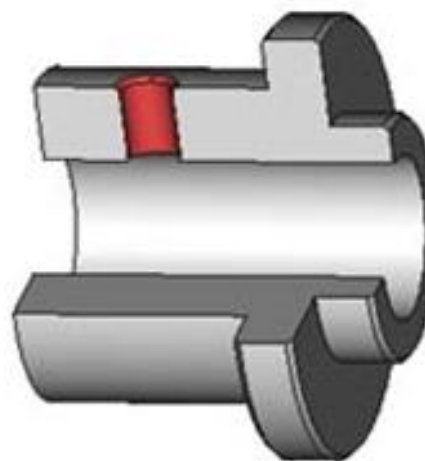
Заготовка



005 ТОКАРНАЯ

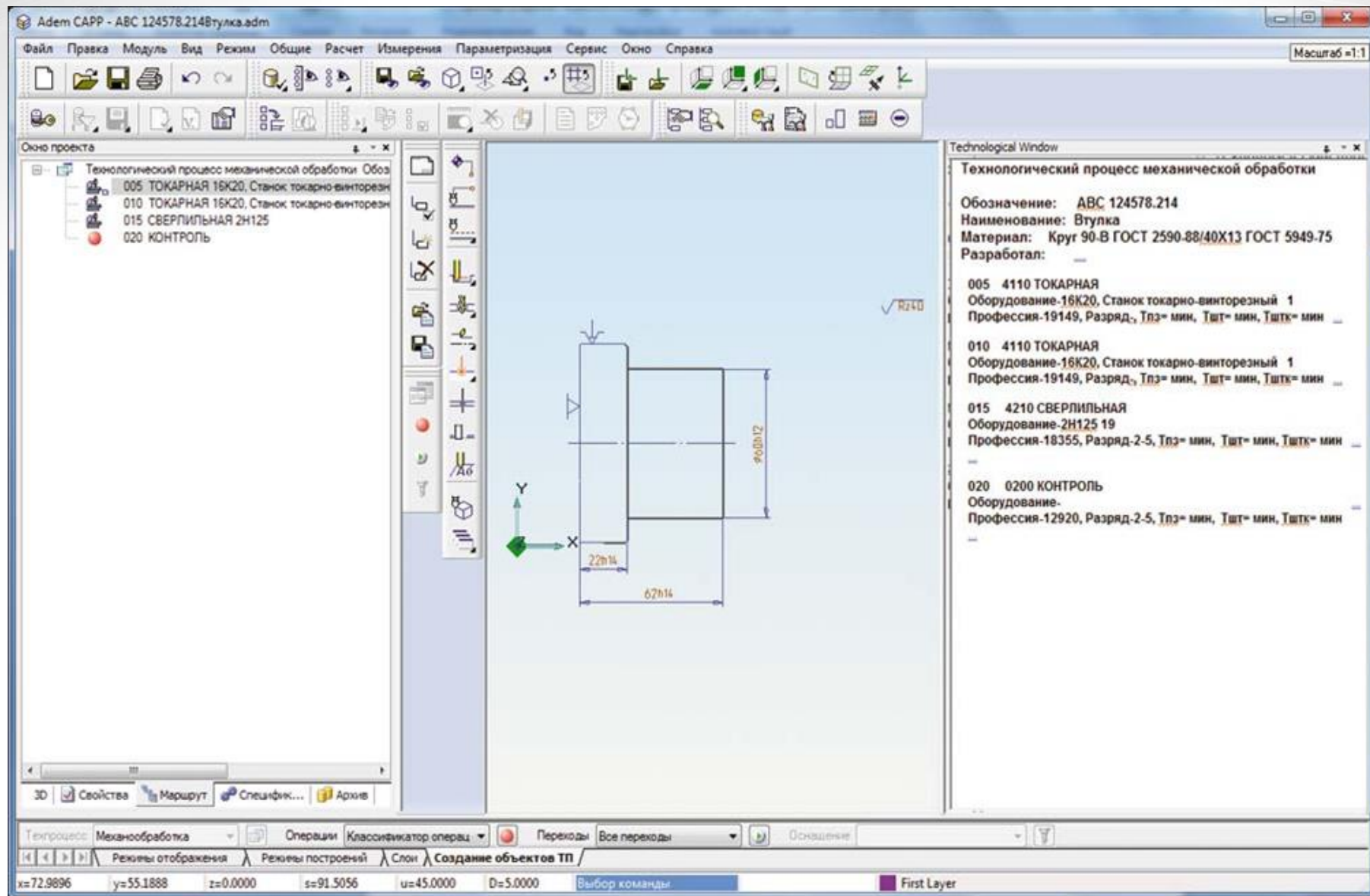


010 ТОКАРНАЯ



015 СВЕРЛИЛЬНАЯ

Операционный эскиз



Проверка правописания

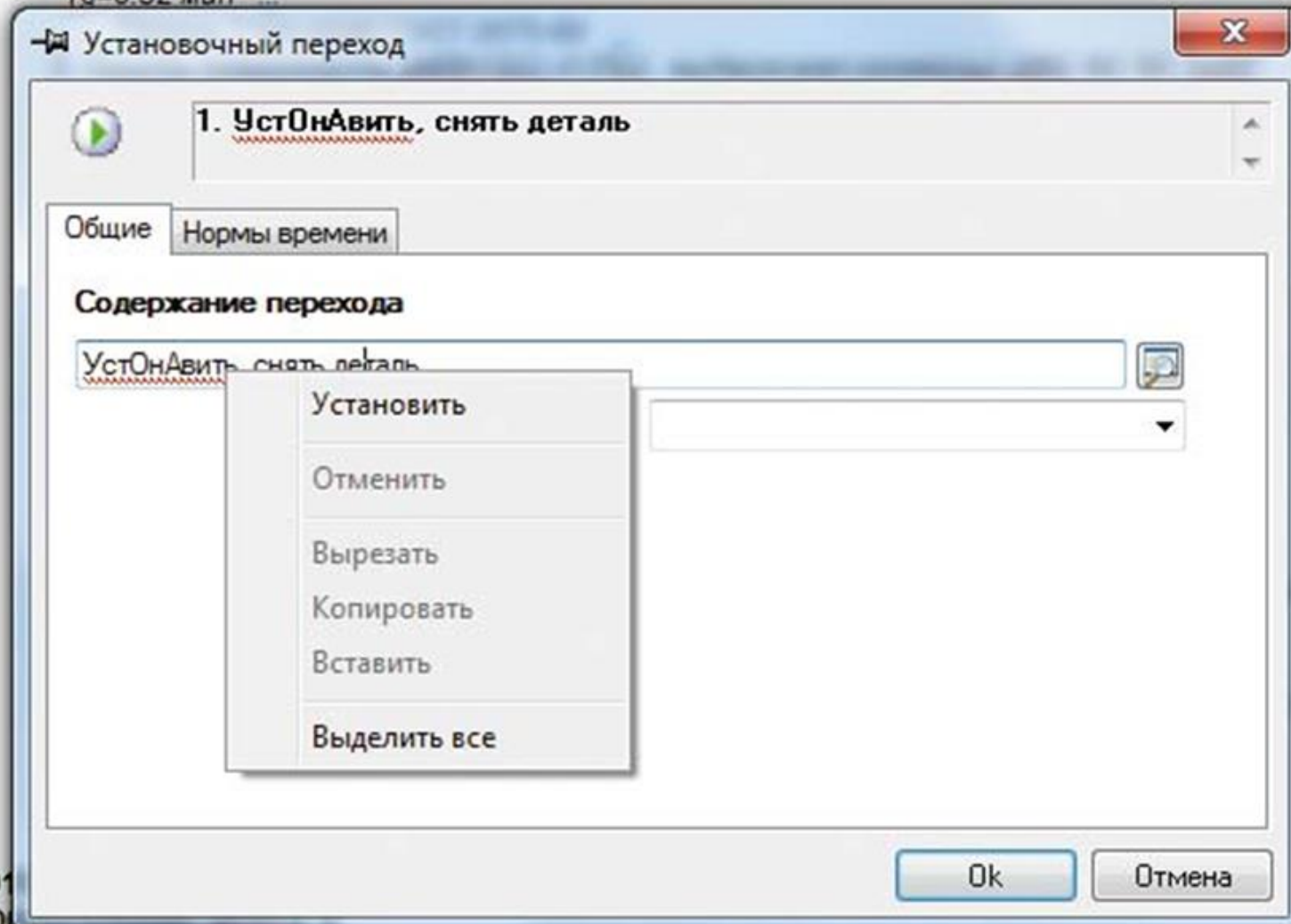
010 4110 ТОКАРНАЯ

Оборудование-16K20, Станок токарно-винторезный 1 1

Профессия-19149, Разряд-2-6, Тлз= мин, Тшт=10.959 мин, Тштк= мин ...

1. УстОнАвить, снять деталь

Тв=0.32 мин ...



Технологическое окно

Adem CAPP - Втулка для sapr шоу.adm

Файл Правка Модуль Вид Режим Общие Расчет Измерения Параметризация Сервис Окно Справка

Масштаб =1:1

Окно проекта

- Технологический процесс механической обработки: Обоз
- 005 ТОКАРНАЯ 16К20, Станок токарно-винторезный
- 010 ТОКАРНАЯ 16К20, Станок токарно-винторезный
 - 1. Установить, снять деталь
 - 2. Точить поверхность $\varnothing 45h12((L-0.25))$, выдерж
 - 3. Сверлить центровочное отв., выдерживая раз
 - 4. Сверлить сквозное отв. $\varnothing 14$, выдерживая раз
 - 5. Рассверлить сквозное отв. $\varnothing 26$, выдерживая
 - 6. Расточить сквозное отв. $\varnothing 29.7((+0.13))$, выд
 - 7. Расточить сквозное отв. выдерживая разме
- 015 ФРЕЗЕРНАЯ 6Р11
- 020 СВЕРЛИЛЬНАЯ 2Н125
- 025 СПЕСАРНАЯ
- 030 КОНТРОЛЬ

3D Свойства Маршрут Специфик... Архив

Техпроцесс: Механообработка

Операции Классификатор операц

Переходы Все переходы

Оснащение Приспособления

Режимы отображения Режимы построений Слон Создание объектов ТП

x=225.4337 y=329.1305 z=0.0000 s=398.9326 u=45.0000 D=5.0000 Выбор команды First Layer

Technological Window

Обозначение: 501001

Наименование: Втулка

Материал: Круг 90-В ГОСТ 2590-88/40Х13 ГОСТ 5949-75

Разработал: Юзмухаметов

005 4110 ТОКАРНАЯ

Оборудование-16К20, Станок токарно-винторезный 1

Профессия-19149, Разряд-2-6, Тпз=17 мин, Тшт=7.358 мин, Тштк=7.698 мин

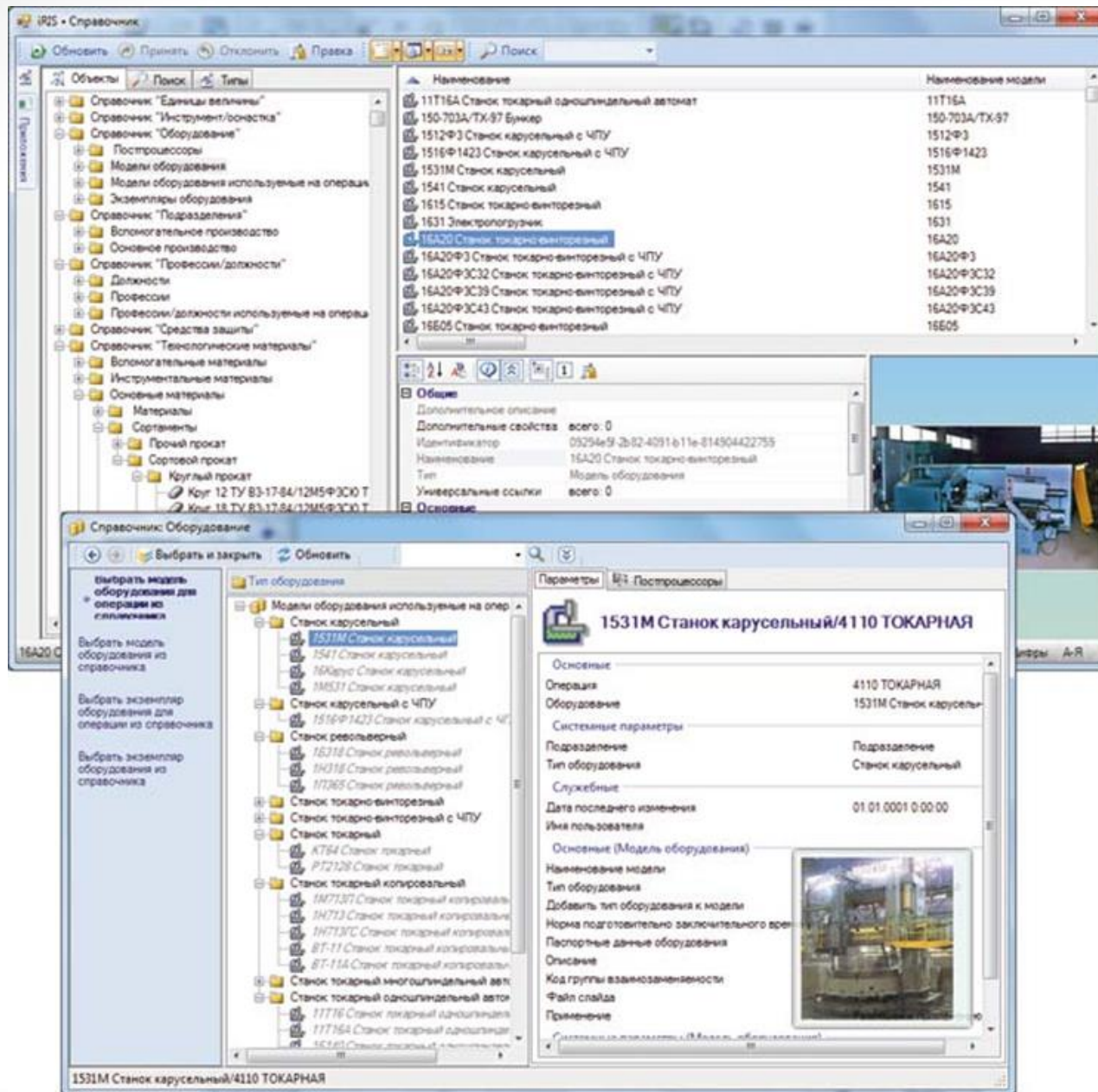
1. Установить, снять деталь
Тв=0.32 мин
Патрон 7100-0046 ГОСТ 2675-80
2. Точить поверхн. $\varnothing 45h12((L-0.3))$ с одновременной подрезкой торца $62h15((L-1.2))$, $22h15((L-0.84))$
То=6 мин, Тв=0.44 мин, У=114 м/мин, $\eta=400$ об/мин, S=0.25
Резец 2103-0022 ГОСТ 18879-73 Пластика ВК4
Штангенциркуль ШЦ-II-150-0.1 ГОСТ 166-89
Микрометр МК-75 ГОСТ 6507-90

010 4110 ТОКАРНАЯ

Оборудование-16К20, Станок токарно-винторезный 1

Профессия-19149, Разряд-2-6, Тпз= мин, Тшт=10.959 мин, Тштк= мин

1. Установить, снять деталь
Тв=0.32 мин
Патрон 7100-0046 ГОСТ 2675-80
2. Точить поверхность $\varnothing 45h12((L-0.25))$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 60$, 60, 50, $1 \times 45^\circ$
То= мин, Тв= мин, У= м/мин, $\eta=$ об/мин, S= мин
Резец 2103-0022 ГОСТ 18879-73 Пластика ВК4
Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-90
Штангенциркуль ШЦ-II-125-0.05 ГОСТ 166-89
3. Сверлить центровочное отв., выдерживая размер(ы): 60
То= мин, Тв= мин, У= м/мин, $\eta=$ об/мин, S= мин
Сверло 2317-0001 ГОСТ 14952-75 Пластика Р6М5
4. Сверлить сквозное отв. $\varnothing 14$, выдерживая размер(ы): 60
То=6.159 мин, Тв= мин, У=2.769 м/мин, $\eta=63$ об/мин, S=0.2
Сверло 2300-0749 14 ГОСТ 4010-77 Пластика Р6М5
5. Рассверлить сквозное отв. $\varnothing 26$, выдерживая размер(ы): 60
То=4.127 мин, Тв= мин, У=5.143 м/мин, $\eta=63$ об/мин, S=0.3
Сверло 2301-1739 26 ГОСТ 22736-77 Пластика Р6М5
6. Расточить сквозное отв. $\varnothing 29.7((+0.13))$, выдерживая размер(ы):



Укрупненное нормирование

Нормирование и технологические расчеты (версия 10.11.11)

Расчеты Правка Вид Настройка Справка

Расчеты Редактор расчета

План расчета

- План расчета. Вариант №1
 - Фрезерная
 - Токарная
 - Установ А
 - Карта №7. Установка и снятие в т
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Установ Б
 - Карта №7. Установка и снятие в т
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Карта №36. Наружное точение, Rz
 - Установ В
 - Установ Г
 - Карта №7. Установка и снятие в т
 - Карта №41. Наружное точение, Rz
 - Таблица
 - Поправочный коэффициент
 - Поправочный коэффициент
 - Количество поверхностей
 - Формула неполного штучног
 - Карта №41. Наружное точение, Rz
 - Карта №41. Наружное точение, Rz
 - Карта №41. Наружное точение, Rz
 - Карта №41. Наружное точение, Rz
 - Карта №73. Обработка фасок и г
 - Карта №41. Наружное точение, Rz
 - Карта №50. Прорезка наружных п
 - Карта №73. Обработка фасок и г
 - Карта №60. Нарезание метрическ
 - Карта №2. Подготовительно-заключите
 - Шлифовальная

Расчет

Наружное точение, Rz80, 14...12 качество, Lz/Dmax=10

Примечания

Сталь конструкционная углеродистая, Gs=059...074 ГПа. Единичное и мелкосерийное производство. Резец с пластинами TSK10

Выбор расчета

- Справочники
 - Вспомогательное время на контрольные измерения
 - Горизонтально-расточные станки
 - Сверлильные станки
 - Подготовительно-заключительное время
 - Время на установку и снятие детали
 - Неполное штучное время
 - Чугун серый, HB=176...215 ГПа
 - Карта 4. Сверление отверстий Rz80, 14...12 качество
 - Карта 5. Рассверливание отверстий Rz80, 14...12 качество
 - Карта 6. Зенкерование отверстий Rz40, 11 качество
 - Карта 7. Развертывание цилиндрических отверстий, Rz20...Ra2.5, 9...8 качество; Ra2.5...Ra1.25, 8...7 качество
 - Карта 8. Развертывание конических отверстий, Rz20, 9...8 качество
 - Карта 9. Развертывание конических отверстий, Ra2.5...Ra1.25, 8...7 качество

Вид обработки	Диаметр обрабатываемой поверхности D, мм, до	Резцы с пластинами T15K6					Резцы с пластинами P6M5			
		Ширина фаски или радиус галтели								
		2	3	5	8	10	3	5	8	10
Обработка фасок	50	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	-	-	-	-
	100	0.3	0.35	0.45	0.65	0.75	-	-	-	-
	200	0.3	0.4	0.55	0.8	0.9	-	-	-	-
	300	0.35	0.45	0.6	0.9	1	-	-	-	-
	500	0.4	0.5	0.7	1	1.2	-	-	-	-
Обработка галтелей	50	-	0.6	0.7	-	-	0.7	0.8	-	-
	100	-	0.65	0.8	1.1	-	0.75	0.9	1.3	-
	200	-	0.7	1	1.4	1.8	0.8	1.4	2	2.6
	300	-	0.8	1.1	1.5	1.9	0.9	1.5	2.1	2.8
	500	-	0.9	1.2	1.6	2	1	1.6	2.3	3

Мои расчеты \ Деталь Шпиндель \ План расчета. Вариант №1

Итог работы технолога - спроектированный технологический процесс

Adem CAPP - Втулка для sapr шоу.adm

Файл Правка Модуль Вид Режим Общие Расчет Измерения Параметризация Сервис Окно Справка Масштаб =1:1

Окно проекта

- Технологический процесс механической обработки
 - 005 ТОКАРНАЯ 16K20, Станок токарно-винторезный
 - 1. Установить, снять деталь
 - 2. Точить поверхность $\varnothing 60h12((L-0.3))$ с односторонней обработкой
 - Резец 2103-0022 ГОСТ 18879-73 Пластина BK4
 - Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89
 - Микрометр МК-75 ГОСТ 6507-90
 - 010 ТОКАРНАЯ 16K20, Станок токарно-винторезный
 - 1. Установить, снять деталь
 - 2. Точить поверхность $\varnothing 45h12((L-0.25))$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 60, 60, 50, 1x45^\circ$
 - Резец 2103-0022 ГОСТ 18879-73 Пластина BK4
 - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89
 - Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-90
 - 3. Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размер(ы) $\varnothing 6, 60$
 - 4. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер(ы) $\varnothing 14, 60$
 - Сверло 2300-0749 14 ГОСТ 4010-77 Пластина P6M5
 - РЕЖИМ ОБРАБОТКИ: D=14 мм; L=
 - 5. Рассверлить сквозное отверстие, выдерживая размер(ы) $\varnothing 26, 60$
 - Резец 2140-0021 Пластина BK4
 - РЕЖИМ ОБРАБОТКИ: D=29.7 мм; L=
 - 6. Расточить сквозное отверстие, выдерживая размер(ы) $\varnothing 29.7((+0.13))$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 29.7((+0.13))$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 29.7((+0.13))$
 - 7. Расточить сквозное отверстие, выдерживая размер(ы) $\varnothing 29.7((+0.13))$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 29.7((+0.13))$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 29.7((+0.13))$
 - Резец 2140-0021 Пластина BK4
 - РЕЖИМ ОБРАБОТКИ: D=29.7 мм; L=
 - Калибр-пробка 8133-1031 30 H7 ГОСТ 8133-1031
 - 015 ФРЕЗЕРНАЯ 6P11
 - 1. Установить, снять деталь
 - Тиски 7200-0206 ГОСТ 16518-96
 - 2. Фрезеровать паз в размеры 10; 7
 - Фреза 2220-0071 ГОСТ 17025-71 Пластина BK4
 - Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89
 - РЕЖИМ ОБРАБОТКИ: B=10 мм; L=
 - 020 СВАРКА ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ
 - 1. Установить, закрепить, снять деталь
 - 2. Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размер(ы) $\varnothing 6, 60$
 - Сверло 2317-0001 ГОСТ 14952-75 Пластина P6M5
 - 3. Сверлить отверстие $\varnothing 9.2((+0.17))$ под резьбу M1

3D Свойства Маршрут Спецификация Архив

Техпроцесс Механообработка Операции Классификатор операций Переходы Все переходы Оценки Приспособления

Режимы отображения Режимы построения Слой Создание объектов ТП

x=197.5735 y=319.8611 z=0.0000 s=375.9607 u=45.0000 D=5.0000 Выбор команды First Layer

Technological Window

Обозначение: SofTool
Наименование: Втулка
Материал: Круг 90-В ГОСТ 2590-88/40X13 ГОСТ 5949-75
Разработал: Юзмухаметов

005 4110 ТОКАРНАЯ
Оборудование-16K20, Станок токарно-винторезный 1 1
Профессия-19149, Разряд-2-6, Тпз=17 мин, Тшт=7.358 мин, Тштк=7.698 мин

1. Установить, снять деталь
Тг=0.32 мин
Патрон 7100-0046 ГОСТ 2675-80
2. Точить поверхность $\varnothing 60h12((L-0.3))$ с односторонней обработкой торца $62h15((L-1.2))$, $22h15((L-0.84))$
То=6 мин, Тг=0.44 мин, V=114 м/мин, n=400 об/мин, S=0.25
Резец 2103-0022 ГОСТ 18879-73 Пластина BK4
Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89
Микрометр МК-75 ГОСТ 6507-90

010 4110 ТОКАРНАЯ
Оборудование-16K20, Станок токарно-винторезный 1 1
Профессия-19149, Разряд-2-6, Тпз= мин, Тшт=10.959 мин, Тштк= мин

1. Установить, снять деталь
Тг=0.32 мин
Патрон 7100-0046 ГОСТ 2675-80
2. Точить поверхность $\varnothing 45h12((L-0.25))$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 60, 60, 50, 1x45^\circ$
То= мин, Тг= мин, V= м/мин, n= об/мин, S=
Резец 2103-0022 ГОСТ 18879-73 Пластина BK4
Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-90
Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89
3. Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размер(ы) $\varnothing 6, 60$
То= мин, Тг= мин, V= м/мин, n= об/мин, S=
Сверло 2317-0001 ГОСТ 14952-75 Пластина P6M5
4. Сверлить сквозное отверстие $\varnothing 14$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 14, 60$
То=6.159 мин, Тг= мин, V=2.769 м/мин, n=63 об/мин, S=0.2
Сверло 2300-0749 14 ГОСТ 4010-77 Пластина P6M5
5. Рассверлить сквозное отверстие $\varnothing 26$, выдерживая размер(ы) $\varnothing 26, 60$
То=4.127 мин, Тг= мин, V=5.143 м/мин, n=63 об/мин, S=0.3
Сверло 2300-0749 14 ГОСТ 4010-77 Пластина P6M5

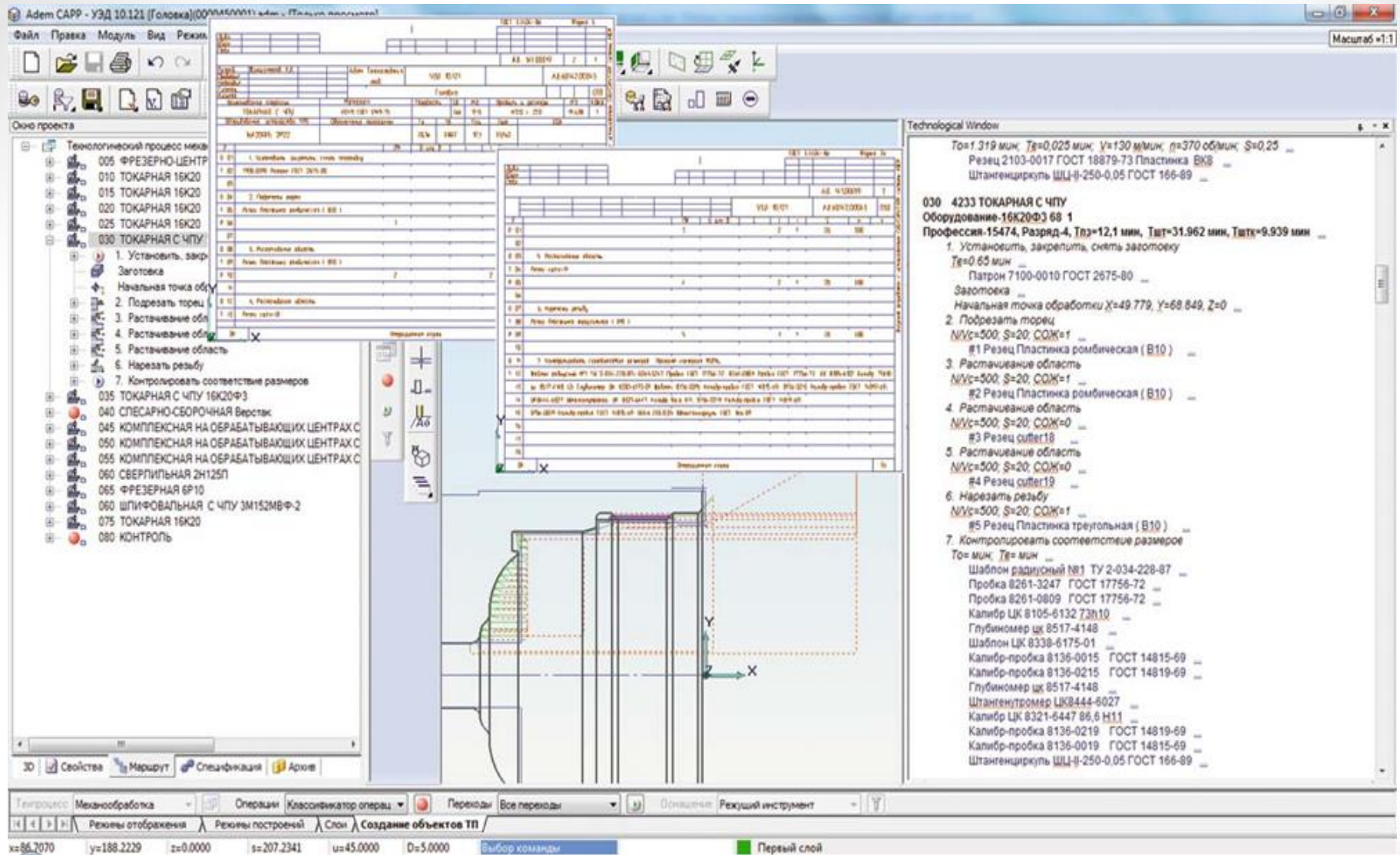
1. Неуклонно соблюдать отклонения H4; H4; H14/2

Втулка

1.067 1:1

Группа конструктора АДМ

Оформление маршрута ТП (на станке с ЧПУ)



Пример расчета режимов сварки

Выбор из таблицы

Комментарии

Выбор типа шва

13/26

Тип шва	Наименование шва	Тип сварки
C15	с двумя симметричными скосами одной кромки	ручная
C17	со скосом кромок	ручная
C19	со скосом кромок на остающейся подкладке	ручная
C20	со скосом кромок замковой	ручная
C25	с двумя симметричными скосами кромок	ручная
У2R=2S	с отбортовкой одной кромки R=2S	ручная

Тип шва C25
с двумя симметричными скосами кромок

РПМ 12.44.045-86

Параметры полуавтоматической сварки

Режимы полуавтоматической сварки. Проволока Св-08ХГ2С ГОСТ 2246-70 5

Общие Флюс, Газ

Тип сварки: Полуавтоматическая

Действие

Что свариваем? Сварка в защ. газах низколег. сталей типа 10ХСНД 15ХСН

Проволока Проволока Св-08ХГ2С ГОСТ 2246-70

Диаметр проволоки 5 Единицы велич. (ЕВ) 166

Ток 900-950 Напряжение 34-36

Скорость сварки 28.5-31 Скорость подачи 140-145

Толщина(катет) 20 Масса напл.металла 1.39

Длина шва(м) 6 Н.расх.проволоки(кг) 9.591

Тип шва C17 Основное время (То) 12.632

Ok Отмена

Строды МР-3ФК ГОСТ 9466-75

Тип сварки: Ручная

Действие

з констр. и низколегир. сталей.

ГОСТ 9466-75

Единицы велич. (ЕВ) 166

Напряжение 20-32

Козф.наплавки 8.9

Масса напл.металла 0.251

Н.расх.электрода(кг)

Основное время (То)

Ok Отмена

Пример раскроя листового материала

Выбор из таблицы

Комментарий
Выбор варианта раскроя
Лист №1
Габариты - 4 x 500 x 900

OK
Отмена

12

Код	Длина остатка	Номер эскиза	Обозначение	Количество	Количество выполнено
0 655235133123365	11.243	3	АД.ХХХХХХ.103	11	5
0 655235133123365	11.243	2	АД.ХХХХХХ.102	13	13
0 655235133123365	11.243	1	АД.ХХХХХХ.101	9	
0 639719427115715	68.009	3	АД.ХХХХХХ.103	11	
0 639719427115715	68.009	2	АД.ХХХХХХ.102	13	9
				9	
				11	
				1	
				3	
				9	
				9	

Приоритет
Количество
Номер

Технологический процесс механической обработки

005 ПРОГРАММНАЯ Пазер

1. Отрезать заготовку согл. эскизу

Карта раскроя

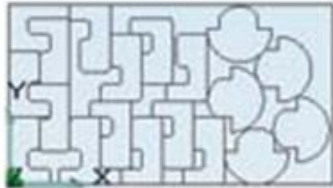
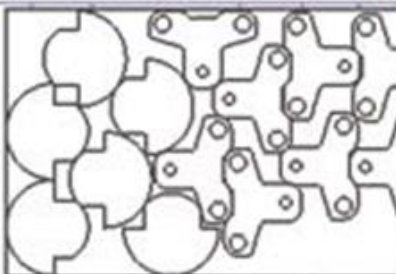

Заготовка Ширина: 500 Длина: 888.757

Литера (М): Эскиз 1 АД.ХХХХХХ.101 0.47 1.4

Литера (М): Эскиз 2 АД.ХХХХХХ.102 0.49 13

Литера (М): Эскиз 3 АД.ХХХХХХ.103 0.52 5

Отход Ширина: 500 Длина: 11.243

[illegible]

Задание для самостоятельной работы

Благодарю за внимание!