

*Д.Ю. Колобов, А.Л. Комисаренко,  
А.А. Саломатина*

# **Методические рекомендации к лабораторному практикуму**

## ***ИПИ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ***

Под ред. к.т.н., доцента Е.И. Яблочникова

### **ПРИЛОЖЕНИЕ I**

Санкт-Петербург 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ



ПОБЕДИТЕЛЬ КОНКУРСА ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ВУЗОВ

**Д.Ю. Колобов, А.Л. Комисаренко,  
А.А. Саломатина**

# **Методические рекомендации к лабораторному практикуму**

***ИПИ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ***

**Под ред. к.т.н., доцента Е.И. Яблочникова**

**ПРИЛОЖЕНИЕ I**



**Санкт-Петербург**

**2008**

Д.Ю. Колобов, А.Л. Комисаренко, А.А. Саломатина. ИПИ-технологии в приборостроении. / Приложение I. Методические рекомендации к лабораторному практикуму. Под ред. к.т.н., доцента Е.И. Яблочникова – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 88 с.

Данные методические рекомендации содержат краткие положения по использованию ИПИ-технологий, позволяющих существенно повысить эффективность работы приборостроительных и машиностроительных предприятий, обеспечить дальнейший рост конкурентоспособности выпускаемой продукции. Приводится методология хранения и обработки данных на основе объектно-ориентированного подхода, реализованного средствами PDM Smarteam. Рассматривается решение задачи ведения электронного архива в Smarteam, а также методология построения технологических маршрутов. Даются практические рекомендации по созданию виртуальных руководств в среде Cortona3D RapidManual.

Данные рекомендации предназначены для магистров, обучающихся по направлению подготовки 200100 – Приборостроение по магистерским программам «Технологическая подготовка производства приборов и систем», «Управление жизненным циклом приборов и систем» и «Проектирование интегрированных систем технической подготовки производства приборов и систем».

Рекомендовано УМО по образованию в области приборостроения и оптоэлектроники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 200100 – Приборостроение.



В 2007 году СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007–2008 годы. Реализация инновационной образовательной программы «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий» позволит выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворить возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях экономики.

©Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2008

©Д.Ю. Колобов, А.Л. Комисаренко, А.А. Саломатина, Е.И. Яблочников.

## Оглавление

Лабораторная работа «Построение баз данных с использованием PDM-системы».....	6
Цель работы.....	6
Анализ и подготовка исходных данных.....	7
Описание структуры класса в Data Model Designer .....	11
Визуальное оформление паспорта (Form Designer) .....	15
Ввод информации об объектах – наполнение базы данных .....	18
Работа с эскизами .....	19
Содержание отчёта .....	21
Лабораторная работа «Управление жизненным циклом электронного документооборота в PDM-системе».....	21
Цель работы.....	21
Электронный документооборот в PDM-системе SMARTTEAM.....	22
Описание этапов жизненного цикла документа.....	23
Постановка задачи .....	26
Руководство к проведению лабораторной работы.....	26
1 Этап. Создание проекта в PDM системе SMARTTEAM.....	27
2 Этап. Добавление электронных документов к проекту .....	27
3 Этап. Прохождение этапов ЖЦ проведение изменений в документах .....	27
Содержание отчета .....	28
Лабораторная работа «Организация электронного архива инженерной документации».....	29
Цель работы.....	29
Организация электронного архива в PDM системе SMARTTEAM .....	29
Постановка задачи .....	31
Руководство к проведению лабораторной работы.....	32

1 Часть. Организация электронного архива по «схеме 1».....	32
2 Часть. Организация электронного архива по «схеме 2».....	34
3 Часть. Организация электронного архива по «схеме 3».....	35
Содержание отчёта .....	36
Лабораторная работа «Разработка технологических маршрутов в PDM-системе» .....	37
Цель работы.....	37
Проектирование технологических процессов в PDM-системе.....	37
Постановка задачи .....	42
Руководство к проведению лабораторной работы.....	42
1. Этап. Создание проекта .....	42
2. Этап. Разработка ТП.....	42
3. Этап. Проектирование технологической документации .....	44
4. Этап. Отображение дерева ТП со всеми логическими связями.....	44
Содержание отчёта .....	45
Лабораторная работа «Подготовка данных для систем, применяемых на постпроизводственных этапах ЖЦИ».....	45
Цель работы.....	45
Интегрированная логистическая поддержка .....	45
Руководство к выполнению лабораторной работы.....	46
Этап 1 Конвертирование моделей в формат VRML .....	47
Этап 2. Создание VM конфигурации .....	47
Этап 3. Предварительная обработка данных .....	49
Этап 4. Создание анимации .....	50
Текст процедуры .....	53
Содержание отчёта .....	54
Лабораторная работа «Разработка интерактивных электронных руководств по сопровождению изделий на этапах эксплуатации» .....	56
Цель работы.....	56

Интерактивные электронные технические руководства .....	56
Руководство к выполнению лабораторной работы.....	57
<i>Этап 1 Создание анимации</i> .....	58
<i>Этап 2 Добавление комментариев</i> .....	59
<i>Этап 3 Создание страницы HTML</i> .....	60
Содержание отчёта .....	60
Приложение 1. Таблица исходных данных.....	61
Приложение 2. Пример заполненной таблицы исходных данных. ....	62
Приложение 3. Варианты заданий .....	63
Обратите внимание, что материал инструмента также является его характеристикой, он всегда указывается в обозначении (см. примеры обозначения в соответствующих ГОСТах на инструмент).....	68
Приложение 4. Последовательность выполнения этапов жизненного цикла .....	69
Приложение 5. Изменения, которые необходимо провести в документах .....	70
Приложение 6. Обозначения папок для каждого варианта.....	71
Приложение 7. Данные для создания проекта.....	72
Приложение 8. Варианты для самостоятельного выполнения .....	73
Приложение 9. Варианты заданий .....	80
Приложение 10. Описание действий .....	80
Приложение 11. Описание параметров команд.....	83
Приложение 12. Описание атомов.....	84
Приложение 13. Описание функций.....	85
Список литературы .....	86

# Лабораторная работа «Построение баз данных с использованием PDM-системы»

## Цель работы

На примере создания классов объектов суперкласса “Инструмент” ознакомиться с базовыми функциями следующих подсистем PDM SMARTTEAM:

- SMARTTEAM DATA MODEL DESIGNER – модуль предназначен для создания и изменения структуры базы данных (БД);
- FORM DESIGNER - модуль предназначен для визуального оформления форм объектов;
- SMARTTEAM EDITOR - это рабочий инструмент пользователя. В нем осуществляется пополнение и изменение данных.

Практические работы проводятся с использованием PDM – SMARTTEAM V5. В ходе выполнения работы будут использованы 3 основные модуля этой системы.

**SMARTTEAM EDITOR** – это рабочий инструмент пользователя. В нем осуществляется пополнение и изменение данных, работа с заранее спроектированной структурой БД. Например, конструктор создает чертежи, определяет обозначение, наименование изделия, создает рабочие файлы и т.д. Пример паспорта изделия представлен на рис. 1.

**SMARTTEAM Data Model Designer** - модуль предназначен для создания и изменения структуры БД. Для работы с ним требуется обладать правами администратора в системе. В нем создается структура БД, а также задаются характеристики элементов. Модуль запускается через *Пуск/Программы/SMARTTEAM/Administrative Tools/SmartBasic Script Maintenance*.

Для визуального оформления паспорта элементов БД используется утилита **Form Designer** (*Пуск/Программы/SMARTTEAM/Administrative Tools/Form Designer*).

При запуске Smarteam Editor загружается БД проектов. Подобная БД может содержать все данные и документы предприятия. В рамках данного проекта используются учебные БД с обозначениями, соответствующими номерам вариантов (например, DB\_X, где X - номер варианта). Ее создание, настройка и подключение осуществляется преподавателем перед началом занятия.

Attribute	Link	Comment	Revision	Viewer
-----------	------	---------	----------	--------

## CATIA Part

Document ID: \* CATPRT-0175

Revision:  State:

Description:

### Engineering Information

Part Number:

Definition:

Nomenclature:

Product Description:

Source:

Material:

Context Document:

comment:

General	Details	Revision	Composition
---------	---------	----------	-------------

*Рис. 1. Паспорт детали в системе SMARTTEAM*

## **Анализ и подготовка исходных данных**

Задача проекта - подготовить (спроектировать), создать и наполнить раздел в БД, содержащий информацию о технологическом оснащении, используемом на предприятии.

В качестве примера рассматривается создание раздела БД, в котором будет сохранено описание режущего инструмента (например, раздел “Сверла”). В табл. 1 представлены данные из учебного пособия “Режущий инструмент в приборостроении”.

Перед началом работы следует выяснить, какого рода информация будет помещена в БД. В зависимости от этого необходимо задействовать те или иные встроенные механизмы БД (в данном контексте механизм – это готовый специфичный набор правил, которые будут наследованы

назначенным Вами классом). Например, для организации деятельности конструктора в первую очередь следует обеспечить его возможностью работы с документами (файлами CAD, отсканированными и иными документами в электронном виде).

Таблица 1. Таблица характеристик режущего инструмента

### Сверла

Наименование	Эскиз	Размеры, мм		Обозначение
		d	D <sub>0</sub>	
Центровочные комбинированные		1,0	3,15	Сверло P18 1 тип 1 ГОСТ 14952-75
		1,6	5	Сверло P18 1 тип 1 ГОСТ 14952-75
		2,0	5	Сверло P18 1 тип 1 ГОСТ 14952-75
		2,5	6,3	Сверло P18 1 тип 1 ГОСТ 14952-75
		4	12,5	Сверло P18 1 тип 1 ГОСТ 14952-75

Для данного примера, как видно из табл. 1, для каждого инструмента имеется эскиз, то есть существует отдельный файл эскиза. Из этого следует вывод, что необходимо использовать механизм работы с файлами (File Control), рис. 2.

Перед началом работы с табл. 1 требуется проанализировать имеющиеся данные. При этом необходимо обладать пониманием основ построения объектно-ориентированной БД, знать, что такое класс и атрибуты класса, а так же связи. **Сверла** – это отдельный класс, относящийся к суперклассу **Инструмент** и обладающий наследованными и собственными атрибутами.

В данном случае наследованными атрибутами являются:

- Наименование.
- Обозначение.

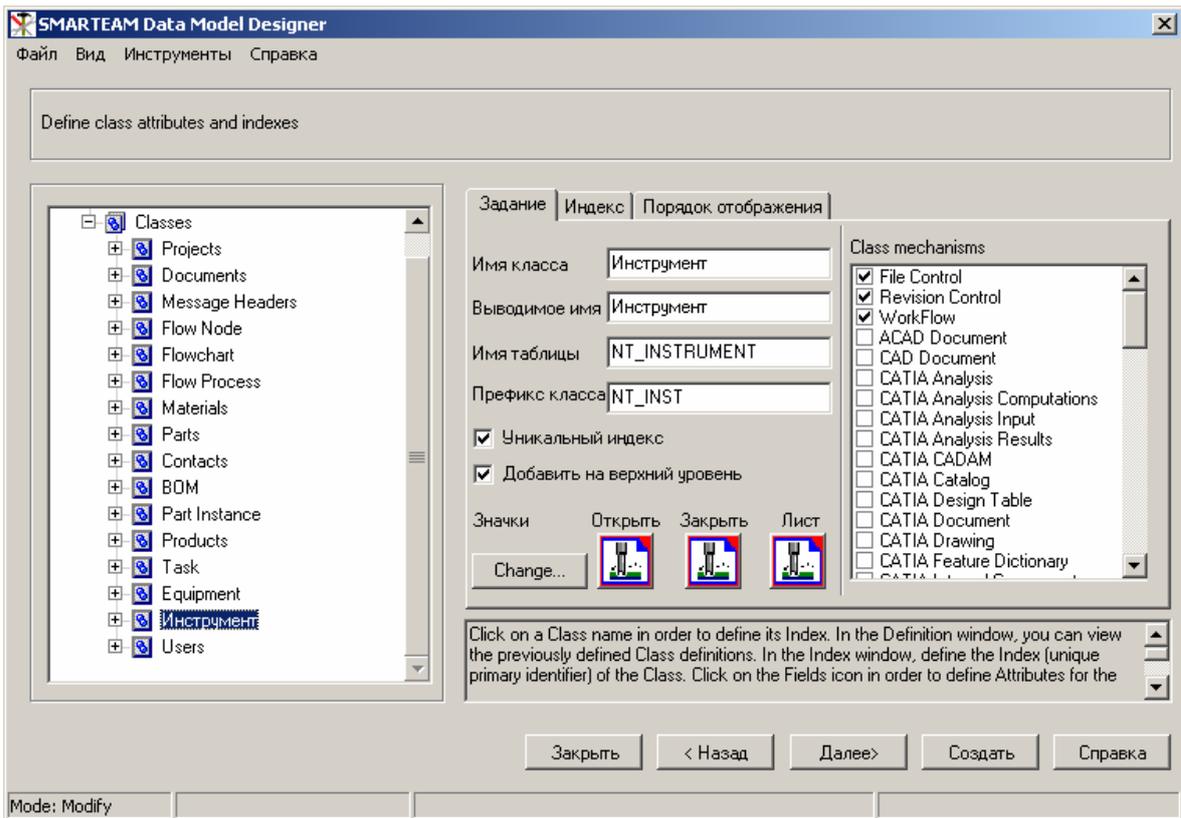


Рис. 2. Включение механизма File Control

Собственными атрибутами, описывающими характеристики сверла, будут:

- Размеры (в свою очередь размеры описываются такими атрибутами как **d**, **Do**, **№конуса**.)

Кроме наименования атрибута на вкладке “Задание” требуется выбрать его тип данных. В табл. 2 представлены типы данных, поддерживаемые системой SMARTTEAM.

Как видно из табл. 1, **наименование** и **обозначение** описываются как символьные данные (Char), размеры (**d**, **Do**) имеют числовое значение (Double Precision), а **№конуса** можно описать как целочисленное (Integer).

Возможно наименования инструментов описать в системе в виде выпадающего списка. Связано это с тем, что число таких названий имеет конечное значение, а формулировка имени строго определяется по ГОСТу:

- сверла центровочные комбинированные;
- сверла центровочные комбинированные с предохранительным конусом;
- и т.д.

Таким образом, проанализировав исходную таблицу как некую предметную область на предприятии, мы знаем какую информацию (классы, атрибуты) и в каком виде (тип данных) необходимо описать в системе.

Таблица 2. Типы данных системы Smarteam

Тип	Описание
Integer	Только целочисленные. Диапазон: 32768..32767.
Char	Только символьные.
Long Integer	Целочисленные. Диапазон -2147483648..2147483647.
Double Precision	Числовые двойной точности. Диапазон - $1.7 \cdot 10^{308} \dots 5.0 \cdot 10^{-324}$ .
Date	Дата (Время в виде календаря) dd/mm/yy (день/месяц/год).
Lookup Table	Выпадающий список .
Reference to Class	Ссылка на другой класс (отображается в виде таблицы).
Effective Date From	Дата (Время в виде календаря) dd/mm/yy (день/месяц/год) “Эффективен с“ (специфичный атрибут SMARTTEAM).
Effective Date Until	Дата (Время в виде календаря) dd/mm/yy (день/месяц/год) “Эффективен до“ (специфичный атрибут SMARTTEAM).
Time Stamp	Дата и время (Время в виде календаря, день/месяц/год + час+мин).
Relative Time	Дата и время (Время в виде календаря, день/месяц/год + час.+мин.+сек.).
Boolean	Булево (логическое) выражение (Да/Нет или Правда/Ложь).
Memo	Текстовое поле, неограниченного размера
URL	Поле для ввода web - ссылок (адрес сайта). Например, www.bee-pitron.com.

Класс – *Сверла* (входит в суперкласс *Инструмент*) и имеет определенные атрибуты, описывающие его характеристики (**наименование, обозначение, размеры (d, Do, №конуса)**).

По завершении этого этапа необходимо заполнить таблицу исходных данных (см. Приложение 1), пример заполнения данной таблицы приведен в Приложении 2.

## Описание структуры класса в Data Model Designer

После того, как был проведен анализ, и получена информация (которая является исходными данными на первом этапе), можно перейти непосредственно к выполнению практической части задания. Необходимо изменить структуру БД, а точнее описать новый класс в БД. На этом этапе потребуется заранее подготовленная таблица исходных данных (Приложение 1).

Следующие 11 этапов описывают порядок выполнения практической части работы.

1. Вам необходимо использовать специальный инструмент SMARTTEAM Data Model Designer, найти и запустить этот модуль (*Пуск/Программы/SMARTTEAM/Administrative Tools/ SMARTTEAM Data Model Designer*).
2. Далее система попросит Вас ввести имя и пароль. Для работы с данным инструментом надо обладать правами администратора. В поле User name Вам следует ввести имя joe, а поле Password оставить пустым, после этого нажать *OK*.
3. Т.к. Вы не создаете новую БД, а вносите изменения в уже существующую БД, то Вам необходимо выполнить команду – *Изменить структуру БД* (Горизонтальное меню окна *SMARTTEAM Data Model Designer/Файл/Изменить структуру БД* или *Ctrl+M*).
4. **Внимание!** Далее необходимо выбрать БД, в которой Вы собираетесь работать (имя базы данных - *DB\_X*, где *X* - номер варианта), после чего нажать *OK*.

Система выведет на экран сообщение с предложением продолжить работу далее или выйти из модуля для создания резервной копии БД. Нажмите кнопку *ДА*, так как неправильная работа с данной утилитой может привести к разрушению БД.

5. Система еще раз попросит Вас ввести имя и пароль администратора, см. выше. Нажать *OK*.
6. Далее SMARTTEAM загрузит выбранную БД, это может занять несколько минут. Когда система закончит обработку задания, Вы

увидите страницу глобальных настроек БД. Внутренние механизмы, включенные в данной БД, будут отмечены в общем списке. Этот этап не требует изменений. Нажать *Далее*>.

7. Вы оказались на стадии задания структуры классов базы данных SmarTeam (Class Browser). Для того чтобы добавить новый класс, необходимо выполнить следующие действия:

- Выбрать в дереве классов (расположенном в левой части окна) “класс-родитель” - тот, в который будет входить создаваемый класс (в данном случае **Инструмент**).
- В правой части окна перейти на закладку **Составляющие**.
- На этой же закладке найти поле *Введите собственный*, внести в него имя нового класса (*Сверла*) и нажать кнопку *Добавить*.

**Внимание!** Если имя класса введено русскими буквами, то система попросит Вас ввести имя таблицы для создаваемого класса латинскими буквами. Удалите значение “Статус:” и добавьте префикс *TN\_*. Введите имя класса. После ввода имени нажмите **ОК**.

Пример обозначения таблицы приведен на рис. 3.

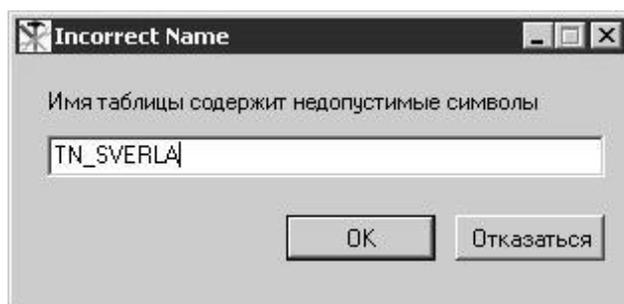


Рис. 3. Окно задания имени таблицы

- Теперь выделите в дереве классов вновь созданный класс *Сверла* и перейдите на закладку **Задание** в правой части экрана.
- При необходимости на странице **Задание** можно изменить значения параметров *Имя класса* и *Выводимое имя*. Это может понадобиться, например, если при создании нового класса Вы ввели слишком длинное имя, и система его сократила до разрешенного количества знаков. Значение, указанное в поле *Имя класса*, используется при программировании (для программиста). Значение в поле *Выводимое имя* используется для отображения в дереве классов (для пользователей). *Имя таблицы* и *Префикс* класса используется в СУБД, оно задается единожды и изменять его нельзя.
- При необходимости в поле *Class Mechanisms* (правая сторона закладки **Задание/Class Mechanisms**) можно включить один или не-

сколько встроенных механизмов управления БД (в дереве классов должен быть выделен класс *Сверла*).

В разделе анализа было определено, что необходимо активизировать механизм File Control. Если этот параметр включен, то для объектов данного класса предусмотрена возможность работы с файлами. Для активации механизма, необходимо выбрать его в поле *Class Mechanisms*.

Примечание. Если Вы включите любой из этих параметров для класса-“родителя”, то эти настройки будут унаследованы его классами-“детьми”.

- В разделе *Значки* (вкладка задание) требуется задать иконки, с помощью которых объект, выделенный в дереве классов, будет отображаться в системе. Для этого необходимо нажать кнопку *Change...*, затем выбрать значок, соответствующий состоянию узла дерева (*Открыть* – узел открыт, *Заккрыть* – узел закрыт и *Лист* – узел является закладкой) из пролистываемого списка. После того как все иконки заданы, следует нажать *OK*. Рекомендуется использовать одну и ту же иконку для всех состояний. Иконки можно предварительно создать (файл \*.bmp 16x16) и расположить в папке *.../Smarteam/icons*.
- 8. После того, как Вы определили все необходимые параметры нового класса, необходимо нажать кнопку *Далее >* для перехода к следующему этапу.
- 9. Вы оказались на стадии задания характеристик объектов (атрибутов). Выберите в дереве класс, для которого необходимо задать атрибуты. Нажмите на знак “+”, расположенный слева от имени класса. В дереве появится узел *Fields*. Это характеристики, которые относятся только к выбранному классу. Когда создан новый класс, в этих характеристиках ничего не записано, но к выбранному классу будут относиться все атрибуты его класса-“родителя”.

В нашем случае дополнительными характеристиками созданного класса *Сверла* будут размеры: **d**, **Do**, **№конуса**. **Обозначение** и **Наименование** необходимо ввести в качестве атрибутов класса-“родителя” **Инструмент**.

Для задания атрибутов класса, выполните следующие действия.

- Укажите в дереве классов узел *Fields* (в дереве классов выбрать *Инструмент/ Fields* для введения атрибутов **Обозначение**, **Наименование** или *Инструмент/Сверла/ Fields* для введения атрибутов **d**, **Do**, **№конуса**).

- В правой части экрана в поле *Введите собственный* внесите название атрибута (характеристики) и нажмите кнопку *Добавить*. Имя атрибута должно вводиться латинскими буквами.

После того как атрибут создан, к его имени автоматически добавляется префикс CN\_, как показано на рис. 4.

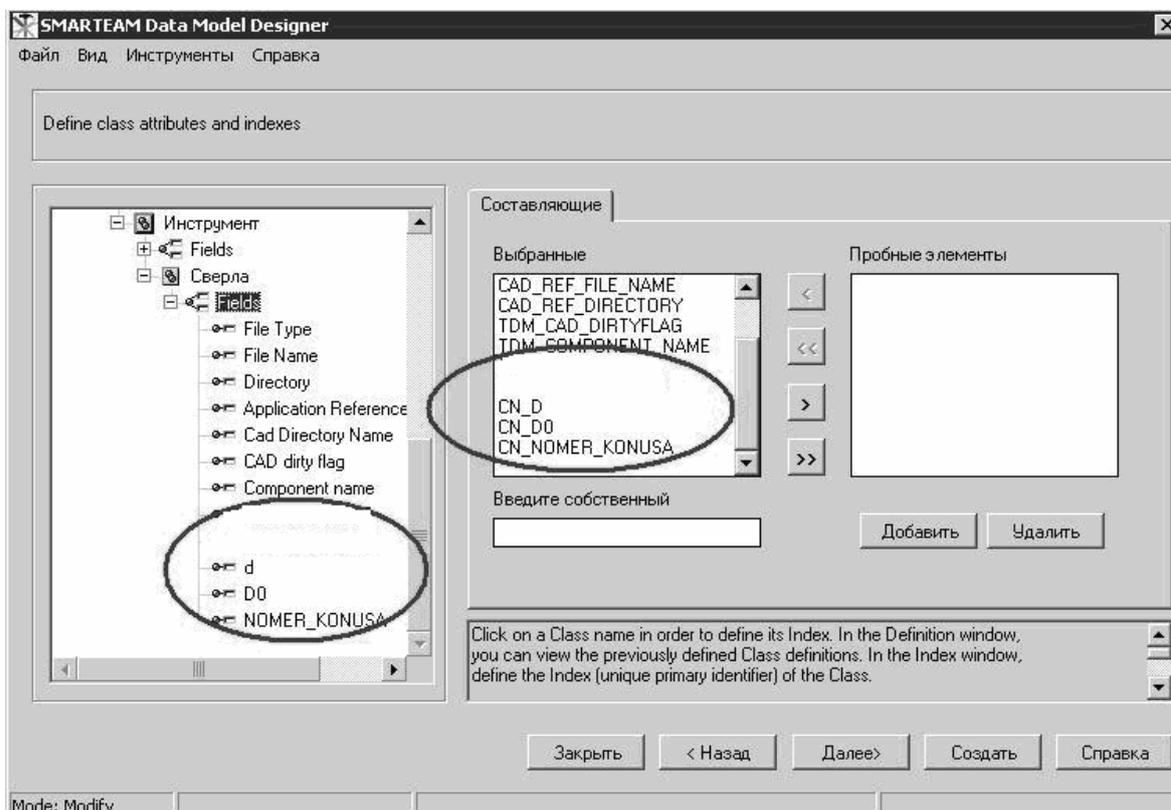


Рис. 4. Создание собственных атрибутов класса

В дереве классов при раскрытии узла *Fields* появится список созданных атрибутов.

- Выделите в дереве имя первого добавленного атрибута. В правой части экрана появятся его параметры.
- На закладке **Задание** в поле *Тип* установите требуемый тип атрибута. По умолчанию выбран *Char* (Символьный). Если установлен тип *Char*, то в поле *Размер* введите максимально возможное число символов. В данном примере для атрибута *Наименование* требуется ввести значение 60, так как это наибольшее количество символов в одном из наименований (см. таблицу 1).
- В поля *Отобразить* и *Описание* введите имя атрибута. Эти обозначения можно задавать как русскими, так и латинскими буквами. Для размеров (**d**, **Do**) рекомендуется в поле *Отобразить* пояснить размеры (например, Диаметр min и Диаметр max). Таким образом,

в дереве классов эти атрибуты могут быть отображены, например, как Наименование, Обозначение, Диаметр min, Диаметр max, Номер конуса.

Значение в поле *Описание* будет использовано системой для уточнения этого атрибута в SMARTTEAM EDITOR – подсказка.

- Если атрибут должен быть обязательным для заполнения, то включите параметр *Обязательный* (Mandatory). Поля *Язык* и *Зависимость* оставить без изменений.
- Описанную процедуру необходимо повторить для каждого из оставшихся атрибутов. Обратите внимание, что размеры (**d**, **Do**) имеют числовое значение (Double Precision), а **№конуса** можно описать как целочисленное (Integer).

**10.** По завершении изменения структуры БД необходимо сохранить сделанные изменения. Нажмите кнопку *Создать* (Create). Система спросит действительно ли Вы хотите изменить структуру базы данных, нажмите *Да*. Произойдет “пересчет” БД. Это займет несколько минут. Рекомендуется не выполнять никаких действий на ПК до полного завершения этого процесса.

**11.** Через некоторое время появится сообщение, в котором Вы увидите имя БД, наименование компании и региональные стандарты, ничего не изменяя, нажмите *ОК*.

“Пересчет” базы данных продолжится. После окончания процесса перед Вами появится сообщение об удачном завершении, нажмите *ОК*. Внесение изменений завершено, необходимо закрыть приложение.

## Визуальное оформление паспорта (Form Designer)

После изменения структуры БД необходимо перейти к визуальному оформлению паспорта нового класса. Для этого используется утилита Form Designer. Оформление паспорта на момент создания класса система произвела автоматически, что, вероятно, может не устроить пользователя.

На рис. 5 показано, как будет выглядеть паспорт класса *Сверла*, созданный автоматически.

Для того чтобы отредактировать паспорт класса, необходимо запустить модуль Form Designer (*Пуск/Программы/SMARTTEAM/Administrative Tools/Form Designer*), используемый для визуального оформления.

В окне запроса пароля необходимо указать имя пользователя (joe) и пароль (без пароля). Нажать *ОК*.

В появившемся окне отобразится вся структура БД. В открывшемся дереве необходимо найти интересующий нас класс *Сверла*, раскрыть его

и выбрать *Attribute Profile Card (Classes/Инструмент/Сверла/ Attribute Profile Card)*. Нажать *OK*.

Теперь можно приступить к оформлению паспорта класса. Для начала обратите внимание на наименования закладок (в появившемся окне слева, внизу), их необходимо изменить. В горизонтальном меню окна *Form Designer* выберите *Edit/Update Tab*, после чего введите новое наименование закладки, например, **Основные характеристики**.

The image shows a software dialog box titled "Attribute Profile Card" for a class named "Сверла" (Drill). The dialog has several tabs: "Attribute", "Link", "Comment", and "Viewer". The "Attribute" tab is selected. Inside the dialog, there are several input fields and dropdown menus. The "Сверла" field contains the text "0BQZN". Below it is a text box for "State". There are also fields for "Creation Date", "Created by", "Modified by", and "Last modification date and time", each with a calendar icon. To the right, there are fields for "File Type", "File Name", and "Directory". At the bottom of the dialog, there are buttons for "Add", "OK", "Apply", "Cancel", and "Help". The status bar at the very bottom shows "Attributes" and "Attributes1".

*Рис. 5. Автоматически сгенерированный паспорт класса **Свёрла***

Повторите тоже для второй закладки, на которой будет помещаться дополнительная информация об инструменте.

Собственные атрибуты класса (**наименование, обозначение, размеры (d, Do, №конуса)**) автоматически расположились на второй странице паспорта, необходимо перенести их на закладку **Основные характеристики**. Все остальные характеристики следует расположить на странице **Дополнительная информация**. Далее необходимо настроить интерфейс: задать местоположение атрибутов на форме (рекомендуется их позиционировать в последовательности будущего заполнения сверху-вниз, слева-направо). При выполнении операций копирования можно использовать стандартные комбинации кнопок (Ctrl C – Ctrl V). Интерфейс нового паспорта может выглядеть так, как показано на рис. 6.

После того, как оформление закончено необходимо сохранить форму (*File/ Save*), выйти из приложения (*File/ Exit*) и приступить к следующему этапу задания – наполнению БД инструмента.

Для этого необходимо запустить утилиту Smarteam Editor (*Пуск/Программы/SMARTTEAM/ SMARTTEAM*).

Рис. 6. Пример интерфейса паспорта класса *Сверла*

## Ввод информации об объектах – наполнение базы данных

На этом этапе требуется запустить Smarteam Editor, ввести имя и пароль пользователя (отличные от login/password администратора). Их Вы должны получить у преподавателя.

Если имя пользователя указано правильно, то загрузится приложение Smarteam Editor. В случае если имя или пароль указаны неверно, необходимо убедиться в их корректности и повторить ввод.

Далее необходимо создать свой Проект. Под Проектом в данном случае понимается следующее: перед Вами была поставлена задача – создать и описать раздел БД технологического инструмента. Выполнение данной задачи и есть Ваш проект. Вам необходимо создать (завести в системе) объект класса Project, дать ему наименование (Definition) и описание (Comment). Для этого надо выделить корень дерева проектов (Project Tree), нажать правую клавишу мыши и в появившемся меню выбрать команду *Add/ Project*.

В загружившемся паспорте проекта необходимо заполнить поля Definition и Comment (например, “Сверла” и “Создать раздел БД технологического инструмента”) и сгенерировать проект (нажать *OK*).

**Внимание! Поле Project ID оставить без изменений.**

После этого Вы увидите, что в дереве проектов появился Ваш проект.

Вам необходимо найти только-что созданный проект и выделить его. Затем на панели инструментов активировать иконку суперкласса Инструмент, см. рис.7.

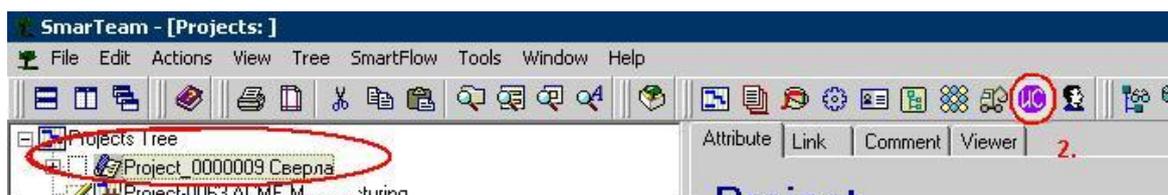


Рис. 7. Переход в режим наполнения БД инструмента

Тем самым Вы осуществите переход от проекта к разделу БД, в котором производится наполнение БД (осуществляется переход от группы классов Проекты к группе классов Инструмент по логической связи).

Для наполнения БД инструмента в открывшемся окне необходимо выделить корень дерева **Инструмент Tree**, по правой клавише мыши выполнить операцию *Add/Сверла*, после чего заполнить паспорт нового

объекта. Введите обозначение, наименование, размеры, как указано в исходной таблице 1 (в задании).

Эту операцию необходимо повторять до тех пор, пока не внесен весь инструмент, указанный в задании. Таким образом происходит ручной ввод (наполнение) инструмента в БД.

После наполнения БД можно убедиться, что данный инструмент находится в группе классов Инструмент и имеет логическую связь Вашим проектом.

Для этого необходимо закрыть окно, в котором происходило наполнение БД. После выполнения этой операции перед Вами появится окно дерева проектов. В нем необходимо найти свой проект, выделить его, по правой клавише мыши выполнить команду *Associated Objects/General Links/Инструмент*.

В случае правильного выполнения всех действий перед Вами должна появиться следующая картина: в дереве проектов будет выделен Ваш проект, а к нему будут привязаны инструменты (раскрыть список можно нажав знак “+” слева от имени класса).

## Работа с эскизами

При необходимости для объектов в созданной БД можно подключить графические файлы с изображением данного инструмента. Следует помнить, что модель данных должна учитывать возможность работы с файлами, т.е. необходимо использовать механизм File Control. Эти документы могут быть как простыми отсканированными изображениями, так и 3D моделями. В системе SMARTTEAM существует встроенный просмотрщик, который может отображать более 250 форматов фалов.

Работа с файлами под управлением SMARTTEAM имеет два режима:

- работа с использованием имеющейся CAD – интеграции;
- работа без использования интеграции.

В данном разделе будет рассмотрен вариант работы без использования CAD – интеграции. Для того чтобы привязать фалы к объекту *Инструмент*, следует воспользоваться отсканированным изображением. Файлы с отсканированными эскизами инструментов для каждого варианта находятся в папке *Инструмент\_скан / Вариант №X*, где X – номер варианта.

Ниже приведена последовательность работы с отсканированными эскизами инструментов:

1. Запустить Smarteam Editor, найти проект *Сверла*, созданный ранее, от него перейти в раздел *Инструмент*.
2. В разделе *Инструмент* навести курсор на объект (исполнение сверла), нажать правую клавишу мыши и в появившемся меню выбрать команду *Изменить* (Update). Это позволит перейти к

редактированию паспорта объекта. Внизу экрана (паспорта) появятся кнопки OK, Cancel, Help, это означает, что Вы находитесь в режиме редактирования.

Сведения о файлах находятся на странице паспорта *Доп. Информация*. Эта страница должна была быть предварительно создана и отредактирована в утилите Form Designer, см. раздел 4 данного пособия.

3. Для дальнейшей работы необходимо иметь на паспорте объекта следующие атрибуты: *File type, File name, Directory*.

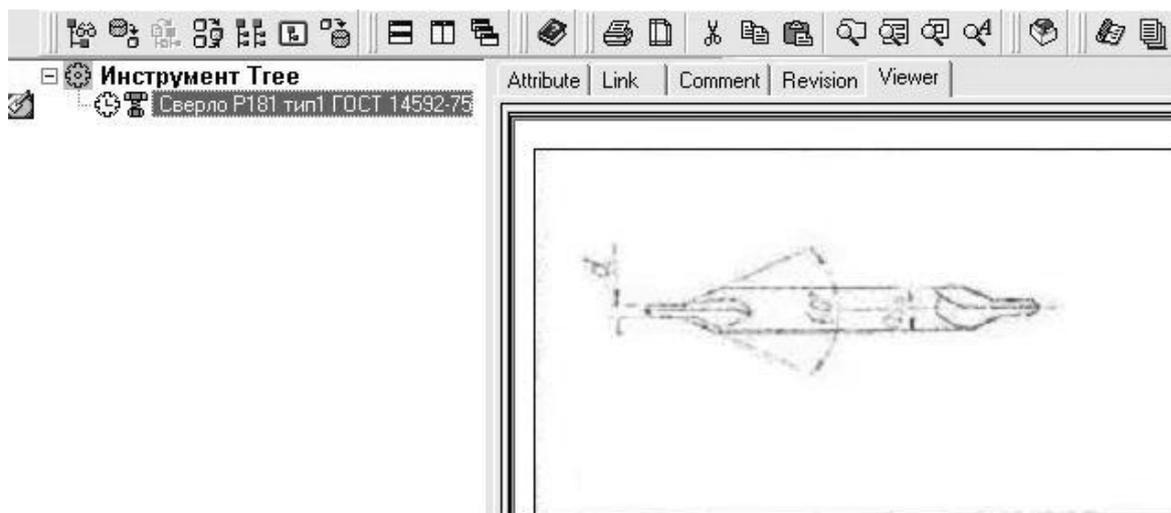
Примечание. Данные атрибуты создаются автоматически при включении механизма File Control, и заранее должны быть помещены на страницу *Доп. информация* в утилите Form Designer, см. раздел 4.

Далее необходимо изменить (указать) значение *File name*. Для этого активируйте кнопку обзора в правой части данного поля, укажите файл эскиза и выйдите из поиска, нажав кнопку *Open*. Поле *Directory* должно заполниться автоматически. В поле *File type* установить значение *Image* (соответствует расширению файлов \*.tif), выбрав из выпадающего списка. Затем нажать *OK*.

4. Для того, чтобы избежать дублирования информация следует переместить привязанный файл с изображением инструмента на сервер SMARTTEAM. Для этого необходимо утвердить объект *Инструмент*, а именно, из контекстного меню объекта выбрать *Жизненный цикл > Утвердить (сдать в архив)*. После выполнения этой операции автоматически произойдет перемещение файла эскиза в каталог утвержденных файлов *Released*.

Описанный выше процесс осуществляется при помощи механизма *Vault Maintenance* (Обслуживание хранилища данных) предназначенного для задания, изменения и удаления каталогов, в которые будут помещаться файлы объектов при выполнении той или иной функции жизненного цикла.

5. Далее необходимо подвязать утвержденный файл эскиза инструмента к остальным объектам (*Инструментам*). Для этого в поле *File name* следует указать файл эскиза из каталога *Released: Сетевое окружение / SMVaults на ST-base / Released*. В поле *File type* установить значение *Image* (соответствует расширению файлов \*.tif), выбрав его из выпадающего списка. Затем нажать *OK*.
6. Для того чтобы просмотреть файл документа, прикрепленного к объекту *Инструмент*, необходимо выделить объект в дереве, затем перейти на закладку *Viewer* на паспорте объекта. Далее система откроет окно просмотрщика и отобразит необходимый эскиз, как показано на рис. 8.



*Рис. 8. Просмотр документа средствами SMARTTEAM*

## **Содержание отчёта**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель лабораторной работы.
2. Постановку задачи.
3. Таблицу исходных данных (Приложение 1).
4. Скриншот базы инструментов созданной в PDM SmarTeam.
5. Выводы по проделанной работе.

## **Лабораторная работа «Управление жизненным циклом электронного документооборота в PDM-системе»**

### **Цель работы**

Цель данной практической работы состоит в том, чтобы:

- изучить средства PDM SMARTTEAM предназначенные для управления жизненным циклом электронного документооборота;
- научиться создавать версии документов;
- ознакомиться с процессом редактирования документов непосредственно в PDM-системе SMARTTEAM и через внешние приложения.

## Электронный документооборот в PDM-системе SMARTTEAM

Современный документооборот предприятия характеризуется большим числом документов, которые разрабатываются и хранятся в виде компьютерных файлов. Электронный документооборот требует специальных программных средств, помогающих реализации процедур хранения, разработки и распределения документации. В качестве базовых инструментов для поддержки электронного описания продукта на всех стадиях его жизненного цикла выступают системы класса PDM. Одно из ведущих мест в мире в классе PDM-систем занимает PDM SMARTTEAM.

Использование PDM SMARTTEAM позволяет:

- хранить информацию об изделии, созданную в течение всего жизненного цикла (эта информация может быть проектными данными, документами, ведомостью материалов, деталями поставщика и т.д.);
- отслеживать версии и отображать информацию о состоянии документа;
- получать доступ к различным версиям объекта и управлять ими;
- сохранять историю действий над документом;
- обеспечивать безопасность и целостность данных, используя устойчивый электронный механизм хранилища и четкую систему управления жизненным циклом;
- ограничивать доступ к информации, используя механизм хранения данных в электронном виде.

PDM SMARTTEAM обеспечивает прием информации, создаваемой на различных этапах ЖЦИ, причем ввод информации может выполняться либо в системе проектирования, либо в самой PDM. Электронный документ в PDM SMARTTEAM представлен в виде учетной карточки, содержащей идентификационные характеристики документа и присоединенным к ней файлом с содержательной информацией (файл 3D-модели, файл чертежа, текстовый файл и др.).

Система SMARTTEAM отслеживает пять стандартных этапов (состояний) объекта или документа: «У автора», «У руководителя», «На изменении», «Утвержден», «В хранилище». Эти этапы представляют собой стадии жизненного цикла объекта или документа (модели, чертежа, технологического процесса, плана работ и др.) Каждый этап характеризуется:

- действиями, которые могут быть выполнены над информацией;
- регламентом прав доступа;
- местом физического нахождения файла содержательной информации;

- именем автора, кто передал информацию на данный этап;
- датой начала этапа.

Также система PDM SMARTTEAM содержит инструменты, позволяющие изменять правила ЖЦ, создавать собственный ЖЦ.

*Vault Maintenance* (Обслуживание хранилища данных) предназначена для задания, изменения и удаления каталогов, в которые будут помещаться файлы объектов при выполнении той или иной функции жизненного цикла. Более того, для каждого состояния жизненного цикла объекта могут быть заданы различные каталоги для файлов различного типа. Например, можно задать каталог для хранения файлов утвержденных документов формата Word: \\Vault\Released\Word.

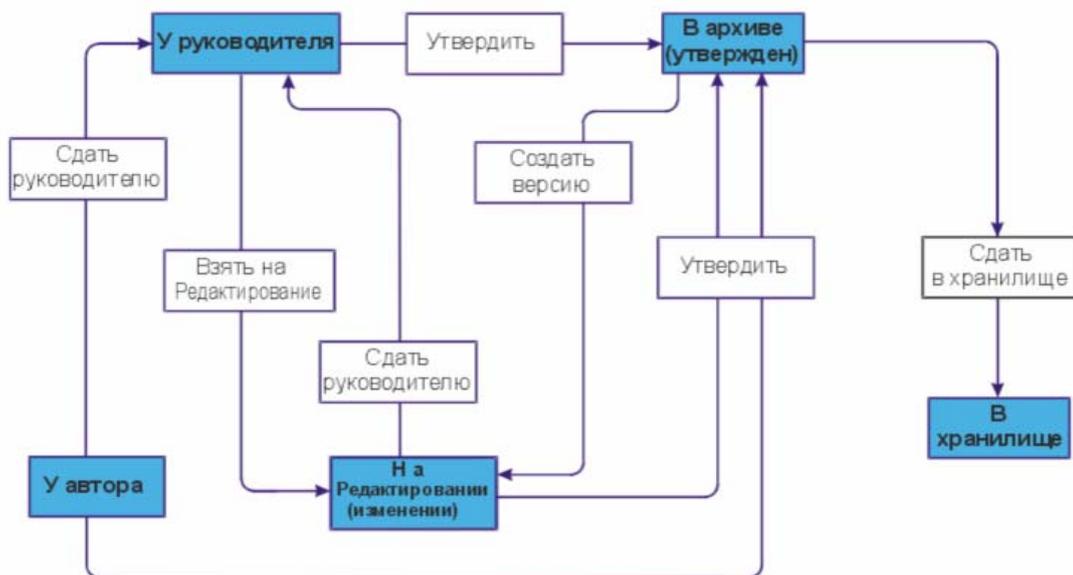
*Life Cycle Setup* (Настройка жизненного цикла) предназначена для изменения названий состояний и функций жизненного цикла объектов. По умолчанию задаются пять стандартных этапов (состояний) объекта или документа.

*Operations Setup* (Настройка операций) предназначена для изменения названий операций, выполняемых в SMARTTEAM при работе с объектами.

Ведение электронного документооборота в PDM системе способствует автоматизации полного жизненного цикла работы с документами всех видов.

## **Описание этапов жизненного цикла документа**

Отражая реальный процесс управления документацией, SmartTeam использует для управления документами архивы, хранящие информацию по разным состояниям объекта («У автора», «У руководителя», «На изменении», «Утвержден», «В хранилище»), и функции, переводящие объект в то или иное состояние (*Сдать руководителю, Взять на изменение, Сдать после изменения, Утвердить, Создать версию и Сдать в хранилище*).



*Схема жизненного цикла документа*

Этап «У автора» является начальным и автоматически объявляется при вводе объекта в систему. На этом этапе могут быть созданы характеристики объекта, его связи с другими объектами, характеристики связей и файл содержательной информации, который физически находится на компьютере данного автора. Другие пользователи SMARTTEAM не могут видеть созданную информацию. Автор может иметь право передать созданную информацию руководителю или на утверждение (в архив).

При передаче автором информации на этап «У руководителя» или на этап «Утвержден» файл содержательной информации автоматически перемещается на сервер по путям, указанным администратором системы. На этих этапах участники проекта могут видеть созданную или утвержденную информацию. С этапа «У руководителя» информация может быть на этап «На изменении» или на этап «Утвержден».

При выполнении команды «Взять на изменение» SMARTTEAM автоматически создает копию исходного файла, присваивает этой копии код промежуточной версии и эту копию передает на редактирование на компьютер специалиста, который выполнил команду «Взять на изменение». Код промежуточной версии состоит из строчной буквы английского алфавита и арабской цифры, например «a0», «a1» и т.д.

В системе нет никаких средств, позволяющих иметь исходный файл документа, можно только создать свою версию, что обеспечивает каждому пользователю уверенность в неизменности информации, за содержание которой он несет ответственность.

Выполнение команды «Взять на изменение» по смыслу идентично выполнению команды «Создать версию», но первая команда выполняется в процессе проектирования, а вторая выполняется с документом, который уже утвержден (сдан в архив).

При выполнении команды «Утвердить» система автоматически перемещает файл указанной версии из директории «У руководителя» в другую директорию сервера с возможностью установить другие права доступа. При сдаче в архив (утверждении) любой промежуточной версии ей автоматически присваивается обозначение окончательной версии, которое состоит только из строчной буквы английского алфавита. Другие промежуточные версии могут быть оставлены в системе под своими обозначениями «для истории» или удалены.

При снятии изделия с производства, но при необходимости сохранить документацию, ее перемещают «В хранилище».

Стадии жизненного цикла (ЖЦ) объекта в дереве отображаются при помощи значков:

-  **New:** Все новые объекты, сохраненные в SMARTTEAM автоматически приобретают этот временный статус.
-  **Check In:** Статус объекта изменяется на «Checked In». Если к объекту был присоединен файл, то этот файл перемещается в хранилище, где он доступен всем пользователям.
-  **Check Out:** Статус объекта изменяется на «Checked Out». При выполнении данной операции создается подверсия объекта. Если к объекту был присоединен файл, то копия этого файла из хранилища добавляется в рабочий каталог пользователя, где может модифицироваться только текущим пользователем.
-  **Release:** Создается версия объекта. Операция «Release» перемещает новый объект или объект на стадии «Checked in», в каталог утвержденных файлов Released, где документ становится недоступным для изменений. Объект, однажды сохраненный в хранилище Released, может быть модифицирован только после выполнения операции «New Release». Если документ утвержден после внесения в него изменений, то к обозначению добавляется номер версии.



- **New Release:** Создается новая версия объекта. Производится операция Check Out для изменения новой версии файла утвержденного объекта.



- **Obsolete:** Статус объекта изменяется на «Obsolete». Файл объекта перемещается в хранилище Obsolete, и становится недоступен для изменений и для создания новых версий.

Значок стадии ЖЦ отображается слева от объекта в дереве, а стадия жизненного цикла отображается справа на паспорте объекта.

## Постановка задачи

В каждом варианте задания к лабораторной работе содержатся файлы с технологическим процессом изготовления изделия (\*.doc) и 3D-моделью данного изделия (\*.CATPart). В процессе выполнения работы необходимо пройти этапы жизненного цикла документа в соответствии с последовательностью изложенной в Приложении 4. Данная часть практической работы позволит студентам ознакомиться с операциями, позволяющими переводить документ на определенный этап ЖЦ. В Приложении 4 также указано, на каком этапе ЖЦ необходимо внести изменения в документы. Изменения, которые требуется внести в документы, заданы в Приложении 5.

## Руководство к проведению лабораторной работы

Данная лабораторная работа проводится с использованием PDM системы SMARTTEAM. Поэтому для выполнения работы необходима предварительная установка данного программного обеспечения. Реализация работы осуществляется на базе компьютерного класса кафедры ТПС.

*Варианты заданий для выполнения лабораторной работы находятся в папке «Документооборот».*

Лабораторная работа состоит из следующих этапов:

1. Создание проекта в PDM системе SMARTTEAM.
2. Добавление электронных документов к проекту.
3. Прохождение этапов жизненного цикла и проведение изменений в документах.

## ***1 Этап. Создание проекта в PDM системе SMARTTEAM***

На первом этапе лабораторной работы необходимо запустить SMARTTEAM и загрузить базу данных с обозначением **DB\_X**, где **X** – номер варианта. Затем создать проект с обозначением, соответствующим фамилии студента.

## ***2 Этап. Добавление электронных документов к проекту***

В папке с заданием содержатся файл технологического маршрута (\*.doc) и файл 3D-модели детали (\*.CATPart). На данном этапе необходимо присоединить файлы документов к Вашему проекту. Для этого требуется:

- a) Перейти в класс *Documents* (Документы).
- b) При помощи контекстного меню выбрать операцию:
  - для файла технологического маршрута – *Add* (Создать документ) < *Document* (Документ);
  - для файла 3D-модели детали – *Add* < *CAD Files* < *CAD Document* < *CATIA Part*.
- c) В режиме создания документа перейти на закладку *Details* и в поле *File Name* следует указать путь, где находится присоединяемый файл.

После выполнения данной процедуры файл автоматически перейдет на стадию жизненного цикла «У автора».

## ***3 Этап. Прохождение этапов ЖЦ проведение изменений в документах***

*Последовательность прохождения этапов жизненного цикла документа изложена в Приложении 4.*

Для выполнения данного этапа необходимо воспользоваться схемой жизненного цикла документа, которая была описана выше. Согласно данной схеме, для того чтобы осуществить переход от одного этапа жизненного цикла к другому необходимо использовать следующие операции: *Check In* – Сдать руководителю, *Check Out* – Взять на изменение, *Release* – Утвердить, *New Release* – Создать версию, *Obsolete* – Сдать в хранилище.

Операции жизненного цикла могут быть запущены любым из следующих трех вариантов:

- используя меню *Actions (Life Cycle...)*;
- из дерева объектов, используя контекстное меню (*Life Cycle...*);
- со страницы *Revision*, используя контекстное меню (*Life Cycle...*).

В режиме диалога операций жизненного цикла доступны три закладки для ввода информации и выбора различных параметров:

- *General* – служит для установки общих параметров, таких как имя файла, каталог назначения (и при необходимости номера версии). На данной закладке отображается путь к каталогу хранилища, который при необходимости может быть изменен.
- *Effectivity* – для установки текущей стадии и периода, в течение которого стадия действует;
- *Options* – для копирования логических связей, перезаписи предыдущих версий и дублирования операций.

Также существуют закладки для отображения различных видов, такие как *Profile Card* (паспорт), *Links* (связи) и *Viewer* (просмотр) предназначенные для получения более подробной информации об объекте.

После выполнения операции изменяется статус объекта и значок стадии ЖЦ в дереве.

**Внимание!** Изменения должны быть внесены на этапе, указанном в Приложении 4.

Изменения, которые должны быть выполнены в документах, приведены в Приложении 5.

Следует обратить внимание на то, что изменения в документы могут быть внесены только после выполнения операции *Check Out* (Взять на изменение) или операции *New Release* (Создать версию).

Система SMARTTEAM интегрирована с Microsoft Office и Cad/CAM/CAE системой Catia, что обеспечивает возможность сохранять и изменять данные о продукте, созданные при помощи этих приложений.

Для внесения изменений в документы необходимо:

- a) В контекстном меню изменяемого документа выбрать операцию *File Operation* (Операции с файлом) < *Open* (Открыть). Файл документа откроется в приложении, при помощи которого он был создан.
- b) Внести в документ изменения заданные в Приложении 5.
- c) Сохранить измененный файл.

## Содержание отчета

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель лабораторной работы.
2. Постановку задачи.
3. Скриншот дерева класса *Документы*, содержащего все созданные версии электронных документов.
4. Выводы по работе.

# **Лабораторная работа «Организация электронного архива инженерной документации»**

## **Цель работы**

Цель данной лабораторной работы на примере организации электронного архива инженерной документации:

- ознакомиться с системой учета электронных документов в PDM системе SMARTTEAM;
- изучить возможные схемы организации ведения электронного архива в PDM системе SMARTTEAM;
- научиться вести учет отсканированной конструкторской документации.

## **Организация электронного архива в PDM системе SMARTTEAM**

Электронным архивом конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД) является совокупность КД (ТД) в электронном виде с соответствующей учетной документацией в электронном виде, которая поддерживает статус КД (ТД) в качестве официального электронного технического документа при его эксплуатации и/или хранении в соответствии с требованиями стандартов. Электронный документ в PDM SMARTTEAM представляется учетной карточкой, хранящей идентификационные характеристики документа, и присоединенным к ней файлом с содержательной информацией (файл 3D моделей, файл чертежа, текстовый файл и др.)

Информация электронного архива располагается в классах КД и ТП PDM системы Smarteam. Между текущим проектом и относящейся к нему технологической и конструкторской документацией устанавливается логическая связь в SMARTTEAM. Например, для поиска нужной информации инженер выбирает соответствующий объект класса «Проекты», после чего, перейдя на страницу класса «КД» или «ТП», он может просмотреть всю связанную с ним данные. Для удобства пользователей в SMARTTEAM реализован механизм создания специальных видов – части проекта, с которой сотрудник непосредственно работает. Административные настройки позволяют установить автоматический запуск вида при загрузке системы под определенным паролем.

Информацию о том, кто создал существующую в системе версию документа, а также кто первый раз заполнил паспорт, кто его изменял, SMARTTEAM выводит автоматически, и пользователи не имеют прав на изменение этих данных. Электронный архив гарантирует, что к доку-

менту может обратиться только тот пользователь, который имеет соответствующие права доступа. При обращении к документу в течение всего сеанса связи он остается недоступным для других пользователей.

Конструкторские и технологические документы электронного архива порождаются на основе результатов проектирование – например, моделей изделий и их чертежей, полученных в САД-системе с помощью САПР ТП. Еще один, дополнительный способ формирования документа в архиве состоит в сканировании документа, выполненного на бумажном носителе.

При автоматизированной разработке КД конструкторами и ТД технологами под управлением PDM SMARTTEAM, фактом сдачи утвержденных электронных документов сотрудникам служб технической документации (СТД) в эксплуатацию является передача в СТД удостоверяющих листов (или листов утверждения) по ГОСТ 28388-89.

Сотрудникам СТД дается право логически связывать свою учетную документацию с КД и ТД, выводить КД и ТД на печать, проводить изменения документов. В соответствии с ГОСТ 2.501-88 основными функциями СТД являются учет и хранение подлинников КД и ТД, но фактически хранение КД и ТД осуществляет PDM-система, а СТД может получить КД и ТД только в «доверительное» управление. В результате за сотрудниками СТД остаются следующие функции:

- Прием на учет подлинников КД и ТД в электронном виде от конструкторов и технологов.
- Сканирование КД и ТД с бумажных носителей и постановка на учет электронных подлинников, полученных сканированием.
- Прием на учет извещений об изменении и осуществление установленных действий, например, проведение изменений, приостановка вывода на печать и т.д.
- Прием заявок цехов и отделов на печать твердых копий.
- Учет выдачи твердых копий.
- Сканирование и ведение внутренней учетной документации в электронном виде.

В ряде случаев возникает задача создания электронного архива «со сканера» – например, когда необходимо создать электронный архив документации, выполненной только на бумажных носителях. В этом случае присоединяемый к учетной карточке объекта (документа) файл представляет собой растровый документ с отсканированным чертежом.

В соответствии с ГОСТ 2.501-88, исходя из требований компактного хранения и облегчения ручного поиска, допускаются две схемы хранения подлинников на бумажных носителях:

- Поформатно в порядке возрастания обозначений документов в пределах каждого формата и кода предприятия-разработчика (схема 1).

- По возрастанию обозначений документов в пределах изделия (проекта) без учета форматов (схема 2).

Обе указанные схемы хранения не соответствуют структуре документации конструкторских и технологических проектов, указанной в спецификациях. Поэтому, помимо этих схем, PDM SMARTTEAM позволяет организовывать хранение документов в структуре конструкторских проектов, то есть в той последовательности и составе, как они записаны в спецификациях проектов без упорядочения по форматам или обозначениям (схема 3). Целесообразность использования той или иной схемы рекомендуется определять, исходя из будущей востребованности документации.

При формировании архива методом ввода документов со сканера, могут иметь место два варианта приема электронного документа на эксплуатацию в СТД в качестве подлинника:

- Если параллельно продолжается хранение бумажного подлинника, то его основную надпись можно считать удостоверяющим листом.
- Если хранение бумажного подлинника считается нецелесообразным, то можно вырезать из него и хранить только основную надпись, считая ее удостоверяющим листом.

Создание электронного архива на базе PDM SMARTTEAM не только изменяет характер работы сотрудников СТД. Электронный архив является одним из компонентов АСТПП, обеспечивающих совместную, согласованную работу конструкторов, технологов и других специалистов предприятия в едином информационном пространстве ТПП. В результате достигается:

- Ускорение процессов ТПП за счет параллельного выполнения работ и электронного обмена данными между специалистами.
- Повышение качества и достоверности информации за счет взаимоконтроля участников процессов проектирования.
- Накопление и сохранение информации в электронном виде, отсутствие ненужного дублирования информации.

## **Постановка задачи**

В данной лабораторной работе студентам предлагается организовать электронный архив отсканированной инженерной документации в PDM SMARTTEAM по трем рассмотренным ранее схемам. Проанализировать и определить целесообразность использования той или иной схемы хранения при различных способах формирования электронной документации, а именно, при разработке новых конструкторских и технологических проектов с применением CAD/CAM-систем и при вводе информации при помощи сканера.

Данными для выполнения работы служат файлы конструкторской документации, которые расположены в папке «Электронный архив».

## Руководство к проведению лабораторной работы

Лабораторная работа проводится с использованием PDM системы SMARTTEAM. Поэтому для выполнения работы необходима предварительная установка данного программного обеспечения. Реализация работы осуществляется на базе компьютерного класса кафедры ТПС.

**Внимание!** База данных, в которой выполняется данная лабораторная работа, называется *SmarTeam\_Lab*.

Лабораторная работа состоит из трех частей:

1 Часть. Организация электронного архива по «схеме 1».

2 Часть. Организация электронного архива по «схеме 2».

3 Часть. Организация электронного архива по «схеме 3».

Перед тем как приступить к формированию электронных архивов, необходимо:

1. В PDM SMARTTEAM в классе *Проекты* создать *Предприятие* с обозначением, соответствующим фамилии студента.
2. В лабораторной работе исследуются три схемы организации электронного архива, поэтому в составе объекта *Предприятие* следует создать три структурных подразделения *Архив КД*, с обозначениями:
  - Архив№X\_схема1.
  - Архив№X\_схема2.
  - Архив№X\_схема3, где X – номер варианта.

### *1 Часть. Организация электронного архива по «схеме 1»*

*Файлы с отсканированной конструкторской документацией предназначенной для выполнения первой части лабораторной работы находятся в папке см. Приложение 6.*

При организации электронного архива по «схеме 1», отсканированная документация хранится по форматам в порядке возрастания обозначений документов в пределах каждого формата.

Для создания электронного архива по «схеме 1» необходимо в составе структурного подразделения: «*Архив№X\_схема1*» создать объект класса *Место хранения*. По данной схеме документация хранится по-форматно, поэтому рекомендуется предварительно просмотреть файлы отсканированных документов для того, чтобы дать корректное обозначение объекту *Место хранения*. Например, если среди отсканированных файлов содержится документация форматов А4 и А3, то следует создать два объекта *Место хранения* со следующими обозначениями:

- СтеллажХ\_формат А4.
- СтеллажХ\_формат А3, где Х – номер варианта.

В результате будет сформирована часть структуры предприятия, в которой хранится КД по «схеме 1».

Затем необходимо создать объекты, к которым будут присоединены отсканированные файлы. Обратите внимание: в классе *КД* объекта *СтеллажХ\_формат А4* создаются документы формата А4, в классе *КД* объекта *СтеллажХ\_формат А3* создаются документы формата А3.

Например, для создания объекта *Сборочный чертеж* формата А4, следует от места хранения *СтеллажХ\_форматА4* перейти в класс *КД*, где создать конструкторский документ *Сборочный чертеж*. В паспорте этого документа требуется заполнить следующие поля:

а) Обозначение.

**Внимание!** Обозначения создаваемых объектов (документов) должно соответствовать названию файла, содержащего отсканированный документ, это необходимо для того, чтобы избежать дублирования информации.

б) Формат.

с) Тип формата.

д) Количество листов.

е) Тип конструкторского чертежа.

Так как электронный архив создается из сканированных файлов, то напротив поля «*На сканировании*» следует поставить «галочку».

После ввода первого документа в классе *КД* автоматически создается объект *Папка конструктора* с обозначением места хранения и в состав этой папки переводится первый введенный КД. Далее в *Папке конструктора* необходимо создать остальные конструкторские документы.

После ввода всех документов выбрать кнопку *Очередь ввода в сканер*, расположенную на титульном листе паспорта объекта *Папка конструктора*. Программа *Очередь ввода в сканер* сформирует список введенных документов в последовательности их ввода. Данный список при необходимости может быть выведен на печать.

Затем указать кнопку *Создать архив*, которая находится на титульном листе папки *Папка конструктора*. Программа *Создать архив* предложит следующие варианты организации архива:

- Архив по схеме 1 или 2.
- Архив по схеме 3.

Необходимо выбрать «Архив по схеме 1 или 2» и указать путь к директории, в которой записаны файлы отсканированных документов. После указания пути и выбора любого файла этой директории программой будут выполнены следующие действия:

- Отсканированные файлы автоматически переименоуются в соответствии с обозначениями документов и присоединятся к ним.
- В поле «*На сканировании*» будут удалены «галочки».

После завершения работы программы *Создать архив* следует выполнить команду *Дерево > Развернуть все*. Выполнение этой команды приведет к отображению результатов работы программы *Создать архив*.

Дальнейший учет движения электронных подлинников ведется в группе классов ЭА. В классе ЭА для каждого введенного документа автоматически создадутся две папки ведения учета твердых подлинников и электронных подлинников.

## **2 Часть. Организация электронного архива по «схеме 2»**

*Файлы с отсканированной конструкторской документацией предназначенной для выполнения второй части лабораторной работы находятся в папке см. Приложение 6.*

При организации электронного архива по «схеме 2», отсканированная документация хранится по возрастанию обозначений документов в пределах изделия без учета форматов.

Для создания электронного архива по «схеме 2» необходимо в составе структурного подразделения «*АрхивХ\_схема2*» создать объект *Сборочная единица*, КД которой отсканирована. Таким образом, будет сформирована часть структуры предприятия, в которой хранится КД при организации архива по «схеме 2». От созданной *Сборочной единицы* необходимо перейти в класс *КД*, где создать объекты документов: сборочный чертеж, спецификацию, чертежи деталей.

*Примечание.* Операция создания объектов, входящих в состав классов КД описана выше в *1 Части* данной лабораторной работы.

После ввода всех документов выбрать кнопку *Очередь ввода в сканер*, расположенную на титульном листе паспорта объекта *Папка конструктора*. Программа *Очередь ввода в сканер* сформирует список введенных документов в последовательности их ввода. Данный список при необходимости может быть выведен на печать.

После просмотра списка документов указать кнопку *Создать архив*, которая находится на титульном листе папки *Папка конструктора*.

Программа *Создать архив* предложит следующие варианты организации архива:

- Архив по схеме 1 или 2.
- Архив по схеме 3.

Необходимо выбрать «Архив по схеме 1 или 2» и указать путь к директории, в которой записаны файлы отсканированных документов. По-

сле указания пути и выбора любого файла этой директории программой будут выполнены следующие действия:

- Отсканированные файлы автоматически переименуются в соответствии с обозначениями документов и присоединятся к ним.
- В поле «*На сканировании*» будут удалены «галочки».

После завершения работы программы *Создать архив* следует выполнить команду *Дерево > Развернуть все*. Выполнение этой команды приведет к отображению результатов работы программы *Создать архив*.

Дальнейший учет движения электронных подлинников ведется в группе классов *ЭА*. В классе *ЭА* для каждого введенного документа автоматически создадутся две папки ведения учета твердых подлинников и электронных подлинников.

Обратите внимание, что при хранении документации по «схеме 2» изделия в классе *Проекты* представляют собой простой последовательный список, но не состав проектов по спецификациям.

### ***3 Часть. Организация электронного архива по «схеме 3»***

*Файлы с отсканированной конструкторской документацией предназначенной для выполнения третьей части лабораторной работы находятся в папке см. Приложение 6.*

При организации электронного архива по «схеме 3» хранение КД осуществляется в той последовательности и составе, как они записаны в спецификациях проектов (изделий), то есть без учета форматов и без учета возрастания обозначений. «Схема 3» отличается от «схем 1 и 2» наличием структурного представления состава изделий в классе «Проекты» и структурного представления технологических процессов в классе «ТП». При занесении в архив сканированной бумажной документации структуру изделия составляют вручную по спецификации изделий.

Для создания электронного архива по «схеме 3» необходимо в составе структурного подразделения: «*АрхивХ\_схема3*» создать сборочную единицу, КД которой отсканирована. Затем перейти в класс *КД* и ввести по спецификации данного изделия конструкторский документ *Сборочный чертеж*. После ввода первого КД автоматически создается объект *Папка конструктора*, в состав которой переводится первый введенный КД. Далее в *Папку конструктора* по спецификации изделия вводят остальные документы.

***Примечание.*** Операция создания объектов, входящих в состав классов КД описана выше в *1 Части* данной лабораторной работы.

После ввода всех документов следует на титульном листе паспорта объекта *Папка конструктора* запустить программу *Очередь ввода*, которая формирует список введенных документов в последовательности

их ввода. Затем запустить программу *Создать архив*. Программа предложит следующие варианты организации архива:

- Архив по схеме 1 или 2.
- Архив по схеме 3.

Для создания архива *КД* по «схеме 3» необходимо выбрать «Архив по схеме 3». Далее указать путь к директории, в которой записаны файлы отсканированных документов и, активизировать любой файл этой директории. Количество деталей на сборочную единицу, номер позиции на сборочном чертеже вводятся вручную по спецификации.

Автоматически будут выполнены следующие действия:

- В классе Проекты в состав созданной Сборочной единицы, будут включены детали, чертежи которых отсканированы.
- В классе КД к Сборочной единице будут присоединены только его документы, а чертежи и другие документы деталей будут присоединены к соответствующим деталям.
- В состав каждого документа будут введены объекты-листы документа, в количестве, указанном в поле Кол. листов, и к каждому из них будут присоединены файлы листов.
- Все файлы будут переименованы по обозначению соответствующих документов и листов.

Дальнейший учет движения электронных подлинников ведется в группе классов *ЭА*, где для каждого введенного документа автоматически создадутся две папки:

- а) Ведения учета твердых подлинников.
- б) Ведение учета электронных подлинников.

После завершения работы программы *Создать архив* следует выполнить команду *Дерево > Развернуть все*. Выполнение этой команды приведет к отображению результатов работы программы *Создать архив*.

## Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель лабораторной работы.
2. Постановку задачи.
3. Скриншот дерева КД по «схеме 1».
4. Скриншот дерева КД по «схеме 2».
5. Скриншот дерева КД по «схеме 3».
6. Выводы по проделанной работе.

## **Лабораторная работа «Разработка технологических маршрутов в PDM-системе»**

### **Цель работы**

Цель практической работы состоит в том, чтобы:

- изучить основные методы автоматизированного проектирования ТП;
- изучить методологию проектирования технологических маршрутов в PDM-системе SMARTTEAM;
- ознакомиться со средствами, позволяющими разрабатывать технологические маршруты в PDM-системе SMARTTEAM;
- научиться формировать технологическую документацию.

### **Проектирование технологических процессов в PDM-системе**

Современное производство использует самый широкий спектр технологий при изготовлении деталей изделий. При неавтоматизированной подготовке производства, технологические процессы разрабатываются непосредственно в виде комплектов технологической документации. При использовании автоматизированных систем ТПП, создаваемые описания технологических процессов размещаются в компьютерной базе данных, а соответствующая документация является лишь отображением внутреннего представления ТП во внешнюю сферу. Хранящиеся в компьютерной базе ТП являются основным источником информации для решения задач автоматизированного управления технологической подготовки производства. При этом разработка ТП выполняется с помощью специальных систем автоматизированного проектирования ТП (САПР).

Автоматизация проектирования технологических процессов обеспечивается путем разработки специальных приложений на основе использования инструментальных средств PLM. Эти приложения должны быть тесно интегрированы с PDM-системой с целью обеспечения работы технолога в среде ЕИП, а также с целью устранения дублирования баз данных по технологическому оборудованию, оснастке и инструменту. Такая интеграция, в частности, может быть достигнута за счет непосредственной реализации функций проектирования ТП в среде PDM-системы средствами API. Практическая реализация такой САПР ТП выполнена средствами API PDM-системы SMARTTEAM.

При проектировании ТП в PDM-системе SMARTTEAM используются следующие группы классов:

- Проекты ;
- Технологические процессы ;
- Оборудование ;
- Инструменты и оснастка ;
- Материалы ;
- Нормативно-технологическая документация .

Проектируемый ТП формируется в виде некоторой информационной модели. Благодаря реализованному в PDM SMARTTEAM объектно-ориентированному подходу информационная модель ТП не содержит в себе непосредственно тех данных, которые были «взяты» из базы при проектировании ТП (например, наименования операций и переходов, сведения о режущем инструменте, нормативно-справочная информация и др.). Она содержит в себе только ссылки – специальные указатели на местоположение этих данных. Это позволяет исключить ненужное дублирование информации. Любое изменение элемента базы данных (например, наименования приспособления или инструкции по технике безопасности) приводит к тому, что эта информация автоматически «заменяется» во всех разработанных ТП. Тем самым автоматически обеспечивается соответствие информации, содержащейся в ТП, информации различных разделов базы данных

Заполнение базы данных (сведениями по оборудованию, оснастке, инструменту, наименованиям операций и переходов) может осуществляться двумя способами:

- а) непосредственным занесением информации пользователем (в интерактивном режиме) в соответствующие разделы базы данных;
- б) автоматическим занесением информации в базу данных, в процессе разработки индивидуальных ТП.

Второй метод применяется тогда, когда технолог при проектировании ТП не нашел в базе данных необходимой информации, и вынужден ввести ее в ТП вручную. В этом случае он может дать команду на запись введенной информации в базу данных. Такое занесение избавляет пользователей от необходимости повторного ввода данных в интерактивном режиме и способствует постепенному автоматическому формированию базы данных.

Проектируемый в PDM SMARTTEAM ТП, представляется в виде дерева, основными узлами которого являются номера операций и номера переходов, в состав созданных объектов вводят наименования операций,

их содержание, оборудование и другие компоненты выполняемых технологических операций и переходов.

Проектирование ТП выполняется как стандартный процесс построения дерева проекта (рис. 9). Можно добавлять, удалять или заменять узлы дерева, описывать их конкретные характеристики. При этом определяется последовательность операций в маршрутном ТП, последовательность переходов в операционных ТП, выбирается необходимое оборудование, приспособления и инструмент, указываются режимы обработки. Все эти действия осуществляются с использованием соответствующих разделов базы данных. Например, при добавлении в дерево ТП новой операции, технологи выбирает наименование операции из предлагаемого системой списка. При выборе, например, режущего инструмента для перехода «Точить поверхность», технолог просматривает списки имеющихся резцов и т.д.

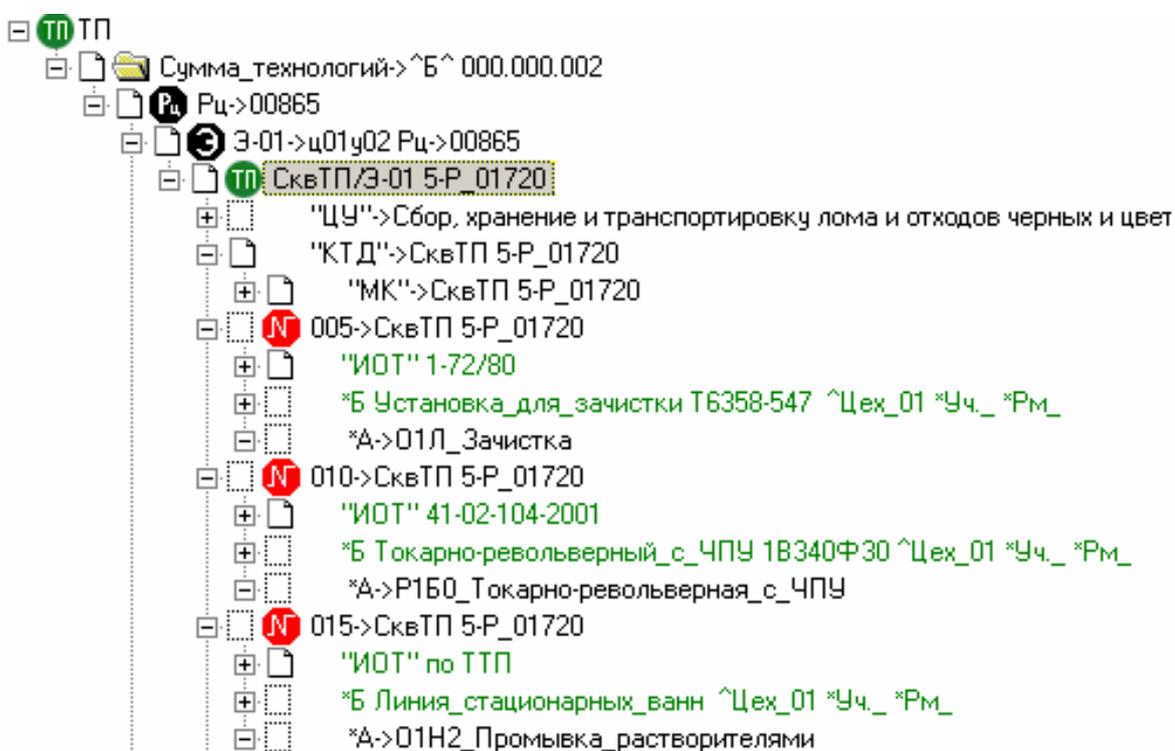


Рис. 9. Проектирование ТП в PDM SMARTTEAM

Для проектирования ТП в PDM SMARTTEAM разработан специальный графический интерфейс (рис. 10), использование которого позволяет:

- обеспечить наглядное представление структуры ТП в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД;
- показать оптимальную последовательность описания ТП;
- упростить и ускорить процесс, за счет повышения эргономичности.

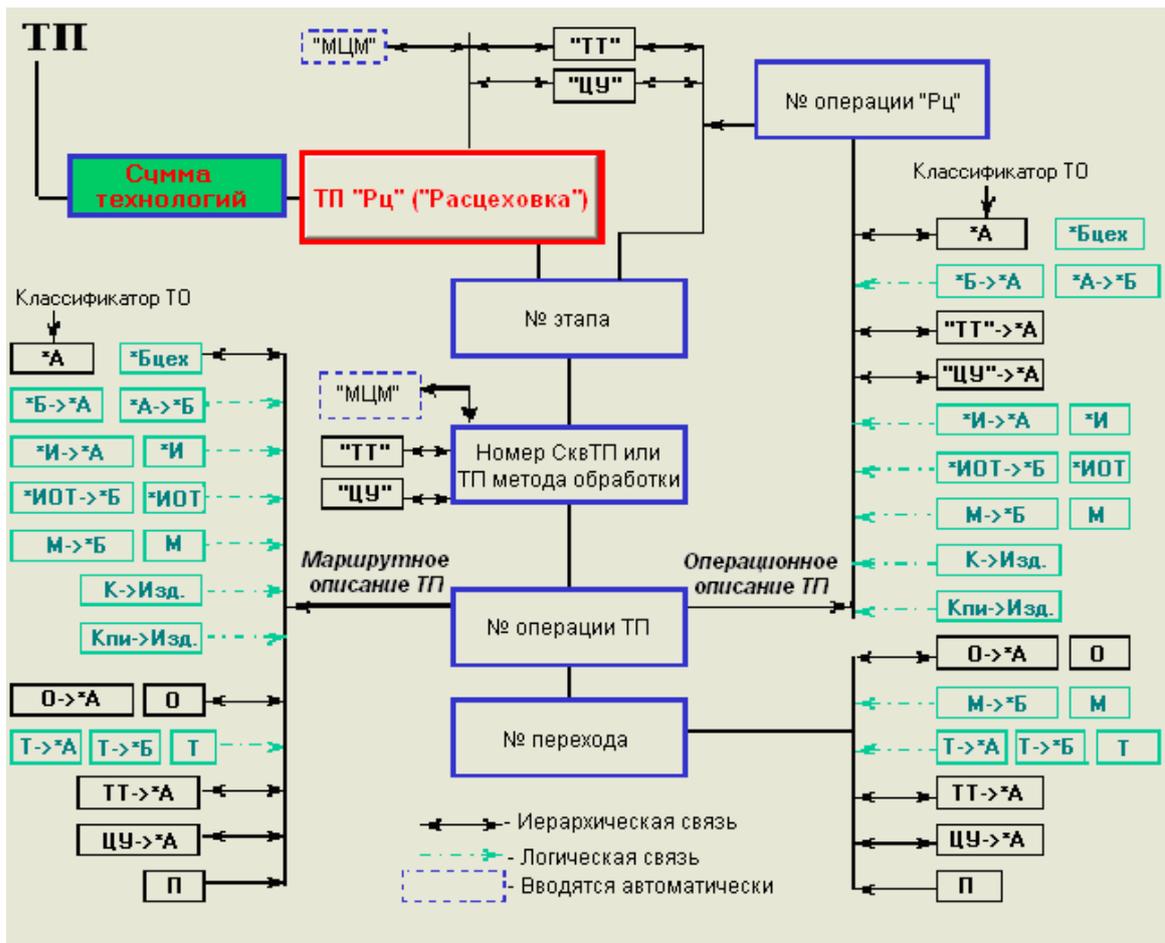


Рис. 10. Общий вид графического интерфейса

Средства настройки системы SMARTTEAM позволяют реализовать так называемый направленный поиск информации. Этот поиск используется при автоматическом формировании списков данных, которые предлагаются технологу при решении задач выбора оборудования, оснастки, технологических переходов и других элементов ТП. Направленный поиск позволяет получать такие списки, которые «не содержат ничего лишнего». Так при выборе оборудования в токарной операции предлагается только список токарных станков (но не фрезерных или электроэрозионных), при выборе очередного перехода в токарной операции предлагаются только возможные для данной операции переходы и т.д. пользователь может сам легко связывать те или иные группы объектов для обеспечения направленного поиска.

После того, как проектирование ТП завершено, выполняется его нормирование и ТП поступает на утверждение. Комплект технологических документов (ТД) размещается в классе «Технологическая документация» и включает в себя маршрутную карту (описание маршрута), операционные карты (описание операций), ведомость оснастки (перечень

используемых средств технологического оснащения) и ряд других документов, оформленных в соответствии с ЕСТД. По запросу пользователя, комплект ТД или отдельные документы могут быть выведены на печать.

Вся необходимая текстовая и текстово-графическая технологическая документация по требуемым формам формируется автоматически на основании созданного ТП. По запросу технолога в БД создается объект, все атрибуты которого заполняются автоматически, после чего к нему прикрепляется файл созданного документа. Все технологические документы собираются в комплекты.

Некоторые технологические документы по своему содержанию являются не текстовыми, а текстово-графическими (графическими). К таким документам относятся карта эскизов, карта наладки и карта заказа оснастки.

Формирование графических документов ТП осуществляется в два этапа:

- а) Проектирование графического изображения (эскиза) в САД-системе или его сканирование с готового чертежа.
- б) Формирование текстовой части документа на соответствующем макете бланка и включение графического изображения в документ в PDM-системе.

Для карт эскизов в системе должны быть созданы объекты с прикрепленными файлами эскизов, выполненными в одной из САД-систем. При проектировании эскизов могут быть заимствованы модели или чертежи изделий, разработанные конструктором. Вывод ТД на печать возможен по одному документу или комплектами. Система поддерживает стандарты ЕСТД, а также допускает возможность настройки на пользовательские форматы документов.

Если в ТП используется оборудование с ЧПУ, то технолог создает заказ на проектирование управляющих программ (УП) обработки деталей. Подразделение, занимающееся проектированием УП, может использовать геометрические модели деталей, разработанные конструктором, или модели с предыдущих операций данного ТП. Управляющие программы для оборудования с ЧПУ, разработанные в САД/САМ-системе, также являются “частью” ТП механообработки. А именно, каждая управляющая программа (УП) является “частью” соответствующего операционного ТП для станка с ЧПУ. Поэтому УП присутствуют в общей модели ТП и хранятся в классе “Технологические процессы”. Кроме того, оформленные на бланках тексты УП хранятся в классе “Технологическая документация”.

ТП по различным видам обработки для данного изделия могут разрабатываться параллельно несколькими технологами. Существующий механизм позволяет объединять все ТП по методам обработки в единый технологический маршрут (создать сквозной ТП).

Проектирование ТП средствами PDM-системы обеспечивает размещение результатов проектирования в ЕИП и становятся доступными широкому кругу специалистов.

## Постановка задачи

В лабораторной работе необходимо разработать технологический процесс изготовления детали при помощи инструментов PDM-системы SMARTTEAM, сформировать маршрутную карту и «расцеховку». Данные, необходимые для создания проекта приведены в Приложении 7. В Приложении 8 содержится информация, позволяющая спроектировать технологический маршрут изготовления детали.

## Руководство к проведению лабораторной работы

Лабораторная работа проводится с использованием PDM-системы SMARTTEAM. Поэтому для выполнения работы необходима предварительная установка данного программного обеспечения. Реализация работы осуществляется на базе компьютерного класса кафедры ТПС.

**Внимание!** База данных, в которой выполняется данная лабораторная работа, называется *SmarTeam\_Lab*.

Этапы выполнения лабораторной работы:

1. Создание проекта.
2. Разработка ТП.
3. Проектирование технологической документации.
4. Отображение дерева ТП со всеми логическими связями.

### 1. Этап. Создание проекта

На первом этапе выполнения лабораторной работы необходимо создать **Проект** в PDM SMARTTEAM с обозначением, соответствующим фамилии студента. Затем внести в **Проект** деталь и передать данные в ТП используя кнопку, находящуюся на странице паспорта детали



Передать данные в ТП

. Это необходимо для того, чтобы система присвоила уникальный номер данному ТП и его операциям, что позволит избежать дублирования данных во всей системе.

*Данные для выполнения этапа содержатся в Приложении 7.*

### 2. Этап. Разработка ТП

Для того чтобы начать проектировать ТП необходимо перейти в класс ТП созданной вами детали. Как уже говорилось ранее, для проек-

тирования ТП разработан специальный графический интерфейс (рис. 10), расположенный на закладке «Титульный лист – хТП». Так как на первом этапе была осуществлена передача данных в ТП, в классе ТП автоматически сформировались два объекта:

- а) папка «Сумма технологий с обозначением проекта»;
- б) техпроцесс «Расцеховка».

*Данные необходимые для выполнения проектирования ТП представлены в Приложении 8.*

### **Проектирование «расцеховок»**

При помощи графического интерфейса для проектирования ТП, формируется «расцеховка» – последовательность цехов изготовителей, которая задается при помощи кнопки «№ этапа».



После создания этапов, используя кнопку , расположенную на титульном листе *Техпроцесса «Расцеховка»*, необходимо получить «Межцеховой маршрут». После выполнения данной операции «Межцеховой маршрут» появится в дереве ТП.

### **Проектирование «сквозного» ТП**

В системе SMARTTEAM существует два способа проектирования ТП:

- Проектирование «сквозных» ТП;
- Проектирование ТП по методам обработки.

*«Сквозной» ТП* - это ТП одного из методов обработки, в котором описана еще и общая технологическая последовательность обработки изделия по всем методам обработки.

*Проектирование ТП по методам обработки* – это ТП, в котором формируются последовательность операций и переходов всех методов обработки, входящих в состав данного ТП.

В лабораторной работе разрабатывается «сквозной» ТП.

Технологический процесс формируется при помощи кнопки «Номер сквозного ТП или ТП метода обработки».

На данном этапе необходимо ввести следующие данные:

- Вид ТП по охвату.
- Вид ТП по организации.
- Вид ТП по методу обработки.

### **Проектирование операций**

Далее при помощи кнопки «№ операции» в дерево проекта необходимо добавить операцию, которой автоматически присваивается уникальный номер, сформированный из наименования и кода операции, со-

гласно ГОСТ 3.1201. Затем необходимо установить логические связи операции со следующими объектами:

1. **\*А** – наименование операции. Связь с данным объектом устанавливается при помощи кнопки «Наименование операций», расположенной на графическом интерфейсе (рис. 10). Наименование операции выбирается из списка «Классификатор операций».
2. **\*Б** – оборудование. Связь с данным объектом устанавливается при помощи кнопки «Оборудование цеха, указанного в этапе обработки», расположенной на графическом интерфейсе (рис. 10). Оборудование выбирается из списка «Технологическое оборудование» (ОБ).
3. **\*ИОТ** – инструкция по охране труда. Данный объект вводят в состав ТП при помощи кнопки «Инструкция по охране труда», расположенной на графическом интерфейсе (рис. 10).
4. **\*ЦУ** – ценные указания. Связь с данным объектом устанавливается при помощи кнопки «Ценные указания», расположенной на графическом интерфейсе (рис. 10).

### ***3. Этап. Проектирование технологической документации***

Для формирования технологической документации необходимо в разделе «Сформировать технологические документы» выбрать кнопку с обозначением создаваемого документа. В данной лабораторной работе необходимо получить только маршрутную карту, поэтому выбираем «Сформировать маршрутную карту». После чего в дереве проекта SMARTTEAM появится новый объект «Карта технологическая».

### ***4. Этап. Отображение дерева ТП со всеми логическими связями***

На последнем этапе выполнения лабораторной работы необходимо отобразить в дереве ТП логические связи со всеми созданными объектами. Для этого из контекстного меню ТП следует выбрать команду *Привязанные объекты > Логические связи ...*

## Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель лабораторной работы.
2. Постановку задачи.
3. Исходные данные.
4. Маршрутную карту, сформированную из PDM SMARTTEAM.
5. Скриншот дерева ТП детали, содержащего логические связи с созданными объектами.
6. Выводы по проделанной работе.

## Лабораторная работа «Подготовка данных для систем, применяемых на постпроизводственных этапах ЖЦИ»

### Цель работы

Цель практической работы состоит в том, чтобы на примере создания анимации в среде Cortona3D RapidManual ознакомиться с:

- форматом файла VRML;
- назначением и функциональными возможностями модулей: Virtual Manual Administrator, Virtual Manual Generator и Virtual Manual Editor.

В результате выполнения данной лабораторной работы учащимся будет осуществлена подготовительная работа, необходимая для создания виртуальных руководств.

## Интегрированная логистическая поддержка

Согласно государственному национальному стандарту (ГОСТ Р51.ХХХ – 200\* *проект, первая редакция*) интегрированная логистическая поддержка (ИЛП) – это комплекс управленческих процедур, направленных на сокращение затрат на постпроизводственных этапах жизненного цикла изделия (ЖЦИ). К основным задачам ИЛП относятся:

- снижение стоимости ЖЦИ при обеспечении требуемых в техническом задании показателей надёжности, ремонтпригодности, эксплуатационной технологичности и готовности изделия;
- разработка облика системы поддержки эксплуатации изделия;
- демонстрация заказчику того, что все меры по снижению стоимости ЖЦИ и улучшению поддерживаемости изделия

приняты, и все необходимые на постпроизводственных стадиях операции и ресурсы учтены;

- сбор статической информации на постпроизводственных стадиях ЖЦИ, необходимой для внесения обоснованных изменений в систему поддержки эксплуатации и использования в других проектах.

К постпроизводственным этапам ЖЦИ относят закупку, поставку, сервисное обслуживание (включая ремонт) и утилизацию. Значительно сократить затраты на этих этапах помогут системы, позволяющие создавать электронные технические руководства – комплекс взаимосвязанных информационных объектов, содержащих сведения, необходимые обслуживающему персоналу при эксплуатации и ремонте оборудования. К одной из таких систем относится Cortona3D RapidManual фирмы ParallelGraphics.

Технология виртуальных руководств, разработанная компанией ParallelGraphics, позволяет компаниям-производителям сложной техники интегрировать библиотеки CAD/CAM/CAE моделей, системы управления данными и электронную документацию по обслуживанию и ремонту производимой техники в единую систему. Это позволит автоматизировать процесс создания интерактивной трёхмерной технической документации, которая может быть доставлена пользователям через Intranet или Internet.

Основное преимущество такой документации заключается в наглядной демонстрации сложных процессов, что позволяет значительно сократить риск ошибок при обслуживании и ремонте дорогостоящей техники, и как следствие сократить время простоев оборудования.

## **Руководство к выполнению лабораторной работы**

Поскольку лабораторная работа проводится с использованием инструментального средства Cortona3D RapidManual, то для выполнения работы необходима предварительная установка данного программного обеспечения. Реализация работы осуществляется на базе компьютерного класса кафедры ТПС.

На данном практическом занятии Вам необходимо будет познакомиться со следующими модулями Cortona3D RapidManual:

- Virtual Manual Administrator;
- Virtual Manual Generator;
- Virtual Manual Editor.

На основе этого Вы должны выполнить следующие задания:

- Конвертировать модель CAD-системы в формат VRML;
- Создать VM конфигурацию с рабочими папками;

- Выполнить предварительную обработку данных в модуле Virtual Manual Generator;
- Создать анимацию.

### ***Этап 1 Конвертирование моделей в формат VRML***

VRML (Virtual Reality Modeling Language) – это язык и формат файлов описания интерактивных трёхмерных объектов и виртуальных миров. VRML спроектирован для использования в Internet (и является de facto стандартом 3D графики в Сети). Однако VRML файлы можно использовать и в локальных системах. VRML также является перспективным универсальным форматом хранения и обмена мультимедиа информацией. Каждый VRML файл является описанием трёхмерного пространства, содержащего графические (и звуковые) объекты, которое может динамически изменяться при помощи различных механизмов языка. Поддерживается концепция времени. Стандарт языка определяет множество первичных классов объектов и обеспечивает средства сборки (создание виртуального мира), инкапсуляции и расширения (определение новых классов объектов на основе первичных и/или определенных ранее).

Каждый VRML файл:

- определяет координатное пространство для всех объектов в файле; а также для объектов, включаемых из внешних файлов (используется правая система координат)
- определяет множество 3D и мультимедиа объектов и их размещение в координатном пространстве
- определяет гиперссылки на другие файлы и/или приложения
- определяет поведение объектов

В CATIA VRML файлы хранятся с расширением wrl. Поэтому в данной лабораторной работе Вам необходимо сохранить модель, которую Вы получили в качестве задания (см. приложение 9), с данным расширением. Т.е. сначала необходимо загрузить систему CATIA и открыть в ней предоставленный Вам файл сборки. Первоначально рабочий файл имеет расширение CATProduct. Для конвертирования его в формат VRML требуется сохранить его с расширением wrl (на панели горизонтального меню File → Save As). Тем самым Вы переводите модель CAD системы в формат VRML.

### ***Этап 2. Создание VM конфигурации***

Теперь переходим к непосредственной работе с Cortona3D RapidManual, предоставляющий набор программных продуктов, которые могут быть использованы для создания различных видов 3D-

приложений для обучения, обслуживания и ремонта оборудования и запасных частей.

На начальном этапе необходимо определить так называемые рабочие папки: Projects, Documents, Publish и Logs. Совокупность этих папок представляет собой *конфигурацию*. Для её создания требуется зайти в модуль Virtual Manual Administrator (VMA), который разработан для обеспечения возможности изменения конфигурации VM и управления проектом: Пуск → Программы → ParallelGraphics → Virtual Manual Administrator → Virtual Manual Administrator. В левой области окна VMA представлен список всех доступных конфигураций, в правой – набор полей и команд, которые позволяют Вам просматривать имя проекта, ID, версию и сетевые пути ко всем рабочим папкам (см. рис. 11).

Для создания новой конфигурации со всеми рабочими папками необходимо выполнить следующие действия:

- Выделите корень дерева (All Configuration) или любую конфигурацию и нажмите Create
- Справа в **configuration properties** заполните поля: Name (имя конфигурации), description (описание) и author (автор)
- В **base path** задайте путь, где будут храниться рабочие папки
- Нажмите Apply
- ОК

Список всех  
конфигураций



Кнопки управления  
конфигурациями

Рис. 11. Пользовательский интерфейс модуля Virtual Manual Administrator

### ***Этап 3. Предварительная обработка данных***

Для создания трёхмерных инструкций по выполнению сложных технических процедур – ремонту, техническому обслуживанию, замене запасных частей и т.п. необходимо выполнить предварительную обработку VRML-данных, полученных из систем проектирования (CAD/CAM/CAE), которая заключается в следующем:

- Адаптация структуры исходных 3D-данных для дальнейшего использования в VME
- Автоматическая оптимизация геометрии 3D-моделей и создание нескольких репрезентаций геометрии с разными уровнями оптимизации

Для этого необходимо запустить модуль Virtual Manual Generator (VMG): Пуск → Программы → ParallelGraphics → Virtual Manual Generator → Virtual Manual Generator.

Поскольку различные CAD-системы представляют данные в различных форматах, архитектура VMG построена таким образом, чтобы расширить функциональные возможности программы, используя набор настраиваемых компонентов. В настоящее время для VMG разработаны модули, обеспечивающие эффективную обработку VRML-данных, полученных из Unigraphics, ProEngineer, Solidworks, dVISE, CATIA, ProductView. Для выполнения данной лабораторной работы необходимо, чтобы в модуле VMG были настроены компоненты для CATIA.

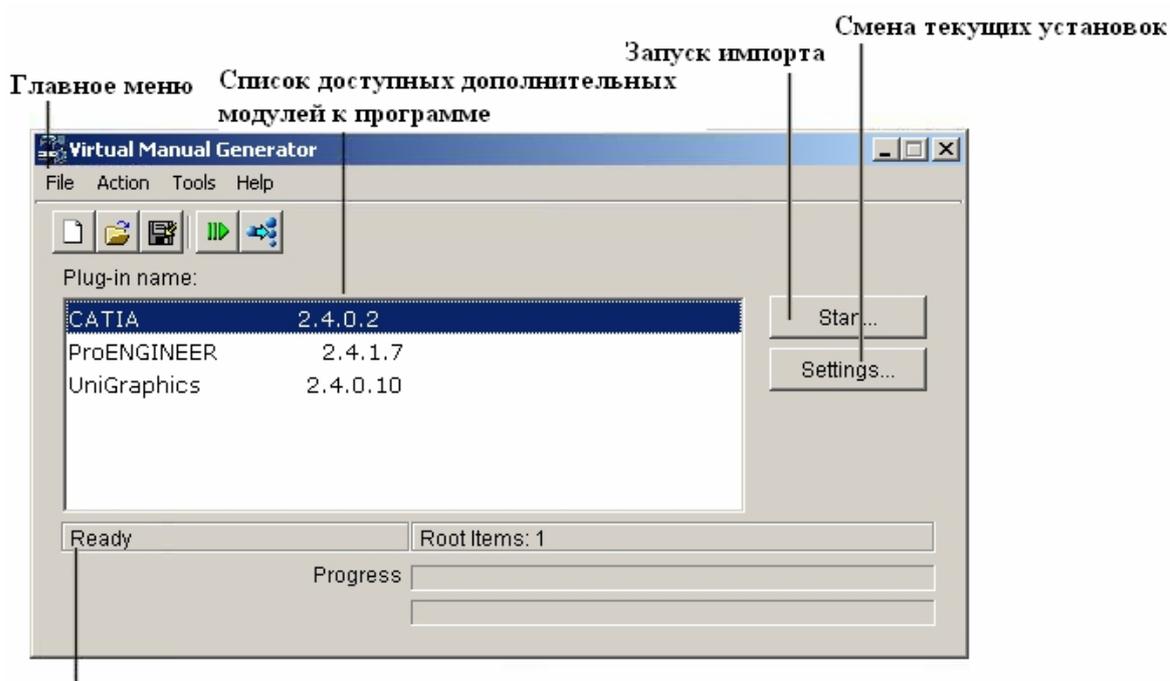
Итак, для обработки VRML-данных необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать нужную VM конфигурацию: на панели главного меню выберите Tools → Select Configuration, укажите конфигурацию, которую создали на предыдущем этапе, и нажмите ОК
2. Создать новый проект: на панели главного меню выберите File → New Project, задайте имя и нажмите ОК
3. Выбрать дополнительный программный модуль, соответствующий CAD-системе, из которой была экспортирована геометрия изделия. В данном случае Вам необходимо выбрать дополнительный программный модуль для CATIA (см. рис. 12)
4. Если требуется, измените параметры настройки с помощью кнопки Settings.... Рекомендуется использовать параметры по умолчанию. Дополнительную информацию о параметрах настройки можно найти в Help
5. Если требуется, измените параметры настройки при импорте с помощью Tools → Options (на панели главного меню). Рекомендуется использовать параметры по умолчанию. Допол-

нительную информацию о параметрах настройки можно найти в Help

6. Запустить процесс оптимизации: нажмите на кнопку Start, в появившемся окне Select Main VRML File выберите необходимый файл и нажмите Open. В данном модуле процесс оптимизации реализован в автоматическом режиме

Как только процесс оптимизации завершится, проект может быть открыт в модуле Virtual Manual Editor.



Текущее состояние программы  
Рис. 12. Пользовательский интерфейс модуля Virtual Manual Generator

#### Этап 4. Создание анимации

После того как выполнена предварительная обработка данных, можно перейти к созданию анимации в модуле Virtual Manual Editor (VME). В рамках данной лабораторной работе Вам предстоит создать анимацию, состоящую из трёх действий.

Для начала запустите модуль VME: Пуск → Программы → ParallelGraphics → Virtual Manual Editor → Virtual Manual Editor. Перед Вами появятся три окна: Scene Tree, 3D View и Procedure Editor (см. рис. 13). Все эти три окна будут пустыми, поскольку Вы только запустили модуль VME.

Чтобы открыть проект, над которым Вы работали в модуле VMG, необходимо выполнить следующие действия:

1. С помощью панели главного меню выберите конфигурацию, в которой хранится Ваш проект: Tools → Options → Select

Configuration. По умолчанию при запуске модуля загружается последняя конфигурация, в которой была закончена работа в VME.

2. Теперь откройте проекты в данной конфигурации: File → Open Project. Из предложенного списка проектов выберите необходимый и нажмите ОК.

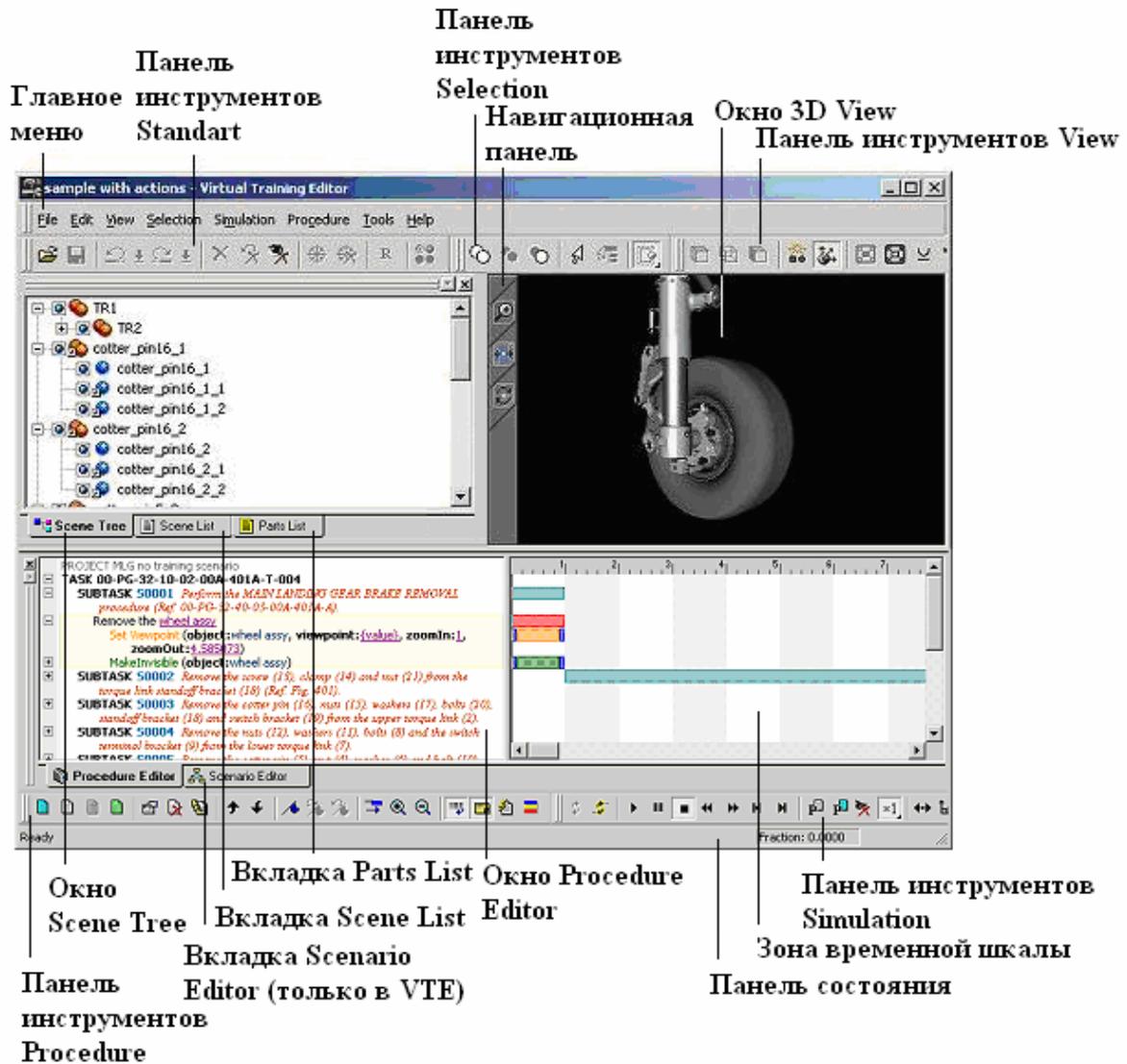


Рис. 13. Пользовательский интерфейс модуля Virtual Manual Editor

Обратите внимание, что любая добавляемая геометрия будет скрыта при открытии проекта. Чтобы отобразить геометрию, необходимо в окне Scene Tree выбрать модель и нажать на кнопку Show Solid

Representations for Selection



панели инструментов View.

Управление видом модели осуществляется с помощью мыши:

- Перемещение в плоскости экрана выполняется при нажатии и удерживании колёсика
- Вращение – при нажатии и удерживании правой кнопки мыши
- Масштабирование – при вращении колёсика.

В лабораторной работе требуется создать анимацию. Создание анимации можно рассмотреть как смену действий в процедуре. Модуль VME содержит готовый набор анимаций, соответствующих простейшим операциям – «открутить гайку», «повернуть рычаг», с помощью которых моделируются сложные процедуры. Описание набора стандартных действий в лабораторной работе «Разработка интерактивных электронных руководств по сопровождению изделий на этапах эксплуатации», а на данном практическом занятии Вам необходимо будет создать анимацию, состоящую только из трёх действий:

- Hide the object (скрыть объект);
- Move the object (переместить объект);
- Set the object color to value (изменить цвет объекта).

При этом необходимо выбрать различные объекты, над которыми будут выполняться выше представленные действия.

Процедура создания анимации представляет собой многоуровневую структуру, которая состоит из задачи, подзадачи, действия и команды. Соответственно, задача – это набор подзадач, а подзадача – совокупность действий, состоящих из команд (функций и элементарных операций (атомов)). Редактор процедуры состоит из двух зон: Action и Timeline. Соответственно, в зоне Action возможно редактировать параметры команд, а в зоне – Timeline изменять временные характеристики. Параметры, которые можно изменять в командах, подчёркнуты линией. Редактирование осуществляется либо в режиме диалога, либо прямо в поле команды зоны Action.

Для создания анимации, состоящей из трёх действий, необходимо выполнить следующее:

- Создать подзадачу: Procedure → New Group → ОК;
- Создать действие Hide the object: Procedure → New Action → Miscellaneous → Hide the object → указать объект → ОК;
- Создать действие Move the object: Procedure → New Action → Miscellaneous → Move the object → указать объект → ОК;
- Создать действие Set the object color to value: Procedure → New Action → Miscellaneous → Set the object color to value → указать объект → выбрать цвет → ОК.

В данном случае Вам не нужно отдельно изменять параметры команд. Их значения можно оставить по умолчанию (за исключением цвета объекта при выполнении действия Set the object color to value; но и то

этот параметр Вы задаёте при определении команды). При выполнении лабораторной работы «Разработка интерактивных электронных руководств по сопровождению изделий на этапах эксплуатации» параметры команд будут рассмотрены более подробно.

После того, как Вы создадите анимацию, необходимо будет сохранить проект. В отчёте необходимо будет представить текст процедуры и четыре скриншота (один – первоначальный вид модели и три – результаты выполнения действий (см. пример на рис.14, 15, 16 и 17)).

### ***Текст процедуры***

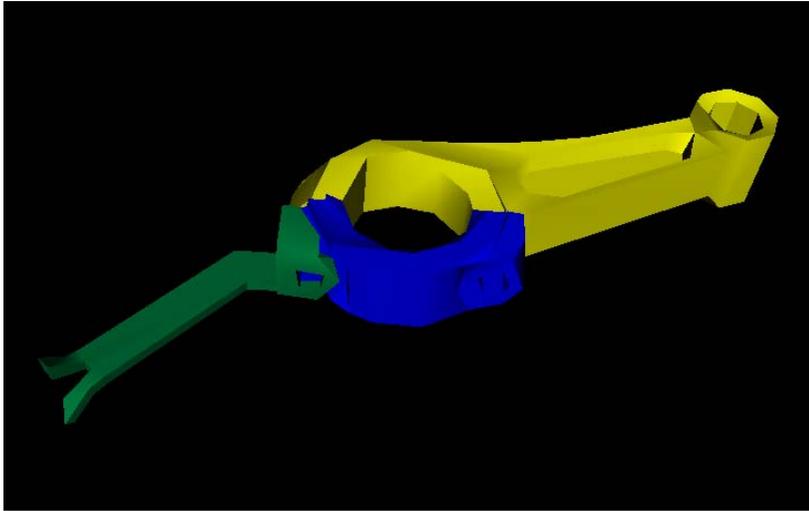
```
PROJECT Piston_Rod_Assembly
// Проект
TASK Piston_Rod_Assembly
// Задача
SUBTASK Пример анимации
// Подзадача
Hide the _1F5269E8
// Действие Hide (скрыть)
Set Viewpoint (object:_1F5269E8, viewpoint:(.0098195 -.13518 -.13211
.017779 .92334 -.38357 3.056 .7854), zoomIn:1.489054, zoomOut:1)
// Атом Set Viewpoint (направление точки зрения)
MakeInvisible (object:_1F5269E8)
// Функция MakeInvisible (сделать невидимым)
Set Transparency (object:_1F5269E8, transparency:1)
// Атом Set Transparency (настройки прозрачности)
Set Visibility (object:_1F5269E8, visibility:OFF)
// Атом Set Visibility (установки видимости)
Move the _1F5590A8
// Действие Move (переместить)
Set Viewpoint (object:_1F5590A8, viewpoint:(.0098195 -.13518 -.13211
.017779 .92334 -.38357 3.056 .7854), zoomIn:3.550006, zoomOut:1)
// Атом Set Viewpoint (направление точки зрения)
Transform (object:_1F5590A8, transform:(0 1 0 0 0 0 0 1 0 0))
// Атом Transform (изменить)
Set the _1F59B3B8 color to (1 .50196 .25098)
// Действие Set the object color to value (изменить цвет объекта)
Set Viewpoint (object:_1F59B3B8, viewpoint:(.0098195 -.13518 -.13211
.017779 .92334 -.38357 3.056 .7854), zoomIn:1.485138, zoomOut:3)
// Атом Set Viewpoint (направление точки зрения)
Set Color (object:_1F59B3B8, color:(1 .50196 .25098))
// Атом Set Color (задать цвет)
```

## Содержание отчёта

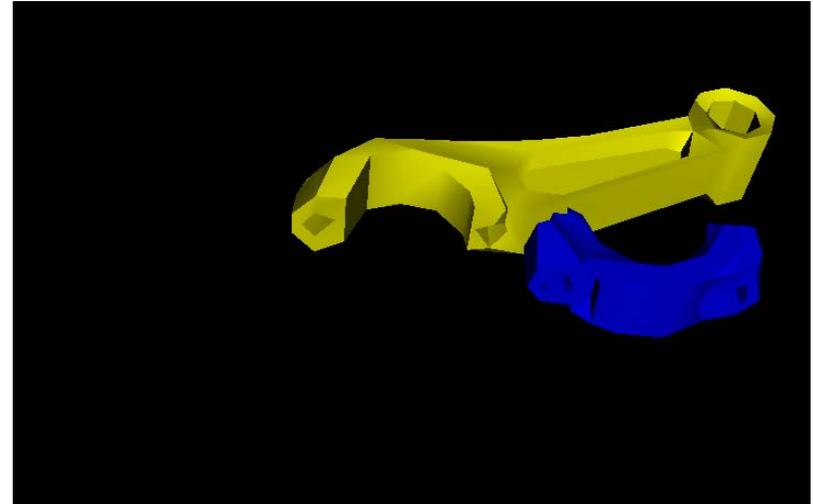
Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- Постановку задачи;
- Процедуру анимации;
- Четыре скриншота (см. Руководство по выполнению лабораторной работы);
- Выводы по работе.

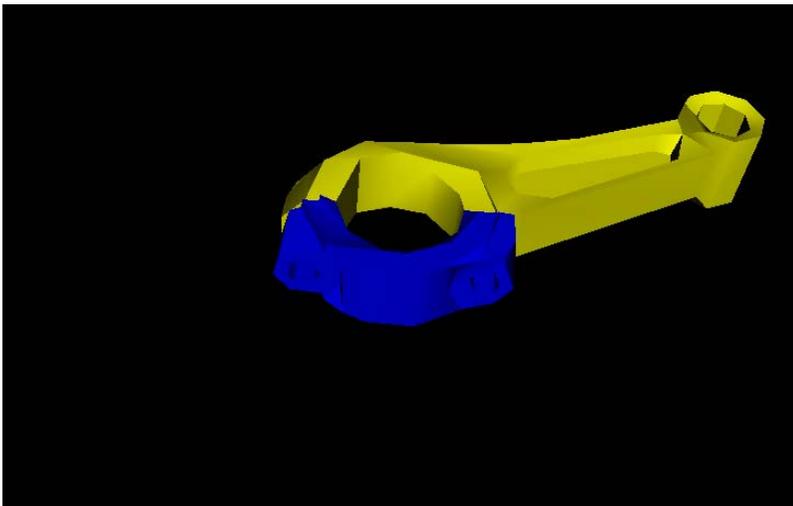
Задание выполняет группа студентов из 2 – 3 человек. Отчёт по проделанной работе предоставляется индивидуально каждым учащимся.



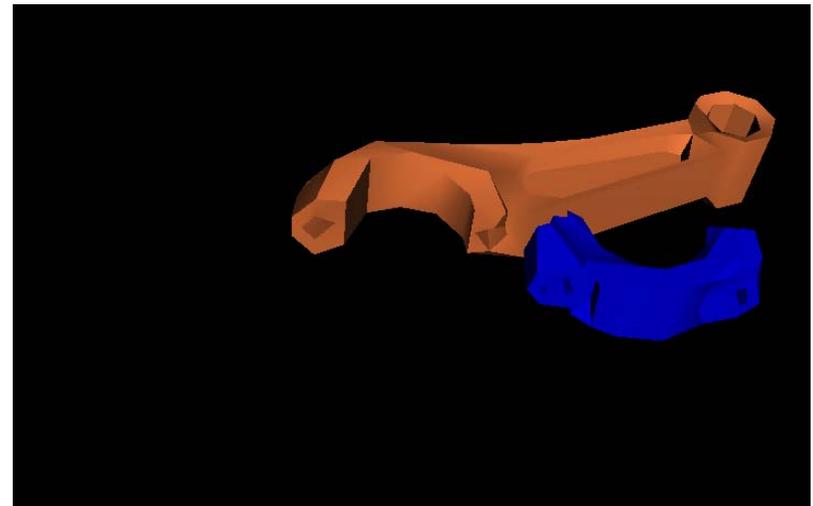
*Рис. 14. Первоначальный вид*



*Рис. 16. Добавление действия – Move the object*



*Рис. 15. Добавление действия – Hide the object*



*Рис. 17. Добавление действия – Set the object color to value*

# **Лабораторная работа «Разработка интерактивных электронных руководств по сопровождению изделий на этапах эксплуатации»**

## **Цель работы**

Цель данной практической работы состоит в том, чтобы на примере создания интерактивного электронного руководства в среде Cortona3D RapidManual ознакомиться с:

- методом разработки виртуальных руководств;
- назначением и функциональными возможностями модулей: Virtual Manual Editor и Virtual Manual Publisher.

В результате выполнения лабораторной работы студенты приобретут навыки по работе с системой, позволяющей создавать интерактивные электронные руководства, используемые на постпроизводственных этапах жизненного цикла изделия.

## **Интерактивные электронные технические руководства**

*Интерактивные электронные технические руководства (виртуальные руководства)* – интерактивная электронная документация, которая, комбинируя трёхмерные модели с текстовой, графической и мультимедиа информацией, преподносит сведения в более доступной форме, чем традиционная документация. Как правило, такая документация используется на постпроизводственных этапах жизненного цикла изделия – эксплуатации и ремонте. Создавать виртуальные руководства помогают специальные системы, к одной из которых относится Cortona3D RapidManual фирмы ParallelGraphics.

Cortona3D RapidManual позволяет создавать трёхмерные инструкции по выполнению сложных технических процедур – ремонту, техническому обслуживанию, замене запасных частей и т.п. Основное преимущество такой документации заключается в наглядной демонстрации сложных процессов, что позволяет значительно сократить риск ошибок при обслуживании и ремонте дорогостоящей техники, и как следствие сократить время простоев оборудования.

Такая технология виртуальных руководств позволяет компаниям-производителям сложной техники интегрировать библиотеки CAD/CAM/CAE моделей, системы управления данными и электронную документацию по обслуживанию и ремонту производимой техники в единую систему. Это позволит автоматизировать процесс создания ин-

терактивной трёхмерной технической документации, которая может быть доставлена пользователям через Intranet или Internet.

Виртуальные руководства позволяют вывести послепродажное обслуживание на совершенно новый уровень, значительно снизить нагрузку на службу технической поддержки и уменьшить затраты на обучение клиентов и персонала. Среди ключевых областей применения виртуальных руководств необходимо отметить авиационную, автомобильную и оборонную промышленности.

***Ключевые характеристики:***

- реалистичное и наглядное 3D-моделирование;
- анимация и высокая интерактивность;
- оптимизация для Интернета;
- использование стандартных РС.

***Преимущества использования виртуальных руководств:***

- более высокая скорость обслуживания и обучения;
- сокращение простоя оборудования;
- повышение уровня безопасности обслуживания и эксплуатации;
- снижение риска совершения дорогостоящих ошибок;
- эффективная дистрибуция запасных частей;
- уменьшение нагрузки на службу технической поддержки.

***Основные области применения технологии:***

- обслуживание и ремонт;
- дистанционное обучение;
- маркетинг и продажи;
- техническая поддержка.

## **Руководство к выполнению лабораторной работы**

Поскольку лабораторная работа проводится с использованием инструментального средства Cortona3D RapidManual, то для выполнения работы необходима предварительная установка данного программного обеспечения. Реализация работы осуществляется на базе компьютерного класса кафедры ТПС.

На практическом занятии требуется создать виртуальные руководства по демонтажу (разборке) изделия в среде Cortona3D RapidManual. В качестве входных данных будет предложена сборка, выполненная в CAD/CAM/CAE системе.

Процесс создания интерактивных электронных руководств включает:

- создание VM конфигурации с рабочими папками с помощью модуля Virtual Manual Administrator (см. лабораторную работу «Подготовка данных для систем, применяемых на постпроизводственных этапах ЖЦИ»);
- предварительная обработка данных в модуле Virtual Manual Generator;
- создание анимации процесса разборки изделия с помощью модуля Virtual Manual Editor;
- добавление комментариев с помощью модуля Virtual Manual Editor;
- создание интерфейса HTML с помощью модуля Virtual Manual Publish.

### ***Этап 1 Создание анимации***

Анимацию можно рассмотреть как смену действий в процедуре. Под действием понимается операция, указанная в техпроцессе монтажа изделия. Т.е. требуется сопоставить каждой операции из техпроцесса соответствующее действие. Всего в модуле Virtual Manual Editor насчитывается 32 действия, которые представляют стандартные блоки анимации, состоящие из команд. Команды в свою очередь бывают простыми (атомы) и сложными (функции). Очевидно, что функция – это набор простых команд, на которые может делиться действие. В редакторе процедуры функция обозначается зелёным цветом, а атом – оранжевым. Атом содержит набор определённых параметров. Параметры, которые можно изменять в командах, подчёркнуты линией. Редактирование осуществляется либо в режиме диалога, либо прямо в поле команды зоны Action по левой кнопке мышки. Описание действий, функций, атомов и параметров приведено в приложении 10 – 13.

В процедуре анимации действия объединяются в так называемые подзадачи (группы), которые, в свою очередь, входят в одну общую задачу. При открытии проекта изначально уже определена задача, поэтому необходимо задать только подзадачу: Procedure (на горизонтальной панели меню) → New Group → ОК. Обратите внимание, что при создании подзадачи на диалоговой панели Edit Group выбирается вариант формирования группы: Child of: Subtask или Task (за исключением первой подзадачи – доступен только вариант Task). Т.е. если Вы выбираете Task, то все ваши последующие действия вплоть до образования новой группы будут идти последовательно, если же Вам необходимо, чтобы какие-то действия протекали одновременно, то при создании новой группы выберите Child of: Subtask. После этого уже можно определять действия: Pro-

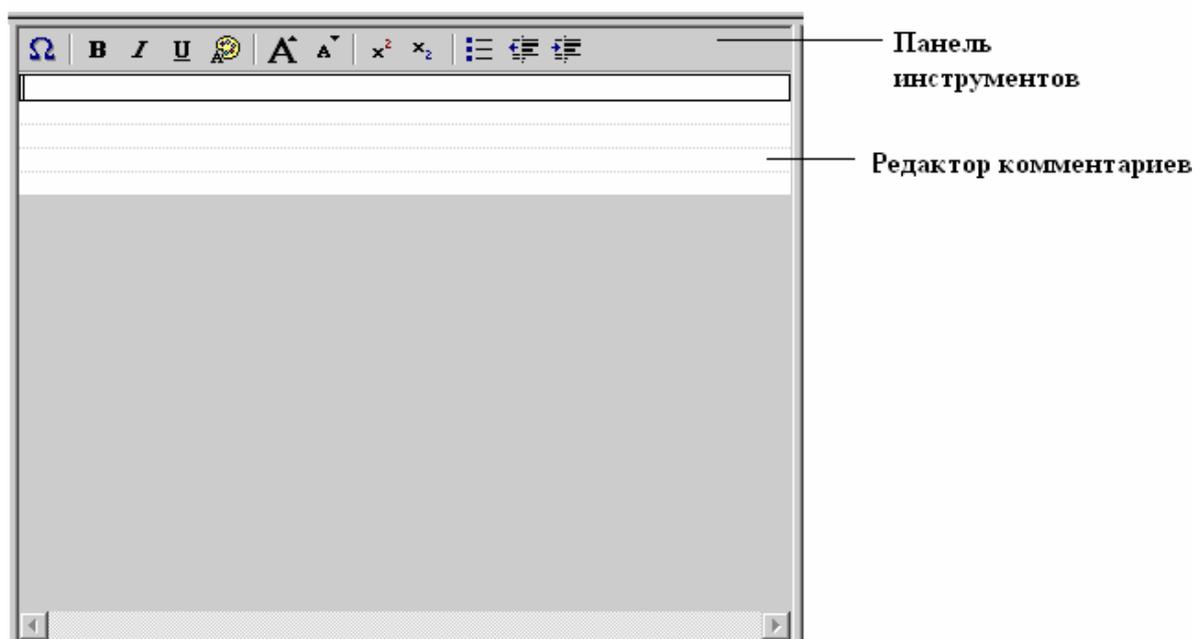
cedure → New Action →... Если необходимо перед какой-то командой действия добавить атом или функцию, то в окне Procedure Editor поставьте курсор на эту команду и нажмите: Procedure → New Command →.....

Для управления анимацией используйте кнопки на инструментальной панели Simulation. После того, как Вы зададите все операции можно переходить к добавлению комментариев к проекту.

## ***Этап 2 Добавление комментариев***

Комментарии добавляются в том же модуле, где и создаётся анимация. Они обычно используются, чтобы аннотировать этапы процедуры. Компилятор обрабатывает комментарии и делает их видимыми в модуле Virtual Manual Publish (VMP).

По умолчанию, режим комментариев скрыт, поэтому для начала необходимо отобразить его: Procedure → Show Comments. Эта зона появится в окне Procedure Editor слева от зоны временной шкалы. На рис. 18 представлена зона комментариев.



*Рис. 18. Зона комментариев*

Комментарии можно добавить к задаче (task), подзадачам (subtask и action union) и действиям (actions). Этот текст будет отображён в течение воспроизведения подзадачи на странице HTML. Поскольку Вы описываете процесс монтажа изделия, то необходимо в комментариях напротив каждого действия указать соответствующую операцию.

После того, как Вы отметите все операции необходимо сохранить проект с помощью команды File → Publish. Благодаря этому Вы сможете открыть проект в модуле VMP, чтобы создать страницу HTML.

### ***Этап 3 Создание страницы HTML***

Создание страницы HTML осуществляется с помощью модуля VMP: Start → Programs → ParallelGraphics → Virtual Manual Publisher → Virtual Manual Publisher.

Для создания страницы HTML необходимо выполнить следующие действия:

- Выбрать нужную VM конфигурацию: нажмите на кнопку **Select Configuration** (сверху над окном 3D frame) и выберите конфигурацию, в которой хранится Ваш проект.
- Выбрать проект: нажмите на кнопку **Load** и в появившемся окне укажите проект (он будет единственным, поскольку Вы выбрали свою конфигурацию).
- Отредактировать страницу HTML: нажмите на кнопку Options и на появившейся панели задайте параметры страницы (оформить страницу можно любым образом).
- Сгенерировать HTML-страницу: нажмите на кнопку Publish и введите имя документа.

### **Содержание отчёта**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- Исходные данные
- Постановку задачи
- Процедуру анимации с пояснениями
- Выводы по работе.

Задание выполняет группа студентов из 2 – 3 человек. Отчёт по проделанной работе предоставляется индивидуально каждым учащимся.

## Приложение 1. Таблица исходных данных

Имя параметра	Значение параметра
Имя БД	
Имя пользователя с правами администратора	
Имя пользователя	
Группа классов, в которую будет входить добавляемый класс	
Имя создаваемого класса, которое будет отображаться в дереве классов (Выводимое имя)	
Имя создаваемого класса, которое будет использоваться при программировании (Имя класса)	
Табличное имя класса	
Внутренний механизм	

Описание атрибутов создаваемого класса			
Наименование атрибута			Тип атрибута и размер
Видимое в дереве атрибутов (Отобразить)	Подсказка (Описание)	Табличное имя (Имя)	

## Приложение 2. Пример заполненной таблицы исходных данных.

Имя параметра	Значение параметра
Имя БД	DB_X
Имя пользователя с правами администратора	joe
Имя пользователя	ИвановАА
Группа классов, в которую будет входить добавляемый класс	Инструмент
Имя создаваемого класса, которое будет отображаться в дереве классов (Выводимое имя)	Сверла
Имя создаваемого класса, которое будет использоваться при программировании (Имя класса)	Сверла
Табличное имя класса	TN_SVERLA
Внутренний механизм	File Control

Описание атрибутов создаваемого класса			
Наименование атрибута			Тип атрибута и размер
Видимое в дереве атрибутов (Отобразить)	Подсказка (Описание)	Табличное имя (Имя)	
Наименование	Наименование	NAIMENOVANIE	Char 60
Обозначение	Обозначение	OBOZNACHENIE	Char 60
d	Диаметр min	D	Double Precision
D0	Диаметр max	D0	Double Precision
Номер конуса	Номер конуса	NOMER_KONUSA	Integer

## Приложение 3. Варианты заданий

### Вариант 1

#### Резцы токарно-револьверные

Наименование	Эскиз	Размеры, мм		Обозначение
		H=B	L	
Расточной для прямого крепления		6	25	Резец P18 6x6x25 тип2 ГОСТ 9795-73
		8	25	Резец P18 8x8x25 тип2 ГОСТ 9795-73
		10	32	Резец P18 10x10x32 тип2 ГОСТ 10044-73
		12	40	Резец P18 12x12x40 тип2 ГОСТ 10044-73
		16	63	Резец P18 16x16x63 тип2 ГОСТ 10044-73

Параметры инструмента:

H – высота сечения резца;

B – ширина сечения резца;

L – длина резца.

Обратите внимание, что материал инструмента также является его характеристикой, он всегда указывается в обозначении (см. примеры обозначения в соответствующих ГОСТах на инструмент).

## Вариант 2

### Резцы токарные

Наименование	Эскиз	Размеры, мм			Обозначение
		HxB	L	m	
Прходной отогнутый		16x10 0	10 0	7	Резец Т15К6 16x10x100 ГОСТ 18877-73
		20x12 2	12 0	8	Резец Т15К6 20x12x120 ГОСТ 18877-73
		25x16 6	14 0	1 1	Резец Т15К6 25x16x140 ГОСТ 18877-73
		32x20 0	17 0	1 4	Резец Т15К6 32x20x170 ГОСТ 18877-73

Параметры инструмента:

H – высота сечения резца;

B – ширина сечения резца;

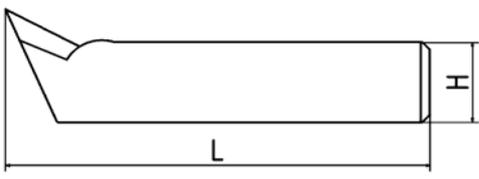
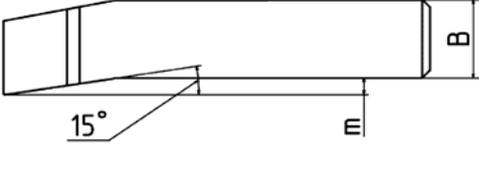
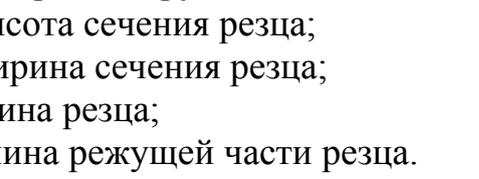
L – длина резца;

m – длина режущей части резца.

Обратите внимание, что материал инструмента также является его характеристикой, он всегда указывается в обозначении (см. примеры обозначения в соответствующих ГОСТах на инструмент).

### Вариант 3

### Резцы токарные

Наименование	Эскиз	Размеры, мм			Обозначение
		HxB	L	m	
Подрезной отогнутый		16x10	100	4	Резец P18 16x10x100 ГОСТ 18871-73
		20x12	120	5	Резец P18 20x12x120 ГОСТ 18871-73
		25x16	140	6	Резец P18 25x16x140 ГОСТ 18871-73
		32x20	170	8	Резец P18 32x20x170 ГОСТ 18871-73

Параметры инструмента:

H – высота сечения резца;

B – ширина сечения резца;

L – длина резца;

m – длина режущей части резца.

Обратите внимание, что материал инструмента также является его характеристикой, он всегда указывается в обозначении (см. примеры обозначения в соответствующих ГОСТах на инструмент).

## Вариант 4

### Резцы токарно-револьверные

Наименование	Эскиз	Размеры, мм				Обозначение
		HxB	L	b	D	
Канавочный расточной		12x1 2	10 0	2. 5	1 0	Резец P18 12x12x100 ГОСТ 18895-73
		16x1 6	12 0	3	1 4	Резец P18 16x16x120 ГОСТ 18895-73
		20x2 0	17 0	4	2 4	Резец P18 20x20x170 ГОСТ 18895-73
		25x2 5	28 0	5	5 0	Резец P18 25x25x280 ГОСТ 18895-73

Параметры инструмента:

H – высота сечения резца;

B – ширина сечения резца;

L – длина резца;

W – ширина режущей части резца

D – наименьший диаметр растачиваний.

Обратите внимание, что материал инструмента также является его характеристикой, он всегда указывается в обозначении (см. примеры обозначения в соответствующих ГОСТах на инструмент).

## Вариант 5

### Резцы токарные

Наименование	Эскиз	Размеры, мм			Обозначение
		HxB	L	a	
Чистовой широкий		16x10	100	10	Резец ТК15 16x10x100 ГОСТ 18881-73
		20x12	120	12	Резец ТК15 20x12x120 ГОСТ 18881-73
		25x16	140	14	Резец ТК15 25x16x140 ГОСТ 18881-73
		32x20	200	20	Резец ТК15 32x20x200 ГОСТ 18881-73

Параметры инструмента:

H – высота сечения резца;

B – ширина сечения резца;

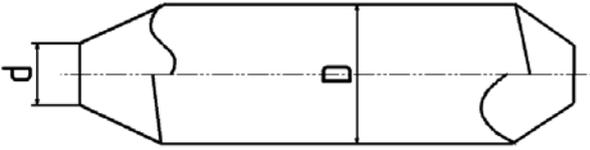
L – длина резца;

a – ширина режущей части резца.

Обратите внимание, что материал инструмента также является его характеристикой, он всегда указывается в обозначении (см. примеры обозначения в соответствующих ГОСТах на инструмент).

## Вариант 6

### Зенковки

Наименование	Эскиз	Размеры, мм		Обозначение
		D	d	
Зенковка коническая		5	2	Зенковка Р9-2 ГОСТ 14953-80
		6,3	2,5	Зенковка Р9-2,5 ГОСТ 14953-80
		10	4	Зенковка Р9-4 ГОСТ 14953-80
		12,5	5	Зенковка Р9-5 ГОСТ 14953-80
		16	6,3	Зенковка Р9-6,3 ГОСТ 14953-80

Параметры инструмента:

D – максимальный диаметр рабочей части;

d – минимальный диаметр рабочей части.

**Обратите внимание, что материал инструмента также является его характеристикой, он всегда указывается в обозначении (см. примеры обозначения в соответствующих ГОСТах на инструмент).**

## Приложение 4. Последовательность выполнения этапов жизненного цикла

Вариант	Файл с расширением *.doc	Файл с расширением *.CATPart
1	«У автора», «У руководителя», «На изменении», «У руководителя», «Утвержден», «В хранилище» <b>Изменения в файле необходимо провести на этапе «На изменении»</b>	«У автора», «Утвержден», «На изменении», «У руководителя», «Утвержден» <b>Новая версия документа должна содержать изменения</b>
2	«У автора», «Утвержден», «На изменении», «У руководителя», «Утвержден» <b>Новая версия документа должна содержать изменения</b>	«У автора», «У руководителя», «На изменении», «У руководителя», «Утвержден», «В хранилище» <b>Изменения в файле необходимо провести на этапе «На изменении»</b>
3	«У автора», «У руководителя», «Утвержден», «Создать версию», «У руководителя», «Утвержден», «В хранилище» <b>Новая версия документа должна содержать изменения</b>	«У автора», «У руководителя», «На изменении», «Утвержден», «В хранилище» <b>Изменения в файле необходимо провести на этапе «На изменении»</b>
4	«У автора», «У руководителя», «На изменении», «Утвержден», «В хранилище» <b>Изменения в файле необходимо провести на этапе «На изменении»</b>	«У автора», «У руководителя», «Утвержден», «На изменении», «У руководителя», «Утвержден», «В хранилище» <b>Новая версия документа должна содержать изменения</b>
5	«У автора», «У руководителя», «На изменении», «У руководителя», «Утвержден», «В хранилище» <b>Изменения в файле необходимо провести на этапе «На изменении»</b>	«У автора», «У руководителя», «Утвержден», «Создать версию», «У руководителя», «Утвержден» <b>Новая версия документа должна содержать изменения</b>

Вариант	Файл с расширением *.doc	Файл с расширением *.CATPart
6	«У автора», «У руководителя», «Утвержден», «Создать версию», «У руководителя», Утвердить <b>Новая версия документа должна содержать изменения</b>	«У автора», «У руководителя», «На изменении», «У руководителя», «Утвержден», «В хранилище» <b>Изменения в файле необходимо провести на этапе «На изменении»</b>

## Приложение 5. Изменения, которые необходимо провести в документах

Вариант	Изменения	
	Файл с расширением *.doc	Файл с расширением *.CATPart
1	Удалить операцию 015 из технологического процесса изготовления Втулки	Изменить внутренний диаметр детали Vtulka с 5 мм на 3 мм
2	Удалить операцию 022 из технологического процесса изготовления Футорки	Изменить наружный диаметр детали Futorka с 50 мм на 60 мм
3	Удалить операцию 013 из технологического процесса изготовления Кольца	Изменить внутренний диаметр детали Kolzo с 8,5 мм на 10 мм
4	Удалить операцию 020 из технологического процесса изготовления Зубчатого колеса	Изменить внутренний диаметр детали Koleso с 14 мм на 10 мм
5	Удалить операцию 030 из технологического процесса изготовления Шестерни	Изменить ширину детали Schesternia с 15 на 10 мм
6	Удалить операцию 015 из технологического процесса изготовления Сердечника	Изменить внутренний диаметр детали Serdechnik с 3,3 мм на 4,3 мм

## Приложение 6. Обозначения папок для каждого варианта

Варианты заданий с отсканированной конструкторской документацией находятся в папке «Электронный архив». В данной таблице приведены обозначения папок для каждого варианта.

Вариант	Папка с заданием	Часть 1	Часть 2	Часть 3
1	Архив_вариант№1	КД_схема1	КД_схема2	КД_схема3
2	Архив_вариант№2			
3	Архив_вариант№3			
4	Архив_вариант№4			
5	Архив_вариант№5			
6	Архив_вариант№6			

## Приложение 7. Данные для создания проекта

Вариант	Наименование детали	Стадия проекта	Обозначение (Предметный или функционально-конструктивный код)	Тип изделия по ЕСКД	Вид детали
1	Втулка	единичное производство	000.000.001	деталь	деталь оригинальная
2	Футорка	массовое производство	000.000.002	деталь	деталь оригинальная
3	Кольцо	единичное производство	000.000.003	деталь	деталь оригинальная
4	Колесо зубчатое	серийное производство	000.000.004	деталь	деталь оригинальная
5	Шестерня	единичное производство	000.000.005	деталь	деталь оригинальная
6	Сердечник	массовое производство	000.000.006	деталь	деталь оригинальная

## Приложение 8. Варианты для самостоятельного выполнения

### Вариант №1

Организация-разработчик – ОГТ.

Отдел-куратор – ОГТ.

Вид ТП по организации – единичный.

Вид ТП по методу обработки – определить самостоятельно.

Ценные указания: Сбор, хранение и транспортировку лома и отходов черных и цветных металлов и сплавов производить по инструкции 632.25001.10013

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
1	005	01	02	01Л Зачистка	Установка для зачистки	ИОТ 1-72/80
	010	01	02	P1K0 Токарная с ЧПУ	Автомат продольного точения с ЧПУ АПТ-901	ИОТ 41-02-104-2001
	015	01	02	01Н2 Промывка растворителями	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	020	01	02	P1A1 Токарная	Токарно-часовой Т-65	ИОТ 62-02-130-2000
	025	01	02	01Н2 Промывка растворителями	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	030	01	02	K1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
2	035	02	01	7180 Получение покрытия сплавами	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	040	02	01	K1 Контроль покрытия	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
3	045	06		Щ7АСкладирование	Склад	

### **Вариант №2**

Организация-разработчик – ОГТ.

Отдел-куратор – ОГТ.

Вид ТП по организации – альтернативный.

Вид ТП по методу обработки – определить самостоятельно.

Ценные указания: Сбор, хранение и транспортировку лома и отходов черных и цветных металлов и сплавов производить по инструкции 632.25001.10013

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
1	005	01	02	01Л Зачистка	Установка для зачистки	ИОТ 1-72/80
	010	01	02	P1A1 Токарная с ЧПУ	Токарно-револьверный с ЧПУ 1В340Ф30	ИОТ 41-02-104-2001
	015	01	02	O1H2 Промывка растворителями	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	020	01	02	P1A1 Токарная с ЧПУ	Токарный с ЦПУ Пиретте-100	ИОТ 41-02-104-2001
	025	01	02	O1H2 Промывка растворителями	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	030	01	02	P1A1 Токарно-винторезная, продольная	Токарно-винторезный ТВ-320	ИОТ 62-02-130-2000
	035	01	02	P9A0 Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный станок 35 Песхен	ИОТ 62-02-045-2000
	040	01	02	P1A9 Токарно-винторезная, сня-	Токарно-винторезный ТВ-	ИОТ 62-02-

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
				тие фаски	320	130-2000
	045	01	02	О1Н2 Промывка растворителями	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТП
	050	01	02	К1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
2	055	02	01	7165 Цинкование электрохимическое	Линия стационарных ванн №75	ИОТ по ТП
	060	02	01	К1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
3	065	06		Щ7А Складирование	Склад	

### **Вариант №3**

Организация-разработчик – ОГТ.

Отдел-куратор – ОГТ.

Вид ТП по организации – единичный.

Вид ТП по методу обработки – определить самостоятельно.

Ценные указания: Сбор, хранение и транспортировку лома и отходов черных и цветных металлов и сплавов производить по инструкции 632.25001.10013

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
1	005	01	02	Р8Е Фрезерно-отрезная	Фрезерный 8Г633	ИОТ 45-02-074-2001
	010	01	02	Р1А3 Токарно-винторезная, расточка	Токарно-винторезный 16К20	ИОТ 62-02-130-2000
	015	01	02	Р1А1 Токарная с ЧПУ	Токарный с ЧПУ Schaublin 125	ИОТ 41-02-104-2001

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
	020	01	02	О1Н1 Промывка в водой	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	025	01	02	О9С Слесарная	Рабочее место слесаря	ИОТ П-4/84
	030	01	02	01Л Зачистка	Настольно-сверлильный 2М112	ИОТ 52-01-008-2000
	035	01	02	К1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
2	040	02	01	7180 Получение покрытия сплавами	Линия стационарных ванн №25	ИОТ по ТТП
	045	02	01	К1 Контроль покрытия	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
3	050	06		Щ7А Складирование	Склад	

### **Вариант №4**

Организация-разработчик – ОГТ.

Отдел-куратор – ОГТ.

Вид ТП по организации – альтернативный.

Вид ТП по методу обработки – определить самостоятельно.

Ценные указания: Сбор, хранение и транспортировку лома и отходов черных и цветных металлов и сплавов производить по инструкции 632.25001.10013

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
1	005	01	02	Р8А Ножовочно-отрезная	Ножовочно-отрезной 8Б72	ИОТ 45-02-074-2001
	010	01	02	01Л Зачистка	Установка для зачистки	ИОТ 1-72/80
	015	01	02	Р1А1 Токарная с ЧПУ	Токарный с ЧПУ Schaublin	ИОТ 41-02-

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
					125	104-2001
	020	01	02	О1Н1 Промывка водой	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	025	01	02	К1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
	030	01	02	Р4А Сверлильная	Настольно-сверлильный НС-12	ИОТ 52-01-008-2000
	035	01	02	О9С Слесарная	Рабочее место слесаря	ИОТ II-4/84
	040	01	02	Р4А Сверлильная	Настольно-сверлильный НС-12	ИОТ 52-01-008-2000
	045	01	02	Р0А0 Зубострогальная	Зубострогальный 5236П	ГОЗСО - 1
	050	01	02	О1Н1 Промывка водой	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	055	01	02	К1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
2	060	02	01	7142 Окисление электрохимическое	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	065	02	01	К1 Контроль покрытия	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
3	070	06		Щ7А Складирование	Склад	

### **Вариант №5**

Организация-разработчик – ОГТ.

Отдел-куратор – ОГТ.

Вид ТП по организации – единичный.

Вид ТП по методу обработки – определить самостоятельно.

Ценные указания: Сбор, хранение и транспортировку лома и отходов черных и цветных металлов и сплавов производить по инструкции 632.25001.10013

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
1	005	01	02	P8A Ножовочно-отрезная	Ножовочно-отрезной 8Б72	ИОТ 45-02-074-2001
	010	01	02	01Л Зачистка	Установка для зачистки	ИОТ 1-72/80
	015	01	02	P1A1 Токарная с ЧПУ	Schaublin 125 CCN R-T	ИОТ 41-02-104-2001
	020	01	02	P4A Сверлильная	Настольно-сверлильный НС-12	ИОТ 52-01-008-2000
	025	01	02	О1Н1 Промывка водой	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	030	01	02	К1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
	035	01	02	P0A0 Зубострогальная	Зубострогальный 5236П	ГОЗСО - 1
	040	01	02	О1Н1 Промывка водой	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	045	01	02	О9С Слесарная	Рабочее место слесаря	ИОТ П-4/84
	050	01	02	О1Н1 Промывка водой	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
055	01	02	К1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85	
2	060	02	01	7180 Получение покрытия сплавами	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	065	02	01	К1 Контроль покрытия	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
3	070	06		Щ7А Складирование	Склад	

### **Вариант №6**

Организация-разработчик – ОГТ.

Отдел-куратор – ОГТ.

Вид ТП по организации – альтернативный.

Вид ТП по методу обработки – определить самостоятельно.

Ценные указания: Сбор, хранение и транспортировку лома и отходов черных и цветных металлов и сплавов производить по инструкции 632.25001.10013

Номер этапа	№ операции	Цех	Участок	Код, наименование операции	Оборудование	ИОТ
1	005	01	01	01Л Зачистка	Установка для зачистки	ИОТ 1-72/80
	010	01	02	P1A1 Токарная с ЧПУ	Токарно-револьверный с ЧПУ 1В340Ф30	ИОТ 41-02-104-2001
	015	01	02	О1Н2 Промывка растворителями	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	020	01	02	P1A1 Токарная с ЧПУ	Токарный с ЦПУ Пиретте-100	ИОТ 41-02-104-2001
	025	01	02	P10A0 Резьбонарезная	Резьбонарезной Р-13	ИОТ 1-85/75
	030	01	02	О1Н2 Промывка растворителями	Линия стационарных ванн	ИОТ по ТТП
	035	01	02	K1 Контроль	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
2	040	02	01	7142 Окисление электрохимическое	Линия стационарных ванн №12	ИОТ по ТТП
	045	02	01	K1 Контроль покрытия	Рабочее место контролера	ИОТ 1-54/85
3	050	06		Щ7АСкладирование	Склад	

## Приложение 9. Варианты заданий

№ варианта	Модель
1	Air Filter Assembly
2	Block Assembly
3	Carburetor Assembly
4	Coil Assembly
5	Cover Assembly
6	Crankcase Cover Assembly
7	Flywheel Assembly
8	Head Assmbly
9	Muffler Assembly

## Приложение 10. Описание действий

<i>Группа действий</i>	<i>Действие</i>	<i>Описание</i>
<b>Detach-Attach</b>	Detach the <b>object</b> (отсоединить объект)	Переместить, открепить, отделить или закрепить. Например, переместить поджимную гайку набивного сальника. В этих действиях возможны комбинации из атомов Flash и Transform и функции Screw-Shift
	Attach the <b>object</b> (присоединить, прикрепить объект)	
	Detach the <b>threaded fastener</b> (отсоединить резьбовую крепёжную деталь)	
	Attach the <b>threaded fastener</b> (присоединить резьбовую крепёжную деталь)	
<b>Disconnect-Connect</b>	Disconnect the <b>object</b> (разъединить объект)	Открепить, отделить или установить. Например, разъединить электрические коннекторы. В этих действиях возможны комбинации из атомов Flash и Transform.
	Connect the <b>object</b> (соединить объект)	
<b>Inspect</b>	Inspect the <b>object</b> (осмотреть объект)	Это действие используется для подсветки выбранного объекта.
<b>Install</b>	Install the <b>object</b> (установить объект)	Установить, закрепить, прикрепить. Эти действия полезны в

<i>Группа действий</i>	<i>Действие</i>	<i>Описание</i>
	Install the <b>object</b> (after Remove) (установить объект (после удаления))	случаях, когда Вы хотите переместить деталь, которая была предварительно удалена (деталь становится видимой в начале анимации), или воспроизвести установку детали с резьбой (сначала просто перемещение, а потом перемещение с вращением). Например, установление винта. В этих действиях допустимы комбинации атомов Flash, Shift и Set transparency и функций MakeVisible и Shift-Screw.
	Install the <b>threaded fastener</b> (установить резьбовую крепёжную деталь)	
	Install the <b>threaded fastener</b> (after Remove) (установить резьбовую крепёжную деталь (после удаления))	
<b>Loosen-Tighten</b>	Loosen the <b>object</b> (ослабить объект)	Ослабить, открепить или затянуть. Например, ослабить поворотную гайку. В этих действиях возможны комбинации атомов Flash и Transform и функции Screw.
	Loosen the <b>object</b> maximum of <b>N</b> turns (ослабить объект на <b>N</b> оборотов)	
	Tighten the <b>object</b> (затянуть объект)	
	Tighten the <b>object</b> maximum of <b>N</b> turns (затянуть объект на <b>N</b> оборотов)	
<b>Message</b>	WARNING: <b>comment</b> (point the camera to the <b>object</b> ) (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: комментарий (навести камеру на объект))	Данная группа действий используется для предупреждения пользователя об особенных ситуациях.
	CAUTION: <b>comment</b> (point the camera to the <b>object</b> ) (ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: комментарий (навести камеру на объект))	

<i>Группа действий</i>	<i>Действие</i>	<i>Описание</i>
	Send <b>message: comment</b> (point the camera to the <b>object</b> ) (добавить сообщение: комментарий (навести камеру на объект))	
<b>Miscellaneous</b>	Hide the <b>object</b> (скрыть объект)	<p><u>Hide</u> – постепенное исчезновение детали. Комбинация атома Transparency с функциями MakeVisible и MakeInvisible.</p> <p><u>Show</u> – постепенное отображение скрытой детали. Комбинация атомов Flash и Set transparency с функцией MakeVisible.</p> <p><u>Show-Hide</u> – постепенное отображение и скрытие детали. Комбинация атомов Flash и Set transparency с функцией MakeVisible.</p> <p><u>Move</u> – перемещение детали и создание последовательных преобразований.</p> <p><u>Rotate</u> – движение вокруг оси вращения (по умолчанию, Y – локальная ось).</p> <p><u>Rotate the object with anti-stroboscopic arrow</u> – вращение объекта по направлению стрелки.</p> <p><u>Point the camera</u> – наведение камеры на выбранный объект.</p> <p><u>Animate the camera around the object</u> – перемещение камеры вокруг объекта.</p>
	Show the <b>object</b> (показать объект)	
	Show-Hide the <b>object</b> (показать-скрыть объект)	
	Move the <b>object</b> (переместить объект)	
	Rotate the <b>object</b> (вращать объект)	
	Rotate the <b>object</b> with anti-stroboscopic arrow (вращение объекта по антистробоскопической стрелке)	
	Point the camera to the <b>object</b> (навести камеру на объект)	
	Animate the camera around the <b>object</b> (перемещение камеры вокруг объекта)	
	Flash the <b>object</b> (подсветить объект)	
Set the <b>object</b> color to <b>value</b> (изменить цвет объекта)		

<i>Группа действий</i>	<i>Действие</i>	<i>Описание</i>
	Set the <b>object</b> transparency to <b>value</b> (сделать объект прозрачным)	<u>Flash</u> – мелькание объекта. Данное действие используется для привлечения внимания пользователя к объекту. <u>Set the object color</u> – определение цвета выбранного объекта. <u>Set the object transparency</u> – определение прозрачности выбранного объекта.
<b>Open-Close</b>	Open the <b>object</b> (открыть (освободить) объект)	Комбинация из перемещения и вращения. Эти действия состоят из атомов Flash, Transform и Rotate.
	Close the <b>object</b> (Закрывать объект)	
<b>Remove</b>	Remove the <b>object</b> (удалить объект)	Перемещение и/или вращение детали и постепенное удаление (т.е. деталь становится всё более и более прозрачной, пока не исчезнет совсем). Комбинация атомов Flash и Set transparency с функцией MakeVisible.
	Remove the <b>threaded fastener</b> (удалить резьбовую крепёжную деталь)	

## Приложение 11. Описание параметров команд

<i>Параметр</i>	<i>Описание параметра</i>
Axis	Определение ориентации и угла наклона детали в системе координат. Редактирование осуществляется в режиме диалога
Color	Определение цвета детали. Редактирование осуществляется в режиме диалога
Direction	Определение направления движения детали. Редактирование осуществляется в режиме диалога (необходимо подвести курсор к полю axis)
Rotation	Определение оси и угла вращения детали. Редактирование осуществляется в режиме диалога
Scale	Изменение пропорций детали. Редактирование осуществляется в режиме диалога
Screw	Определение вращения детали. Редактирования осуществляется в режиме диалога
Transform	Определение вращения и перемещения детали. Редактирование осуществляется в режиме диалога

	тирования осуществляется в режиме диалога
Transparency	Определение степени прозрачности детали от 0 до 1. Редактирование осуществляется прямо в зоне Action
Viewpoint	Определение позиции и ориентации детали. Редактирование осуществляется в режиме диалога
zoomIn, zoomOut	Определение масштаба изображения детали. Редактирование осуществляется прямо в зоне Action

## Приложение 12. Описание атомов

<i>Атом</i>	<i>Описание</i>
Animate Camera	Добавление точки зрения
Flash	Добавление подсветки к детали или сборке
Rotate	Вращение детали. Определяется ось и центр вращения
Rotate Anti-Strobe	Вращение детали. Определяется ось и центр вращения. При этом указывается направление вращения с целью исключить возможность возникновения стробоскопического эффекта
Scale	Изменение пропорций детали в произвольной системе координат
Send Message	Добавление предупреждения
Set Color	Определение цвета детали
Set Emissive Color	Определение эмиссионного цвета детали
Set Transparency	Определение прозрачности детали в диапазоне от 0 до 1
Set Viewpoint	Определение позиции и ориентации сборки или детали
Set Visibility	Скрыть или показать деталь или сборку
Shift	Перемещение детали
Transform	Регулирование позиции объекта (детали или сборки), ориентации и вращения относительно глобальной или локальной системы координат

## Приложение 13. Описание функций

<i>Функция</i>	<i>Описание</i>
MakeInvisible	Сделать объект невидимым
MakeVisible	Сделать объект видимым
RotateAntiStrobe-Shift	Сначала вращать объект по антистробоскопической стрелке, а затем переместить
Screw	Вращать объект
Screw-Shift	Сначала вращать объект, а затем переместить
Shift-RotateAntiStrobe	Сначала переместить объект, а затем вращать по антистробоскопической стрелке
Shift-Screw	Сначала переместить объект, а затем вращать
Show-Hide	Сначала показать объект, а затем скрыть

## Список литературы

1. Высокодворский И.А., Гульнов Ю.А., Иванов Н.И. Режущий инструмент в приборостроении. Учебное пособие. – ИТМО, 1992. – 94 с.
2. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении. – СПб: Политехника, 2004. – 152 с.
3. Яблочников Е.И, Маслов Ю.В. Автоматизация ТПП в приборостроении / Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2003. – 104 с.
4. Яблочников Е.И, Фомина Ю.Н., Тремба В.Ю. Использование PLM-технологий в проектировании и подготовке промышленного производства. /Региональная информатика-2006 «РИ-2006».
5. Терминологический словарь «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции». Госстандарт России Р 50.1.031-2001
6. Manual ENOVIA SmarTeam.
7. [www.bee-pitron.com](http://www.bee-pitron.com).
8. <http://www.cortona3d.com/rapidmanual>
9. <http://smbrussia.intel.com/smb/ids-par-virtman.htm>

В 2007 году СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007–2008 годы. Реализация инновационной образовательной программы «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий» позволит выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворить возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях экономики.

---

## **КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Кафедра технологии приборостроения относится к числу ведущих кафедр института со дня его основания в 1931 году. Тогда она называлась кафедрой механической технологии и возглавлялась известным ученым в области разработки инструмента профессором А.П. Знаменским. Позже она была переименована в кафедру технологии приборостроения.

За время своего существования кафедра выпустила из стен института более тысячи квалифицированных инженеров, более сотни кандидатов и докторов наук. В разные годы ее возглавляли известные ученые и педагоги профессора Николай Павлович Соболев и Сергей Петрович Митрофанов.

Кафедра имеет выдающиеся научные достижения. Заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, профессором С.П. Митрофановым были разработаны научные основы группового производства, за что он был удостоен Ленинской премии СССР. Методы группового производства с успехом применяются в промышленности и постоянно развиваются его учениками. Заслуженным изобретателем Российской Федерации Юрием Григорьевичем Шнейдером разработаны метод и инструментарий нанесения регулярного микрорельефа на функциональной поверхности.

В настоящее время кафедра осуществляет выпуск специалистов по специальностям "Технология приборостроения" (инженер-технолог, инженер-технолог-менеджер, инженер-технолог по искусственному интеллекту в приборостроении) и "Системы автоматизированного проектирования" (инженер-системотехник). На кафедре ведется подготовка бакалавров, магистров, инженеров и аспирантов по названным специализациям силами семи профессоров и девяти доцентов.

Дмитрий Юрьевич Колобов  
Анна Леонидовна Комисаренко  
Анна Алексеевна Саломатина  
Под ред. к.т.н., доцента Евгения Ивановича Яблочникова

## **ИПИ-технологии в приборостроении**

Приложение I  
Методические рекомендации по лабораторному практикуму

В авторской редакции

Зав. редакционно-издательским отделом

Н.Ф. Гусарова

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99

Подписано к печати 08.10.2008

Отпечатано на ризографе

Тираж 100

Заказ № 1256

**Редакционно-издательский отдел**  
Санкт-Петербургского государственного  
университета информационных  
технологий, механики и оптики  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

