

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности 1-40 05 01
«Информационные системы и технологии (по направлениям)»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 004.4: 621.8
ББК 32.973.26-02: 34.4
О-75

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«29» сентября 2021 г., протокол № 2

Составитель канд. техн. наук, доц. С. Н. Хатетовский

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Методические рекомендации к лабораторным работам предназначены для студентов специальности 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)» дневной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое издание

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 38 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Меры безопасности при проведении лабораторных работ	4
1 Интерфейс САПР среднего уровня	4
2 Вспомогательная геометрия и кривые в среде САПР среднего уровня	6
3 Эскизы в среде САПР среднего уровня	8
4 Моделирование деталей типа «плита» и «тело вращения» в среде САПР среднего уровня	11
5 Булевы операции с твердотельными моделями в среде САПР среднего уровня	13
6 Инженерные элементы твердотельных моделей в среде САПР среднего уровня	16
7 Моделирование поверхностей в среде САПР среднего уровня	16
8 Массивы в твердотельном моделировании в среде САПР среднего уровня	17
9 Моделирование сборок в среде САПР среднего уровня	18
10 Автоматизация создания конструкторской документации в среде САПР среднего уровня	20
11 Объектно-ориентированная программная модель САПР среднего уровня	20
12 Автоматизация твердотельного моделирования в среде САПР среднего уровня	25
13 Автоматизация моделирования прямозубой эвольвентной передачи в среде САПР среднего уровня	26
14 Интерфейс САПР высшего уровня	28
15 Вспомогательная геометрия и кривые в среде САПР высшего уровня	31
16 Эскизы в среде САПР высшего уровня	31
17 Моделирование поверхностей в среде САПР высшего уровня	32
18 Твердотельное моделирование с использованием межкомпонентных связей	33
19 Моделирование с использованием выражений	34
20 Синхронная технология моделирования	34
21 Обратный инжиниринг	36
22 Моделирование сборок в среде САПР высшего уровня	36
23 Автоматизация создания конструкторской документации в среде САПР высшего уровня	37
24 Объектно-ориентированная программная модель САПР высшего уровня	39
25 Автоматизация твердотельного моделирования в среде САПР высшего уровня	42
26 Автоматизация моделирования косозубой эвольвентной передачи в среде САПР высшего уровня	42
Список литературы	43

Меры безопасности при проведении лабораторных работ

Не работайте за компьютером при наличии внешних повреждений корпуса или изоляции силовых кабелей.

Не кладите на корпус системного блока и не храните на нем разные предметы, особенно тяжелые, т. к. в этом случае может возникнуть вибрация, которая может вызвать нарушения работы компьютера.

Не рекомендуется включать компьютер в розетки без заземления. Розетки и вилки должны быть цельными, без повреждений.

Не включайте компьютер в помещении с высокой влажностью.

Не оставляйте работающий ПК без присмотра длительное время.

Провода и силовые кабели компьютера должны быть расположены так, чтобы исключить возможность наступить на них или поставить что-то тяжелое.

Нельзя работать с компьютером при открытом корпусе системного блока.

1 Интерфейс САПР среднего уровня

Цель работы: изучение общих принципов работы в системе автоматизированного проектирования SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Основные положения

Интерфейс SolidWorks соответствует привычному графическому интерфейсу программ операционной системы Windows Microsoft.

Проектирование в SolidWorks включает создание твердотельных моделей деталей и сборок с возможностью генерировать на их основе рабочие чертежи. Создание нового документа в SolidWorks сопровождается выбором шаблона документа: «Деталь», «Сборка» или «Чертеж». В случае выбора шаблонов «Деталь» или «Сборка» графическая область представляет собой трехмерное пространство.

Основными элементами интерфейса SolidWorks являются (рисунок 1.1): строка меню 1, панели инструментов 2, менеджер команд 3, дерево конструирования 4, строка состояния 5, панель задач 6.

Некоторые часто используемые инструменты интерфейса SolidWorks представлены на рисунке 1.2. К этим элементам относятся: 1 – графическая область, 2 – окно свойств элемента, 3 – панель инструментов управляемого просмотра, 4 – инструмент поиска команд, 5 – всплывающее меню «Справка».

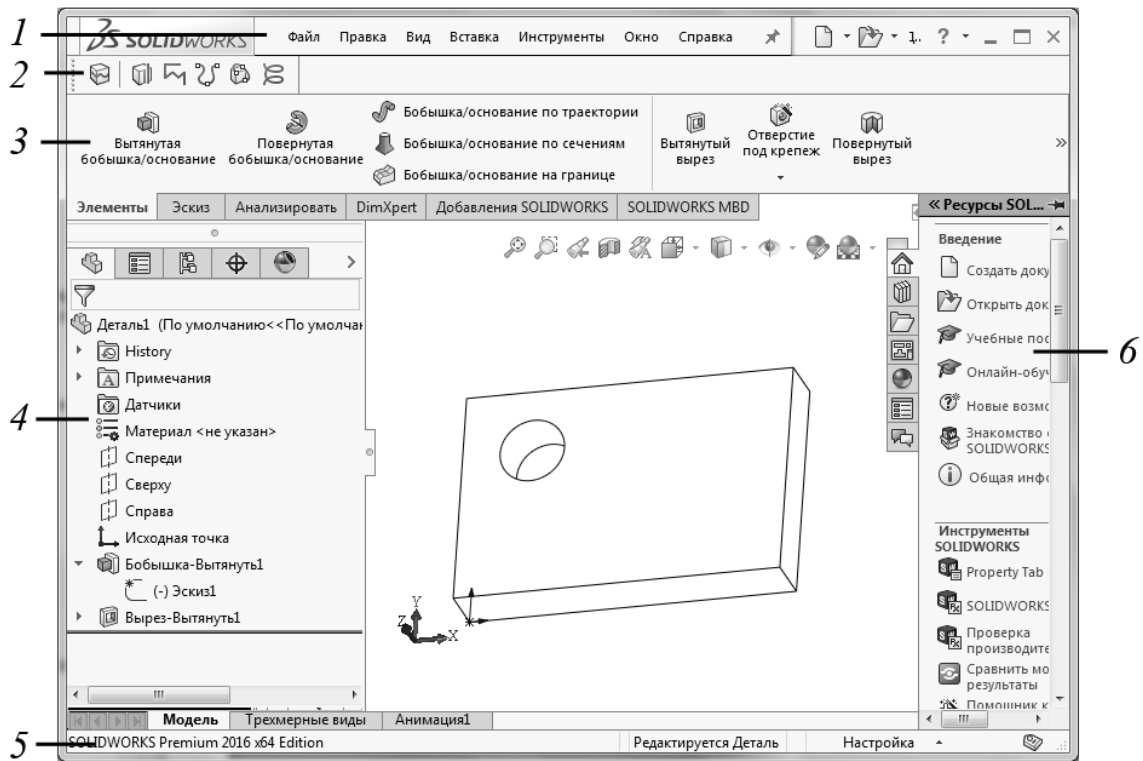


Рисунок 1.1 – Основные элементы интерфейса SolidWorks

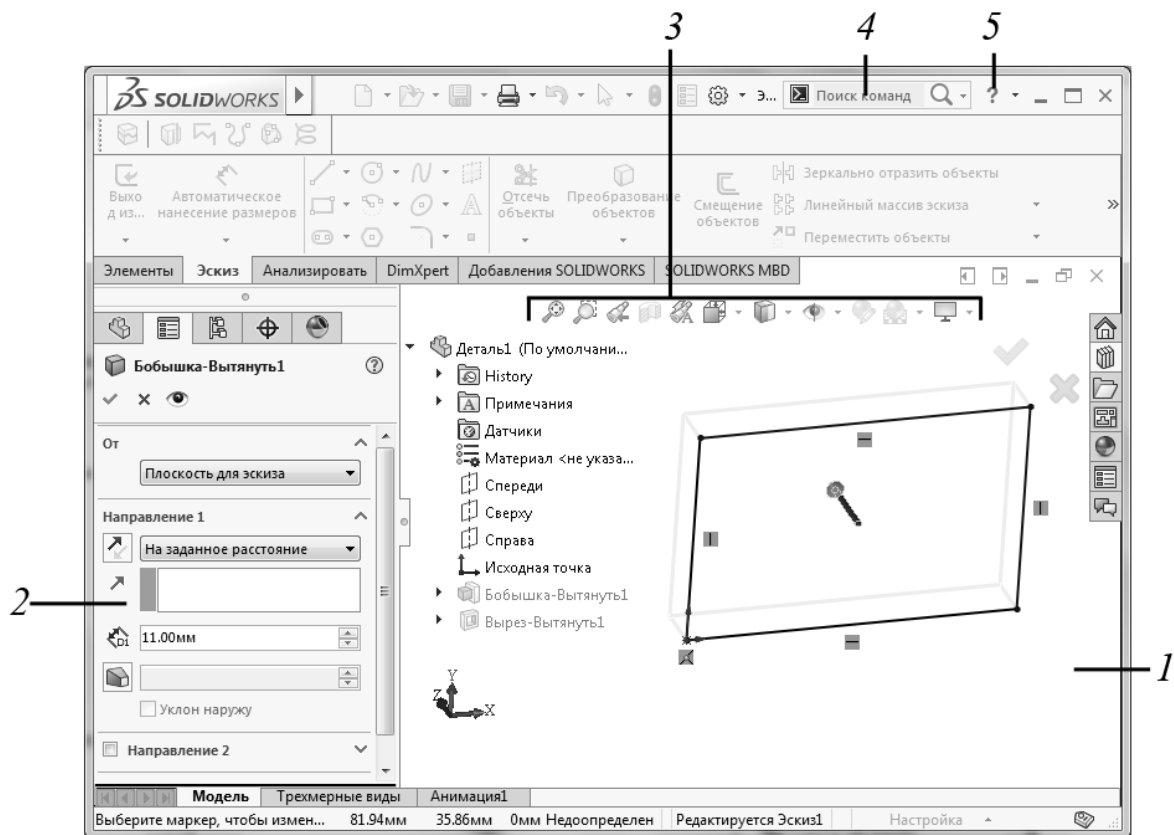


Рисунок 1.2 – Некоторые часто используемые элементы интерфейса SolidWorks

Порядок выполнения работы

Открыть готовый файл детали. Ознакомиться с элементами твердотельной модели. Используя справку, изучить основные параметры указанных элементов. Изменить параметры элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы основные элементы интерфейса SolidWorks?
- 2 Что такое дерево конструирования SolidWorks?
- 3 Как в интерфейсе найти команду SolidWorks?
- 4 Как пользоваться справкой SolidWorks?

2 Вспомогательная геометрия и кривые в среде САПР среднего уровня

Цель работы: изучение команд «Плоскость», «Ось», «Система координат», «Точка», «Кривая через точки XYZ».

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks, электронные таблицы Excel.

Основные положения

Вспомогательная геометрия – это группа элементов, которые не порождают поверхности и ребра твердотельной модели, а служат лишь для упрощения создания других элементов. К вспомогательной геометрии относятся плоскости, оси, системы координат и точки. Указанные элементы создаются при помощи соответствующих команд: вкладка «Элементы» → всплывающее меню «Справочная геометрия». В SolidWorks используются различные инструменты создания кривых. Одним из основных инструментов является следующая команда: вкладка «Элементы» → всплывающее меню «Кривые» → «Кривая через точки XYZ».

Порядок выполнения работы

Используя справку, изучить основные параметры элементов, относящихся к вспомогательной геометрии, а также параметры команды «Кривая через точки XYZ». В Excel рассчитать координаты точек кривой (таблица 2.1). Средствами Excel создать текстовый файл с расширением sldcrv. Построить кривую в SolidWorks, используя текстовый файл.

Таблица 2.1 – Варианты заданий к лабораторной работе 2

Номер варианта	Первое уравнение	Второе уравнение	Параметры
1	$x = r \cdot \cos \varphi$	$y = r \cdot \sin \varphi$	Спираль Архимеда $r = a + b \cdot \varphi$; $\varphi \in \left[\frac{a}{b}, \infty \right)$; $a = 1$; $b = 2$
2	$x = r \cdot \cos \varphi$	$y = r \cdot \sin \varphi$	Логарифмическая спираль $\begin{cases} r = a^\varphi; \\ a > 1; \end{cases}$ $\varphi \in [0, \infty)$; $a = 2$
3	$x = r \cdot \cos \varphi$	$y = r \cdot \sin \varphi$	Логарифмическая спираль $\begin{cases} r = a^\varphi; \\ 0 < a < 1; \end{cases}$ $\varphi \in [0, \infty)$; $a = 0,5$
4	$x = a \cdot (t - \sin t)$	$y = a \cdot (1 - \cos t)$	Циклоида $t \in (-\infty, \infty)$; $a = 3$
5	$x = a \cdot (\cos t + t \cdot \sin t)$	$y = a \cdot (\sin t - t \cdot \cos t)$	Эвольвента $t \in [0, \infty)$; $a = 30$
6	$x = (a + b) \cdot \cos t -$ $-a \cdot \cos \left(\frac{a + b}{a} \cdot t \right)$	$y = (a + b) \cdot \sin t -$ $-a \cdot \sin \left(\frac{a + b}{a} \cdot t \right)$	Эпициклоида $t \in [0, 2 \cdot \pi]$; $a = 2$; $b = 8$
7	$x = (b - a) \cdot \cos t +$ $+a \cdot \cos \left(\frac{b - a}{a} \cdot t \right)$	$y = (b - a) \cdot \sin t -$ $-a \cdot \sin \left(\frac{b - a}{a} \cdot t \right)$	Гипоциклоида $t \in [0, 2 \cdot \pi]$; $a = 2$; $b = 8$
8	$x = r \cdot \cos \varphi$	$y = r \cdot \sin \varphi$	Эллипс $\varphi \in [0, \infty)$; $r = 20$

Контрольные вопросы

- 1 Для чего нужна вспомогательная геометрия в SolidWorks?
- 2 Какие элементы относятся к вспомогательной геометрии в SolidWorks?
- 3 Как в SolidWorks построить параметрическую кривую?

3 Эскизы в среде САПР среднего уровня

Цель работы: изучение инструментов для работы с эскизами в среде SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Основные положения

Плоский эскиз можно создавать на любой плоскости по умолчанию («Спереди», «Сверху» или «Справа»), на созданной плоскости, на плоской грани.

Для создания плоского эскиза используем следующую команду: вкладка «Эскиз» → всплывающее меню «Эскиз» → «Эскиз».

Для перехода в режим редактирования уже существующего эскиза можно его выделить в дереве конструирования и выполнить контекстную команду «Редактировать эскиз».

Для выхода из режима редактирования эскиза можно выполнить одну из команд (рисунок 3.1): 1 – «Выход из эскиза»; 2 – «Перестроить»; 3 – «Отмена» (без сохранения изменений).

Эскиз может находиться в одном из трех состояний: полностью определенный, когда положение всех кривых в эскизе однозначно описывается размерами и (или) взаимосвязями; переопределенный, когда размеры или взаимосвязи находятся в противоречии либо дублируют друг друга; недоопределенный, когда не определены некоторые размеры или взаимосвязи.

Создавать твердотельные модели без ошибок возможно как для полностью определенных эскизов, так и для эскизов, которые недоопределены. В последнем случае имеется больше возможностей по моделированию объектов, размеры и форма которых заранее неизвестны. Однако на стадии завершения проектирования рекомендуется эскизы полностью определить (любые изменения в эскизах с полностью заданными параметрами будут предсказуемыми).

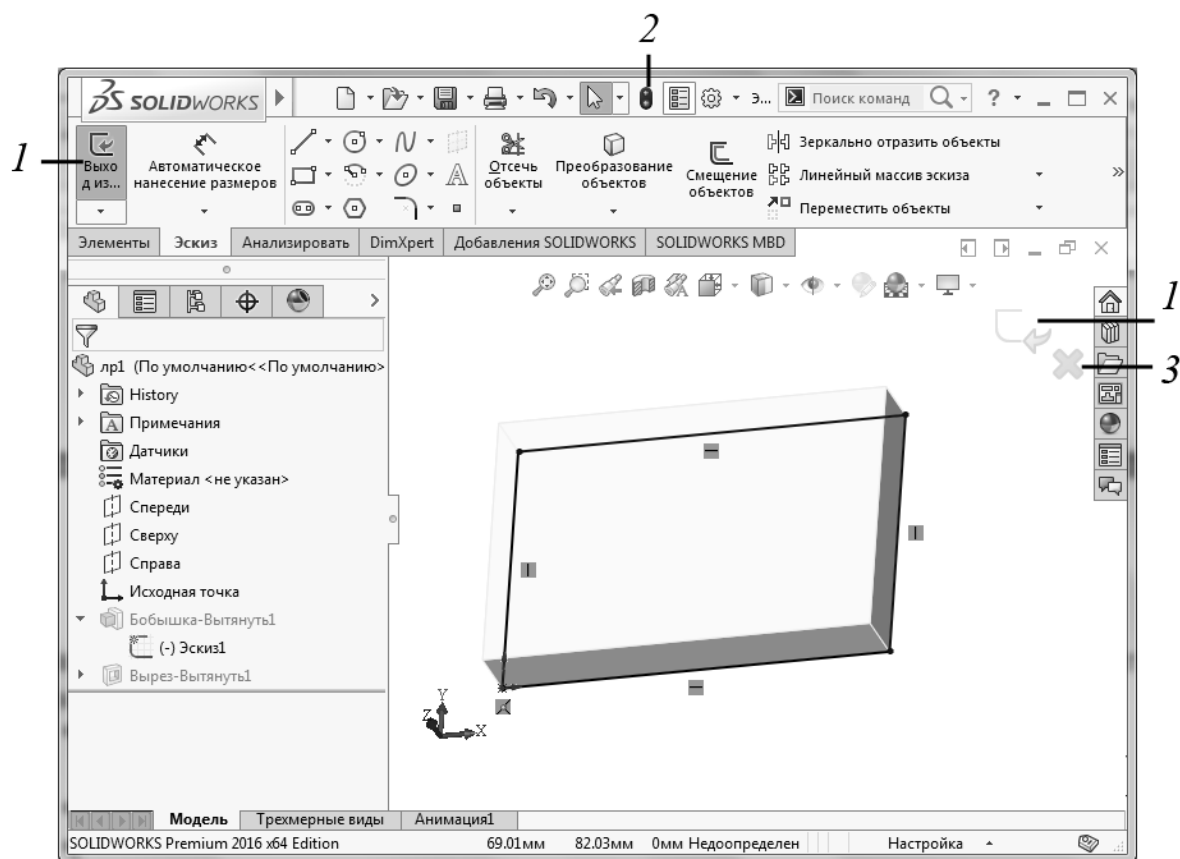


Рисунок 3.1 – Команды выхода из режима редактирования эскиза

Основными объектами плоского эскиза являются кривые, вспомогательная геометрия, размеры и взаимосвязи.

На основе кривых эскиза могут быть образованы грани. Вспомогательная геометрия служит для упрощения создания кривых. Взаимосвязи определяют относительное расположение кривых.

Для добавления взаимосвязи следует выполнить следующую команду: вкладка «Эскиз» → выпадающее меню «Отобразить/Скрыть взаимосвязи» → «Добавить взаимосвязь». Также можно выбрать необходимый объект или объекты эскиза (выбор нескольких объектов выполняют, удерживая клавишу «Ctrl» на клавиатуре). Система самостоятельно определяет допустимые взаимосвязи для выбранных объектов и предлагает выбрать одну из них.

Порядок выполнения работы

Создать в SolidWorks эскиз (рисунок 3.2). Эскиз должен быть полностью определенным.

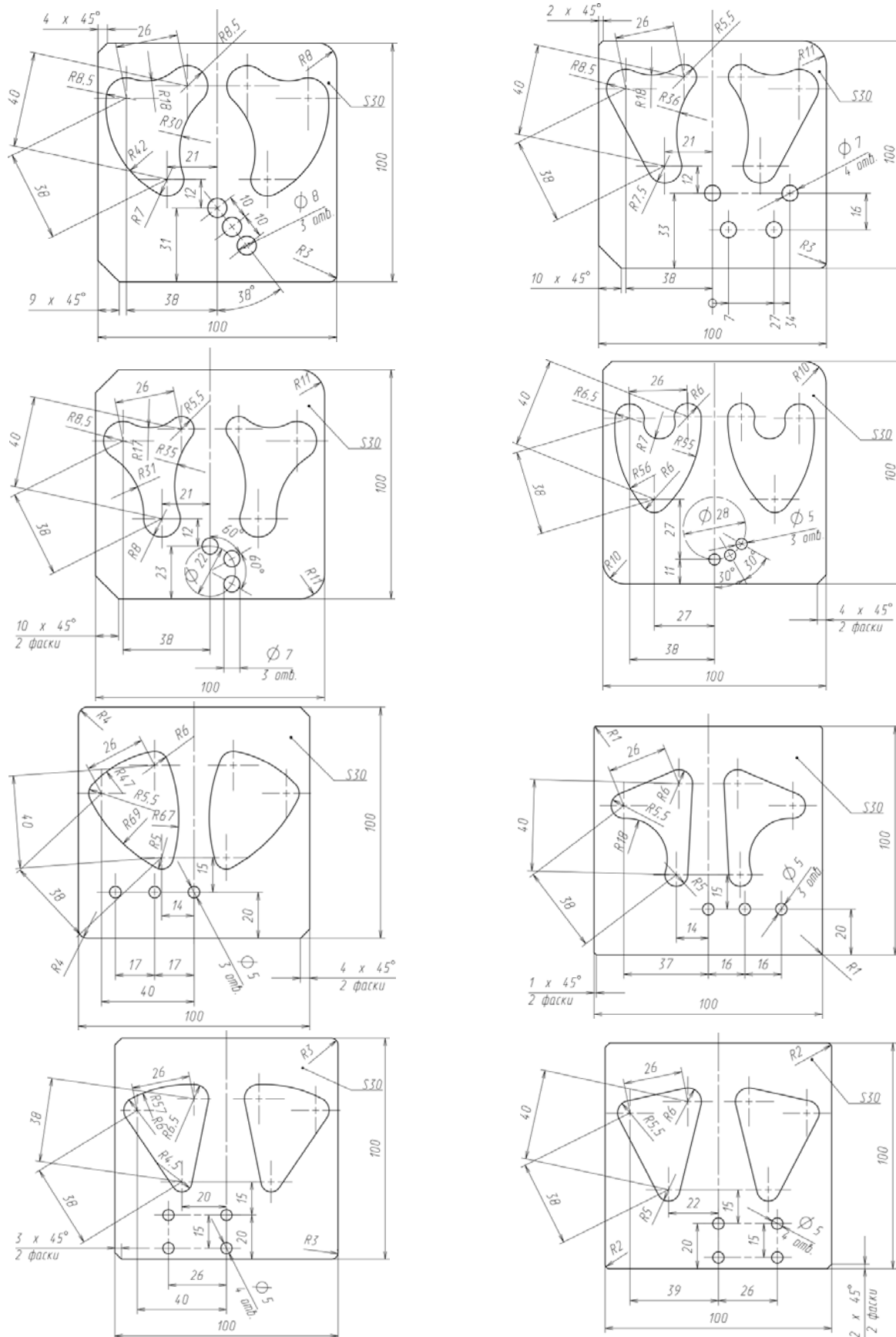


Рисунок 3.2 – Эскизы

Контрольные вопросы

- 1 Что такое эскиз SolidWorks и для чего он предназначен?
- 2 Как создать эскиз SolidWorks?
- 3 Что включает эскиз SolidWorks?
- 4 Что такое взаимосвязь в эскизе SolidWorks?

4 Моделирование деталей типа «плита» и «тело вращения» в среде САПР среднего уровня

Цель работы: ознакомление с простейшими инструментами создания твердотельных моделей.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Основные положения

Твердотельные модели деталей типа «плита» и «тело вращения» создаются на основе плоского эскиза соответствующими командами:

- вкладка «Элементы» → «Вытянутая бобышка/основание»;
- вкладка «Элементы» → «Повернутая бобышка/основание».

Порядок выполнения работы

На основе эскиза, созданного в ходе предыдущей работы, создать твердотельную модель детали типа «плита». На основе эскиза, представленного на рисунке 4.1, создать твердотельную модель детали типа «тело вращения».

Контрольные вопросы

- 1 Что представляет собой деталь типа «плита»?
- 2 Что представляет собой деталь типа «тело вращения»?
- 3 Какой командой SolidWorks создается деталь типа «плита»?
- 4 Какой командой SolidWorks создается деталь типа «тело вращения»?
- 5 Какие особенности имеет эскиз детали типа «тело вращения»?

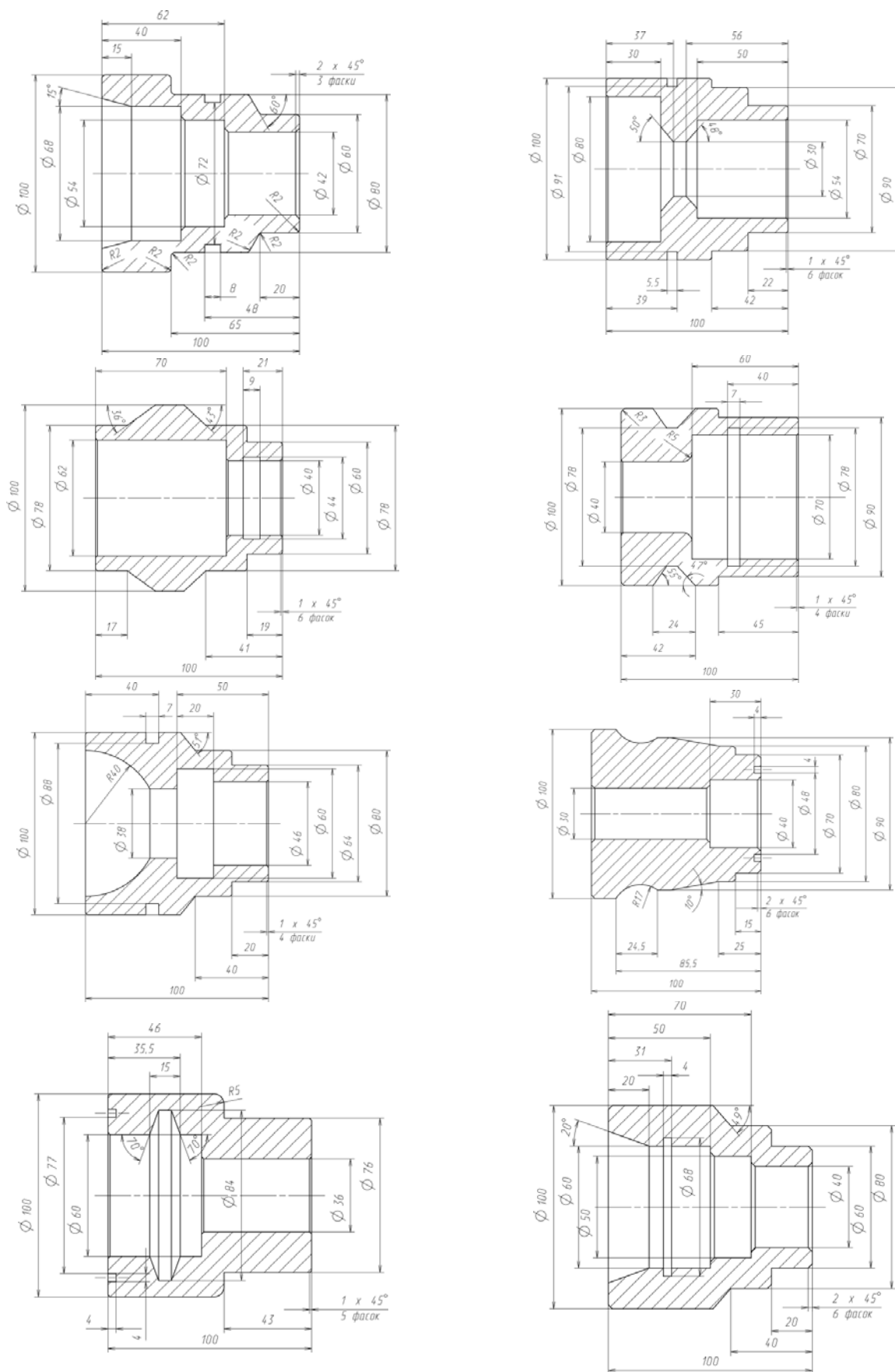


Рисунок 4.1 – Эскизы детали типа «тело вращения»

5 Булевы операции с твердотельными моделями в среде САПР среднего уровня

Цель работы: изучение методики создания твердотельных моделей сложной формы.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Основные положения

Детали общемашиностроительного назначения, как правило, можно моделировать, комбинируя различные элементы в виде «плиты» или «тела вращения».

Различают следующие основные комбинации элементов: объединение, вычитание, пересечение, создаваемые путем так называемых булевых операций.

Для комбинации элементов предназначены следующие команды:

- вкладка «Элементы» → «Вытянутый вырез»;
- вкладка «Элементы» → «Повернутый вырез»;
- меню «Вставка» → подменю «Элементы» → «Скомбинировать тела».

Порядок выполнения работы

Создать твердотельную модель детали, представленной на рисунках 5.1 и 5.2.

Недостающие размеры выбрать произвольно.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы параметры команды SolidWorks «Вытянутый вырез»?
- 2 Каковы параметры команды SolidWorks «Повернутый вырез»?
- 3 Каковы параметры команды SolidWorks «Скомбинировать тела»?

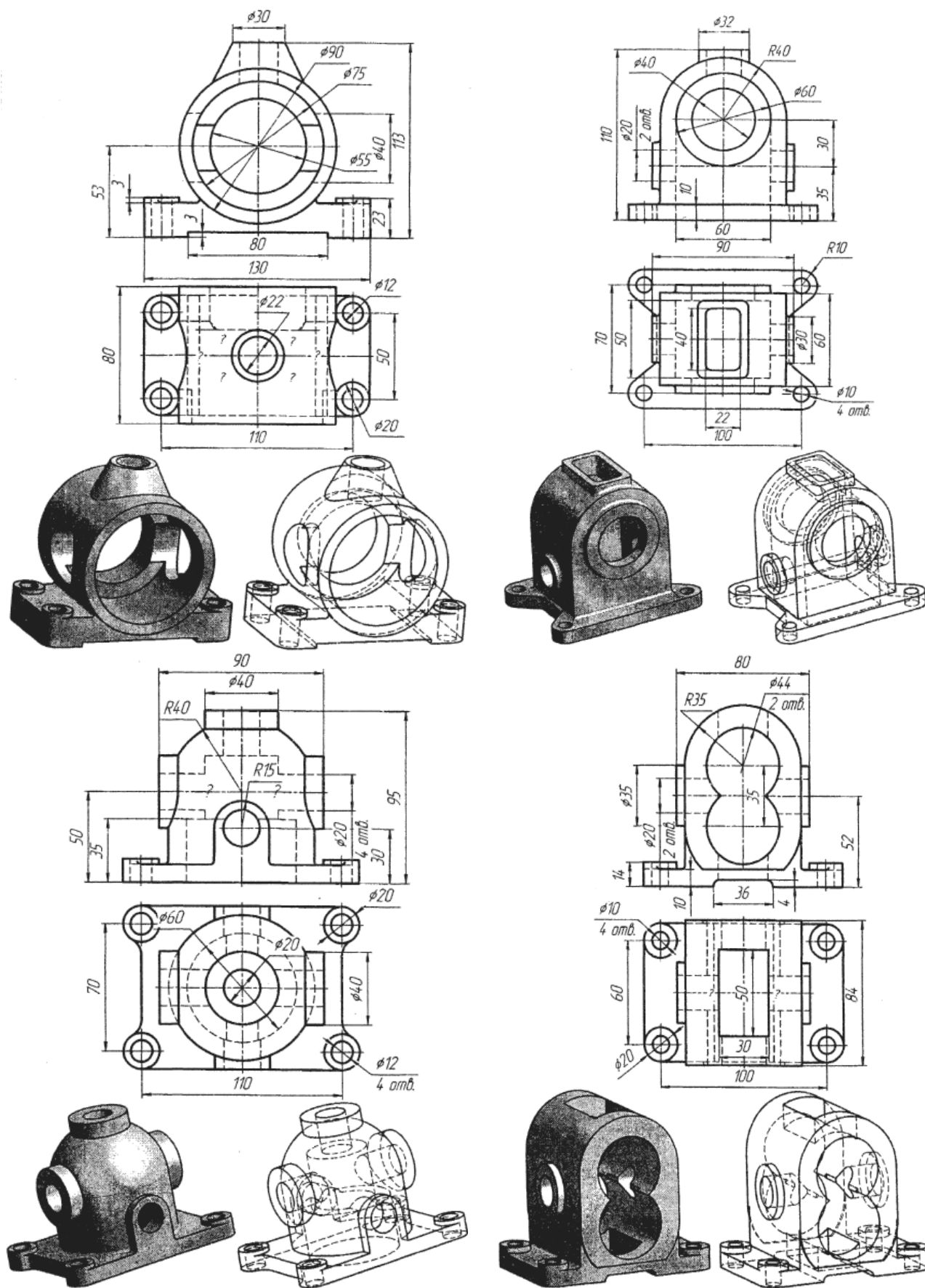


Рисунок 5.1 – Эскизы деталей сложной формы

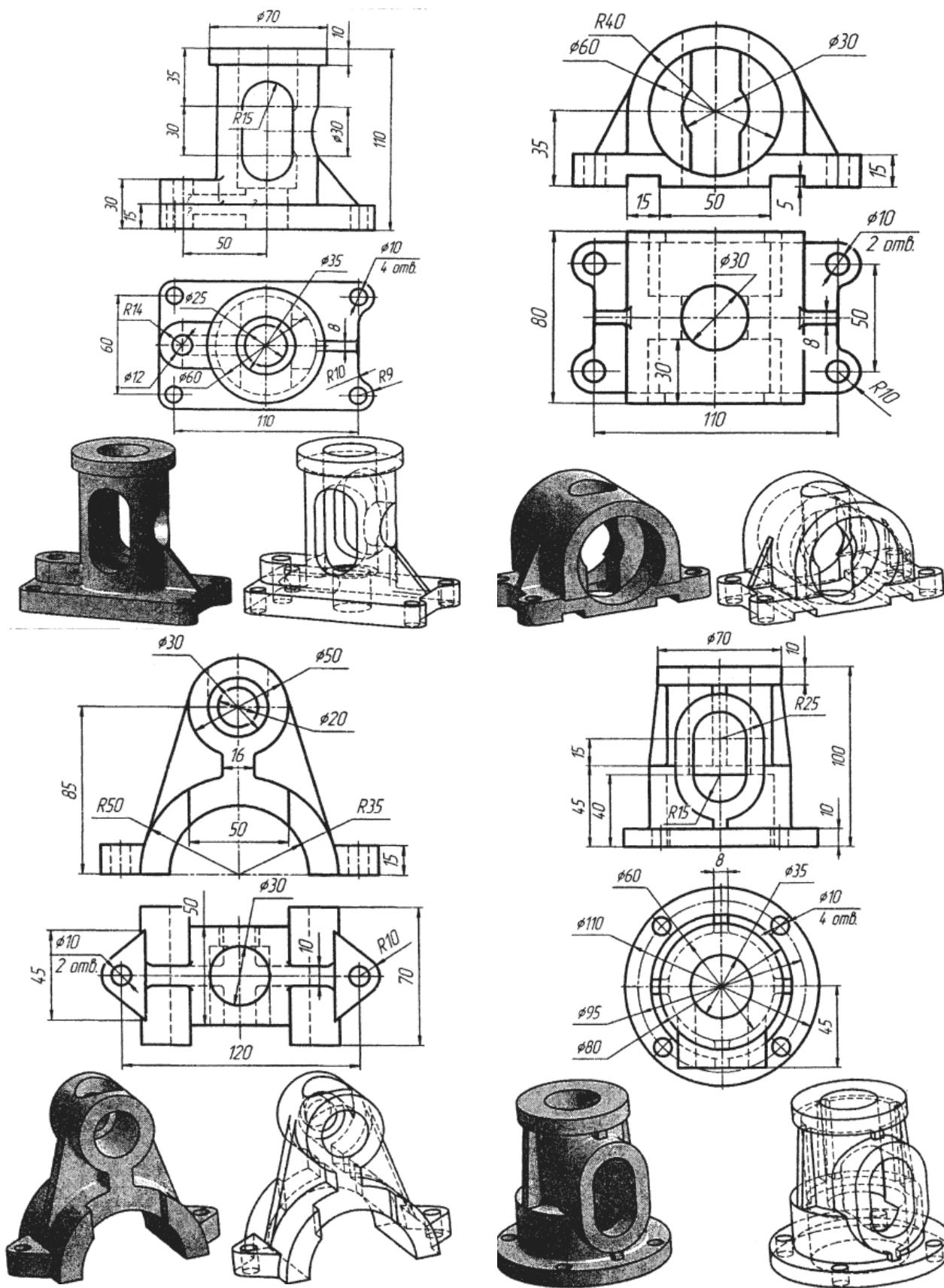


Рисунок 5.2 – Эскизы деталей сложной формы (продолжение)

6 Инженерные элементы твердотельных моделей в среде САПР среднего уровня

Цель работы: изучение инструментов моделирования, часто используемых в общем машиностроении элементов деталей.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Общие положения

К часто используемым элементам деталей общего машиностроения можно отнести фаски, скругления, резьбы и т. д.

В Solidworks для моделирования фасок, скруглений и резьб используются следующие команды:

- вкладка «Элементы» → выпадающее меню «Скругление» → «Фаска»;
- вкладка «Элементы» → выпадающее меню «Скругление» → «Скругление»;
- вкладка «Элементы» → выпадающее меню «Отверстие под крепеж» → «Резьба».

Порядок выполнения работы

Использовать твердотельные модели предыдущей работы. В каждом отверстии, предназначенном для крепления детали, смоделировать фаску и скругление. Выбрать отверстие, в котором предположительно может быть резьба. Смоделировать последнюю.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы параметры команды SolidWorks «Фаска»?
- 2 Каковы параметры команды SolidWorks «Скругление»?
- 3 Каковы параметры команды SolidWorks «Резьба»?

7 Моделирование поверхностей в среде САПР среднего уровня

Цель работы: изучение инструментов моделирования фасонных поверхностей в среде SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks, электронные таблицы Excel.

Основные положения

Фасонные поверхности в среде SolidWorks могут быть смоделированы следующими командами:

- вкладка «Элементы» → «Бобышка/основание по траектории»;
- вкладка «Элементы» → «Бобышка/основание по сечениям».

Порядок выполнения работы

В среде Excel построить поверхность (таблица 7.1), заданную уравнением $z = z(x, y)$. Диапазон независимых переменных выбрать таким образом, чтобы поверхность не имела самопересечений. В среде SolidWorks построить ряд кривых, лежащих на поверхности, а затем смоделировать саму поверхность командой «Бобышка/основание по сечениям».

Таблица 7.1 – Варианты заданий к лабораторной работе 7

Номер варианта	Уравнение поверхности
1	$z = x^2 - 2 \cdot y^2$
2	$z = 3 \cdot x^3 - 2 \cdot \sin^2 y$
3	$z = \sin(x^2 + y^2)$
4	$z = \sqrt{x} + \sqrt{y}$
5	$z = x \cdot e^{2 \cdot x} - y \cdot e^{3 \cdot y}$
6	$z = \frac{x^2}{5^2} + \frac{y^2}{6^2} - 1$
7	$z = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$
8	$z = \cos^2 x - 5 \cdot \sin x$

Контрольные вопросы

- 1 Что такое фасонная поверхность?
- 2 Каковы основные команды SolidWorks, предназначенные для моделирования фасонных поверхностей?

8 Массивы в твердотельном моделировании в среде САПР среднего уровня

Цель работы: изучение инструментов создания массивов элементов в среде SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Общие положения

Массивы элементов создаются в SolidWorks командами, доступными в следующем выпадающем меню: вкладка «Элементы» → «Линейный массив».

Возможно создание зеркального отражения, линейных, круговых и массивов другого типа.

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 3, смоделировать деталь с использованием команд создания массивов отверстий.

Контрольные вопросы

1 Какие типы массивов элементов можно создавать в SolidWorks?

2 Какие основные команды создания массивов элементов имеются в SolidWorks?

9 Моделирование сборок в среде САПР среднего уровня

Цель работы: ознакомление с принципами моделирования сборок в среде САПР SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Общие положения

Сборкой называется документ, в котором детали и другие сборки сопряжены друг с другом в единую конструкцию. Сборку можно создавать, используя проектирование «снизу вверх», проектирование «сверху вниз» или комбинацию этих двух методов.

Файл сборки в SolidWorks (расширение SLDASM) не содержит в себе описания геометрии деталей. Без полного комплекта составляющих деталей, сборок (узлов), типовых библиотечных элементов файл сборки является пустым. Добавление компонента в сборку создает связь между ними. Изменения в компоненте сборки автоматически отражаются на сборке.

В общем случае сборочное изделие представляет собой многоуровневую древовидную структуру. Файл сборки, как и реальное изделие, может включать не только отдельные детали, но и другие сборки (узлы). Уровень вложенности при этом не ограничен. Сборка изделия в SolidWorks выполняется в соответствии с принципом технологической декомпозиции: составляющие изделие узлы могут собираться обособленно от других элементов конструкции.

Согласно принципу создания сборочной модели по методу «снизу вверх»

предварительно необходимо построить трехмерные модели деталей, а затем объединить их в единую конструкцию путем наложения ограничений на пространственное положение объектов.

При проектировании «сверху вниз» трехмерные модели деталей разрабатываются в контексте одной сборки на основе геометрических элементов других деталей. В соответствии с данным методом первоначально создаваемая сборка является исходной информацией для выполнения последующей детализации.

Порядок выполнения работы

Спроектировать входной вал двухступенчатого редуктора. На данном валу установлено зубчатое колесо, два подшипника и распорная втулка. Диаметр шейки вала под зубчатое колесо указан в таблице 9.1. Зубчатое колесо фиксируется на валу при помощи призматической шпонки.

Создать модели входного вала, зубчатого колеса в виде втулки, подшипников в виде втулок, распорной втулки и призматической шпонки. Размеры призматической шпонки и подшипников должны соответствовать ГОСТу. Смоделировать сборку указанных деталей.

Таблица 9.1 – Параметры вала и втулки

Номер варианта	Параметры вала и втулки
1	Диаметр вала 7 мм, ширина втулки 25 мм
2	Диаметр вала 9 мм, ширина втулки 25 мм
3	Диаметр вала 11 мм, ширина втулки 25 мм
4	Диаметр вала 16 мм, ширина втулки 25 мм
5	Диаметр вала 21 мм, ширина втулки 25 мм
6	Диаметр вала 29 мм, ширина втулки 25 мм
7	Диаметр вала 39 мм, ширина втулки 25 мм
8	Диаметр вала 42 мм, ширина втулки 25 мм

Контрольные вопросы

- 1 Что такое сборка в SolidWorks?
- 2 Каковы принципы моделирования сборок в SolidWorks?
- 3 Что такое сопряжение деталей в сборке SolidWorks?
- 4 Каковы основные команды, используемые при работе со сборками в SolidWorks?

10 Автоматизация создания конструкторской документации в среде САПР среднего уровня

Цель работы: изучение инструментов SolidWorks для создания конструкторской документации.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Основные положения

Чертеж в SolidWorks создается на основе одноименного шаблона файла. При этом задаются свойства листа, соответствующего имеющемуся в программе перечню стандартов, в т. ч. ГОСТов.

На листе необходимо создать минимальное и достаточное количество видов при помощи команд, расположенных на вкладке «Расположение вида». Размеры и технические требования чертежа создаются при помощи команд вкладки «Примечание». При необходимости на листе можно создать эскиз, за что отвечают инструменты вкладки «Эскиз».

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 3, создать чертеж детали.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы основные команды создания видов листа в SolidWorks?
- 2 Каковы основные команды создания размеров листа в SolidWorks?
- 3 Каковы основные команды создания технических требований листа в SolidWorks?

11 Объектно-ориентированная программная модель САПР среднего уровня

Цель работы: изучение основных принципов программирования в среде SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Общие положения

Среда VBA становится доступной по команде меню «Инструменты» → «Макрос» → «Редактировать» или «Инструменты» → «Макрос» → «Создать». Файл, содержащий программу (макрос), имеет расширение swp.

Изучение программирования на VBA в среде SolidWorks удобно выполнять при помощи инструмента автоматической записи макроса «Инструменты» → «Макрос» → «Начать запись»; «Инструменты» → «Макрос» → «Остановить».

Листинг универсального шаблона программы представлен на рисунке 11.1.

```

Dim SW As Object
Dim MD As ModelDoc2
Dim Prt As PartDoc
Dim Ftr As Feature
Dim SM As SketchManager
Dim SS As SketchSegment
Dim SL As SketchLine
Dim SA As SketchArc
Dim FP As Feature
Dim TP As Feature
Dim RP As Feature
Dim Orgn As Feature
Sub Main()
Set SW = Application.SldWorks
Set MD = SW.ActiveDoc
Set Prt = MD
Set SM = MD.SketchManager
Set Ftr = Prt.FirstFeature
Do While Not Ftr Is Nothing
If Ftr.GetTypeName = "RefPlane" Then
Set FP = Ftr
Exit Do
End If
Set Ftr = Ftr.GetNextFeature
Loop
Set TP = FP.GetNextFeature
Set RP = TP.GetNextFeature
Set Orgn = RP.GetNextFeature
Call SM.InsertSketch(True)
Call SM.InsertSketch(True)
Set Ftr = Prt.Extension.GetLastFeatureAdded
End Sub

```

Рисунок 11.1 – Листинг универсального шаблона программы

Методы и свойства классов приложения позволяют выполнять действия, аналогичные действиям, которые выполняет пользователь при работе с приложением. Порядок выполнения методов должен соответствовать порядку соответствующих действий пользователя.

Объект класса SldWorks предоставляет доступ к приложению.

Объект класса ModelDoc2 предоставляет доступ к документам приложения.

Объект класса PartDoc предоставляет доступ к документам типа «Деталь».

Если в приложении активным является документ типа «Деталь», одна и та же ссылка на данные объектов классов ModelDoc2 и PartDoc возвращается следующим методом класса SldWorks: Public Property ActiveDoc() As Object.

Объект класса ModelDocExtension предоставляет расширенный доступ к документу типа «Деталь». Этот объект возвращается следующим свойством класса ModelDoc2: Public Property Extension() As ModelDocExtension.

Объект класса FeatureManager позволяет работать с элементами дерева построения. Этот объект возвращается следующим свойством класса ModelDoc2: Public Property FeatureManager() As FeatureManager.

Объект класса SketchManager предоставляет доступ к эскизам и возвращается следующим свойством класса ModelDoc2: Public Property SketchManager() As SketchManager.

Элементы дерева построения представляются объектами класса Feature и создаются специальными методами некоторых классов, в том числе классов FeatureManager и ModelDoc2.

Такие элементы эскиза, как линия, дуга окружности (окружность), сплайн, и некоторые другие представляются объектами класса SketchSegment. Точкам эскиза соответствует класс SketchPoint. Линии эскиза, дуги окружности эскиза и сплайны эскиза дополнительно представляются объектами соответственно класса SketchLine, класса SketchArc и класса SketchSpline. Свойства и методы классов SketchLine, SketchArc и SketchSpline доступны по ссылке на данные соответствующих объектов класса SketchSegment. Элементы эскиза создаются специальными методами некоторых классов, в том числе классов SketchManager и ModelDoc2.

Инструменты идентификации элементов дерева конструирования описаны в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Инструменты идентификации элементов дерева конструирования

Действие	Доступ	Описание	Возвращаемое значение
1	2	3	4
Чтение типа элемента дерева построения	Свойство класса Feature	Public Function GetType2() As String	Строка: – вырез по сечениям «BlendCut»; – фаска «Chamfer»; – круговой массив «CirPattern»; – массив, управляемый кривой «CurvePattern»; – вырез, полученный вытягиванием «Cut»; – бобышка, полученная вытягиванием «Extrusion»; – простое скругление «Fillet»; – спираль/винтовая кривая – «Helix»; – вырез, созданный поворотом «RevCut»; – бобышка, созданная поворотом «Revolution»; – бобышка, созданная заметанием «Sweep»; – вырез, созданный заметанием «SweepCut»; – скругление переменного радиуса «VarFillet»; – справочная ось «RefAxis»; – справочная кривая «ReferenceCurve»; – справочная плоскость «RefPlane»
Чтение-запись имени элемента дерева построения	Свойство класса Feature	Public Property Name() As String	Строка
Получить объект первого элемента дерева построения	Метод класса PartDoc	Public Function FirstFeature() As Object	Объект класса Feature

Окончание таблицы 11.1

1	2	3	4
Получить объект следующего элемента дерева построения	Метод класса Feature	Public Function GetNextFeature() As Object	Объект класса Feature
Получить объект последнего добавленного элемента дерева построения	Метод класса ModelDocExtension	Public Function GetLastFeatureAdded() As Feature	Объект класса Feature

Выделение объектов может быть осуществлено следующим методом класса ModelDocExtension: Public Function SelectByID2 As Boolean.

Аргументы этого метода описаны в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Аргументы метода SelectByID2

Аргумент	Описание
1	2
ByVal Name As String	Имя элемента модели или пустая строка, например «D1@Sketch2@Part1.SLDPRT»
ByVal Type As String	Тип элемента модели или пустая строка Возможные значения: – «DATUMPOINT» – справочная точка; – «AXIS» – справочная ось; – «PLANE» – справочная плоскость; – «REFCURVE» – справочная кривая; – «HELIX» – спираль/винтовая кривая; – «SKETCH» – эскиз; – «SKETCHSEGMENT» – элемент эскиза, если эскиз активен; – «EXTSKETCHSEGMENT» – элемент эскиза, если эскиз неактивен; – «SKETCHPOINT» – точка эскиза, если эскиз активен; – «EXTSKETCHPOINT» – точка эскиза, если эскиз неактивен; – «FACE» – грань; – «EDGE» – кромка; – «VERTEX» – вершина; – «BODYFEATURE» – тело; – «POINTREF» – точка; – «NOTHING» – ничего; – «EVERYTHING» – все
ByVal X As Double	Координата x точки элемента модели
ByVal Y As Double	Координата y точки элемента модели
ByVal Z As Double	Координата z точки элемента модели

Окончание таблицы 11.2

1	2
ByVal Append As Boolean	Если True, то невыделенный элемент модели будет добавлен к существующему выделению или выделенный элемент модели будет исключен из существующего выделения; если False, то существующее выделение будет снято и создано новое из невыделенного элемента модели или существующее выделение, включающее выделенный элемент модели, будет оставлено без изменения
ByVal Mark As Long	Номер элемента модели в выделении
ByVal Callout As Callout	Объект класса Callout (или Nothing)
ByVal SelectOption As Long	Значение из перечисления swSelectOption_e: – swSelectOptionDefault – клавиша Shift не используется; – swSelectOptionExtensive – клавиша Shift используется

Порядок выполнения работы

Используя справку SolidWorks, изучить универсальный шаблон программы.

Контрольные вопросы

- 1 Как создать новый макрос в SolidWorks?
- 2 Как отредактировать существующий макрос в SolidWorks?
- 3 Что выполняется в универсальном шаблоне программы для SolidWorks?
- 4 Как программно выделить объект в SolidWorks?

12 Автоматизация твердотельного моделирования в среде САПР среднего уровня

Цель работы: ознакомление с инструментами автоматизации твердотельного моделирования в среде SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks.

Основные положения

Основные необходимые команды представлены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Основные команды, необходимые для моделирования детали типа «тело вращения»

Действие	Доступ	Описание
Создать 2D эскиз или выйти из активного 2D эскиза	Метод класса SketchManager	Public Sub InsertSketch([Аргументы])
Создать бобышку поворотом	Метод класса FeatureManager	Public Function FeatureRevolve2([Аргументы]) As Feature

Порядок выполнения работы

Написать программу для моделирования детали типа «тело вращения», используя данные работы 4.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы аргументы команды InsertSketch в среде SolidWorks?
- 2 Каковы аргументы команды FeatureRevolve2 в среде SolidWorks?
- 3 Какая функция SolidWorks служит для создания отрезка эскиза?
- 4 Какая функция SolidWorks служит для создания дуги окружности эскиза?

13 Автоматизация моделирования прямозубой эвольвентной передачи в среде САПР среднего уровня

Цель работы: ознакомление с инструментами автоматизации твердотельного моделирования в среде SolidWorks.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР SolidWorks, электронные таблицы Excel.

Основные положения

Методика моделирования эвольвентного прямозубого колеса может состоять из следующих этапов.

- 1 Расчет параметров зубчатого колеса в Excel или в SolidWorks по программе.
- 2 Моделирование тела колеса с наружным диаметром d_a .
- 3 Создание эскиза профиля впадины с диаметром впадин d_f .
- 4 Вырезание впадины.
- 5 Создание кругового массива вырезов.

Эскиз профиля впадины состоит из ряда кривых (рисунок 13.1): эвольвент 1, определяемых минимальным диаметром d_i ; прямолинейных участков 2; дуг окружностей.

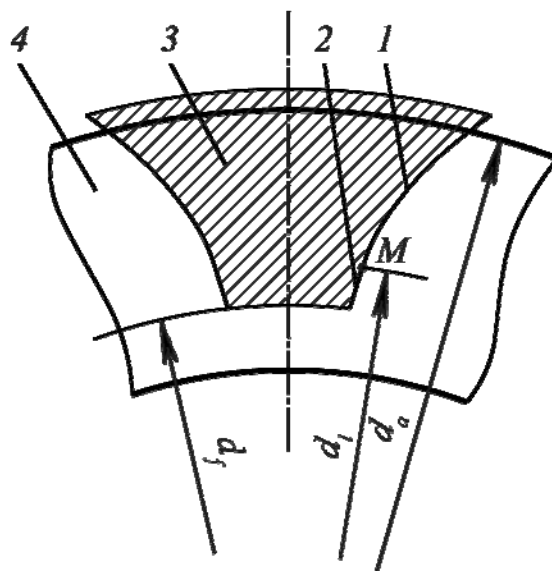


Рисунок 13.1 – Схема моделирования впадины эвольвентного прямозубого колеса

Координаты точек эвольвент могут быть рассчитаны в Excel. По этим координатам в SolidWorks можно построить соответствующие кривые. Указанные координаты также могут быть рассчитаны прямо в среде SolidWorks и занесены в массивы, которые используются в команде создания сплайна эскиза.

Профиль впадины 3 вырезается из тела зубчатого колеса 4 (см. рисунок 13.1).

Порядок выполнения работы

Написать программу для моделирования в среде SolidWorks детали типа «эвольвентное прямозубое колесо», используя данные, представленные в таблице 13.1. Создать модель сборки, включающей зубчатые колеса. Для зубчатых колес принять следующие параметры: ширина – 20 мм; коэффициент смещения – 0; угол профиля рейки – 20° ; коэффициент высоты головки зуба – 1; коэффициент высоты ножки зуба – 1; коэффициент радиального зазора – 0,25.

Таблица 13.1 – Параметры зубчатых колес

Номер варианта	Параметры
1	$z_1 = 30, z_2 = 60, m = 3,25$
2	$z_1 = 31, z_2 = 62, m = 3$
3	$z_1 = 32, z_2 = 64, m = 2,75$
4	$z_1 = 33, z_2 = 66, m = 2,5$
5	$z_1 = 34, z_2 = 68, m = 2,25$
6	$z_1 = 35, z_2 = 70, m = 2$
7	$z_1 = 36, z_2 = 72, m = 1,75$
8	$z_1 = 37, z_2 = 74, m = 1,5$

Контрольные вопросы

- 1 Какими параметрами характеризуется эвольвентная зубчатая передача?
- 2 Какими параметрами характеризуется эвольвентное зубчатое колесо?
- 3 Каковы параметрические уравнения эвольвенты?
- 4 Как рассчитать минимальный диаметр эвольвенты зубчатого колеса?
- 5 Какая функция SolidWorks служит для создания сплайна эскиза?
- 6 Какая функция SolidWorks служит для создания оси?
- 7 Какая функция SolidWorks служит для создания выреза вытягиванием?
- 8 Какая функция SolidWorks служит для создания кругового массива?
- 9 Какая функция SolidWorks служит для создания кривой из файла с координатами точек?

14 Интерфейс САПР высшего уровня

Цель работы: изучение общих принципов работы в системе автоматизированного проектирования NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

Интерфейс NX во многом аналогичен интерфейсу SolidWorks (рисунок 14.1).

Создание твердотельной модели в NX начинается в абсолютной системе координат (АСК) или рабочей системе координат (РСК). Эти системы координат изначально и постоянно существуют в виртуальном геометрическом пространстве NX. АСК не может быть изменена пользователем. РСК может быть смещена относительно АСК так, как удобно пользователю.

Если при создании элемента в качестве данных использовались порожденные другим элементом твердотельная геометрия или объекты, то возможно образование так называемой ассоциативной связи между указанными элементами. Причем создаваемый элемент будет являться дочерним. Элемент, порожденные геометрия или объекты которого были использованы при создании дочернего элемента в качестве данных, будет являться родительским. Если ассоциативная связь была создана, то NX при необходимости автоматически будет изменять дочерний элемент при изменении родительского элемента.

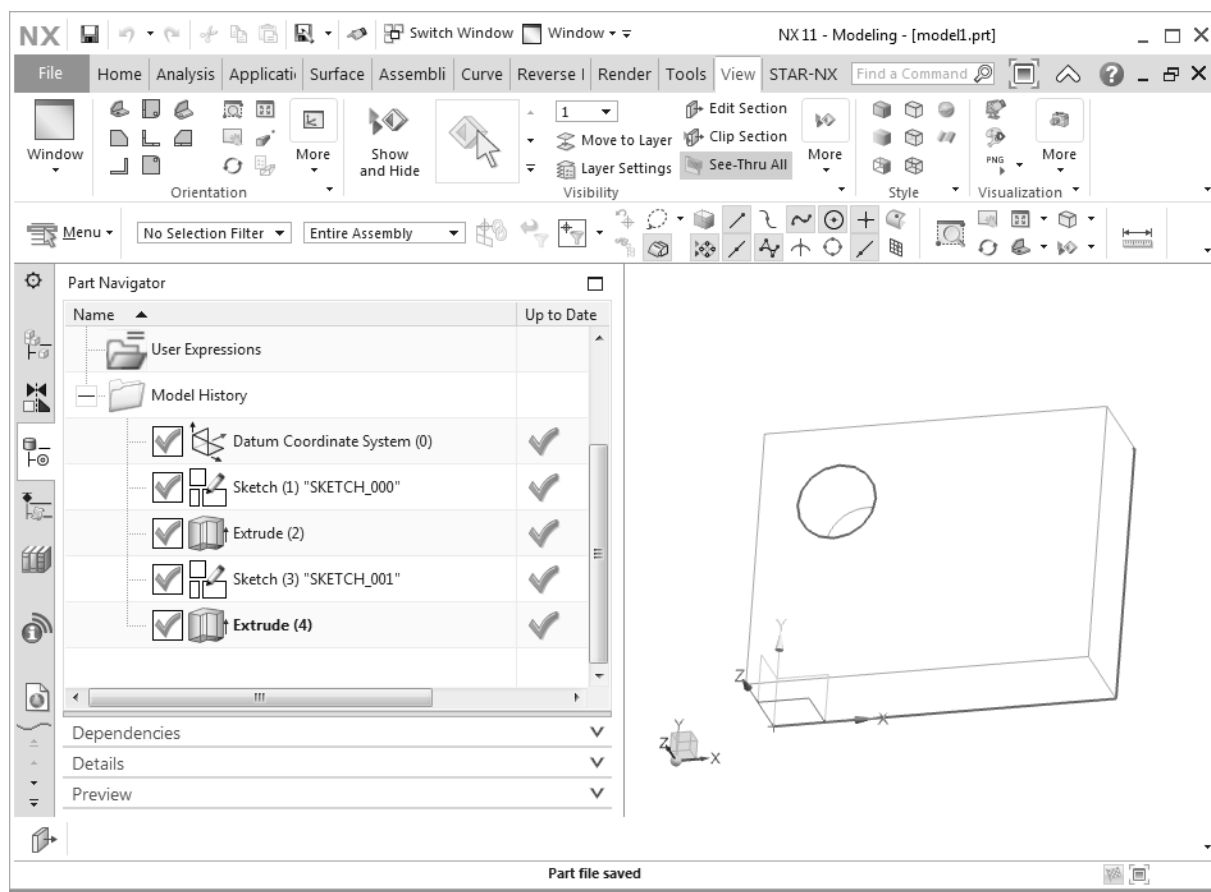








Рисунок 14.1 – Основные элементы интерфейса NX

Последовательность шагов по созданию иерархической системы элементов отображается в навигаторе модели (НМ) как история модели (ИМ). В ИМ каждый элемент имеет свое обозначение. Обозначение в общем случае складывается из идентификатора элемента, временной отметки в скобках, имени объекта и имени элемента в кавычках, разделенных двоеточием. Имя элемента может задавать пользователь, выполняя  при наведении курсора на элемент и затем еще , не сдвигая курсор.

Выбор элемента в ИМ осуществляется  при наведении курсора на элемент. При этом NX подсвечивает порожденные объекты или геометрию в графической области (ГО) оранжевым цветом и сам элемент в ИМ синей строкой. Также NX подсвечивает красным цветом непосредственные родительские элементы и синим цветом – непосредственные дочерние элементы в ИМ. В ИМ выбирать можно несколько элементов твердотельной модели стандартными для Windows методами. После выбора элемента в ИМ мышкой можно перемещаться по ИМ при помощи клавиш со стрелками.

Построение твердотельной модели сводится к назначению числовых параметров и выбору каких-либо объектов в контексте ряда команд.

Выбор единичного объекта в ГО осуществляется  при расположении курсора над выбираемым объектом. В ГО выбирается геометрия, элементы твердотельной модели, а также другие объекты. Одновременно выбранными могут быть несколько объектов. Для этого можно использовать последовательный выбор единичных объектов. Отмена выбора в ГО единичного объекта: «Shift+Объект».

Если в ГО сложно навести курсор мыши на объект, который требуется выделить (например, когда он расположен за другими объектами или совпадает с ними), можно воспользоваться диалогом «Быстрый выбор». Для этого наводим курсор на точку ГО, которая расположена над требуемым объектом и выдерживаем некоторую паузу, после чего курсор меняет свой вид. Затем осуществляем , что активизирует диалог «Быстрый выбор».

Для управления выбором объектов в NX используется в основном панель инструментов (ПИ) «Панель выбора». Ее вид может меняться в зависимости от выполняемой команды. В общем случае ПИ «Панель выбора» содержит три группы опций: фильтры выбора; опции контекста выбора; опции захвата точек. Фильтры выбора определяют, какие объекты NX позволит выбирать (например, только кривые, только в активном эскизе). Контекст выбора расширяет выбор по тому или иному признаку (например, автоматический выбор кривых, которые расположены в эскизе, к которому относится непосредственно выбираемая кривая). Опции захвата точек позволяют выбирать характерные точки кривых (например, конечные, серединные точки, точки пересечения и т. п.), если курсор расположен в некоторой окрестности выбираемой точки.

После выбора грани, ребра или кривой контекст выбора может быть задан при помощи так называемой мини-панели активного выбора, если изначально контекст выбора был определен как «Единственная грань», «Единственная кривая» и в некоторых других случаях.

Еще одним инструментом выбора является диалог «Выбор по классу», который активизируется в контексте ряда команд.

Порядок выполнения работы

Открыть готовый файл детали. Ознакомиться с элементами твердотельной модели. Используя справку, изучить основные параметры указанных элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы основные элементы интерфейса NX?
- 2 Как в интерфейсе найти команду NX?
- 3 Как пользоваться справкой NX?

15 Вспомогательная геометрия и кривые в среде САПР высшего уровня

Цель работы: изучение команд «Datum Plane», «Datum Axis», «Datum CSYS», «Point», «Law Curve».

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

К вспомогательной геометрии в NX относятся плоскости, оси, системы координат и точки. Указанные элементы создаются при помощи соответствующих команд: вкладка «Home» → группа «Features» → список «Datum Plane», «Datum Axis», «Datum CSYS», «Point».

В NX используются различные инструменты создания кривых. Одним из основных инструментов является следующая команда: вкладка «Curve» → группа «Curve» → список → «Law Curve». Данная команда требует предварительного задания выражений для параметра и каждой из координат.

Порядок выполнения работы

Построить кривую в NX, используя команду «Law Curve» и данные работы 2.

Контрольные вопросы

1 Каковы команды, предназначенные для создания вспомогательной геометрии в NX?

2 Как создавать выражения?

3 Как в NX построить параметрическую кривую?

16 Эскизы в среде САПР высшего уровня

Цель работы: изучение инструментов для работы с эскизами в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

Для создания эскиза можно выполнить следующую команду: вкладка «Home» → группа «Direct Sketch» → «Sketch».

После создания эскиза приступают к созданию геометрии эскиза. К геометрии эскиза относятся кривые и точки. Геометрия эскиза лежит в плоскости эскиза. Ограничения эскиза определяют, как кривые и точки эскиза располагаются относительно друг друга, а также относительно геометрии, не относящейся к эскизу. Ограничения эскиза делятся на размеры и геометрические ограничения.

При создании кривых они отображаются в режиме динамического предварительного просмотра. В контексте команд создания геометрии эскиза NX автоматически визуализирует так называемые вспомогательные линии. Вспомогательные линии исчезают после завершения работы с командой создания геометрии эскиза. Вспомогательные линии бывают пунктирными и штриховыми. Пунктирные линии показывают выравнивание управляющих точек кривых относительно управляющих точек уже созданной геометрии эскиза. Штриховые линии показывают возможное геометрическое ограничение относительно ранее созданной геометрии, которая подсвечивается.

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 3, создать в NX эскиз. Эскиз должен быть полностью определенным.

Контрольные вопросы

- 1 Как создать эскиз NX?
- 2 Что включает эскиз NX?
- 3 Что такое геометрические ограничения в эскизе NX?
- 4 Что такое степени свободы в эскизе NX?

17 Моделирование поверхностей в среде САПР высшего уровня

Цель работы: изучение инструментов для создания простейших поверхностей в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

Цилиндрическая поверхность в среде NX может быть смоделирована следующей командой: вкладка «Home» → группа «Feature» → список → «Extrude».

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 3, создать в NX твердотельную модель детали типа «плита».

Контрольные вопросы

Каковы параметры следующей команды NX: вкладка «Home» → группа «Feature» → список → «Extrude»?

18 Твердотельное моделирование с использованием межкомпонентных связей

Цель работы: ознакомление с инструментами создания межкомпонентных связей в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

В NX любой файл детали является одновременно сборкой. При этом имеется возможность переносить объекты из файла одного из компонентов в файл другого компонента или сборки, а также из файла сборки в файл любого компонента. Это реализуется специальным инструментом – редактором межкомпонентных связей. Он запускается следующей командой: вкладка «Assemblies» → группа «General» → «WAVE Geometry Linker».

Порядок выполнения работы

В одном файле детали создать эскиз, используя данные работы 4. В другой файл детали, как в сборку, добавить ссылку на первый файл, используя следующую команду: вкладка «Assemblies» → группа «Component» → «Add». Применяя редактор межкомпонентных связей, перенести эскиз из компонента в сборку. В сборке создать твердотельную модель детали типа «тело вращения» следующей командой: вкладка «Home» → группа «Feature» → список → «Revolve».

Контрольные вопросы

- 1 Что представляет собой редактор межкомпонентных связей NX?
- 2 Каковы параметры следующей команды NX: вкладка «Assemblies» → группа «Component» → «Add»?
- 3 Каковы параметры следующей команды NX: вкладка «Home» → группа «Feature» → список → «Revolve»?

19 Моделирование с использованием выражений

Цель работы: изучение инструментов для работы с фасонными поверхностями в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX, электронные таблицы Excel.

Основные положения

Фасонные поверхности в среде NX могут быть смоделированы следующими командами:

- вкладка «Surface» → группа «Surface» → «Swept»;
- вкладка «Surface» → группа «Surface» → «Through Curves».

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 7, создать в NX поверхность через сетку кривых, используя команду «Through Curves». Каждую кривую необходимо создать командой «Law Curve». После создания каждой кривой необходимо удалить ее параметры следующей командой: вкладка «Home» → группа «Feature» → «Remove Parameters».

Контрольные вопросы

- 1 Каковы параметры следующей команды NX: вкладка «Surface» → группа «Surface» → «Swept»?
- 2 Каковы параметры следующей команды NX: вкладка «Surface» → группа «Surface» → «Through Curves»?
- 3 Что делает следующая команда NX: вкладка «Home» → группа «Feature» → «Remove Parameters»?

20 Синхронная технология моделирования

Цель работы: изучение инструментов синхронной технологии моделирования в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

Синхронное моделирование предназначено для изменения твердотельной модели исключительно на основе ее геометрии, т. е. без учета ассоциативных

связей в истории модели. Основные команды синхронного моделирования (вкладка «Home», группа «Synchronous Modeling») приведены в таблице 20.1.

Таблица 20.1 – Основные команды синхронного моделирования NX

Значок	Название	Описание
	«Resize Face»	Изменяет размер цилиндрической или сферической поверхности
	«Resize Chamfer»	Изменяет размер фаски
	«Resize Blend»	Изменяет радиус закругления
	«Offset Region»	Смещает грань по нормальям
	«Offset Edge»	Смещает ребро по нормальям
	«Move Face»	Смещает грань
	«Move Edge»	Смещает ребро
	«Angular Dimension»	Устанавливает угол между гранями
	«Linear Dimension»	Устанавливает расстояние между гранями
	«Radial Dimension»	Устанавливает радиальный размер грани
	«Make Tangent»	Делает грани касательными
	«Make Symmetric»	Делает грани симметричными
	«Make Perpendicular»	Делает грани перпендикулярными
	«Make Parallel»	Делает грани параллельными
	«Make Fixed»	Делает грань неизменяемой
	«Make Coplanar»	Делает грани компланарными
	«Make Coaxial»	Делает грани соосными

Порядок выполнения работы

Импортировать в NX твердотельную модель, созданную в SolidWorks в работе 7. Используя команды синхронной технологии моделирования, изменить твердотельную модель в NX.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое синхронная технология моделирования?
- 2 Каковы основные команды NX, поддерживающие синхронную технологию моделирования?

21 Обратный инжиниринг

Цель работы: изучение инструментов обратного инжиниринга в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

Методы обратного инжиниринга позволяют создавать твердотельные модели на основе имеющихся деталей. Команды обратного инжиниринга доступны на вкладке «Reverse Engineering».

Порядок выполнения работы

Импортировать в NX модель детали, созданную при помощи 3D-сканера. Создать твердотельную модель.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое обратный инжиниринг?
- 2 Какие основные инструменты обратного инжиниринга имеются в NX?

22 Моделирование сборок в среде САПР высшего уровня

Цель работы: изучение инструментов моделирования сборок в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

Для активизации команд работы со сборками необходимо выполнить команду «Assemblies» группы «Design» вкладки «Application». При этом появляется новая вкладка «Assemblies», на которой и расположены необходимые команды.

Основные команды, предназначенные для работы со сборками, представлены в таблице 22.1.

Таблица 22.1 – Основные команды для работы со сборками

Значок	Название	Расположение команды	Описание
	«Add Component»	Группа «Component»	Добавление компонента
	«Move Component»	Группа «Component Position»	Перемещение компонента
	«Assembly Constraints»	Группа «Component Position»	Создание ограничений сборки
	«Pattern Component»	Группа «Component»	Размножение компонента
	«WAVE Geometry Linker»	Группа «General»	Создание объекта в сборке, идентичного объекту компонента. Создание объекта в компоненте, идентичного объекту другого компонента или сборки.
	«Show Components in View»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Показать компонент
	«Hide Components in View»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Скрыть компонент
	«Set Displayed Part»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Сделать компонент отображаемым
	«Set Work Part»	Контекстное меню компонента в навигаторе сборки	Сделать компонент рабочим

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 9, смоделировать в NX сборку.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы основные команды NX, предназначенные для работы со сборками?
- 2 Что такое ограничения сборки в NX?

23 Автоматизация создания конструкторской документации в среде САПР высшего уровня

Цель работы: изучение инструментов создания чертежей в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Основные положения

Приложение для создания чертежей активизируется командой «Drafting» группы «Design» вкладки «Application».

Основные команды модуля «Drafting» приведены в таблице 23.1.

Таблица 23.1 – Основные команды модуля «Drafting»

Значок	Название	Расположение команды	Описание
	«Base View»	вкладка «Home», группа «View»	Создание базового вида
	«Projected View»	вкладка «Home», группа «View»	Создание вида проекции
	«Section View»	вкладка «Home», группа «View»	Создание разреза или сечения
	«View Break»	вкладка «Home», группа «View»	Создание разрыва на виде
	«Break-out Section View»	вкладка «Home», группа «View»	Создание местного разреза
	«Update Views»	вкладка «Home», группа «View», меню выпадающей кнопки	Обновление видов
	«2D Centerline»	вкладка «Home», группа «Annotation», меню выпадающей кнопки	Создание оси симметрии
	«3D Centerline»	вкладка «Home», группа «Annotation», меню выпадающей кнопки	Создание оси вращения
	«Center Mark»	вкладка «Home», группа «Annotation», меню выпадающей кнопки	Создание символа центра
	«Bolt Circle Centerline»	вкладка «Home», группа «Annotation», меню выпадающей кнопки	Создание окружности центров
	«Surface Finish Symbol»	вкладка «Home», группа «Annotation»	Создание символа шероховатости
	«Feature Control Frame»	вкладка «Home», группа «Annotation»	Создание символа допуска формы и расположения поверхности
	«Note»	вкладка «Home», группа «Annotation»	Создание заметки, выноски
	«Datum Feature Symbol»	вкладка «Home», группа «Annotation»	Создание символа базы
	«Rapid»	вкладка «Home», группа «Dimension»	Создание размера чертежа

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 3, создать в NX чертеж.

Контрольные вопросы

Каковы основные команды NX, предназначенные для работы с чертежами?

24 Объектно-ориентированная программная модель САПР высшего уровня

Цель работы: изучение основных принципов программирования в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Общие положения

Программа для NX может быть создана на языке C++ в среде Visual Studio. Данная программа оформляется как библиотечный файл с расширением dll и запускается в среде NX следующей командой: «File» → «Execute» → «NX Open».

Листинг универсального шаблона программы представлен на рисунке 24.1.

В данный шаблон программы входит процедура CreateModel, которую пользователь должен написать в соответствии со своей задачей.

Листинг типовой процедуры CreateModel представлен на рисунке 24.2.

Листинг глобальных переменных приведен на рисунке 24.3.

Порядок выполнения работы

Используя справку NX, изучить шаблоны программ.

Контрольные вопросы

- 1 Как создать программу для выполнения в среде NX?
- 2 Какие заголовочные файлы нужны в шаблоне программы для NX?
- 3 Как выполнить программу в среде NX?

```

#define UF_CALL(X)(report_error(__FILE__, __LINE__, #X, (X)))
static int report_error( char *file,int line,char *call,int irc)
{
    if(irc)
    {
        char err[133],
            msg[133];
        sprintf(msg,"*** ERROR code %d at line %d in %s:\n+++ ",irc,line,file);
        UF_get_fail_message(irc,err);
        UF_print_syslog(msg,FALSE);
        UF_print_syslog(err,FALSE);
        UF_print_syslog("\n",FALSE);
        UF_print_syslog(call,FALSE);
        UF_print_syslog(";\n",FALSE);
        if(!UF_UI_open_listing_window())
        {
            UF_UI_write_listing_window(msg);
            UF_UI_write_listing_window(err);
            UF_UI_write_listing_window("\n");
            UF_UI_write_listing_window(call);
            UF_UI_write_listing_window(";\n");
        }
    }
    return irc;
}
extern DllExport void ufusr(char *parm,int *returnCode,int rlen)
{
    if(UF_CALL(UF_initialize()))
    {
        return;
    }

    CreateModel();/процедура пользователя

    UF_CALL(UF_terminate());
}
extern int ufusr_ask_unload(void)
{
    return UF_UNLOAD_IMMEDIATELY;
}

```

Рисунок 24.1 – Листинг универсального шаблона программы для NX


```

void CreateModel()
{
    psession=Session::GetSession();
    pupdate=psession->UpdateManager();
    pui=UI::GetUI();
    plistingwindow=psession->ListingWindow();
    plistingwindow->Open();
    ppart=psession->Parts()->Work();
    pexpressioncollection=ppart->Expressions();
    psketcollection=ppart->Sketches();
    psectioncollection=ppart->Sections();
    pfeaturecollection=ppart->Features();
    pbasefeaturecollection=ppart->BaseFeatures();
    pdatumcollection=ppart->Datums();
    pbodycollection=ppart->Bodies();
}

```

Рисунок 24.2 – Листинг типовой процедуры CreateModel

```

Session *psession=NULL;
Update *pupdate=NULL;
Part *ppart=NULL;
Session::UndoMarkId undomarkid;
UI *pui=NULL;
ListingWindow *plistingwindow=NULL;
ExpressionCollection *pexpressioncollection=NULL;
ExpressionCollection::iterator i_expressioncollection;
BaseFeatureCollection *pbasefeaturecollection=NULL;
BaseFeatureCollection::iterator i_basefeaturecollection;
FeatureCollection *pfeaturecollection=NULL;
FeatureCollection::iterator i_featurecollection;
DatumCollection *pdatumcollection=NULL;
DatumCollection::iterator i_datumcollection;
SketchCollection *psketcollection=NULL;
SketchCollection::iterator i_sketcollection;
SectionCollection *psectioncollection=NULL;
SectionCollection::iterator i_sectioncollection;
BodyCollection *pbodycollection=NULL;
BodyCollection::iterator i_bodycollection;

```

Рисунок 24.3 – Листинг глобальных переменных

25 Автоматизация твердотельного моделирования в среде САПР высшего уровня

Цель работы: изучение основных принципов автоматизации твердотельного моделирования в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Общие положения

Для моделирования деталей типа «тело вращения» можно использовать класс RevolveBuilder. Объект данного класса может быть создан следующей функцией: pfeaturecollection->CreateRevolveBuilder(NULL).

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 4, написать программу для моделирования детали типа «тело вращения».

Контрольные вопросы

- 1 Какой класс NX отвечает за создание твердотельной модели вращением?
- 2 Объекты каких классов NX необходимо дополнительно создать для выполнения функций класса, отвечающего за создания детали типа «тело вращения»?

26 Автоматизация моделирования косозубой эвольвентной передачи в среде САПР высшего уровня

Цель работы: изучение основных принципов автоматизации моделирования косозубой эвольвентной передачи в среде NX.

Перечень используемого оборудования и программного обеспечения: персональный компьютер, САПР NX.

Общие положения

В отличие от моделирования прямозубого колеса, косозубое эвольвентное колесо требует выполнения операции заметания. Направляющей кривой служит винтовая кривая, по которой перемещается профиль впадины. Наклон винтовой кривой должен быть равен углу наклона зубьев.

Порядок выполнения работы

Используя данные работы 13, написать программу для моделирования косозубого эвольвентного колеса в среде NX. Создать сборку в NX из двух зубчатых колес, образующих косозубую эвольвентную передачу. Угол наклона зубьев принять 15°.

Контрольные вопросы

- 1 Как формируется винтовая поверхность эвольвентного косозубого колеса?
- 2 Какие классы и функции NX необходимо использовать для моделирования косозубого эвольвентного колеса?

Список литературы

- 1 **Бутко, А. О.** Основы моделирования в САПР NX: учебное пособие / А. О. Бутко, В. А. Прудников, Г. А. Цырков. – 2-е изд. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 199 с.
- 2 **Берлинер, Э. М.** САПР конструктора машиностроителя: учебник / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. – 288 с.
- 3 **Культин, Н. Б.** С/С++ в задачах и примерах / Н. Б. Культин. – 3-е изд., доп. и испр. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2019. – 272 с.