

САРР и PDM системы

Проектирование технологических процессов изготовления деталей

Функции PDM

Работа в среде единого информационного пространства

Задача технологической подготовки

- по созданной конструкторами

CAD-модели изделия составить план его
производства.

Технологическая подготовка
производства всегда осуществляется
по имеющейся базе данных типовых
техпроцессов, применяемых на
конкретном предприятии.

Различают два подхода к автоматизированной технологической подготовке - *модифицированный и генеративный.*

При модифицированном подходе задача САПР-системы состоит в поиске наиболее похожего изделия в существующей базе данных и предъявлении его операционной карты для модификации. При модифицированном подходе широко применяется **групповая технология**, позволяющая проводить классификации деталей в семейства похожих.

Групповая технология состоит в классификации деталей **в семейства**, представляющие собой совокупность **объектов, подобных друг другу**

по геометрической форме, размерам и технологическим процессам их изготовления.

Отнесение детали к известному семейству на основе ее формы и размеров позволяет быстро найти в технологической базе данных предприятия последовательность процессов, используемых для изготовления похожих деталей, и модифицировать ее для изготовления новой детали

Групповая технология находит приложение при компоновке оборудования в цехе.

Классическая схема компоновки состоит в группировке станков по видам обработки (токарный, фрезерный, сверлильный, шлифовальный и сборочный участки).

Недостаток - **накладные расходы** на передачу заготовок с участка на участок **очень высоки**.

Альтернативная схема компоновки станков состоит в размещении их по участкам в соответствии с семействами деталей. В этом случае каждый участок отвечает за изготовление деталей своего семейства.

Генеративный подход состоит
в распознавании у детали типовых
конструктивных элементов и применении к ним
типовых техпроцессов (токарная обработка,
сверление и прочее).

При генеративном подходе используются
известные методы искусственного интеллекта
для распознавания элементов и логического
вывода

Важным элементом САРР-систем является их **открытость**: систему можно не только настраивать на решение задач конкретного предприятия, но и модернизировать как на уровне интерфейса, так и на уровне функционального назначения.

Обычно в состав системы входит специальный редактор, с помощью которого создаются бланки документов. Поэтому каждое предприятие, использующее нестандартные формы документации, может без привлечения сторонних программистов создать требуемый комплект документов

При проектировании техпроцессов используются базы типовых ТП и типовых технологических переходов.

База типовых ТП и переходов пополняется по ходу проектирования, а также редактируется менеджером БД.

Типы операций и переходов заложены в соответствующих классификаторах, а состав основных свойств представлен в стандартах ЕСТД.

Функциональные возможности САРР-систем и сквозная интеграция с САД обеспечивают решение следующих задач:

- **управление хранением данных и документов:**
авторизация доступа, поиск информации,
целостность данных, архивирование, резервное
копирование, восстановление данных;
- **управление процессами:** управление работой,
протоколирование работы;
- **управление структурой изделия:**
технологический состав изделия, исполнения;
- **интерактивное проектирование технологических
процессов (ТП);**

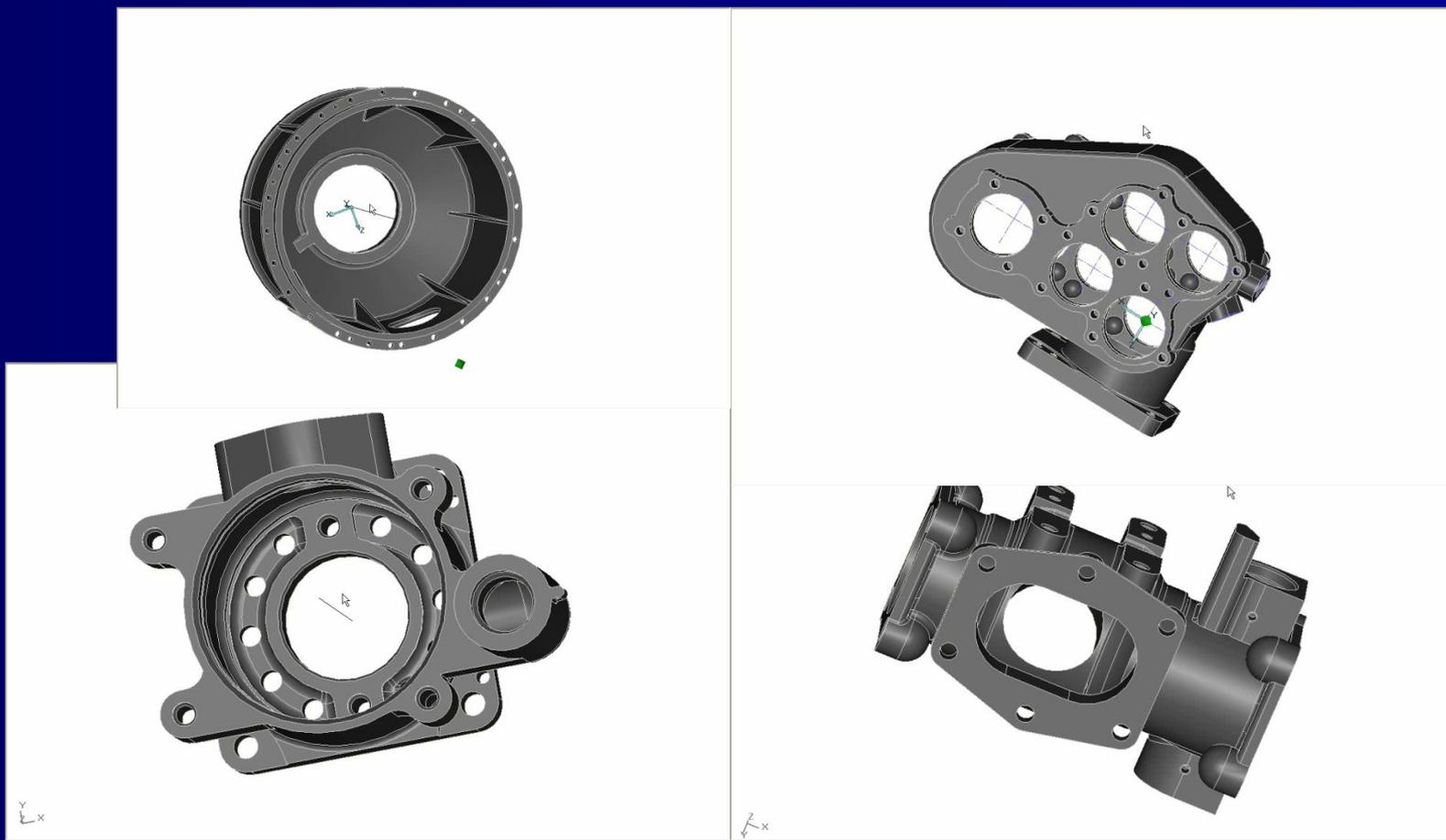
- **основные режимы:** применение ТП, интерактивное заполнение ТП с использованием БД-ресурсов и контекстных закладок, копирование ТП из других проектов;
- **автоматизированное проектирование техпроцессов** на основе знаний структурно-параметрического синтеза;
- **виды технологических процессов:** обобщенный ТП, механообработка, сборка, холодная штамповка, ковка и горячая штамповка, литье, термическая обработка, нанесение покрытий, сварка, пайка, изготовление деталей из пластмасс и резины и пр.;

- автоматизированное проектирование **операций**;
- **управление** производственными и технологическими **ресурсами**;
- **формирование сводных ведомостей и спецификаций**; печать сформированных документов.

Создание общего технологического процесса (ОТП) позволяет аккумулировать опыт и знания ведущих специалистов предприятия разных областей деятельности и использовать его.

Программа для технологической подготовки производства обеспечивает автоматическое проектирование конкретных технологических процессов изготовления изделий с автоматическим формированием структуры конкретного технологического процесса, подбором оснащения и различными техническими расчетами, заложенными в ОТП

Разработка технологических процессов изготовления корпусных деталей в среде АРМ технолога



Заполнение общих данных вкладка «общие»»

Общие данные

Содержание

Техпроцесс на деталь 36.546.088 Крышка

Ok

Отмена

Общие | Сортамент заготовки | Подписи | Доп. параметры

Комплект документов | механической обработки

Цех | 25

Обозначение детали | 36.546.088 | A

Наименов. детали | Крышка | A

Изделие | НК36-СТ

Номер ТП | 00433 | A

Номер МК/КТТП | 00432 | A

Номер ВО | | A

Номер ВУН | | A

Данные берутся из
конструкторского
чертежа;
остальные
заполняются
автоматически

Заполнение общих данных вкладка «Сортамент заготовки»

Общие данные

Содержание
Техпроцесс на деталь 36.546.088 Крышка

Ok
Отмена

Общие | Сортамент заготовки | Подписи | Доп. параметры

Действие: Очистить все (поле "Материал" и поле "Сортамент")

Сортамент заготовки	AK4-1T1 ГОСТ 21488-97	
Материал	AK4-1T1 ГОСТ 21488-97	
наименование	Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов.	
Сортамент	Пруток ГОСТ 21488-97	
профиль	_80 x 20	Масса заготовки 0.4
Код материала		Код заготовки
Единицы норм. (ЕН)	1	Количество деталей 1
Единицы велич. (ЕВ)	166	Масса детали 0.34
КИМ	0.85	Норма расхода 0.4

Берутся из конструкторской документации или из базы данных по материалам деталей, обрабатываемых в цехе

Рассчитываются
В системе

Заполнение общих данных вкладка «Подписи»

Общие данные

Содержание

Техпроцесс на деталь 36.546.088 Крышка

Ok

Отмена

Общие | Сортамент заготовки | Подписи | Доп. параметры

Действие: Загрузить данные настроечного файла

Тип карты: Все

Хар-р работ (строка 1)	Технолог	Фамилия И.О.	Сизова В.М.
Хар-р работ (строка 2)	Гл.технолог	Фамилия И.О.	Землянская Ю.А.
Хар-р работ (строка 3)	Нач. ТБЦ	Фамилия И.О.	Калимулина Л.И.
Хар-р работ (строка 4)	Нач. БТК	Фамилия И.О.	Николаева О.В.
Хар-р работ (строка 5)	Н.контр.	Фамилия И.О.	Сизова В.М.
Хар-р работ (строка 6)	Начальник це	Фамилия И.О.	Тюльпин А.О.
		Фамилия И.О.	Снигарев В.В.
		Фамилия И.О.	Соловьев А.В.

Фамилии работников
выбираются из списка

Создание маршрута обработки

Выбор операции

The screenshot displays the Adem CAPP software interface for creating a processing route. The main window shows a technical drawing of a part with a diameter of 880^{±0.015} and a surface finish requirement of Rz40. A context menu is open over the drawing, listing various machining operations. The 'Токарная (411х, 412х)...' (Turning) operation is currently selected.

Операция

- Зубообрабатывающая (415х, 416х)...
- Отделочная (419х)...
- Отрезная (428х)...
- Протяжная (418х)...
- Расточная (422х)...
- Сверлильная (421х)...
- Строгательная (417х)...
- Токарная (411х, 412х)...**
- Фрезерная (426х, 427х)...
- Шлифовальная (413х, 414х)...
- Заготовительная
- Слесарная
- Контрольная
- Окраска Покрытие и др.
- Обработка резанием (410х, 416х, 417х)...
- Программная
- Автоматная
- Операции общего назначения (01хх)...
- Технический контроль (02хх, 03хх)...
- Прочие операции

Технические требования:

1. КИМ не менее 0.
2. * Размер теоретический
3. Покрытие Ан. Окс. нхр.
4. Общие требования к изготовлению по ТУ 01.1020

Таблица свойств детали:

Имя	Лист	И. Фамилия	И. Инициалы	И. Подпись	Дата
Создатель	Шарина				
Проверка	Козлов				
Т. инженер	Вагильченко				
И. инженер	Пыркова				
Уточ.	Иванов				

Таблица параметров:

Алгоритм	Масса	Масштаб
	0.34	1:1

Таблица листов:

Лист	1	Листов	1

Идентификация детали:

36,546,088

Крышка

AK4-111 ГОСТ 21488-97

Выбор команды

First Layer

Заполнение общих данных на операцию

Операция [X]

Содержание
10 25 ТОКАРНАЯ 1К62

Ok
Отмена

Общие | ОК / Эскиз | Прочие параметры | Нормирование

Номер операции	10	Номер ОК	80437	A
Цех	25	Номер КЭ		A
Участок	3	Инструкции ТБ №	3	
Номер КН/П		Тара		

Операция: ТОКАРНАЯ A

примечание: _____

Состав документов: _____

Оборудование: 1К62 A

Инвентарный номер: Т-1/1855

Выбираются из списка

Выбираются из базы
данных по цеху

Выбор оборудования

Операция [X]

Содержание
10 25 ФРЕЗЕРНАЯ

Ok
Отмена

Общие | ОК / Эскиз | Прочие параметры | Нормирование

Номер операции	10	Номер ОК	00099	A
Цех	25	Номер КЭ	00100	A
Участок				
Рабочее место				
Операция	ФРЕЗЕРНАЯ			A
примечание				
Состав документов				
Оборудование				A
Инвентарный номер				



Операция

Содержание

10 25 ФРЕЗЕРНАЯ 6A12P; 675

Выбор из таблицы

Комментарии

Выбор оборудования

Текущая операция :

ФРЕЗЕРНАЯ

OK

Отмена

1/12

Модель	Тип	Инвентарный N
675	Станок универсально-фрезерный	Ф-2/293
6Б12	Станок вертикально-фрезерный	Ф-3/246
6Б82Г	Станок горизонтально-фрезерный	Ф-1/236
6Л463	Станок копировально-фрезерный	Ф-6/245
6M12П	Станок вертикально-фрезерный	Ф-3/485
6M82	Станок универсально-фрезерный	Ф-2/237
6Н13	Станок вертикально-фрезерный	Ф-3/310
6Н82Г	Станок горизонтально-фрезерный	Ф-1/237
6Р12	Станок вертикально-фрезерный	Ф-3/784
6Р12	Станок вертикально-фрезерный	Ф-3/802
6Р12Б	Станок вертикально-фрезерный	Ф-3/734
VF221	Станок вертикально-фрезерный	Ф-3/363



Операция

Содержание

10 25 ФРЕЗЕРНАЯ

Выбор из таблицы

Комментарии

Выбор оборудования

Текущая операция :

Модель	Тип
675	Станок универс
6Б12	Станок вертика
6Б821	Станок горизонт
6Л463	Станок копиров
6М12П	Станок вертика
6М82	Станок универс
6Н13	Станок вертика
6Н82Г	Станок горизонт
6Р12	Станок вертика
6Р12	Станок вертика
6Р12Б	Станок вертика
VF221	Станок вертика

Операция

Содержание

10 25 ФРЕЗЕРНАЯ 6Б12

Общие | ОК / Эскиз | Прочие параметры | Нормирование

Номер операции: 10 Номер ОК: 00099 A

Цех: 25 Номер КЭ: 00100 A

Участок: _____

Рабочее место: _____

Операция: ФРЕЗЕРНАЯ A

примечание: _____

Состав документов: _____

Оборудование: 6Б12 A

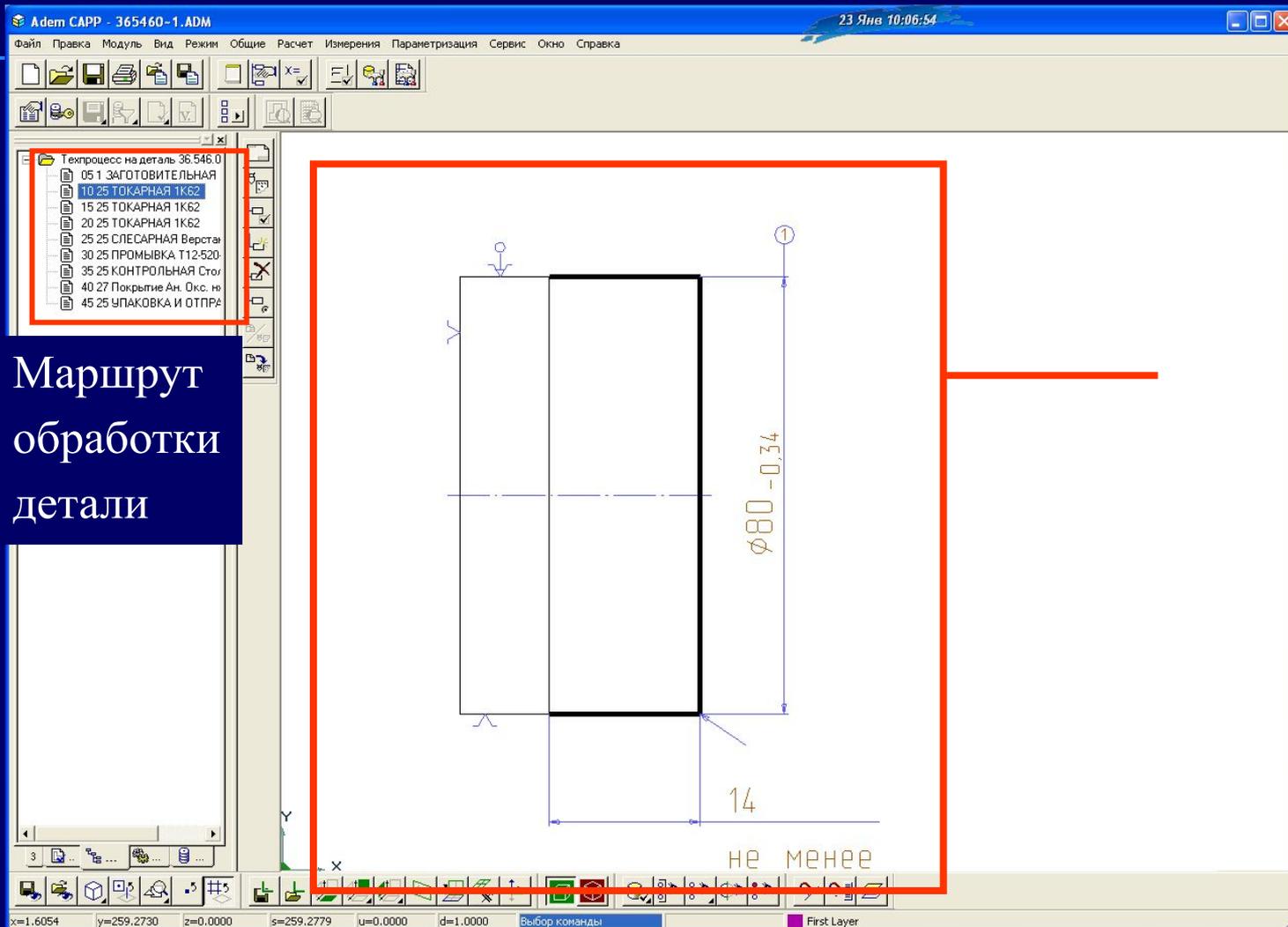
Инвентарный номер: Ф-3/246

Ok

Отмена



Результат создания маршрута обработки



Маршрут
обработки
детали

Выбор форм бланков

Операция

Содержание

10 25 ТОКАРНАЯ 1К62

Ok

Отмена

Общие | ОК / Эскиз | Прочие параметры | Нормирование

ОК (первый лист) L018 (A4 с эск

ОК (след. листы) L018 (A4 с эски
L047 (A3 с эски

СОЖ L048 (A3)
L042 (A3 с эски

КЭ (первый лист) L015 (A4)
L028

КЭ (след. листы) L014 (A4 с эск

Операции L016a (A4)

Выбирается из списка

Заполнение данными на операцию вкладки «Прочие параметры»

Операция

Содержание

10 25 ТОКАРНАЯ 1К62

Ok

Отмена

Общие | ОК / Эскиз | Прочие параметры | Нормирование

Код профессии	19149	A	Разряд профессии	4
Степень механиз.(СМ)			Код усл. труда (УТ)	
Колич. рабочих (КР)			Количество (КОИД)	
Единицы норм. (ЕН)			У произв. партии (ОП)	

Заполняется
вручную
с клавиатуры

Заполнение данными на операцию вкладки «Нормирование»

Операция

Содержание

10 25 ТОКАРНАЯ 1К62

Ok

Отмена

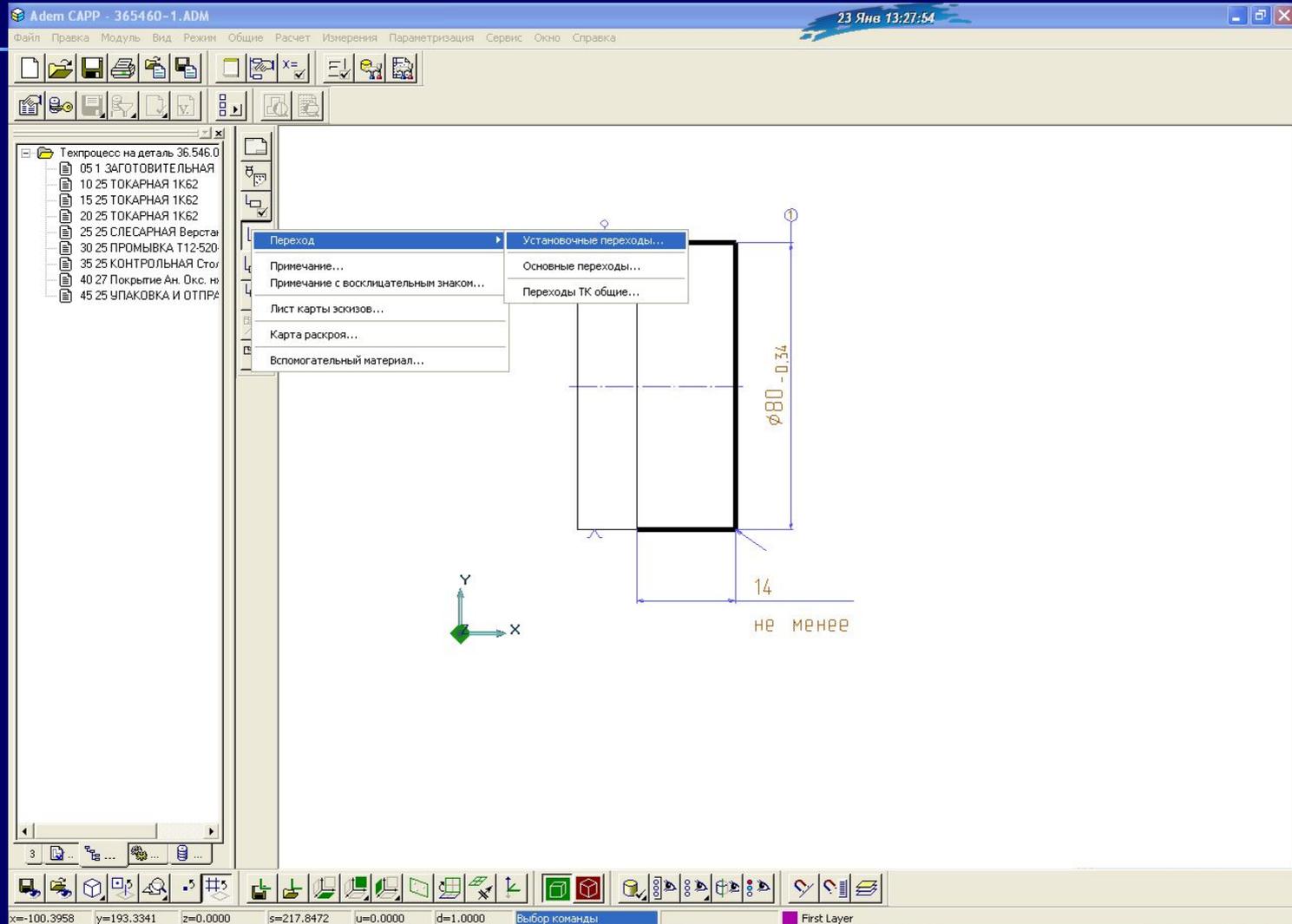
Общие | ОК / Эскиз | Прочие параметры | Нормирование

Кэфф. Тшт. (Кшт.)	1	Вспом. время (Тв.)	20	A
Подг. закл. вр. (Тпз.)	10	Основное время (То.)	30	A

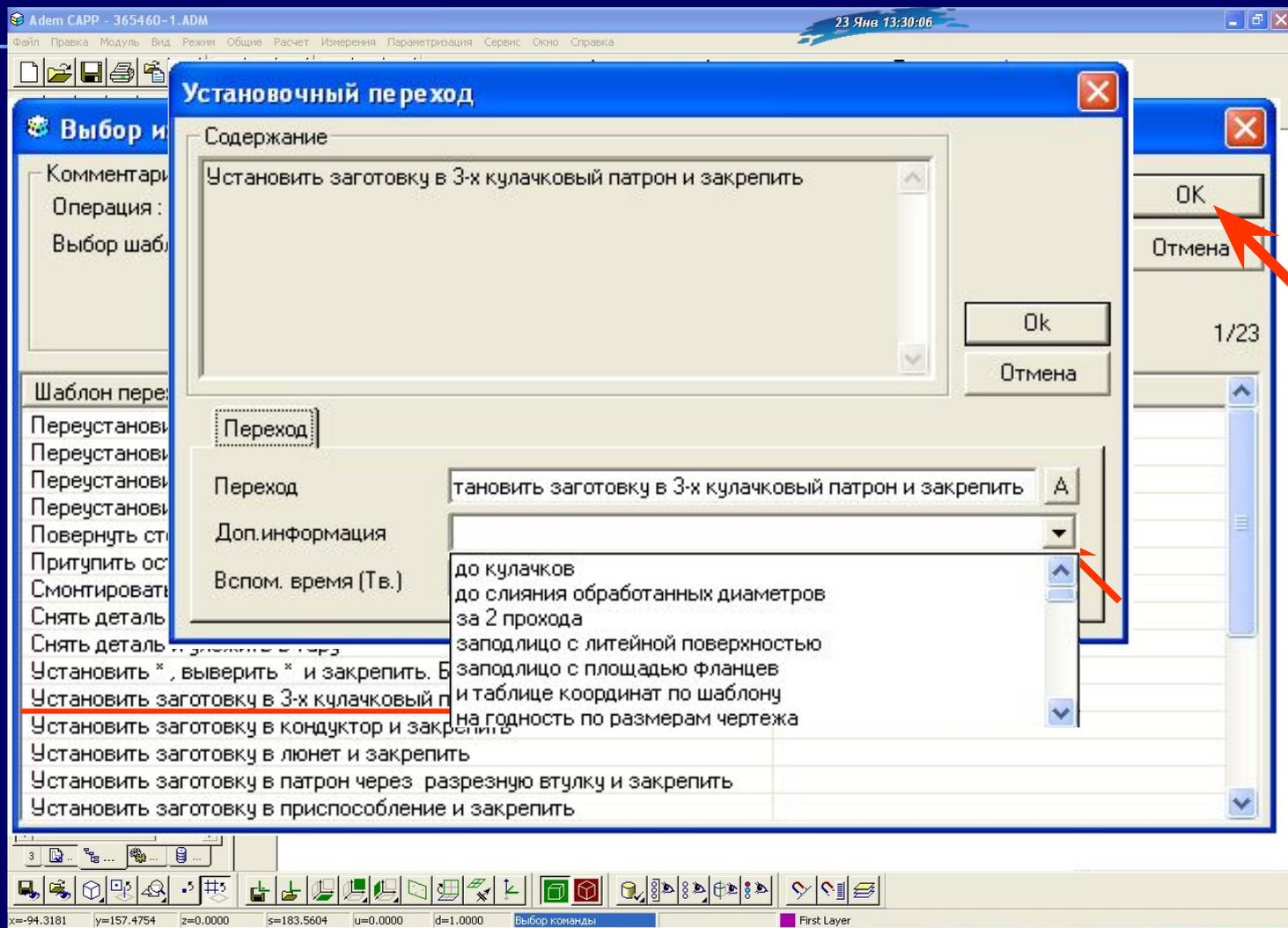
Заполняется
вручную
с клавиатуры

Рассчитывается
системой при
нажатии кнопки A

Создание установочного перехода



Создание установочного перехода



Выбор приспособления

Аdem CAPP - 365460-1.ADM 23 Янв 13:52:05

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

10 25 ТОКАРНАЯ 1К62

- Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон и закрепить
- Патрон 7100-0065 ГОСТ 2675-80

40 27 Покрытие Ан. Окс. нпр. Ванна

45 25 УПАКОВКА И ОТПРАВКА Стелаж

Y

X

$\phi 80 - 0,34$

14

не менее

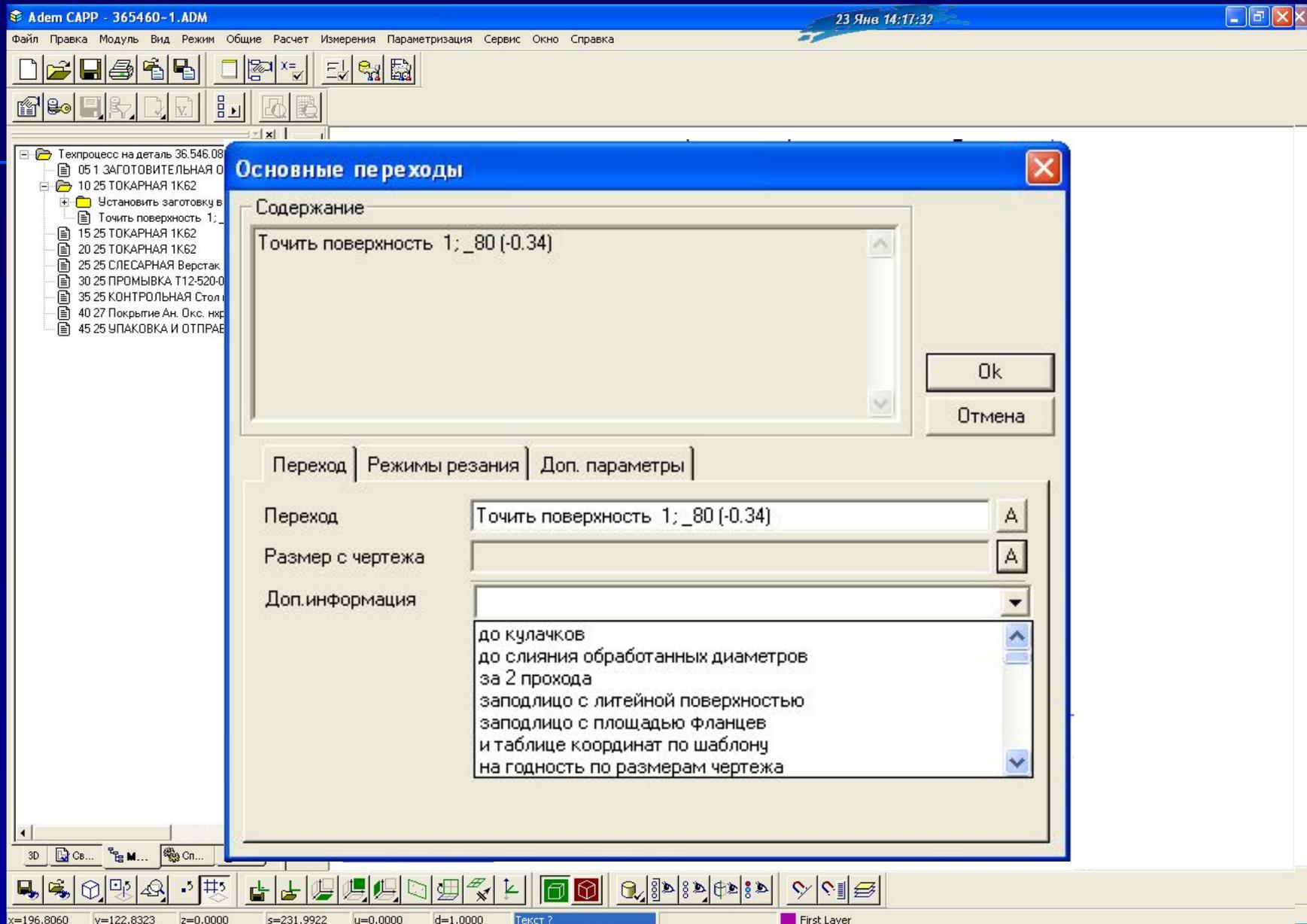
3

x=-108.9047 y=164.7687 z=0.0000 s=197.5069 u=0.0000 d=1.0000

Выбор команды

First Layer

Создание основного перехода



Расчет режимов резания для основных переходов

Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением.

Часть 2. Нормативы режимов резания. М.: Экономика, 1990. 473 с.

The screenshot displays the Adem CAPP software interface. The main window shows a tree view of operations for a part named 'Корпус'. Several dialog boxes are open, showing the configuration of cutting regimes for different transitions. The 'Основные переходы' dialog boxes contain the following parameters:

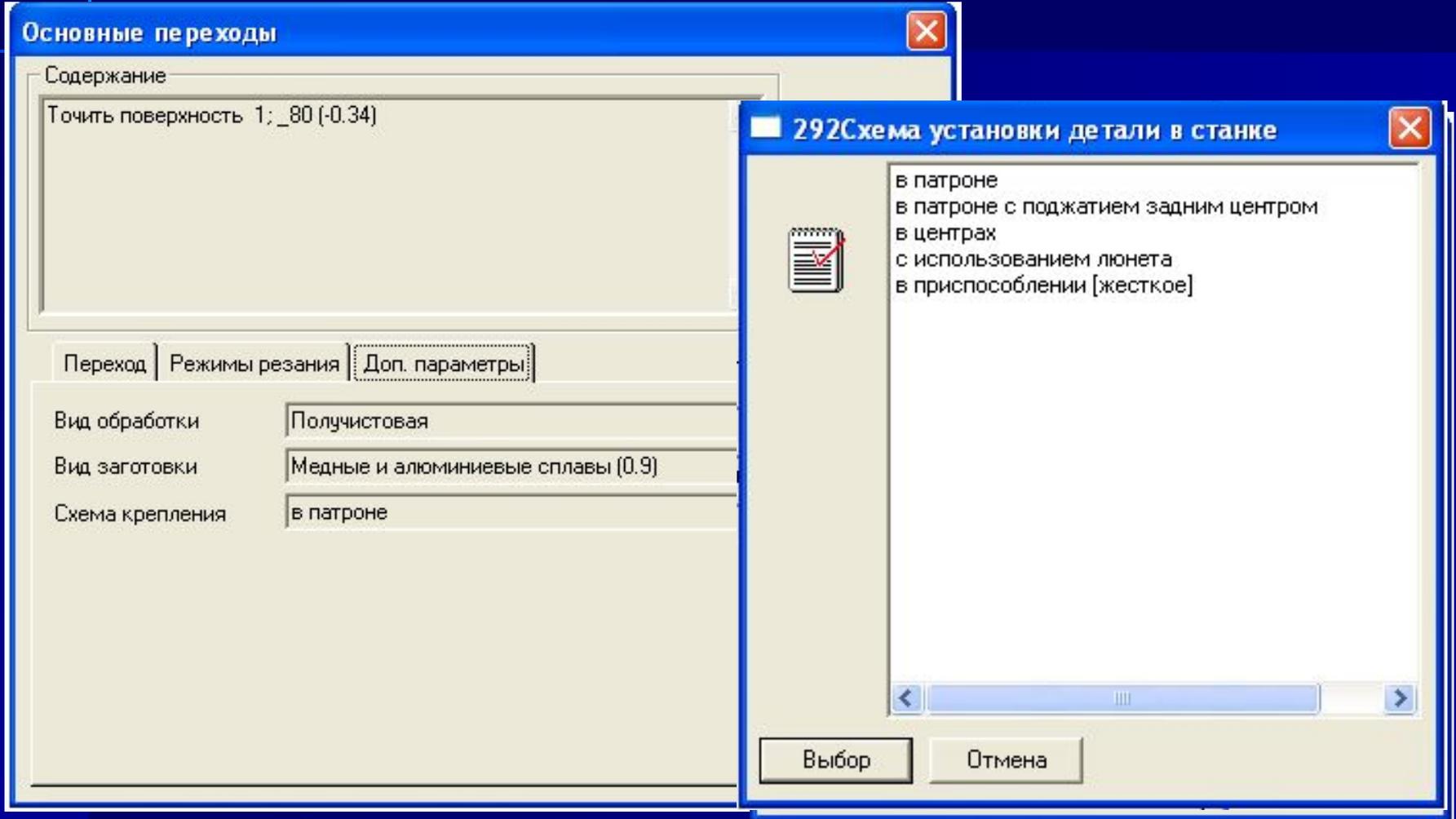
Диаметр (D или В)	Длина пути (L)	Глубина резания (t)	Глубина КЗ	Число проходов (i)	Подача (S)	Число оборотов (n)	Скорость резания (V)	Основное время (T _{o.})
20	70	24	24	1				
20	70	24	24	1	150	800	51	0.467

Red boxes and arrows highlight the following fields in the dialog boxes:

- 'Режимы резания' (Cutting Regimes) dropdown menu.
- 'Глубина резания (t)' (Cutting Depth) input field.
- 'Число оборотов (n)' (Number of Revolutions) input field.
- 'Основное время (T_{o.})' (Basic Time) input field.

Создание основного перехода

Вкладка «Доп. параметры»



Выбор режущего инструмента

Adem CAPP - 365460-1.ADM 23 Янв 14:27:13

Выбор из таблицы

Комментарии
Выбор инструмента/приспособления
Выбранный инструмент:
ГОСТ 18868-73

Точить поверхность 1; _80 (-0.34) 2/5

Резец 2102-0503 P9K5 ГОСТ 18868-73

2102-0503	20	12	120	0	8	0	1	12	45
2102-0505	25	16	140	0	11	0	1	16	45
2102-0507	32	20	170	0	14	0	1	20	45
2102-0509	40	25	200	0	18	0	1.6	25	45

Technical drawing of a turning tool showing dimensions: 450, 450, and 1.

3D Os... M... Cn... A...

x=-100.3958 y=188.4719 z=0.0000 s=213.5439 u=0.0000 d=1.0000 Текст ? First Layer

Выбор измерительного инструмента

Adem CAPP - 365460-1.ADM

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

Техпроцесс на деталь 36.546.088 Крышка

- 05 1 ЗАГОТОВИТЕЛЬНАЯ Отрезной
- 10 25 ТОКАРНАЯ 1К62
 - Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон и
 - Точиль поверхность 1;_80 (-0.34)
 - Резец 2102-0503 Р9К5 ГОСТ 18868-73
 - Штангенциркуль ШЦ-III-125-0,05 ГОСТ 166-89
 - 15 25 ТОКАРНАЯ 1К62
 - 20 25 ТОКАРНАЯ 1К62
 - 25 25 СПЕСАРНАЯ Верстак слесарный
 - 30 25 ПРОМЫВКА Т12-520-00;
 - 35 25 КОНТРОЛЬНАЯ Стол контроля
 - 40 27 Покретье Ан. Окс. нр. Ванна
 - 45 25 УПАКОВКА И ОТПРАВКА Стелаж

Y

X

14

не менее

φ80 ±0,34

3D Свойства Маршрут Специ... Архив

x=-113.1591 y=-188.9562 z=0.0000 s=220.2485 u=0.0000 d=1.0000 Выбор команды First Layer

Техпроцесс созданный в модуле ADEM CAPP

The screenshot displays the ADEM CAPP software interface. The main window shows a technical drawing of a part, which is a cylindrical component with a complex top surface. The drawing includes dimensions and annotations:

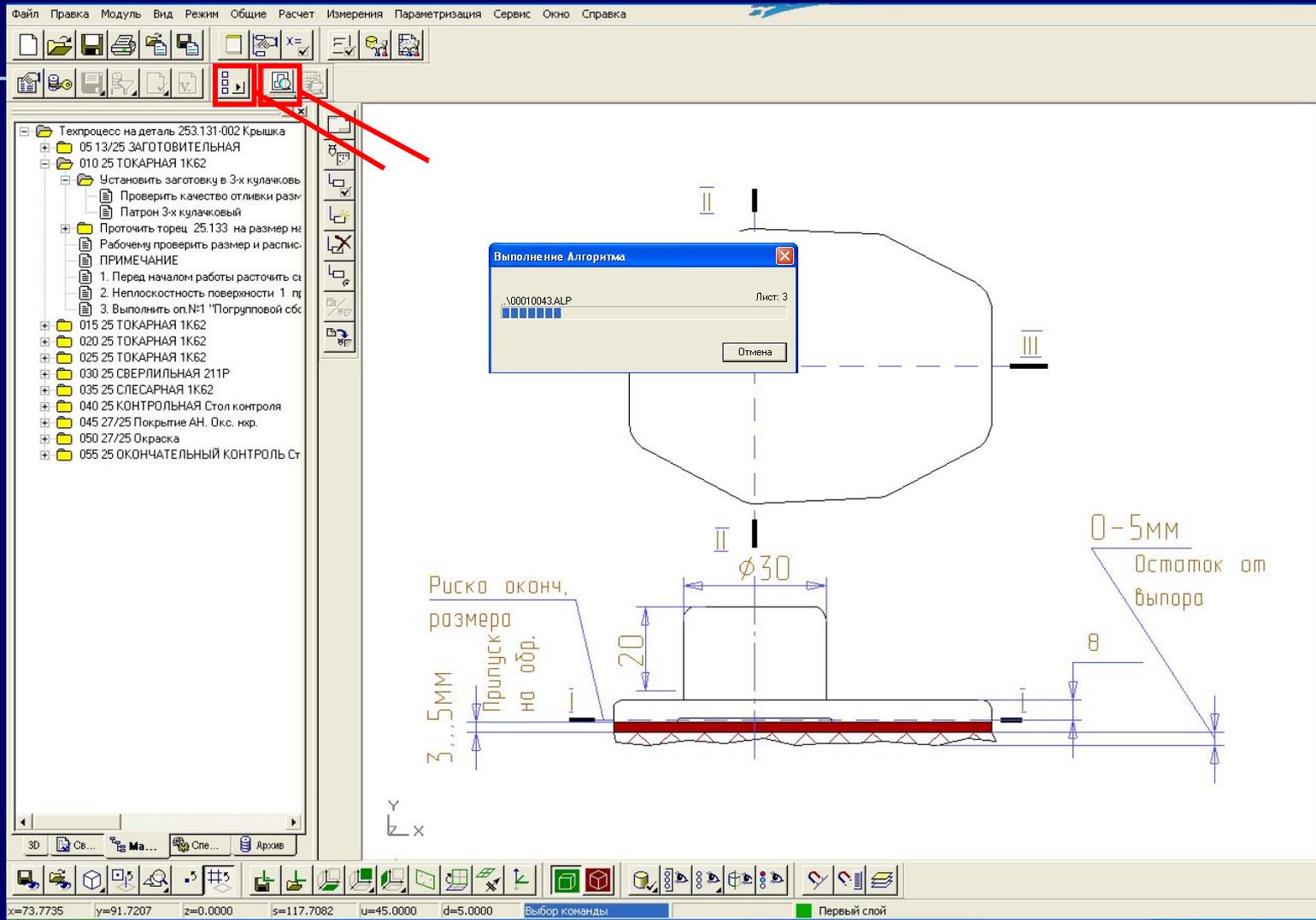
- Top view: A complex, multi-sided shape with a dashed centerline. Section lines II-II and III-III are indicated.
- Side view: A cylindrical part with a diameter of $\phi 30$ and a height of 20. A chamfered end is shown with a radius of 3...5mm. A note indicates "Риско оконч. размера" (Risk of final size) and "Припуск на обр." (Allowance on workpiece).
- Bottom view: A circular view showing a chamfered edge with a radius of 8 and a note "0-5мм Остаток от выпора" (0-5mm Residue from the groove).

The left sidebar shows a list of manufacturing operations for the part "Техпроцесс на деталь 253131-002 Крышка". The operations are:

- 001 13/23 3М ОТВОИТЕЛЬНЫЙ
- 010 25 ТОКАРНАЯ 1К62
 - Установить заготовку в 3-х кулачковый
 - Проверить качество отливки размер
 - Патрон 3-х кулачковый
 - Проточить торец 25.133 на размер не
 - Рабочему проверить размер и распис.
 - ПРИМЕЧАНИЕ
 - 1. Перед началом работы расточить ст
 - 2. Неплоскостность поверхности 1 пл
 - 3. Выполнить оп.№1 "Погруповой сбс"
- 015 25 ТОКАРНАЯ 1К62
- 020 25 ТОКАРНАЯ 1К62
- 025 25 ТОКАРНАЯ 1К62
- 030 25 СВЕРЛИЛЬНАЯ 211Р
- 035 25 СЛЕСАРНАЯ 1К62
- 040 25 КОНТРОЛЬНАЯ Стол контроля
- 045 27/25 Покрытие АН. Окс. нкр.
- 050 27/25 Окраска
- 055 25 ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ Ст

The bottom status bar shows coordinates: x=73.7735, y=91.7207, z=0.0000, s=117.7082, u=45.0000, d=5.0000. The command bar shows "Выбор команды" and "Первый слой".

Результат создания ТП в среде АДЕМ



Просмотр сформированного ТП

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА	№ цеха	Обозначение детали (узла)
№25	253,131-002	
Марка материала	Твердость	Оборудов
АК94-Т6	ГОСТ1583-93	Ток. 1К62
Инструкция по ТБ		Тор
3		

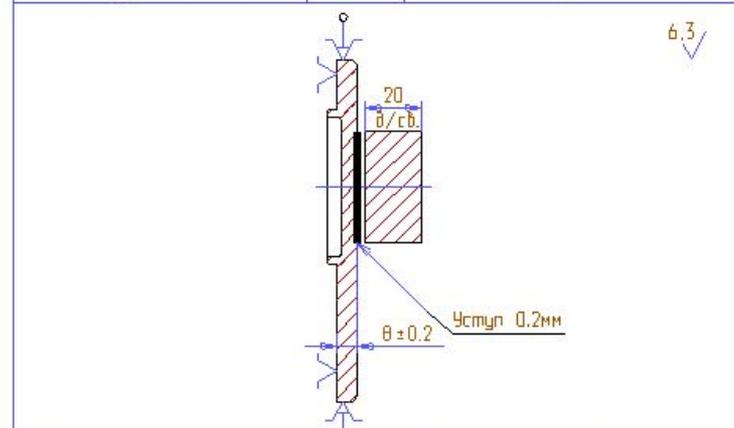
№ пер.	Содержание перехода
1	Установить деталь на планшoidalю, поджимая задним иентром в керн в точке пересечения разметочных рисок и закрепить деталь.
2	Проточить поверхность ① на размер.
3	Проточить фаску ②
4	Рабочему проверить размеры и расписаться в маршрутной карте.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1	Выполнять оп.№1 "Позрупплоб"
---	------------------------------

Имя	№ док-та	Фамилия	Подпись	Дата
Технолог		Тольпин А.О.		
Нач.ТБ		Митлашевич А.Н.		
Нач.цеха		Соловьев А.В.		

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА	№ цеха	Обозначение детали (узла)	№ опер.	Наименование операции
25	253,131-002		25	Отрезка техн. бойшкки
Марка материала	Твердость	Оборудование	Охлаждение	Разрыв
АК94-Т6	ГОСТ1583-93	Ток. 1К62	СОЖ	3
Инструкция по ТБ		Тора	Приспособление	
№3		6388-0171	4-х К.Патрон	

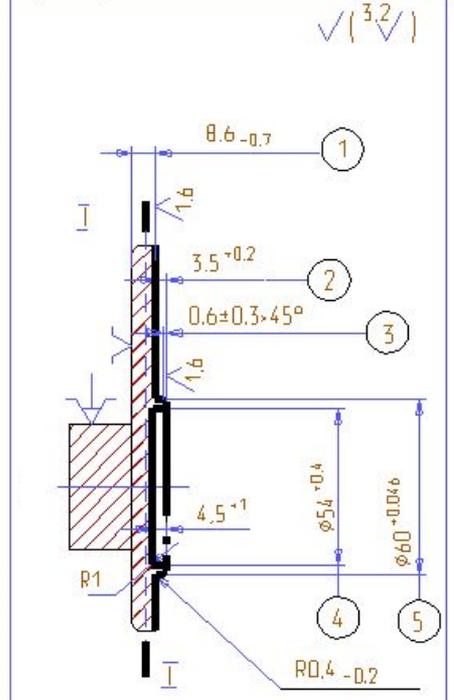


№ пер.	Содержание перехода	Инструмент		Режим обработки		
		режущий	измерительный	i	s	p
1	Установить деталь в 4-х кулачковый патрон и закрепить					
2	Отрезать технологическую бойшкку с уступом 1мм	51613/455	линейко локальная щуп	6	0.2	200
3	Проточить уступ западлиа с литейной лав-твья	5162-5187	ЩЦ1-125-01	2	0.1	200
4	Рабочему проверить размеры и расписаться в м/карте.					

Примечание:
Выполнить оп.1 "Позрупплоб" сбор металлообработ"

Имя	№ док-та	Фамилия	Подпись	Дата
Технолог		Тольпин А.О.		
Нач.ТБ		Митлашевич А.Н.		
Нач.цеха		Соловьев А.В.		

№ опер.	Наименование операции
20	Окончательная токарная обработка



Имя	№ док-та	Фамилия	Подпись	Дата
Технолог		Тольпин А.О.		
Нач.ТБ		Митлашевич А.Н.		
Нач.цеха		Соловьев А.В.		

Вывод на печать

Adem CAD - wrk0001.adm [Предварительный просмотр] 09 Ноя 12:17:10

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

Техпроцесс на деталь 253.131-
ТЛ
ВО
КТП
OK 05
OK 010
OK 015
OK 020
OK 025
OK 030
OK 035
OK 040
OK 045
OK 050
OK 055
Всего листов: 21

Лист 1 (C:\tmp\1131171\wrk0001.adm)
Печать...
Обновить
Лист 2 (C:\tmp\1131171)
Лист 3 (C:\tmp\1131171)
Лист 4 (C:\tmp\1131171)
Лист 5 (C:\tmp\1131171)
Лист 6 (C:\tmp\1131171)
Лист 7 (C:\tmp\1131171)
Лист 8 (C:\tmp\1131171)
Лист 9 (C:\tmp\1131171)
Лист 10 (C:\tmp\1131171)
Лист 11 (C:\tmp\1131171)
Лист 12 (C:\tmp\1131171)
Лист 13 (C:\tmp\1131171)
Лист 14 (C:\tmp\1131171)
Лист 15 (C:\tmp\1131171)
Лист 16 (C:\tmp\1131171)
Лист 17 (C:\tmp\1131171)
Лист 18 (C:\tmp\1131171)
Лист 19 (C:\tmp\1131171)
Лист 20 (C:\tmp\1131171)
Лист 21 (C:\tmp\1131171)

Форма 1
Аутера

УТВЕРЖДАЮ
Глобный _____
(Косьянов Л. Н.)
(Фамилия)

Печать

Диапазон листов:
Все листы
Текущий лист
Выборочно

Введите листы и/или диапазон листов, разделенные запятыми. Например: 1,3,5-10

Количество копий 1

Показывать параметры печати

OK Отмена

Разработал _____ (Тюлькин А.О.)
(Фамилия)
Нач.ТБЦ _____ (Митяшев А.Н.)
(Фамилия)
Нач.цеха _____ (Головьев А.В.)
(Фамилия)
Нач.БТК _____ (Ахлюпин В.И.)
(Фамилия)
Нормоконтроль _____ (Сизгарев В.В.)
(Фамилия)

Внедрен. акт № _____
Введен по извещению _____

Дата
Подпись
Инд. № подлин.

Провитор

x=4.4791 y=175.3747 z=0.0000 s=175.4319 u=45.0000 d=5.0000 Выбор команды Первый слой

Сравнение результатов

Показатели	Метод создания технологического процесса		
	Вручную	Компьютер «печатная машинка»	АРМ технолога
Время на создание ТП, дней	5	4	2
Качество созданного ТП	НИЗКОЕ	ВЫСОКОЕ	ВЫСОКОЕ
Возможность автоматического подбора оснастки	нет	нет	да
Создание УП для станков с ЧПУ	нет	частично	да
Эффективность	100 %	120 %	250 %

Разработка ТП с помощью модуля САРР системы АДЕМ:

1. Сокращает время:

- *на проектирование ТП $\approx 2 - 2,5$ раза;*
- *на оформление ТП $\approx 3 - 4$ раза;*
- *на адаптацию молодых технологов.*

2. Позволяет создавать технологические переходы для универсального оборудования и управляющие программы для оборудования с ЧПУ с оформлением программ.

3. Позволяет создать базу ТП и далее использовать ее для технологической подготовки производства в качестве типовой.

4. Повышает качество создаваемой технологической документации.

Цифровое производство

Следующим шагом в развитии CAPP-систем стало появление средств **цифрового реалистичного моделирования** производственных процессов, **объединяющих** в себе логику **традиционных CAPP**, моделирование технологических процессов на уровне **CAM-систем** и дополненное возможностями симуляции **эргономических процессов**, то есть поведения людей, участвующих в производстве.

Обеспечивается решение задач:

- моделирование сложных производственных систем и стратегий управления;
- построение иерархических объектно-ориентированных моделей, включающих производственные, логистические и бизнес-процессы;
- создание и использование специализированных объектных библиотек для быстрого моделирования типовых объектов;

- **формирование диаграмм** и графиков для анализа производительности, ресурсов и узких мест;
- **анализ** спроектированных производственных и жизненных циклов, включая анализаторы узких мест, построение диаграмм Ганта и Сэнки;
- **трехмерная анимация и визуализация** производственных и эксплуатационных процессов;
- **оптимизация процессов и ресурсов** на основе генетических алгоритмов;
- **сопряжение с ERP- и MES-системами** за счет открытой архитектуры, поддерживающей различные интерфейсы.

Системы **цифрового моделирования производства** обеспечивают создание модели производственных и логистических процессов

с целью анализа и оптимизации их характеристик.

Эти модели позволяют проводить **виртуальные эксперименты и анализ** по принципу «что, если» без вмешательства в работу реальной системы, либо задолго до начала строительства реальных производственных мощностей.

Мощные средства сбора детальной статистики, анализа и визуализации дают проектировщику возможность оценить различные варианты и на основе их сравнительного анализа принять решения на ранних стадиях проектирования производства.

Моделирование с использованием цифровой модели производственного цикла используется также для оптимизации производительности, выявления и «расшивки» узких мест и минимизации объема незавершенного производства.

С помощью цифровой модели можно рассчитать требуемые производственные ресурсы, учесть внешних и внутренних поставщиков, сопутствующие бизнес-процессы и другие факторы, анализируя их влияние на будущее производство.

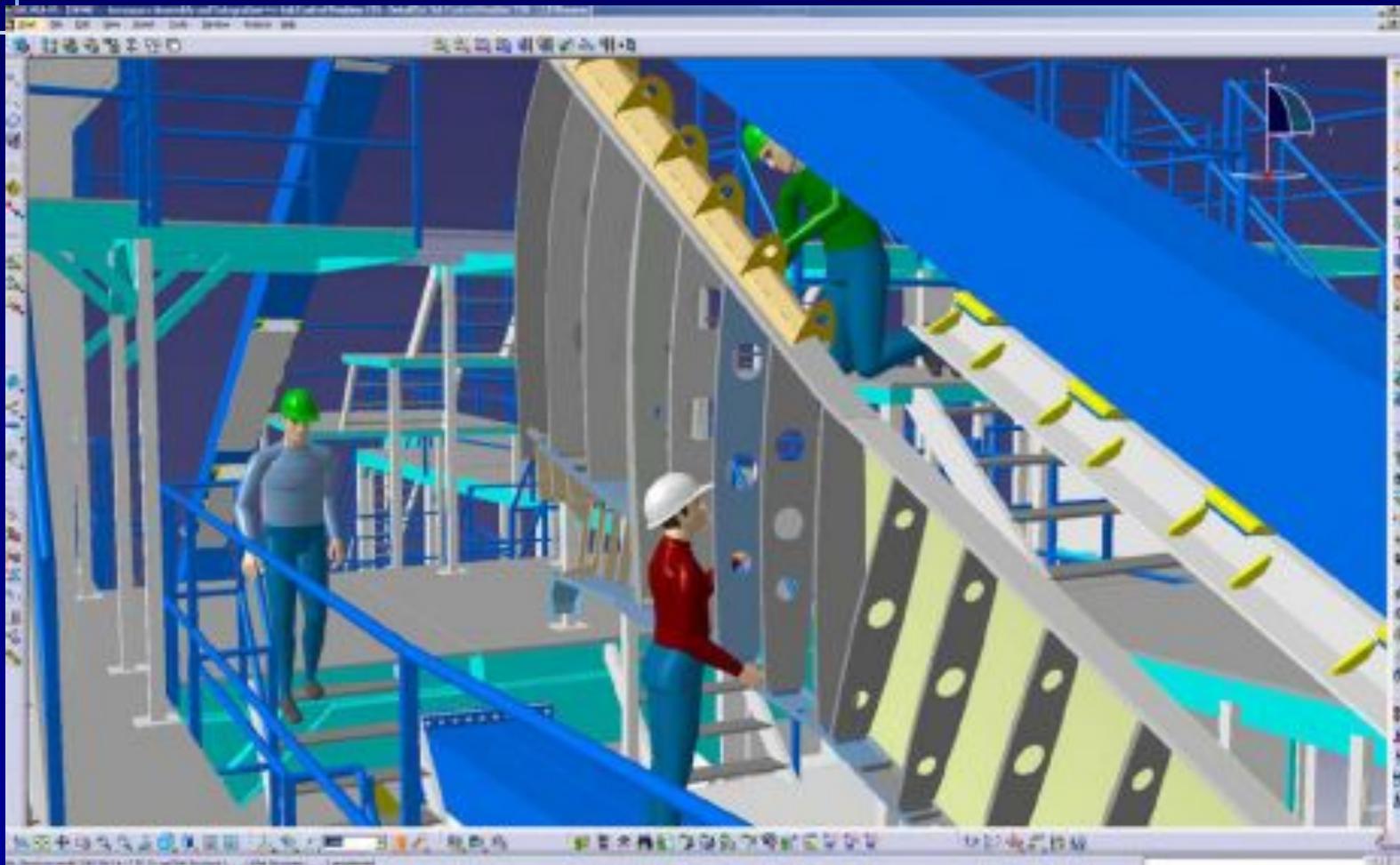
Появляется возможность сравнить **различные стратегии управления объектом**, проверить **ритмичность работы** технологических линий и отдельных участков.

Задавая разные правила и параметры для потоков материалов и комплектующих, можно проверить, как они влияют на интегральные показатели работы всей производственной системы.

Моделирование и программирование роботизированных производственных участков



Моделирование ручных сборочных и контрольных операций



Системы цифрового моделирования производства позволяют создать виртуальное предприятие, учитывающее все производственные процессы и ресурсы: оборудование, промышленных роботов, людские ресурсы, потоки материалов и энергии и т. д., в котором можно изменять любые параметры, добиваясь наиболее подходящей конфигурации.

Предприятия, владеющие такими виртуальными моделями, способны эффективно контролировать и управлять циклами создания продуктов и запуска их в производство.

Цифровые модели производства обеспечивают

не только **моделирование** локальных процессов (например, работы станков с ЧПУ), но и **всех этапов жизненного цикла продукта** - от формирования концепции и проектирования, через изготовление и производство, до эксплуатации, ремонта и утилизации.

Системы управления данными об изделии (Product Data Management, **PDM**) -категория программного обеспечения, позволяющая сохранять данные об изделии в базах данных.

К данным об изделии прежде всего относят инженерные данные, такие как САД-модели и чертежи (САД), цифровые макеты (DMU), спецификации материалов (BOM), а также технологическую информацию.

PDM - системы являются также интегрирующим звеном при построении системы управления жизненным циклом (PLM).

PDM позволяет создать на предприятии единую информационную среду разработки изделий, ресурсами которой могут пользоваться все заинтересованные службы: отделы главного конструктора и главного технолога, отдел технической документации, службы снабжения, маркетинга и сбыта, представители заказчика
и др.

Для обеспечения этой возможности в PDM реализована концепция единого хранилища документов, что позволяет легко использовать документ в нескольких проектах, получать специализированные для разных служб и отдельных пользователей представления проекта, создавать библиотеки типовых решений и обеспечивать возможность коллективной работы над одним или разными проектами.

Архитектура современных PDM позволяет одновременно использовать несколько отдельных тематических хранилищ документов.

Функции PDM:

- хранение документов;
- структуризация проекта и классификация документов;
- поиск документов;
- управление доступом к документам;
- интеграция различных CAD/CAM /CAE-систем и связь с ERP;
- отслеживание истории и управление изменениями;
- организация коллективной работы;
- формирование отчетов и спецификаций.

Электронное хранилище документов

Служит для физического хранения электронных документов, изготовленных с помощью различных программ MS Office, САD-систем, графических пакетов и прочего.

Электронный документ представляет собой структурированный набор данных, содержащий реквизитную часть, содержательную часть и электронную цифровую подпись (опционально).

Хранилище PDM реализует физическую, прикладную среду обмена информацией между различными специалистами, представляет собой богатый информационный ресурс предприятия и обеспечивает основу для организации коллективной работы и внедрения единого информационного пространства (ЕИП).

PDM-система управляет и предоставляет информацию о прямых и обратных связях между объектами. Например, для изделий имеются представления «Состоит из» и «Входит в», «Основной документ», «Присоединенные документы» и пр.

Структуризация проекта и классификаторы, классификация документов

Документы и изделия можно группировать внутри проекта в иерархическую структуру с помощью папок. Уровень вложенности не ограничен.

Этот же механизм используется для создания иерархических классификаторов любого назначения.

RDM позволяет объединять похожие объекты в группы (классы) на основе одного набора атрибутов. Этот подход также известен как групповая технология.

Классификация позволяет эффективнее обрабатывать большие объемы данных, например, быстрее находить документы и изделия в хранилище, благодаря сужению области поиска до объектов одного класса.

В системе поиска PDM используется индексация всех объектов, имеющих атрибуты, благодаря которым время выполнения запроса не превышает нескольких секунд.

Система классификации также позволяет обеспечить тематическую группировку электронных документов независимо от того, в каких программах они были созданы.

Система классификации увеличивает гибкость модели данных и, следовательно, способность PDM к одновременной интеграции с различными САПР и другими информационными системами.

При добавлении в хранилище документов или изделий PDM позволяет назначить им определенный класс.

Назначение класса может быть выполнено автоматически на основе типа документа или его свойства.

Например, чертежу, сделанному в SolidWorks, при сохранении в PDM-системе может присваиваться класс «Чертеж», а в сопроводительной записке, созданной в Microsoft Word, - класс «Текстовый документ».

Определяя класс, администратор системы задает список атрибутов, которые будут иметь все объекты одного класса.

В дополнение к атрибутам класса каждый отдельный объект может иметь любое количество дополнительных (пользовательских) атрибутов.

В свою очередь, классы могут быть сгруппированы с помощью родительских классов.

В результате документ получает все атрибуты, заданные в собственном классе, а также все атрибуты родительских классов.

Атрибуты нового документа будут автоматически извлечены из свойств файла чертежа или таблицы.

Системы PDM обеспечивают работу с любыми форматами данных и имеют средства классификации документов (файлов) по видам документов, например, в российской практике в соответствии с ГОСТ 2.102 (Виды и комплектность конструкторских документов) как в официальной редакции, так и в предлагаемой новой с учетом электронных документов.

Иерархическая структура классов с наследованием атрибутов в PDM-системе предоставляет гибкие возможности для классификации документов и настройки согласно стандартам и правилам (СтП), действующим на предприятии.

Представление информации в SWR-PDM

The image shows a screenshot of the SWR-PDM software interface with several yellow callout boxes and arrows pointing to specific features:

- Почтовый клиент** (Mail client) points to the top-left pane.
- Дерево проекта** (Project tree) points to the central tree view.
- Список документов в проекте** (List of documents in the project) points to the right-hand pane.
- Атрибуты документа** (Document attributes) points to the bottom-left pane.

The bottom-left pane displays the following table of document attributes:

Имя атрибута	Значение
СБ	Сборочный чертеж
Раздел	Сборочные единицы
Удален	НЕТ
Обозначение	ГЛМЦ.301614.002
Переноса	ГЛМЦ.301614.002
Страна	RU-32-35
Лит	А
Наименование	Шпилька
Габарит	

The right-hand pane shows a list of documents with columns for 'Имя документа' (Document name), 'Создан' (Created), and 'Изменен' (Modified). The bottom-right pane displays a 3D CAD model of a mechanical part, a bolt.

Атрибуты и система поиска

Каждый документ, хранящийся в РДМ, может иметь неограниченный набор атрибутов, который служит для определения дополнительных характеристик.

Для атрибутов назначается уровень изменения (объект-версия-итерация).

Атрибуты, определенные для всех объектов одного класса, являются обязательными и присутствуют во всех объектах одного класса.

Остальные атрибуты являются дополнительными.

Запросы могут быть достаточно сложными с использованием логических операций И и ИЛИ для условий на системные атрибуты, атрибуты класса, а также произвольно заданные характеристики объектов.

Результаты поиска обычно отображаются в виде дерева объектов, удовлетворяющих условию запроса

Разграничение доступа

PDM позволяет большому количеству пользователей с разными полномочиями хранить и обрабатывать документы в едином хранилище независимо от остальных пользователей, предоставляя или запрещая доступ к данным со стороны других пользователей.

Наряду с этим PDM дает возможность одновременно хранить документы различного уровня секретности: документы общего доступа, секретные документы, совершенно секретные документы и т. д.

Список уровней доступа настраивается администратором защиты.

Система **разграничения доступа** предназначена для реализации определённых администратором защиты правил на выполнение операций пользователями над объектами хранилища.

Для этого все сущности информационной системы PDM разделены на две категории: **субъекты** и **объекты**.

Субъекты являются **активными** сущностями, а **объекты - пассивными**. Субъекты выполняют операции над объектами, а ядро системы разграничения доступа на основании установленных в системе правил принимает решение о разрешении или отклонении запроса на доступ.

В PDM - системах управление доступом не является полностью централизованным, сосредоточенным в руках только администратора, - каждый пользователь (конструктор, руководитель проекта, технолог, работник архива и т. д.) может сам управлять доступом к объектам (документам или изделиям), которыми он владеет.

В настоящее время в РДМ обычно реализуются два принципа контроля доступа:

дискреционный и мандатный

Дискреционный принцип контроля доступа (наиболее часто встречающийся) позволяет для любого из объектов системы определить права каждого пользователя и групп пользователей на выполнение операций над объектом.

Недостаток – при допуске новых сотрудников к работе с системой, а также при изменении должности, звания и других статусов сотрудника необходимо всякий раз пересматривать его права доступа к каждому из объектов системы.

Мандатный принцип контроля доступа основан на том, что каждому объекту (документу или изделию) присваивается гриф секретности из упорядоченного списка уровней безопасности, а каждый субъект (пользователь) имеет уровень допуска из этого списка.

Могут использоваться следующие уровни: открытые данные, для служебного пользования, конфиденциально, секретно и совершенно секретно.

Операция будет разрешена, если уровень допуска пользователя не ниже грифа секретности документа. Допуск присваивается не только пользователям, но и их группам.

Мандатный принцип позволяет одновременно, путем простого изменения допуска соответствующего пользователя или группы, контролировать доступ пользователя или группы к большому количеству объектов.

Решение о санкционированности операции над документом принимается только при одновременном разрешении его по обоим принципам.

Интеграция различных САД-систем

Для решения задач, отдельными конструкторами и технологами, на предприятиях используется множество строго специализированных пакетов.

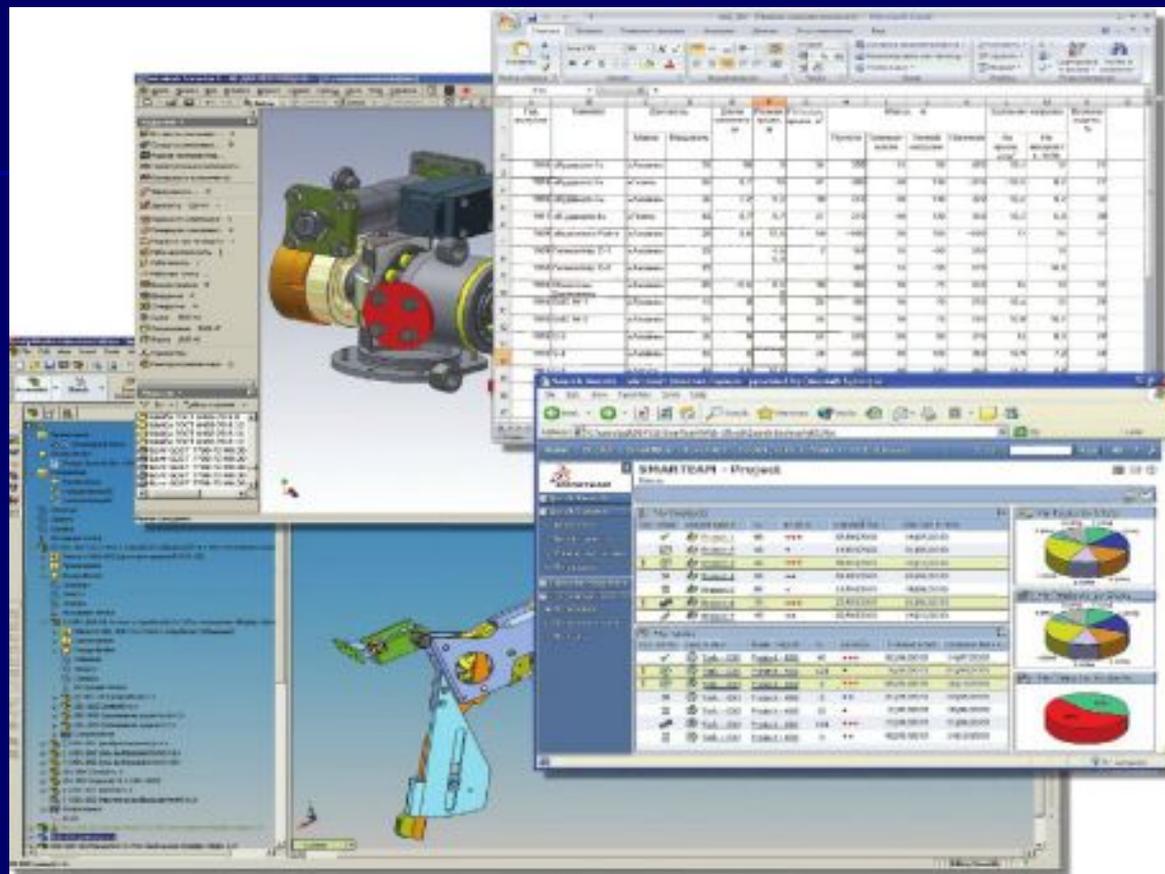
Например, для создания объемных моделей изделий машиностроения можно использовать методы **твердотельного** либо **поверхностного** моделирования (и соответствующие САД-системы).

Для разработки большинства деталей и узлов машиностроительных изделий достаточно использовать твердотельное моделирование, однако некоторые задачи, например, проектирование сложных изделий, изготавливаемых штамповкой, или внешних поверхностей деталей для самолетов, автомобилей, бытовой техники, могут быть выполнены только с использованием поверхностного моделирования.

Нередко предприятию приходится решать и другие задачи, связанные с разработкой, например, проектировать разводку для печатных плат.

Кроме этого, смежники предприятия могут использовать в своей работе иные САД- системы.

Интеграция PDM SmarTeam с Autodesk Inventor, Microsoft Office и SolidWorks



Посредством PDM также решается задача интеграции различных САД-систем и систем технологического проектирования

PDM-системы являются по сути центром интегрированной системы управления, связующим звеном между всеми системами в корпоративной среде предприятия.

Одним из важнейших преимуществ использования PDM -системы является возможность формирования на предприятии непротиворечивой базы нормативно-справочной информации и поддержки ее в актуальном состоянии.

Автоматическое отслеживание истории создания и управления изменениями

Изделие, а также элементы изделия в процессе жизненного цикла описываются в базе данных PDM различными состояниями, которые относятся также к сопутствующей документации. Это могут быть состояния типа «Разработка», «Архив» и «История».

Состояние «Разработка» характеризует документацию, которая разрабатывается в настоящее время. Это состояние не накладывает никаких ограничений на модификацию элемента или документа.

Элемент в состоянии «Архив» нельзя изменить, то есть автор потерял право на редактирование элемента состава изделия.

Состояние «История» характеризует аннулированные документы, которые ранее находились в состоянии «Архив».

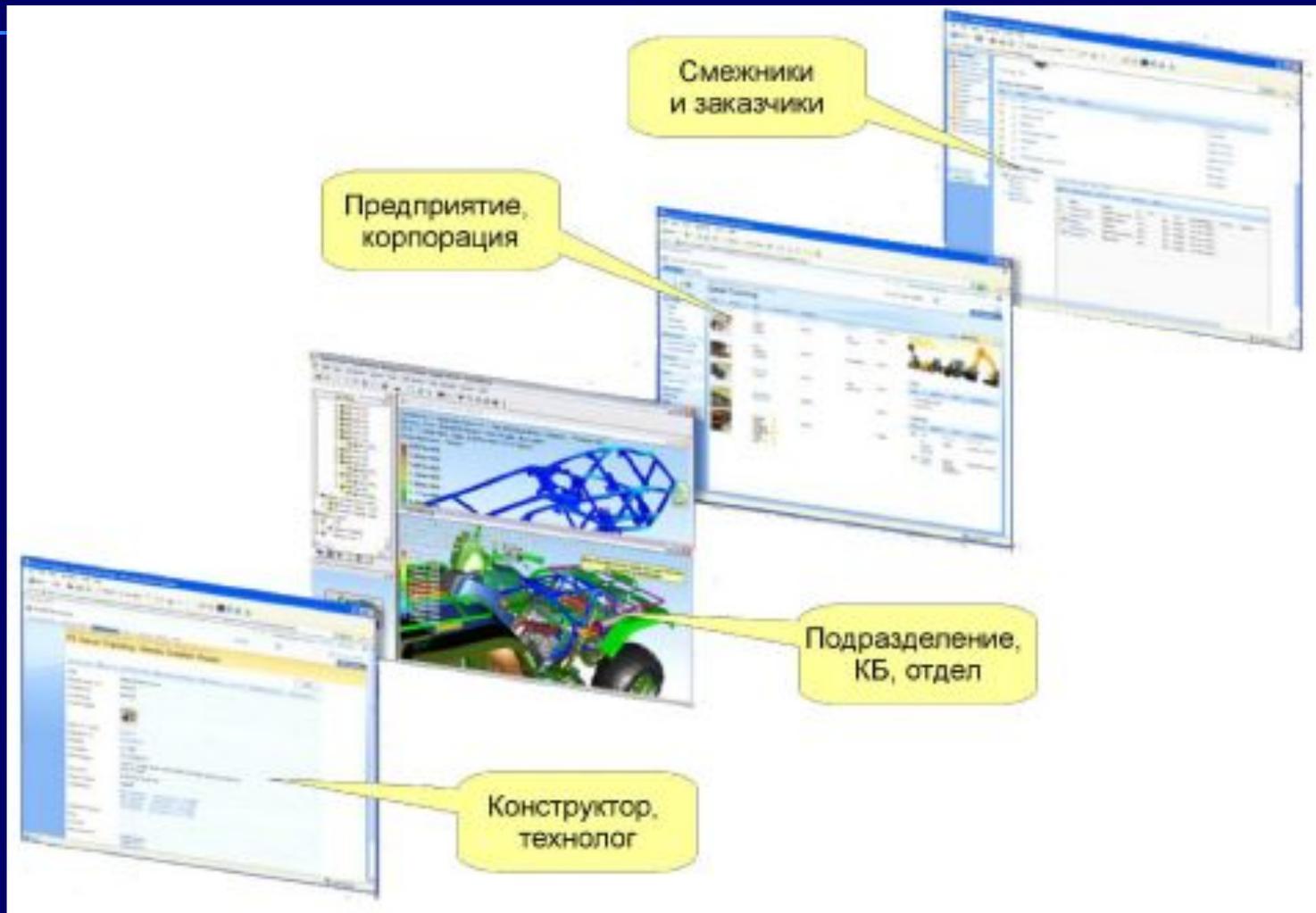
Изменение состояния элемента в системе происходит при помощи специализированного бизнес-процесса «Изменение состояния». Данный бизнес-процесс описывает карту маршрута изменения состояний, а также указывает исходное и целевое состояния элемента.

В подсистеме должен быть предусмотрен встроенный механизм ведения извещений об изменениях. Для этого предназначен специализированный документ. При проведении данного документа в системе происходит изменение структуры изделия.

С помощью механизма управления версиями PDM ведет историю всех изменений документов хранилища, не налагая ограничений на количество версий.

Пользователь может просматривать, изменять или использовать различные версии, независимые друг от друга, получая тем самым средство ведения альтернативных вариантов одного и того же документа.

Коллективная работа над проектом



Обеспечение коллективной работы в PDM реализовано с помощью нескольких взаимосвязанных механизмов: управление версиями документов, система обеспечения совместного доступа к документам на основе блокировок и работа с локальными копиями и разграничение доступа на основе дискреционного принципа.

Для упорядочивания совместного доступа к документам единого хранилища и решения задачи передачи документов по сети используются процедуры «Взять на редактирование» и «Сохранить в PDM».

- При взятии документа на редактирование PDM - система извлекает его из хранилища, создает его копию на локальном диске и устанавливает в хранилище блокировку на оригинал документа. При этом документ в хранилище остается доступным для чтения и использования другими пользователями.

Измененный документ возвращается в хранилище с помощью процедуры «Сохранить в PDM», после чего эти изменения становятся доступными всем заинтересованным пользователям.

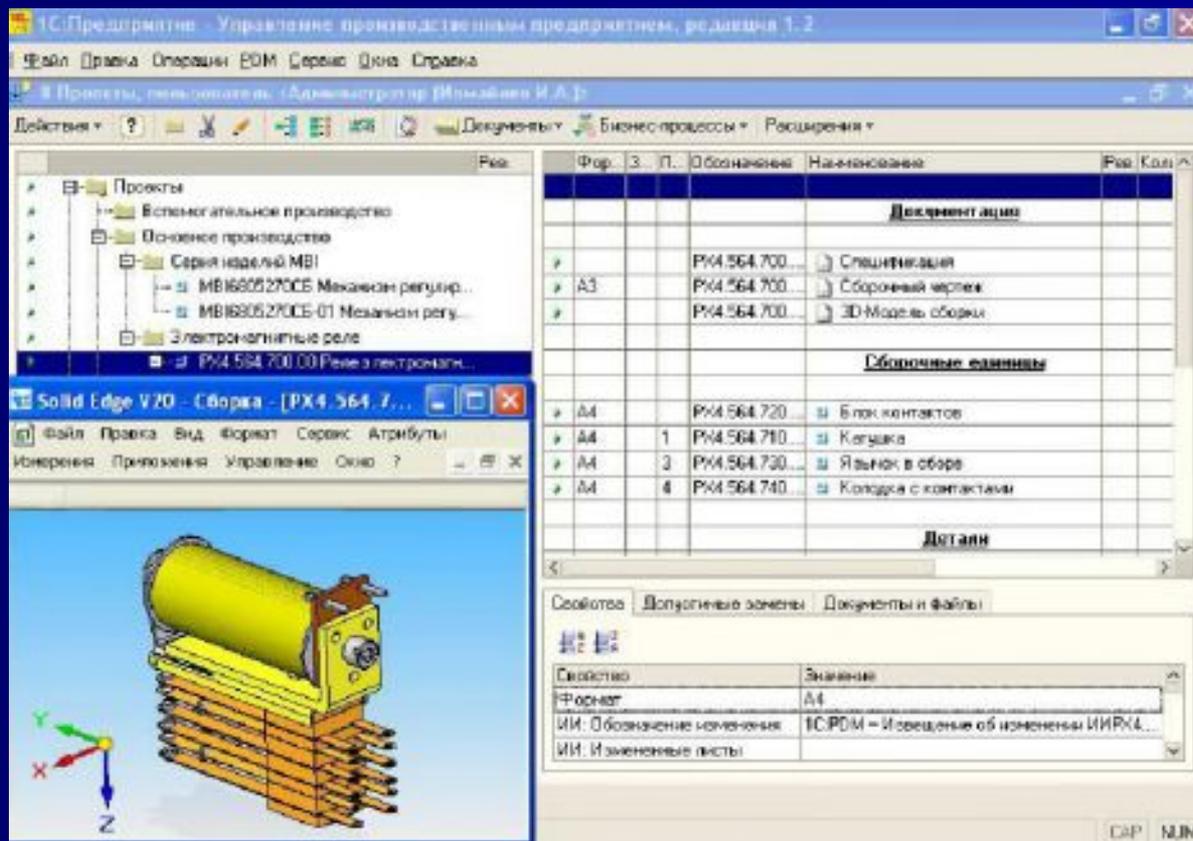
Например: ведущий конструктор может взять из хранилища на редактирование полную сборку изделия. Одновременно с ним другой конструктор может также открыть эту сборку в САД-системе на другом рабочем месте и спроектировать новую деталь, используя сборку как ссылочную, или изменить одну из деталей, уже входящую в состав этой сборки. При этом ведущий конструктор немедленно получает уведомление об изменении детали. Далее ведущий конструктор может принять или отклонить измененный вариант, а затем сохранить новый вариант всей сборки.

Отчеты и экспорт информации

Для оформления единичных и групповых спецификаций в состав PDM входят либо интегрированные, либо адаптированные генераторы отчетов и спецификаций.

Для передачи данных о структуре изделия с учетом всех уровней вложенности во внешние системы современные PDM -системы оснащаются возможностью экспорта данных в XML-формате.

Например, в состав SWR-PDM включен интегрированный вариант программы «SWR-Спецификация», обеспечивающий создание спецификаций, оформленных в соответствии с требованиями ЕСКД, который позволяет также подготовить данные о составе изделия в форматах Excel, текстовом и прочих



Управление нормативно-справочной информацией

РДМ может эффективно использоваться для ведения нормативно-справочной информации по материалам, по стандартным и по прочим изделиям, то есть применяться в качестве конструкторско-технологического справочника.

Основное назначение справочника – организация ограничительного перечня, т.е. **перечня применяемости** стандартных изделий, материалов, прочих изделий и заготовок

Внутренняя почтовая система

PDM первого поколения обычно использовали внешнюю стандартную почтовую систему.

К письму можно прикрепить специальный файл-ярлык, содержащий ссылку на объект PDM.

В более развитых PDM используется специализированная почтовая система, позволяющая обмениваться инструкциями, замечаниями, комментариями.

Внешне почтовая система работает по традиционным правилам, но отличается тем, что в сообщение можно вложить ссылку на проект, папку на любую версию или итерацию документа

Передача данных в ERP-системы

Одной из основных задач ERP-систем на промышленных предприятиях является производственное планирование. Для успешного решения этой задачи ERP-система должна оперировать определенным объемом нормативно-справочной информации, без которой планирование либо будет неэффективным, либо не сможет осуществляться вообще.

Эта информация создается и хранится в системах управления данными об изделии: PDM - системах.

На этапе конструирования не только формируется концептуальный облик будущего изделия, но и создаются математически точные геометрические модели как всего изделия в целом, так и отдельных его деталей.

На этом же этапе создаются спецификации - по сути, описание состава изделия, нормы расхода материалов, необходимых для производства.

Для решения задач управления материальными потоками используются входящие в любую ERP - систему модули логистики («Управление закупками», «Управление запасами», «Заказы», «Закупки», «Склад» и т. д.).

Интеграция выполняется двумя путями: либо с помощью API, либо с помощью файлов экспорта/импорта данных.

Существует сильная привязка разработанного интерфейса к конкретным версиям интегрируемых продуктов.

Даже незначительные изменения в структуре данных одного из продуктов могут потребовать переработки интерфейсов.

Для разработки интерфейсов необходимы достаточно серьезные знания в программировании.

Использование файлов экспорта/импорта для интеграции, хотя и менее технологично (обмен файлами в разы проще, чем применение других средств интеграции), тем не менее, в ряде случаев обеспечивает более гибкий подход и не требует столь глубоких знаний в программировании, как при использовании API.

Поэтому большинство проектов по интеграции выполняются именно таким способом.

СПАСИБО ЗА ТЕРПЕЛИВОЕ

ВНИМАНИЕ !