

Н. С. Кувшинов

NANOCAD МЕХАНИКА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ

Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по ит направлениям

**Книга доступна на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Москва • Юрайт • 2022

УДК 744(075.8)
ББК 32.973я73
К88

Автор:

Кувшинов Николай Сергеевич — доцент, кандидат технических наук, профессор кафедры инженерной и компьютерной графики архитектурного факультета Архитектурно-строительного института Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск).

Кувшинов, Н. С.

К88 Наpocaд механика : учебное пособие для вузов / Н. С. Кувшинов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 234 с. — (Высшее образование). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-534-14168-9

В курсе рассматривается работа в программе naпoCAD Механика версии 20.1, созданной на базе САПР-платформы naпoCAD российской компанией «Нанософт». Основное внимание уделено востребованной за последнее время технологии получения чертежей «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж». На примерах рассмотрено: создание 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий на основе методов параметрического и прямого моделирования; создание 3D-моделей пружин сжатия; создание 3D-моделей деталей на основе отсканированных 2D-чертежей; создание 3D-моделей резьбы и 3D-модели резьбового соединения с оценкой точности их моделирования; создание 2D-моделей деталей на основе 3D-моделей деталей.

Соответствует актуальным требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Для студентов технических специальностей вузов, изучающих учебный курс «Компьютерная графика», для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений, а также для конструкторов и технологов различных компаний, интересующихся отечественными САПР-платформами.

УДК 744(075.8)

ББК 32.973я73

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-534-14168-9

© Кувшинов Н. С., 2021

© ООО «Издательство Юрайт», 2022

Оглавление

Предисловие	7
Тема 1. Особенности установки и запуска программы nanoCAD Механика 20.1	11
1.1. Установка программы	11
1.2. Запуск программы.....	11
1.3. Ленточный интерфейс программы и его структура.....	16
1.4. Общий подход к вызову исполняющих команд.....	17
1.5. Общий подход к отмене и возврату действия команд при помощи панели быстрого доступа	19
1.6. Общий подход к изменению основных настроек рабочего окна....	20
1.7. Настройка отображения невидимых линий в 3D-моделях изделий	22
1.8. Общий подход к использованию справочной системы.....	23
1.8.1. Получение сведений о системе и о программе	23
1.8.2. Встроенный справочник.....	24
1.8.3. Быстрый способ получения сведений о работе с любыми командами	25
1.9. Мгновенное переключение интерфейсов программы.....	26
Тема 2. Создание 3D-моделей деталей и изделий на основе параметрического моделирования.....	28
2.1. Основы параметрического моделирования. Преимущества, недостатки и перспективы	28
2.2. Создание 3D-моделей узлов трубопроводов на основе стандартных 3D-параметрических моделей деталей и их редактирование	32
2.3. Создание 3D-моделей сборочных единиц на основе стандартных 3D-параметрических моделей деталей и их редактирование	39
Тема 3. Создание 3D-моделей деталей и изделий на основе прямого моделирования	46
3.1. Создание рабочей среды для 3D-моделирования. Вариант № 1	46
3.2. Создание 3D-моделей деталей на основе 3D-примитивов.....	47
3.3. Редактирование 3D-примитивов с помощью интеллектуальных ручек	51
3.4. Создание 3D-моделей деталей на основе плоских контуров и команд 3D-моделирования.....	52
3.5. Создание 3D-моделей деталей на основе нескольких 3D-тел	57

3.6. Повышение наглядности 3D-моделей деталей и их осмотр.....	65
3.7. Создание 3D-моделей деталей на основе отсканированных 2D-чертежей деталей	66
3.7.1. Создание 3D-модели детали «Гайка»	68
3.7.2. Создание 3D-модели детали «Наконечник»	76
3.8. Создание 3D-моделей пружин сжатия	85
3.9. Создание 3D-моделей резьбы на поверхностях 3D-моделей деталей	90
3.9.1. Общие положения.....	90
3.9.2. Создание и редактирование 3D-моделей резьбы на наружных поверхностях 3D-моделей деталей	91
3.9.3. Создание и редактирование 3D-модели резьбы в сквозном отверстии 3D-модели детали.....	99
3.10. Создание 3D-модели простейшего резьбового соединения деталей.....	102
3.11. 3D-моделирование на основе использования ряда других компонентов рабочей среды. Вариант № 2	103
3.11.1. Интерфейсный инструмент Локатор	104
3.11.2. Интерфейсный инструмент Блок управления видами	104
3.11.3. Функциональная панель История 3D Построений	105
3.11.4. Совместное использование Локатора и функциональной панели История 3D Построений	106
3.11.5. Функциональная панель Свойства	107
3.11.6. Пример создания 3D-модели детали «Основание»	115

Тема 4. Создание 2D-моделей деталей на основе 3D-моделей деталей 126

4.1. Общий алгоритм создания 2D-видов, 2D-проекций и 2D-разрезов деталей	126
4.2. Создание 2D-разрезов с учетом требований ЕСКД	129
4.3. Примеры создания 2D-видов, 2D-проекций, 2D-разрезов и аксонометрических проекций деталей и резьбовых соединений	131
4.3.1. Пример 1. Деталь «Гайка»	131
4.3.2. Пример 2. Деталь «Наконечник»	132
4.3.3. Пример 3. Комбинированный способ создания четвертного выреза в аксонометрических проекциях 3D-моделей деталей.....	133
4.3.4. Пример 4. Резьбовое соединение деталей	135
4.4. Оценка точности построения 3D-моделей резьбовых соединений деталей.....	137
4.5. Создание 2D-видов и 2D-проекций элементов изделий, образованных несколькими поверхностями.....	141
4.5.1. Пример 1. Пересекающиеся поверхности пирамиды и призмы	141
4.5.2. Пример 2. Пересекающиеся поверхности конуса и призмы....	141
4.5.3. Пример 3. Пересекающиеся поверхности конуса и сферы	142

Тема 5. Оформление 2D-чертежей деталей и 2D-чертежей изделий.....	143
5.1. Автоматизированная вставка форматов. Заполнение основной надписи на чертежах.....	143
5.2. Выполнение и редактирование текстовых надписей на чертежах.....	147
5.3. Простановка и редактирование размеров на чертежах.....	149
5.4. Простановка и редактирование знаков шероховатости поверхности на чертежах.....	157
5.5. Простановка выносок на чертежах.....	160
5.6. Простановка разрезов и сечений на чертежах.....	162
5.7. Выполнение местных разрезов и штриховки на чертежах	166
5.8. Простановка выносных видов на чертежах.....	170
5.9. Автоматизированная вставка и заполнение спецификаций сборочных чертежей изделий	173
Тема 6. Сквозные примеры выполнения чертежей сборочной единицы «Головка волномера» по технологии «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж»	184
6.1. Создание 3D-модели сборочной единицы	185
6.2. Создание 2D-модели сборочной единицы	186
6.3. Создание 2D-чертежа сборочной единицы	187
6.4. Варианты создания аксонометрической проекции сборочной единицы и вставки ее на поле чертежа.....	195
6.5. Вывод чертежа и спецификации сборочной единицы на печать	205
6.5.1. Способ № 1. Вывод чертежа и спецификации на печать из пространства Модели.....	206
6.5.2. Способ № 2. Вывод чертежа на печать комбинированным способом «пространство Модели — пространство Листа»	208
Тема 7. Дополнительные режимы и средства программы	212
7.1. Проверка и исправление ошибок в текстовых надписях на чертежах.....	212
7.2. Проверка внесенных изменений в чертежах.....	214
7.3. Изолирование объектов на чертежах.....	216
7.4. Изменение прозрачности 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий на чертежах.....	220
7.5. Автоматизированная вставка спецификаций, встраиваемых в сборочные чертежи изделий.....	224
7.6. Использование клавиатурных сокращений	228
Заключение.....	231
Библиографический список	233

Предисловие

Рассматриваемая ниже программа nanoCAD Механика 20.1 является одним из модулей «Инженерной экосистемы nanoCAD Plus 20», а после установки может рассматриваться как отдельная, самостоятельная программа. По характеристикам nanoCAD представляет собой универсальный векторный редактор, а также графическую платформу для ряда вертикальных приложений системы автоматизированного проектирования (САПР).

Данная разработка и ее название принадлежат российской компании АО «Нанософт» (www.nanocad.ru) и является актуальной на начало 2021 г.

Программа nanoCAD Механика 20.1 предоставляет широкие возможности для автоматизации проектно-конструкторских работ в машиностроительной и других отраслях промышленности. Она обладает обширным функционалом для проектирования, выполнения инженерных и некоторых технологических расчетов, а также оформления 2D-чертежей в строгом соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

nanoCAD Механика 20.1 может применяться и как дополнение к любой системе трехмерного проектирования для оформления проекций 3D-видов по ЕСКД, и в качестве самостоятельной системы для проектирования и выпуска документации.

Добавленные модули трехмерного проектирования и двумерных параметрических зависимостей позволяют создавать трехмерные детали и сборочные единицы с помощью привычных инструментов проектирования.

Полное соответствие программы стандартам ЕСКД позволяет решать подавляющее большинство задач при выпуске проектно-конструкторской документации.

Все детали общей конструкторско-технологической базы являются параметрическими и объектно-зависимыми. При изменении параметров одной детали все связанные с ней объектно-зависимые детали изменяются автоматически, причем в соответствии с их значениями в базе. Такая технология — мощный инструмент многовариантного проектирования, залог повышения качества выпускаемых проектов.

Программа проста и понятна в освоении. Приступить к ее использованию можно буквально сразу после ее установки.

Следует отметить, что программа имеет самый популярный в мире инженерного проектирования формат программы .dwg, учитывает отечественные стандарты ЕСКД, ее стоимость ниже отечественных [15] и зарубежных аналогов [8, 18, 19], она включена в реестр Минкомсвязи России в качестве замены иностранных систем автоматизированного проектирования (САПР).

Основы работы с программой nanoCAD изложены в версиях nanoCAD Plus 8.0 [17] и nanoCAD Plus 8.5 [7], а дальнейшее развитие нашло отражение в работах автора nanoCAD PLUS 10 [14] и nanoCAD Механика [12, 13].

В настоящее время все более востребованной становится технология получения чертежей «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж», реализация которой в кратком виде ранее была приведена в работах автора [12—14] и которая требует дальнейшего расширения и систематизации.

Для решения этих вопросов на примерах рассмотрено: создание 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий на основе методов параметрического и прямого моделирования; создание 3D-моделей пружин сжатия; создание 3D-моделей деталей на основе отсканированных 2D-чертежей; создание 3D-моделей резьбы и 3D-модели резьбового соединения с оценкой точности их моделирования; создание 2D-моделей деталей на основе 3D-моделей деталей. Приведен сквозной пример создания, оформления и вывода на печать чертежа сборочной единицы «Головка волномера» по технологии «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж» с вариантами аксонометрических проекций изделия и вставки их в чертежи. Уделено внимание дополнительным режимам и средствам программы nanoCAD Механика 20.1. Даны ссылки в Internet на видеоуроки и вебинары по nanoCAD.

Приведенные в курсе примеры выполнения 3D-моделей деталей и 2D-чертежей, современная технология получения чертежей «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж», а также методический подход к их выполнению показали простоту и доступность реализации программы nanoCAD Механика на практике. Это позволяет внедрить отечественную программу nanoCAD Механика в учебный курс «Компьютерная графика» вузов для технических специальностей как самостоятельную вместо используемой в них отечественной программы КОМПАС [15], а также зарубежных программ AutoCAD [8], SolidWorks [18] и Autodesk Inventor [19].

После изучения учебного курса «Компьютерная графика» по данному учебному пособию совместно с предыдущими работами автора [12—14] студент (согласно требованиям Федерального государ-

ственного образовательного стандарта высшего профессионального образования ФГОС ВО 3++) должен обладать определенными компетенциями:

1) готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;

2) способностью и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией;

3) способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики;

4) способностью графически отображать геометрические образы деталей и изделий.

В результате изучения учебного курса «Компьютерная графика» студент должен:

знать

- правила выполнения чертежей деталей, сборочных единиц и элементов конструкций;

- требования стандартов ЕСКД к оформлению и составлению чертежей;

- методы решения инженерно-геометрических задач на чертеже;

уметь

- анализировать и моделировать форму предметов по их чертежам;

- строить и читать чертежи;

- решать инженерно-геометрические задачи на чертеже;

- применять нормативные документы и государственные стандарты, необходимые для оформления чертежей и другой конструкторско-технологической документации;

- самостоятельно пользоваться учебной и справочной литературой, а также программой nanoCAD Механика;

владеть

- навыками выполнения и оформления конструкторской документации на детали и изделия в соответствии со стандартами ЕСКД;

- навыками применения 2D- и 3D-компьютерных технологий для построения 2D-чертежей и 3D-моделей деталей.

Курс предназначен для студентов технических специальностей вузов, изучающих учебный курс «Компьютерная графика», может быть рекомендован для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений, а также для конструкторов и технологов различных компаний, интересующихся отечественными САПР-платформами.

Автор выражает особую признательность Савинкову Сергею Витальевичу (savinkov@normasoft.com) директору дилерского центра «Нормасофт» (г. Челябинск) компании «Нанософт» (г. Москва) за помощь и консультации по работе с САПР-платформой nanoCAD, а также за его искреннюю заинтересованность в продвижении и внедрении программы nanoCAD Механика, включая учебный процесс.

Тема 1

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ И ЗАПУСКА ПРОГРАММЫ NANOCAD МЕХАНИКА 20.1

1.1. Установка программы

Особенностью программы является наличие в составе дистрибутива nanoCAD Plus 20.1 двух модулей nanoCAD СПДС и nanoCAD Механика.

Поскольку далее будет рассматриваться только работа в программе nanoCAD Механика 20.1, то для ее установки сначала **ЛК**¹ снимают «галочку» с Модуля nanoCAD СПДС (рис. 1.1), а затем **ЛК** на кнопке **Далее** (см. рис. 1.1) продолжают установку программы до ее завершения.

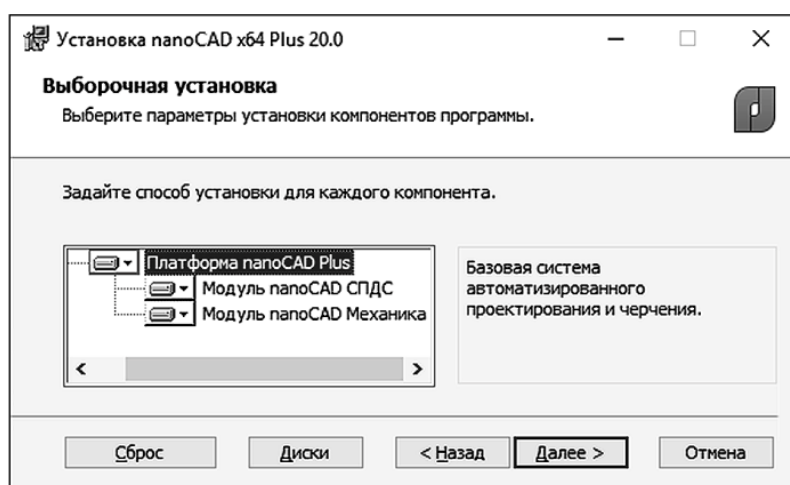


Рис. 1.1. Окно «Установка nanoCAD x 64 Plus 21.0»

1.2. Запуск программы

После завершения установки программы ее запуск осуществляют одним из стандартных для Windows способов:

¹ Здесь и далее в тексте: **ЛК** — щелчок левой кнопкой мыши, **ПК** — щелчок правой кнопкой мыши.

- 1) последовательными ЛК на кнопке **Пуск** и соответствующей строке выпадающего меню (рис. 1.2);
- 2) двумя быстрыми ЛК на **ярлыке** соответствующей программы, расположенной на рабочем столе Windows (рис. 1.3).

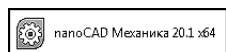


Рис. 1.2. Строка выпадающего меню
nanoCAD Механика 20.1x64



Рис. 1.3. Ярлык программы nanoCAD
Механика 20.1x64

После запуска программы на экране монитора появляется «Окно приветствия» с вкладками (рис. 1.4).

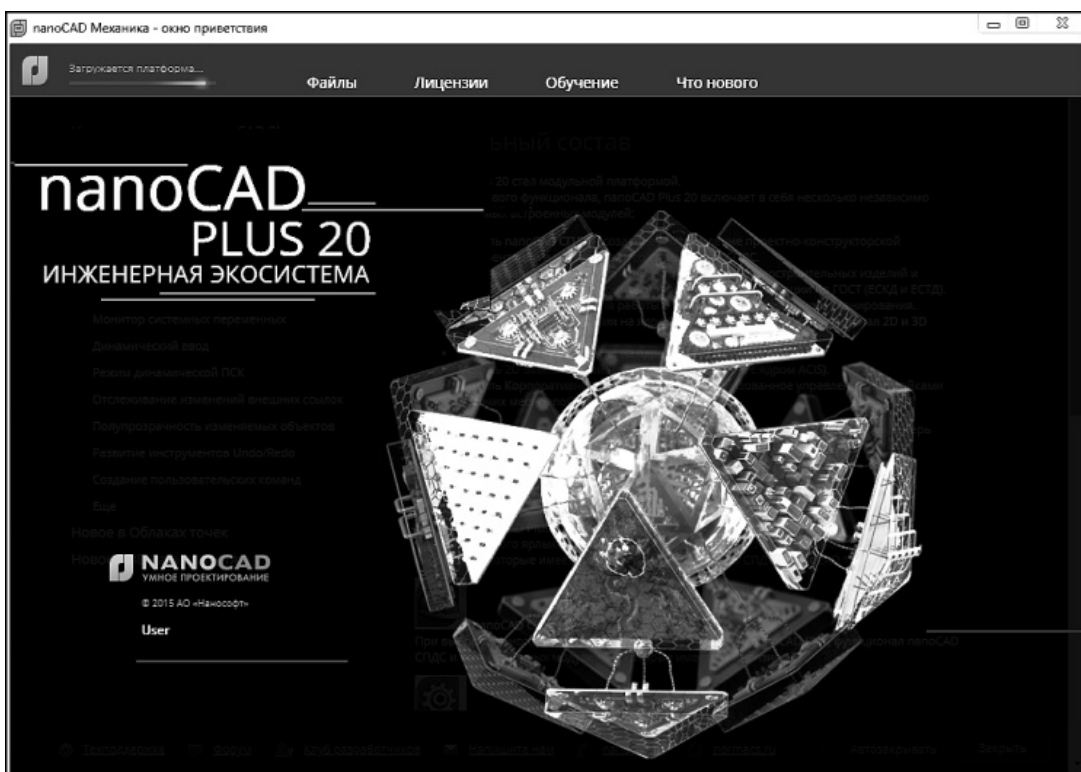


Рис. 1.4. «Окно приветствия» с вкладками

Через непродолжительное время появляется само рабочее окно программы, а на его фоне «Окно приветствия» с теми же вкладками (рис. 1.5).

Если ЛК активировать любую из вкладок, то «Окно приветствия» видоизменяется (рис. 1.6).

Пользователям предоставляется несколько вариантов работы с «Окном приветствия», некоторые из них приводятся ниже.

Открытием ЛК вкладки «Файлы» (рис. 1.7) и дальнейшими ЛК на кнопках «Новый документ» или «Открыть» соответственно создают новый документ либо открывают необходимые документы.

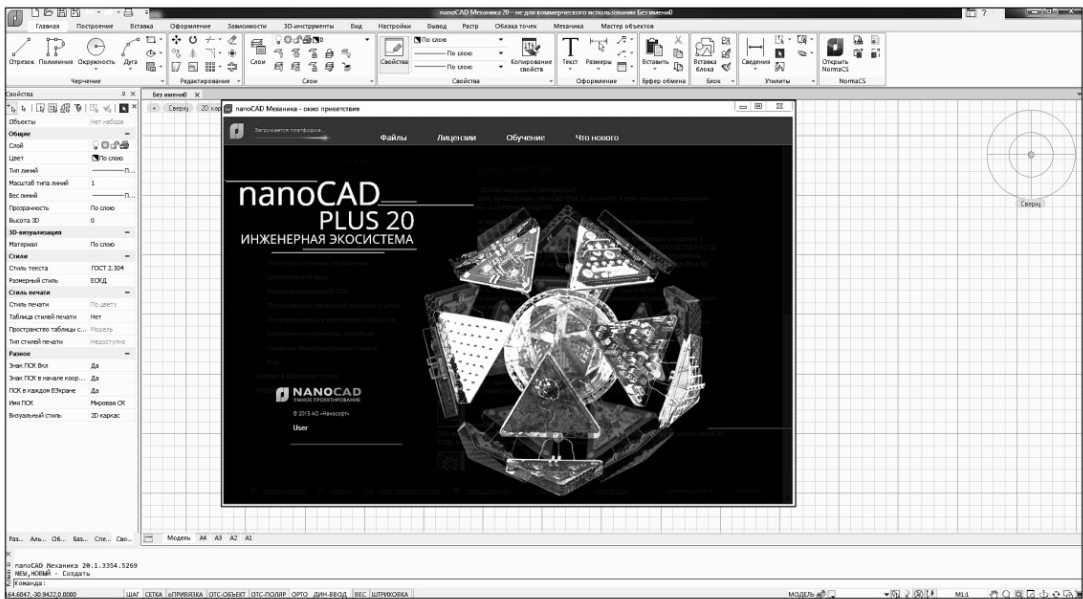


Рис. 1.5. «Окно приветствия» на фоне рабочего окна программы

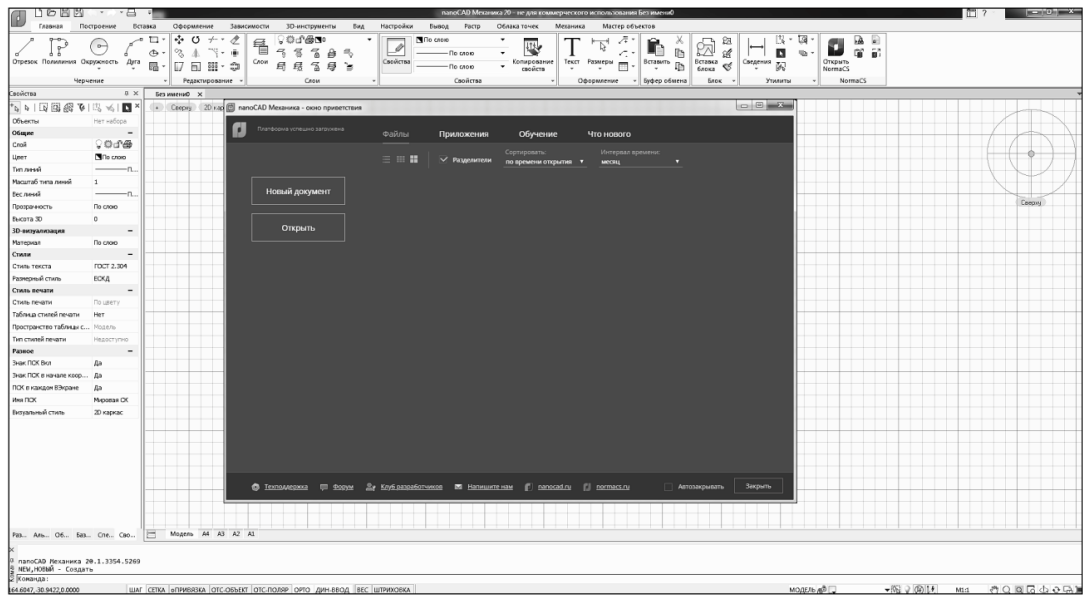


Рис. 1.6. Видоизмененное «Окно приветствия» в рабочем окне программы

Открытием ЛК вкладки «Приложения» (рис. 1.8) и дальнейшими ЛК на кнопках ЛК «Меню» получают подробную информацию о соответствующих модулях программы.

Открытием ЛК вкладки «Обучение» (рис. 1.9) и дальнейшими ЛК на кнопках соответствующих разделов получают начальную информацию о работе программы.

Открытием ЛК вкладки «Что нового» (рис. 1.10) и дальнейшими ЛК на кнопках соответствующих разделов получают информацию о новой архитектуре программы, ее новом функционале и т. д.

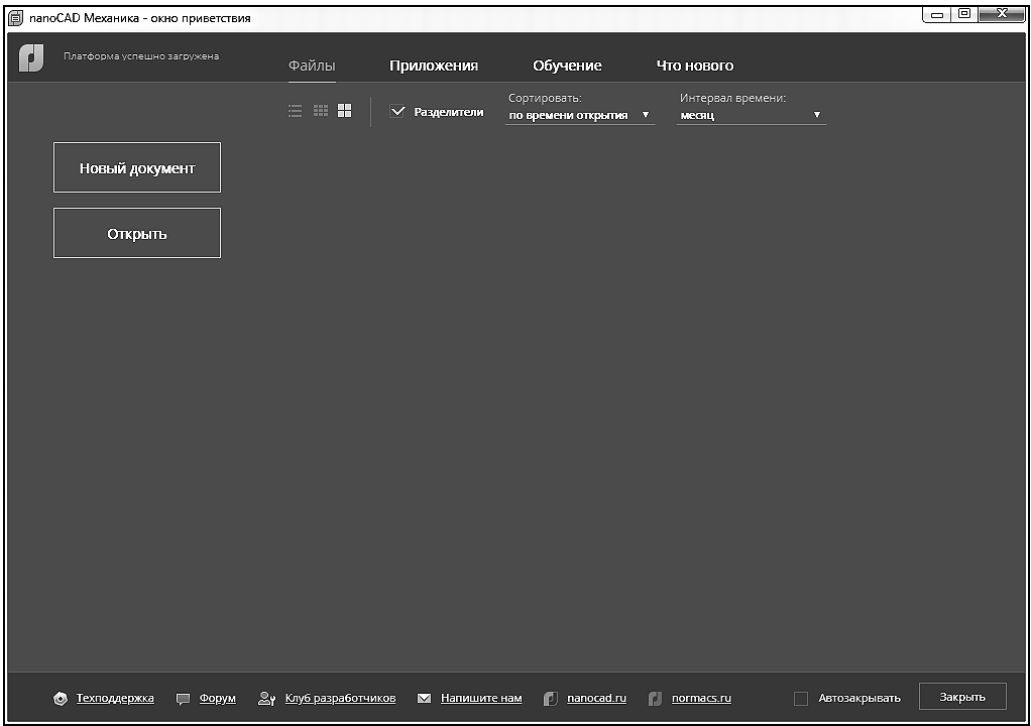


Рис. 1.7. Вкладка «Файлы» в «Окне приветствия»

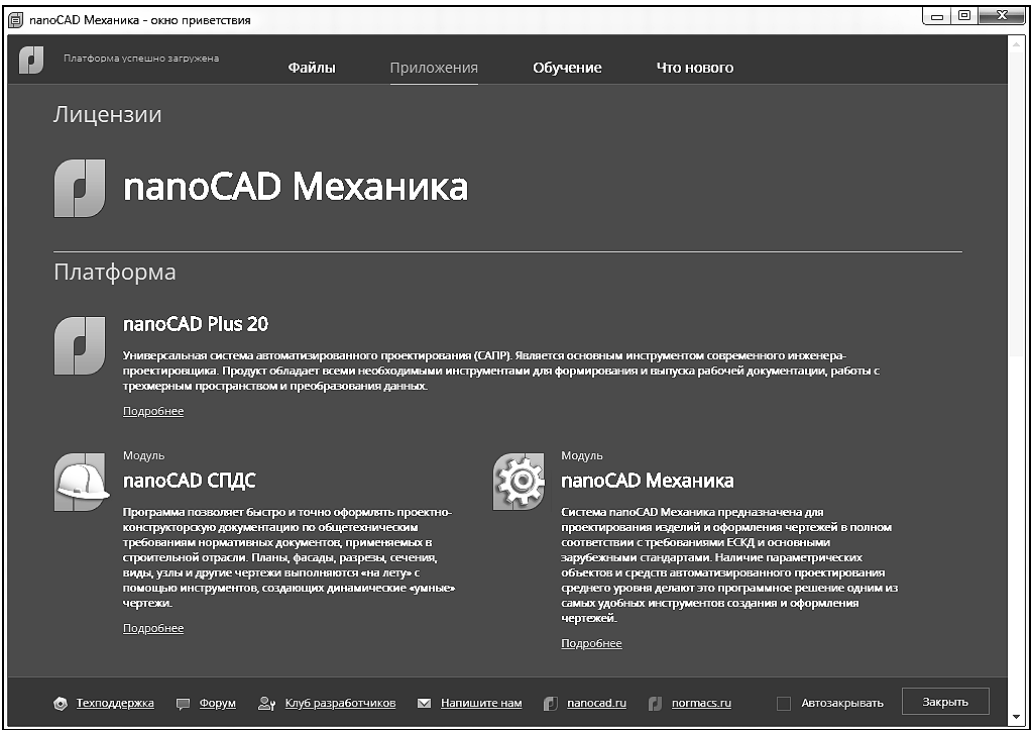


Рис. 1.8. Вкладка «Приложения» в «Окне приветствия»

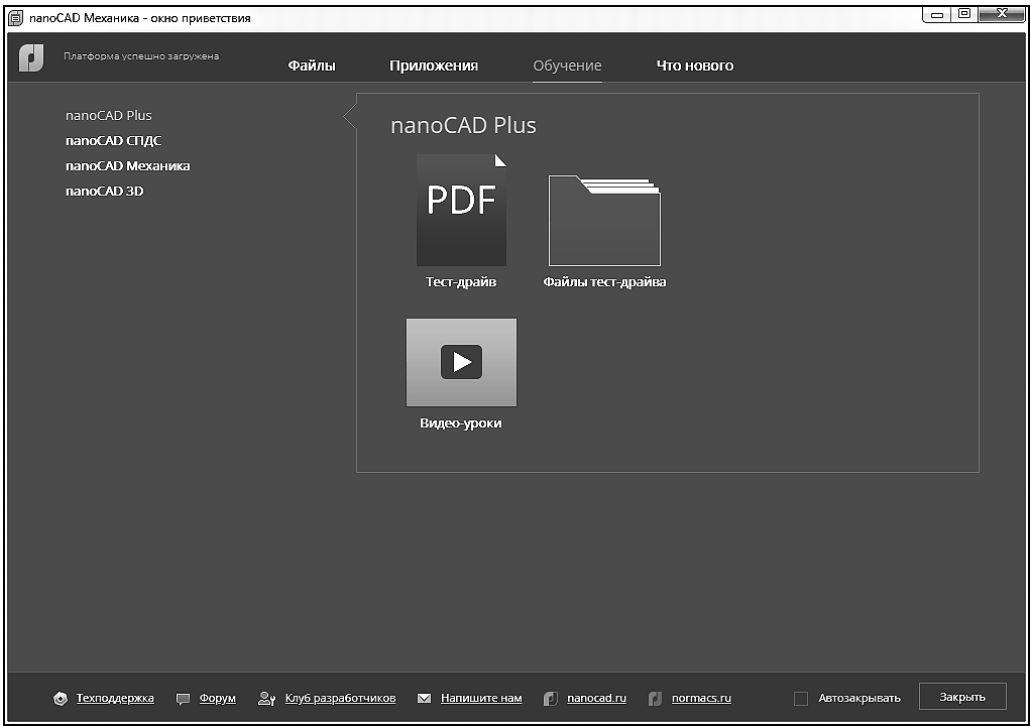


Рис. 1.9. Вкладка «Обучение» в «Окне приветствия»



Рис. 1.10. Вкладка «Что нового» в «Окне приветствия»

1.3. Ленточный интерфейс программы и его структура

В дальнейшем пользователям предоставляются следующие варианты продолжения работы: 1) ЛК на знаке «крестик» в верхнем правом углу закрывают «Окно приветствия» (см. рис. 1.6) — на экране монитора остается рабочее окно программы nanoCAD Механика 20.1 с ленточным интерфейсом (рис. 1.11), при этом каждый новый запуск программы начинается с появления «Окна приветствия»; 2) ЛК устанавливают «галочку» рядом с кнопкой **Автозакрывать**, а ЛК на кнопке **Закрывать** закрывают «Окно приветствия» (см. рис. 1.6) — на экране монитора остается рабочее окно программы nanoCAD Механика 20.1 с ленточным интерфейсом (см. рис. 1.11).

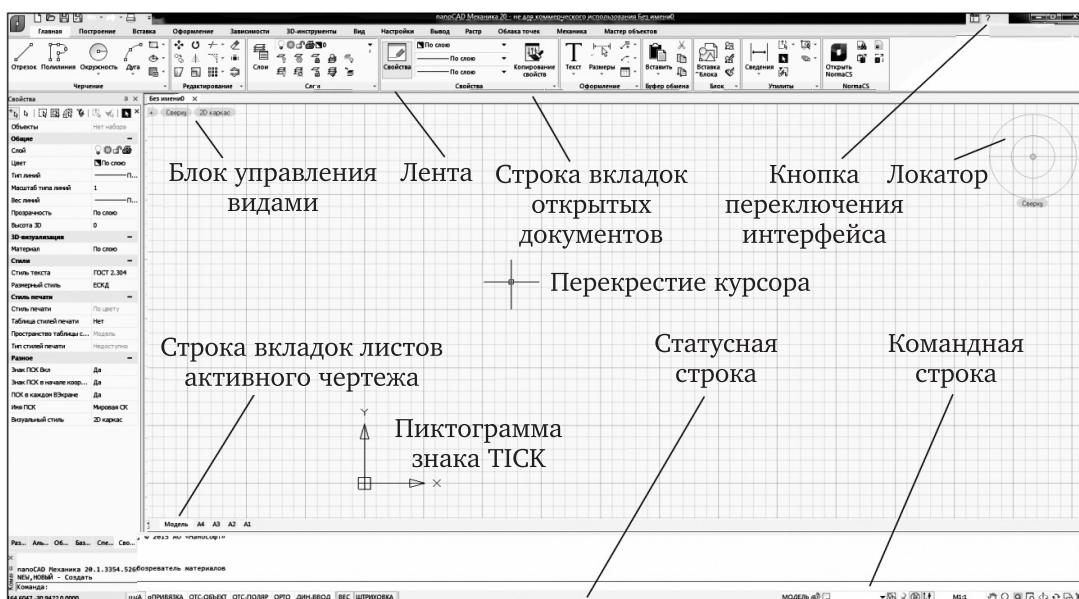


Рис. 1.11. Рабочее окно программы с ленточным интерфейсом

Примечание. «Окно приветствия» (см. рис. 1.6) не будет появляться на экране монитора при следующих запусках программы, если пользователь не производил ЛК в нем никаких действий.

Лента — набор вкладок с компактно сгруппированными элементами управления и инструментами для выполнения и редактирования 3D-моделей и 2D-чертежей (рис. 1.12). По умолчанию лента расположена в верхней части рабочего окна nanoCAD Механика 20.1 (см. рис. 1.11).

Вкладки — строки с заголовками в верхней части ленты. Заголовки вкладок имеют следующие названия: «Главная», «Построение», «Вставка», «Оформление», «Зависимости», «3D-инструменты», «Вид» и т. д.

Выбор необходимой вкладки осуществляют ЛК на ее заголовке (см. рис. 1.12), при этом общий вид ленты изменяется. Каждая из вкладок содержит сгруппированные инструменты для решения определенного типа задач. На каждой вкладке элементы разделены на группы.

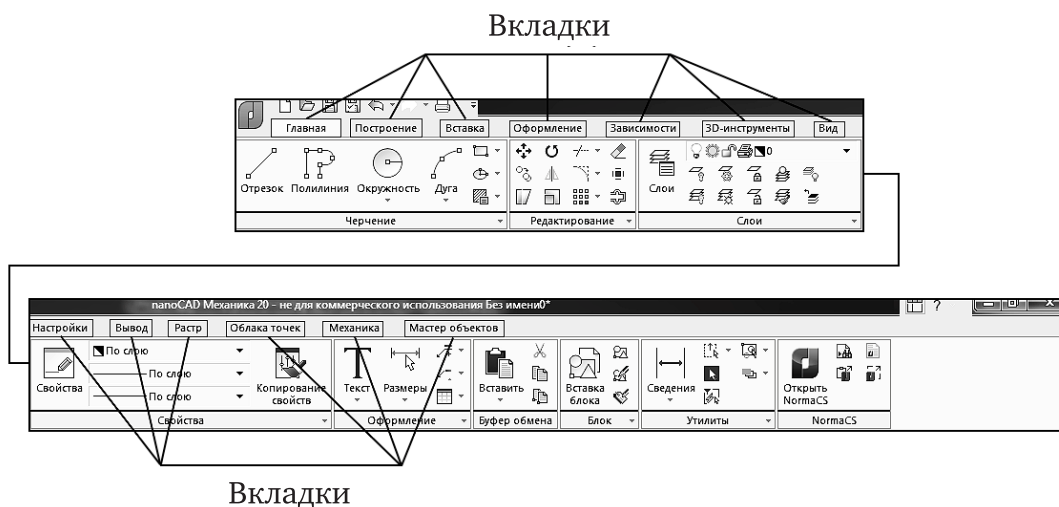


Рис. 1.12. Лента

Группы — наборы сходных по функциональному назначению команд. Названия групп расположены в нижней части ленты (см. рис. 1.12), а ЛК на стрелке в названии группы разворачивают существующие в ней элементы (рис. 1.13).



Рис. 1.13. Пример разворачивания группы Редактирование на вкладке «Главная»

1.4. Общий подход к вызову исполняющих команд

После открытия рабочего окна и отключения сетки нажатием на клавиатуре клавиши **F7** вызов любых команд осуществляют ЛК на иконке с изображением **команды** на соответствующей **вкладке ленты** (например, рис. 1.14 и 1.15) или вводом названия команды с клавиатуры в командной строке (например, см. рис. 1.14 и 1.15).

Дальнейшее выполнение любых команд зависит от ответа пользователя на вопросы программы в командной строке (**Команда:**):

1) отвечают на представленные вопросы вводом с клавиатуры соответствующих числовых значений, или текстовых сообщений, или указанием ЛК соответствующих точек, а далее подтверждают ввод нажатием на клавиатуре клавиши **Enter** или **ПК** (например, см. рис. 2.3 и 2.4); 2) соглашаются с предложенным вариантом и подтверждают согласие нажатием на клавиатуре клавиши **Enter** или **ПК**; 3) отказываются от любого запроса или вводимого ответа, подтверждая отказ нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.



Рис. 1.14. Пример выбора и исполнения команды Полилиния из группы Черчение на вкладке «Главная»

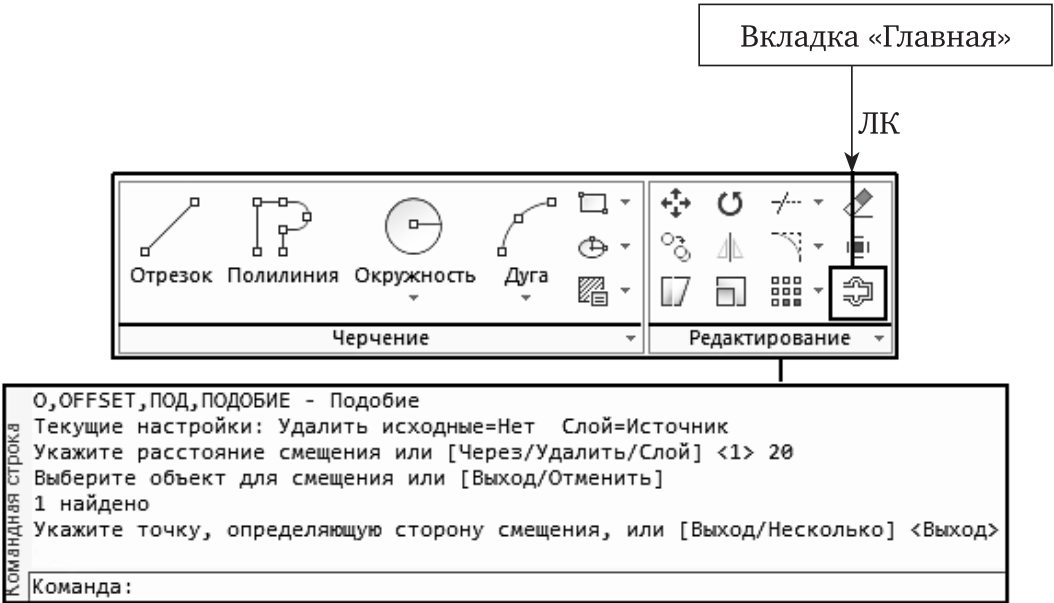


Рис. 1.15. Пример выбора и исполнения команды Подобие из группы Редактирование на вкладке «Главная»

1.5. Общий подход к отмене и возврату действия команд при помощи панели быстрого доступа

Отмену и возврат действия команд обычно осуществляют нажатием на клавиатуре комбинации клавиш соответственно **Ctrl + Z** и **Ctrl + Y**.

Помимо этого, в программе **naпoCAD Механика 20.1** появились **новые возможности**: 1) после сохранения документа остается возможность отмены выполненных действий; 2) списки команды Отмена/Повтор (Undo/Redo) стали интерактивными — при перемещении курсора по соответствующему списку стало возможным наблюдение за результатами отмены в поле чертежа; 3) при отмене команд навигации появилась возможность включать в список отмены/восстановления: а) операции 2D-навигации: панорамирование и зуммирования; б) операции 3D-навигации: команды орбиты, обход, облет, использование Локатора. Кроме того, операции 3D- и 2D-навигации можно объединить в одно действие по отмене.

Реализация **новых возможностей программы** основана на использовании **Панели быстрого доступа** (рис. 1.16).

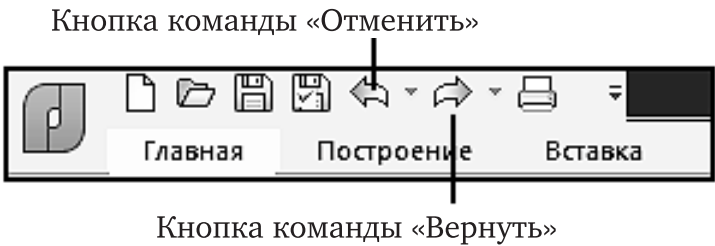


Рис. 1.16. Панель быстрого доступа

На рис. 1.17...1.20 приведены примеры последовательной работы с командами **Отменить** и **Вернуть**.



Рис. 1.17. Схема активации команды **Отменить** на Панели быстрого доступа:
а — исходный чертеж; б — раскрывающийся список с объектами чертежа для отмены действий



Рис. 1.18. Пример наглядных действий при активации команды **Отменить**:
 а — выбор объектов чертежа из раскрывающегося списка для отмены действий; б — результат отмены действий шести команд на чертеже

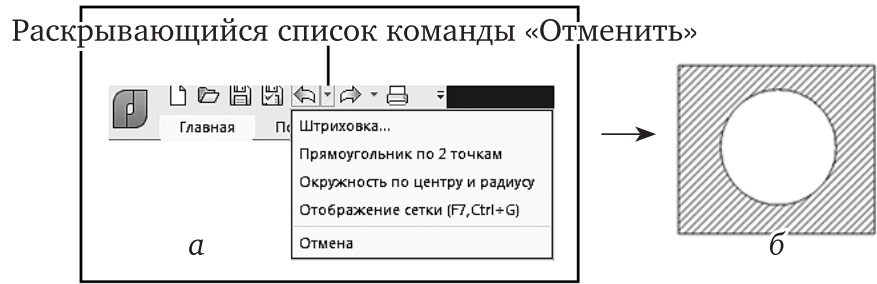


Рис. 1.19. Пример наглядного состояние после применения команды **Отменить**:
 а — раскрывающийся список команды **Отменить**;
 б — результат отмены действия шести команд на чертеже



Рис. 1.20. Пример наглядных действий при активации команды **Вернуть**:
 а — выбор объектов чертежа из раскрывающегося списка для возврата действий; б — результат возврата действий двух команд на чертеже

1.6. Общий подход к изменению основных настроек рабочего окна

При необходимости, после открытия рабочего окна программы (см. рис. 1.11), изменяют основные настройки рабочего окна в соот-

ветствующих папках: 1) ЛК в ленте на вкладке «Настройки» (рис. 1.21); 2) ЛК на иконке команды **Настройки программы** из группы Адаптация (см. рис. 1.21); 3) в открывающемся диалоговом окне **Настройки** (рис. 1.22) в соответствующих папках изменяют основные настройки рабочего окна.

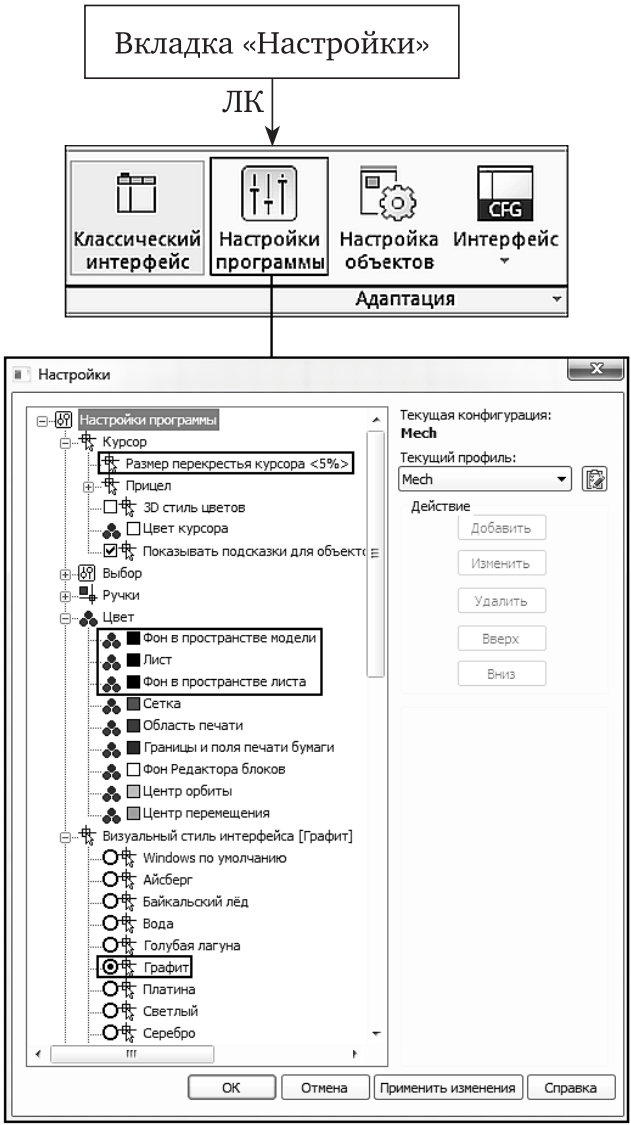


Рис. 1.21. Общая схема доступа к диалоговому окну Настройки

Например, в диалоговом окне **Настройки** (см. рис. 1.22) изменяют: 1) размер перекрестия курсора с 5 % на **100 %** (см. рис. 1.22); 2) цвет в пространстве модели, листов, фона в пространстве листа с темного — на **белый**, визуальный стиль Графит — на **Светлый** (см. рис. 1.22); 3) ЛК на кнопке **Применить изменения** и ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Настройки** (см. рис. 1.22).

Внесенные изменения представлены на рис. 1.22¹.

¹ Данные настройки являются личным предпочтением автора и не являются обязательными для всех пользователей программы.

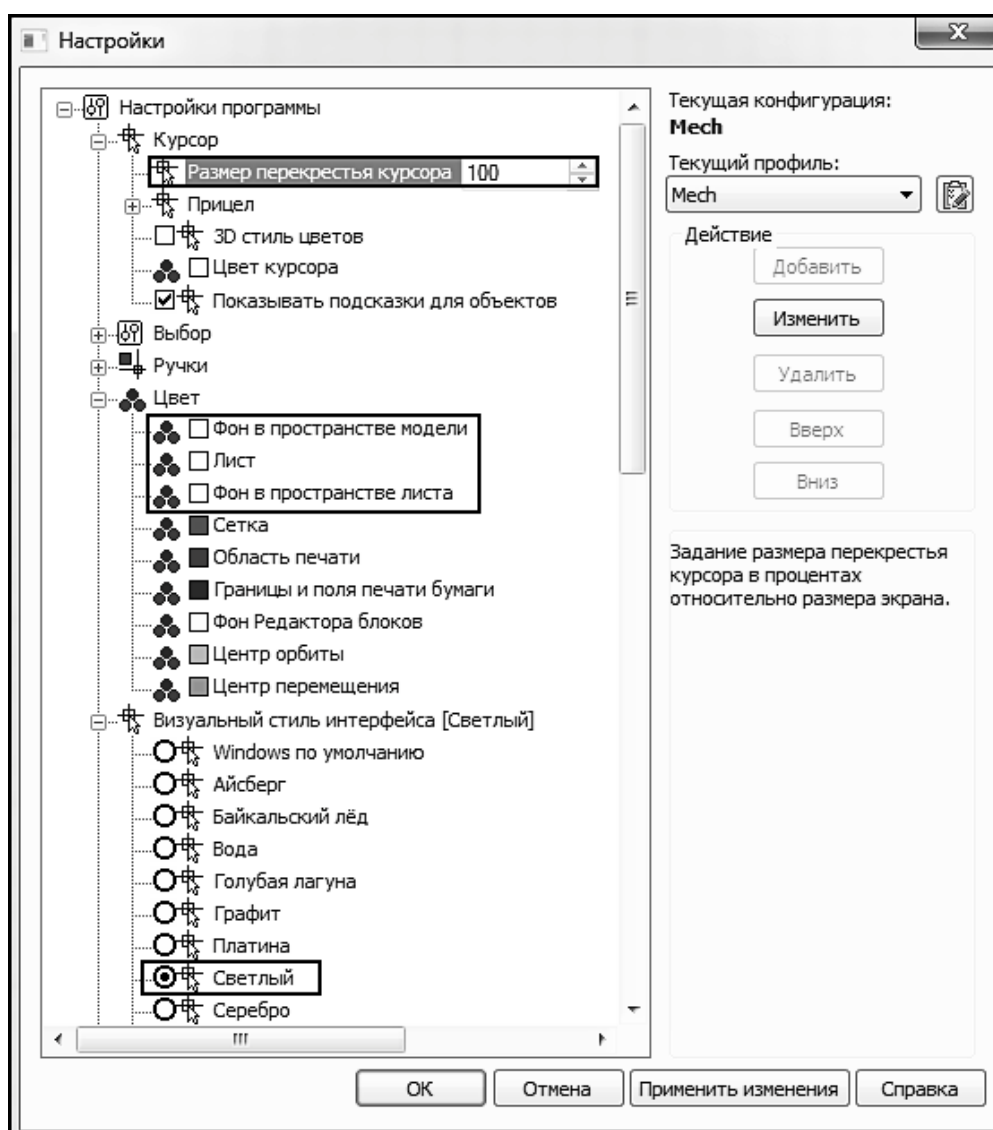


Рис. 1.22. Диалоговое окно Настройки с внесенными изменениями

1.7. Настройка отображения невидимых линий в 3D-моделях изделий

Невидимые части проекций пересекающихся 3D-моделей изделий при необходимости изображают линиями невидимого контура [10].

Для этого изменяют основные настройки программы: 1) ЛК на вкладке «Настройки» из группы Адаптация (рис. 1.23); 2) ЛК на иконке инструмента **Настройка объектов** (см. рис. 1.23); 3) ЛК на вкладке «3D» в открывающемся диалоговом окне **Настройки nanoCAD Механика** (см. рис. 1.24); 4) двойной ЛК на папке **Настройки 2D Видов** (см. рис. 1.24); 5) двойной ЛК на папке **Невидимые линии** (см. рис. 1.24); 6) ЛК ставят «галочку» на строке **Показать на видах** (см. рис. 1.24); 7) ЛК на кнопке **ОК** подтверждают выполненные настройки.

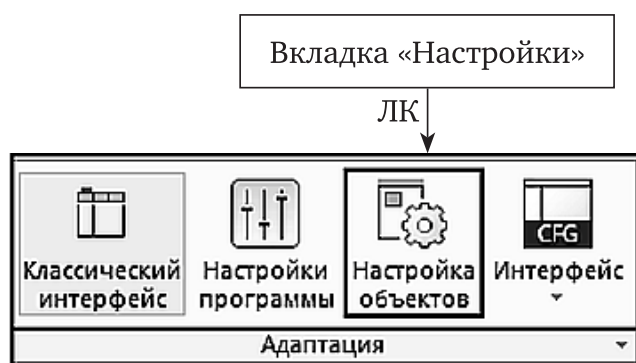


Рис. 1.23. Общая схема выбора инструмента Настройка объектов

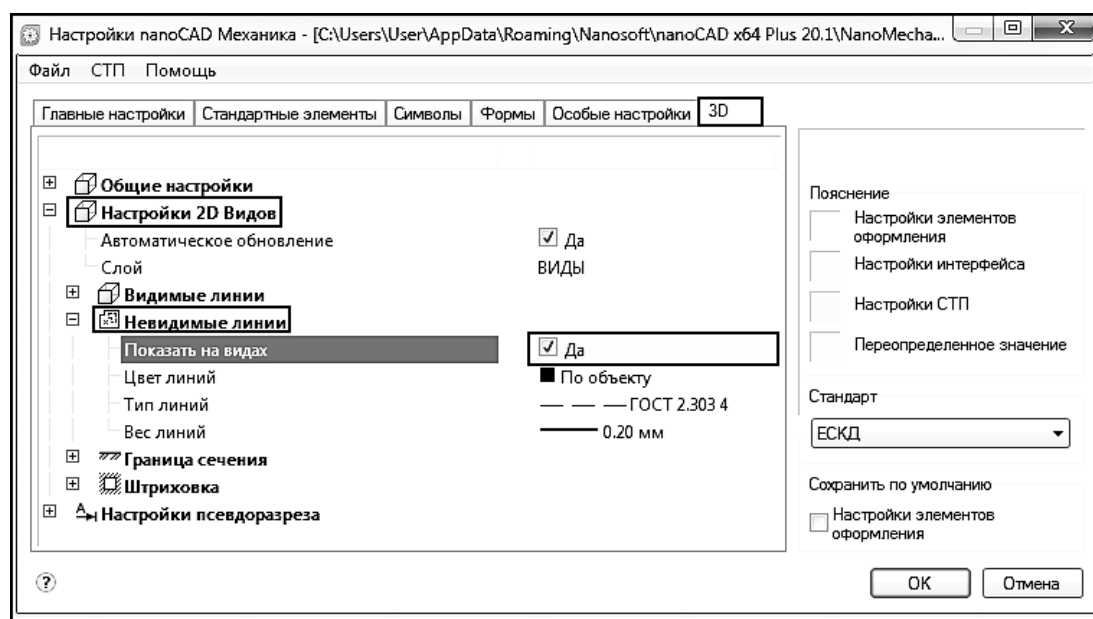


Рис. 1.24. Пример изменения основных настроек в диалоговом окне Настройки nanoCAD Механика

Важно знать!

Указанные выше настройки (см. рис. 1.24) необходимо выполнять перед постановкой и решением **каждой инженерной задачи**, в которой необходимо отображать невидимые части проекций пересекающихся 3D-моделей изделий.

1.8. Общий подход к использованию справочной системы

1.8.1. Получение сведений о системе и о программе

Общие сведения получают несколькими способами: 1) ЛК на значке вопрос (?) в верхнем правом углу рабочего окна (см. рис. 1.11) — диалоговое окно **Справка nanoCAD** (рис. 1.25, б); 2) ЛК на стрелке

в верхнем правом углу рабочего окна (см. рис. 1.11) — ЛК на строке выпадающих меню «Справка по программе» (рис. 1.25, а); 3) ЛК на строке выпадающих меню «О программе» (см. рис. 1.25, а) — появляется окно «О программе» (рис. 1.25, в).

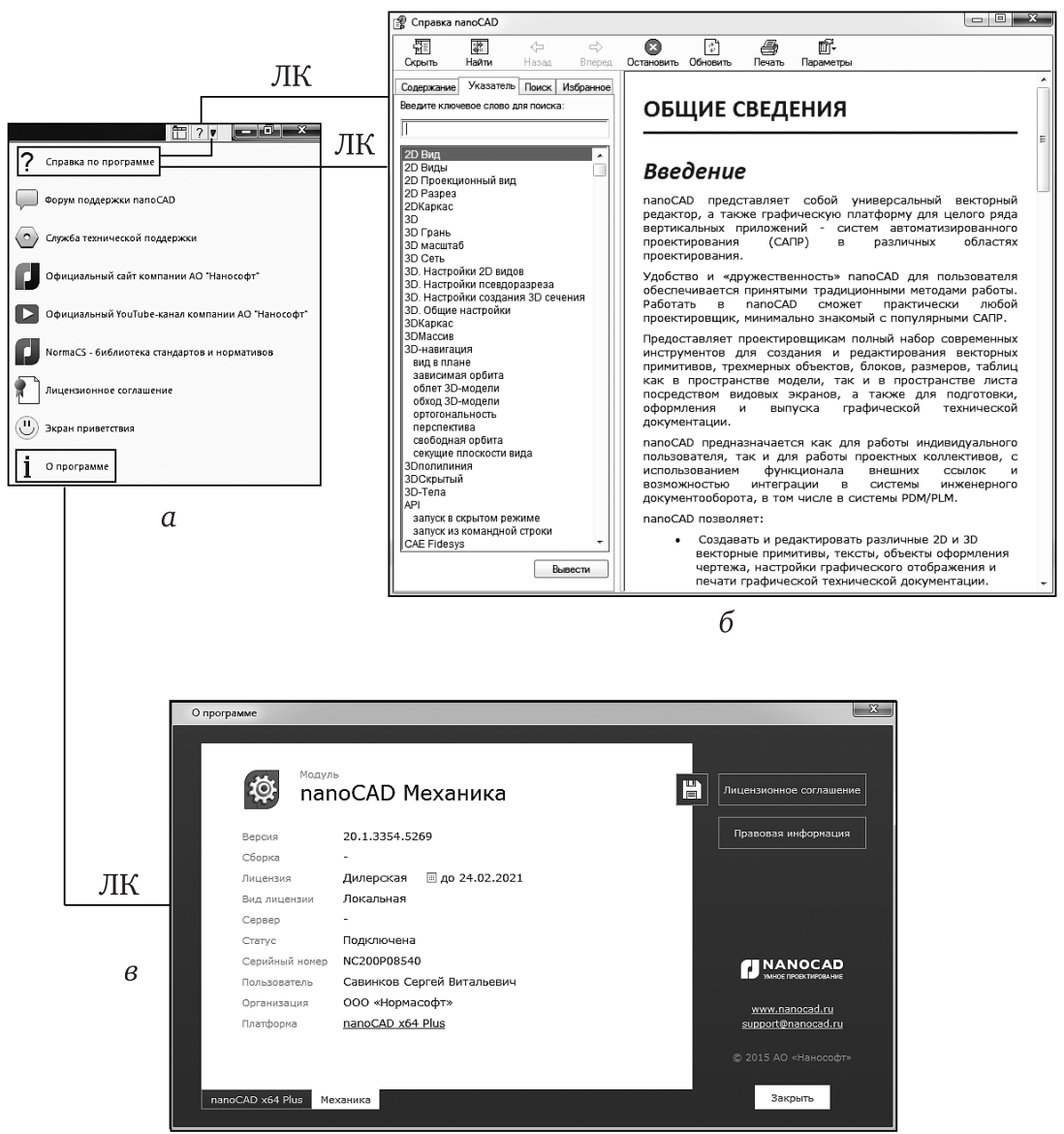


Рис. 1.25. Общая схема получения сведений о системе и о программе

1.8.2. Встроенный справочник

Нажатием на клавиатуре клавиши **F1** открывают диалоговое окно **Справка nanoCAD** (рис. 1.26). Вводят с клавиатуры название запрашиваемой команды в строке «Введите ключевое слово для поиска». ЛК на кнопка **Вывести** — в окне просмотра получают сведения об этой команде (рис. 1.27). ЛК на выбранных заголовках в окне «Пользовательский интерфейс nanoCAD» (см. рис. 1.26) получают сведения о его структуре.

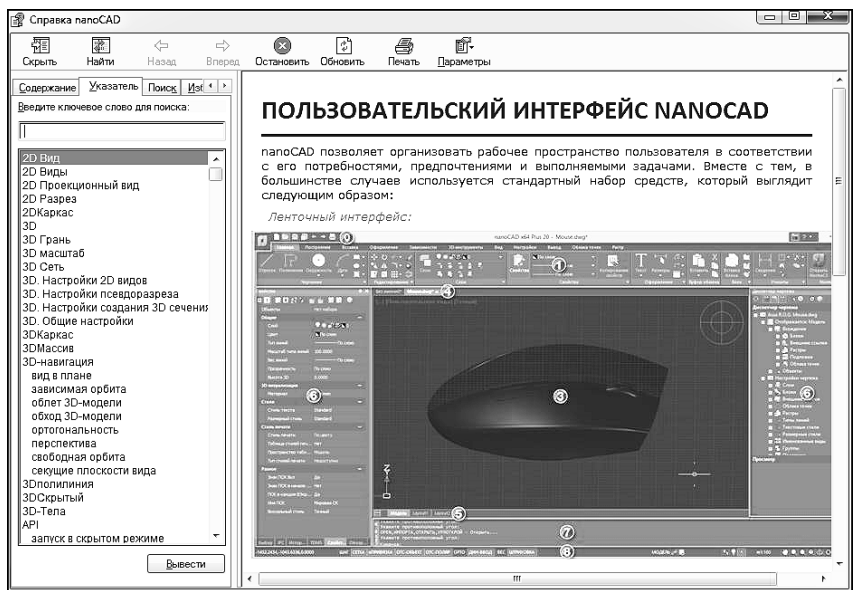


Рис. 1.26. Диалоговое окно Справка nanoCAD с пользовательским интерфейсом

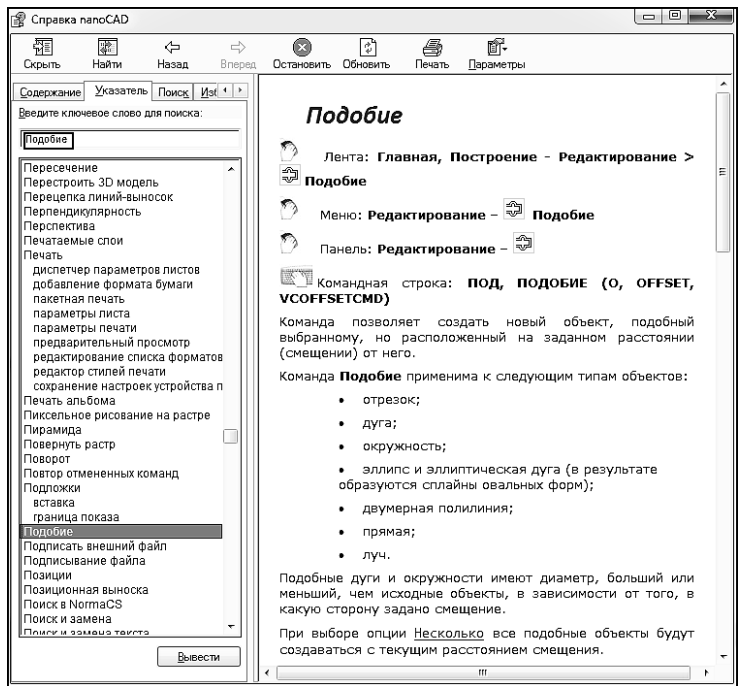


Рис. 1.27. Пример получения сведений о работе с командой Подобие

1.8.3. Быстрый способ получения сведений о работе с любыми командами

Для получения сведений о любых необходимых командах используют простой и удобный способ: 1) ЛК на необходимой вкладке (рис. 1.28); 2) ЛК на иконке необходимой команды (см. рис. 1.28); 3) нажимают клавишу **F1** — появляется диалоговое окно **Справка nanoCAD** с последовательностью действий и примерами выполнения указанной команды (см. рис. 1.28).

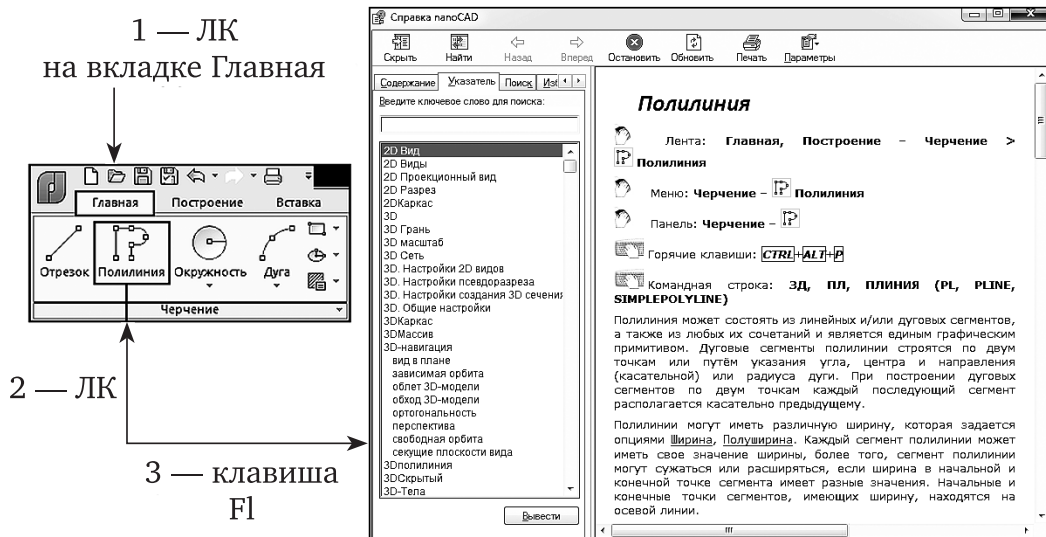


Рис. 1.28. Пример получения сведений о работе с командой Полилиния

1.9. Мгновенное переключение интерфейсов программы

Пользователям программы nanoCAD Механика 20.1 предоставляется возможность при работе с 3D-моделями деталей и 2D-чертежами деталей в любой момент времени производить мгновенное автоматическое переключение от «ленточного интерфейса к классическому» и от «классического интерфейса к ленточному».

Способ № 1. Переключение производят ЛК на кнопке **Лента** (рис. 1.29, а), расположенной в верхнем правом углу рабочего окна nanoCAD Механика 20.1 (см. рис. 1.11). Итог переключения — классический интерфейс программы (рис. 1.29, б).

Способ № 2. Переключение производят ЛК на иконке **Классический интерфейс** из группы Адаптация на вкладке «Настройки» (см. рис. 1.29, а). Итог переключения — классический интерфейс программы (см. рис. 1.29, б).

Важно знать!

При переключении интерфейсов конфигурация изображений, размеры, масштаб 3D-моделей деталей и 2D-чертежей деталей, выполненных в программе nanoCAD любых версий, не изменяются [12, 14].

Примечание. Дальнейшая работа в программе рассматривается с использованием ленточного интерфейса, за исключением параграфов темы 2.

После открытия рабочего окна nanoCAD Механика 20.1 переходят к поэтапному выполнению 2D-чертежей деталей и 2D-чертежей

изделий по современной технологии «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж».

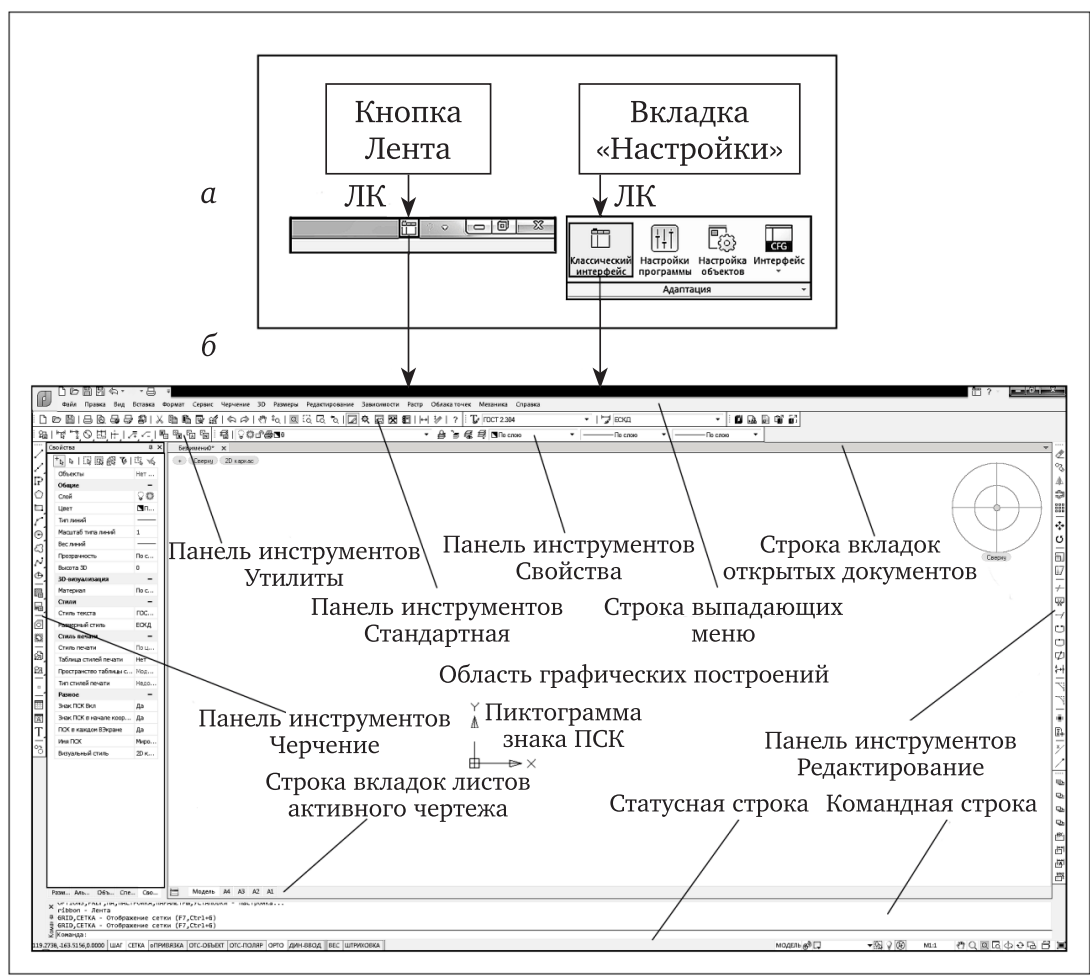


Рис. 1.29. Две общие схемы переключения ленточного интерфейса программы на работу в классическом интерфейсе программы

Этапы реализации современной технологии
ЭТАП № 1 — создание 3D-моделей деталей
и 3D-моделей изделий

ЭТАП № 2 — создание 2D-моделей деталей
и 2D-моделей изделий

ЭТАП № 3 — выполнение 2D-чертежей деталей
и изделий

Тема 2

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ниже рассматриваются общие направления по созданию 3D-моделей деталей, изделий и чертежей на основе параметрического моделирования.

При **параметрическом моделировании** модели объектов создают с заданными параметрами и соотношениями между ними, при этом изменение параметров (истории построения) влияет на изменения самих объектов.

2.1. Основы параметрического моделирования. Преимущества, недостатки и перспективы

I. Методы создания параметрических 3D-моделей. Создание параметрических 3D-моделей деталей и изделий в машиностроении и строительстве основано на использовании **геометрической параметризации**.

В этих случаях, при использовании технологической схемы получения чертежей «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж», сами 3D-модели создают чаще всего выдавливанием или вращением плоских контуров (рис. 2.1).

Плоские контуры образуют из линий и узлов с заданными геометрическими и размерными параметрами, а также наложенными на них **геометрическими зависимостями** (рис. 2.2).

В этих случаях геометрическая параметризация будет основана на изменении геометрических и размерных параметров самих плоских контуров (см. рис. 2.1), которые оказывают влияние на 3D-модель.

Толщина выдавливания и угол поворота плоских контуров (см. рис. 2.1) также становятся изменяемыми геометрическими параметрами и оказывают влияние на саму 3D-модель.

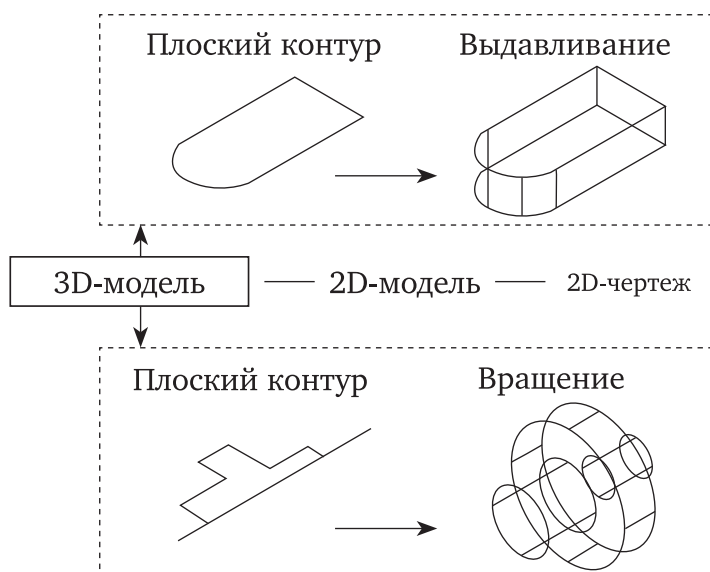


Рис. 2.1. 3D-модель одиночной детали в технологической схеме «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж»

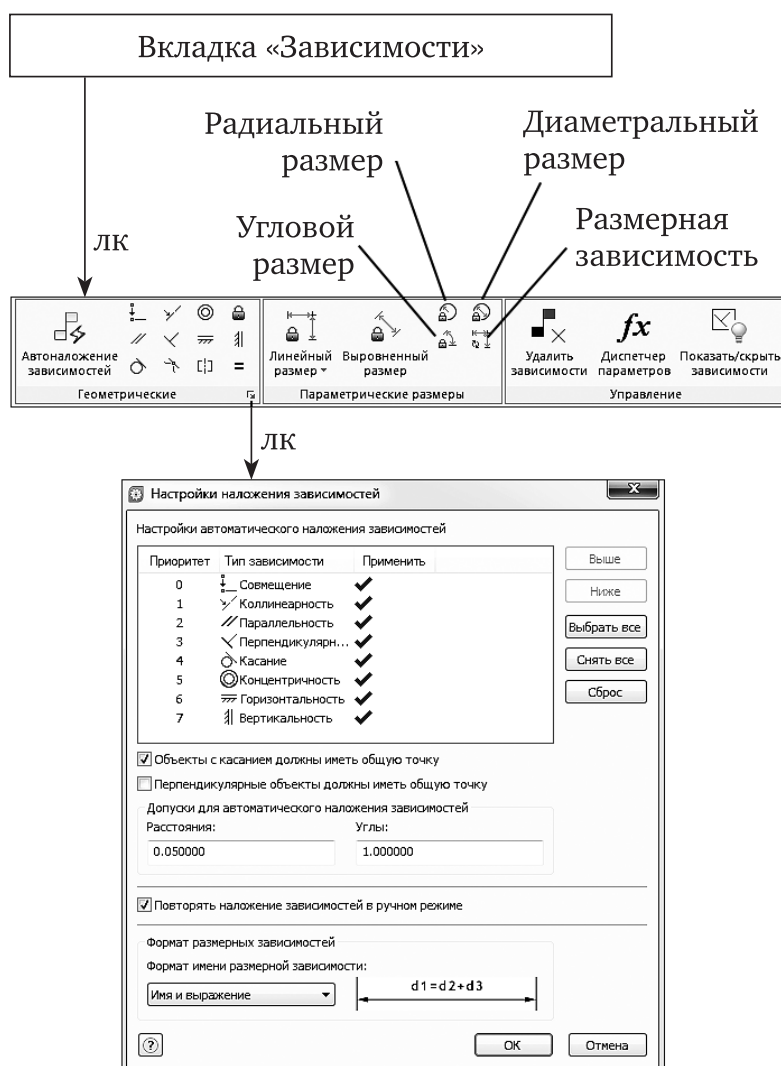


Рис. 2.2. Общая схема выбора и настройки геометрических зависимостей

Основы создания 3D-параметрических моделей в программе nanoCAD представлены видеоуроками, которые доступны пользователям в сети Internet, например, через поисковую систему Яндекс (рис. 2.3 и 2.4).



Рис. 2.3. Примеры видеоуроков по параметрическому моделированию

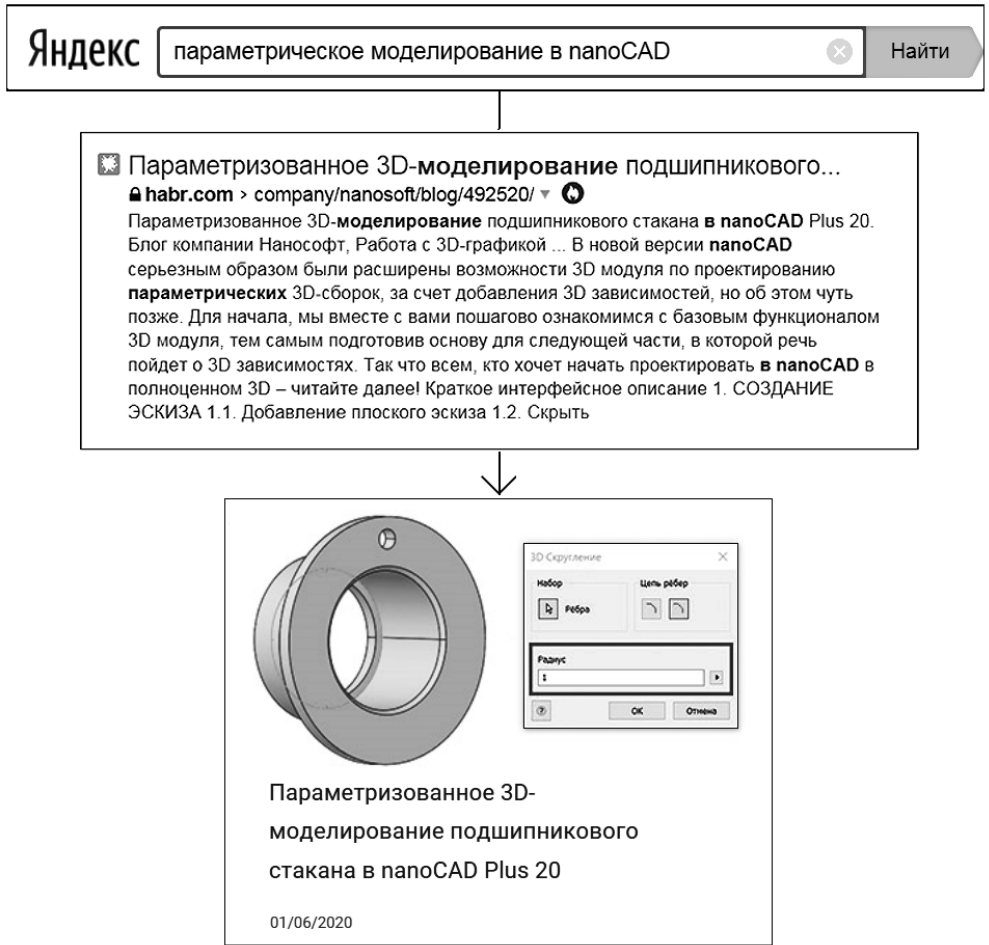


Рис. 2.4. Пример видеоурока «Параметризованное 3D-моделирование подшипникового стакана в nanoCAD Plus 20»

Примечание. В работе дается только общее направление по созданию одиночных 3D-параметрических моделей деталей (см. рис. 2.3 и 2.4).

Рекомендация. Пользователям программы при создании своих 3D-параметрических моделей рекомендуется самостоятельно просмотреть и пошагово изучить приведенные выше видеоуроки (см. рис. 2.3 и 2.4).

II. Основные преимущества параметрического моделирования. Достоинства параметрического моделирования заключаются в том, что методы создания геометрии моделей являются динамичными, а также в том, что разработчикам предоставляется возможность модифицировать геометрию моделей независимо от истории построений.

Технологии параметрического моделирования эффективны:

1) при изготовлении на производстве группы изделий, у которых предусмотрены незначительные изменения размеров базовой модели;

2) при создании модели с индивидуальными характеристиками, которые можно изменить, например отверстия или фаски.

Правильно сформированная модель обеспечивает гибкость при ее редактировании.

На основе параметрической модели создают библиотеки различных вариантов исполнения деталей.

Параметрические объекты за счет взаимосвязи автоматически подгоняются друг к другу при сборке узлов изделий. В непараметрических системах такое невозможно — требуется редактирование отдельных объектов, входящих в узлы изделия.

III. Основные недостатки параметрического моделирования.

Недостатки параметрического моделирования заключаются в том, что системы на их основе являются более сложными:

1) при построении чертежа плоского контура (см. рис. 2.1) необходимо особо тщательно продумывать последовательность его выполнения с учетом наложения параметрических зависимостей (см. рис. 2.2) на все его составные элементы;

2) при редактировании некорректно созданного чертежа плоского контура велика вероятность его вырождения.

Тем не менее, несмотря на недостатки параметрическое моделирование непрерывно развивается и имеет большие перспективы.

IV. Перспективы параметрического моделирования.

В связке с модулями параметризации, 3D-моделирования и другими программа папоCAD Механика 20.1 позволяет пользователям:

1) на основе прототипов создавать параметрические 3D- и 2D-модели;

2) на основе параметрических 3D- и 2D-моделей создавать значительное количество не только отдельных деталей, но и узлов изделий из большого числа компонентов путем автоматизированной подгонки последних;

3) формировать ассоциативные чертежи по созданным моделям и управлять их геометрией через параметры, заложенные при построении 3D- и 2D-моделей;

4) формировать библиотеки объектов на основе предварительно созданных параметрических 3D- и 2D-моделей и размещать их в Базе элементов программы, используя видеоуроки (например, рис. 2.5).

Рекомендация. Пользователям программы рекомендуется просмотреть и пошагово изучить приведенный видеоурок (см. рис. 2.5).



Рис. 2.5. Пример видеоурока «Создание параметрических объектов базы в nanoCAD»

2.2. Создание 3D-моделей узлов трубопроводов на основе стандартных 3D-параметрических моделей деталей и их редактирование

При использовании технологической схемы получения чертежей «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж», сами 3D-модели узлов трубопроводов создают на основе стандартных параметрических 3D-моделей деталей (рис. 2.6), которые выбирают из папок и раскрывающихся списков Базы элементов программы. Для объемного представления 3D-моделей деталей трубопроводов и сборки из них узлов трубопроводов:

- 1) производят **временное переключение** с ленточного интерфейса программы (см. рис. 1.11) на работу в **классическом интерфейсе** программы (см. рис. 1.29);
- 2) в дальнейшем используют менеджер функциональной панели **База элементов**.

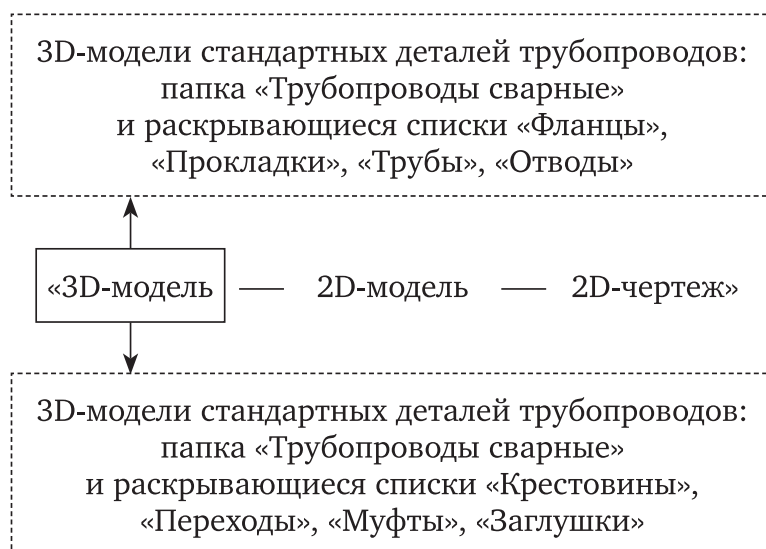


Рис. 2.6. 3D-модель узла трубопровода в технологической схеме
«3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж»

I. Вывод на экран функциональной панели База элементов.

Вывод панели осуществляют следующим образом:

- 1) подводят курсор мыши к любой из кнопочных панелей инструментов (рис. 2.7);
- 2) ПК открывают контекстное меню (см. рис. 2.7);
- 3) ЛК на строке контекстного меню «Функциональные панели» — появляются подменю с названиями соответствующих функциональных панелей (см. рис. 2.7);
- 4) ЛК на строке подменю **База элементов** (см. рис. 2.7) — в рабочем окне программы появляется функциональная панель **База элементов** (см. рис. 2.7).

II. Выбор и вставка 3D-моделей деталей трубопроводов. Осуществляют переход в **ЮЗ (юго-западную) изометрию** (см. п. 3.1). Далее производят следующие действия: 1) двойной ЛК на папке «Арматура трубопроводов» (рис. 2.8); 2) двойной ЛК на папке «Трубопроводы сварные» (см. рис. 2.8); 3) двойной ЛК на папке «Фланцы» (см. рис. 2.8); 4) двойной ЛК на списке **ГОСТ 12820—80** (см. рис. 2.8); 5) ЛК указывают точку вставки — открывается диалоговое окно **ГОСТ 12820—80** (рис. 2.9); 6) в диалоговое окно **ГОСТ 12820—80**¹ (см. рис. 2.9) задают параметры фланца; 7) за-

¹ В обновленной версии программы nanoCAD Механика ГОСТ 12820—80 в 2021 г. будет заменен на новый ГОСТ 33259—2015.

вершают вставку фланца последовательным нажатием кнопок **Применить**, **ОК** (см. рис. 2.9) и клавиши **Esc** на клавиатуре.

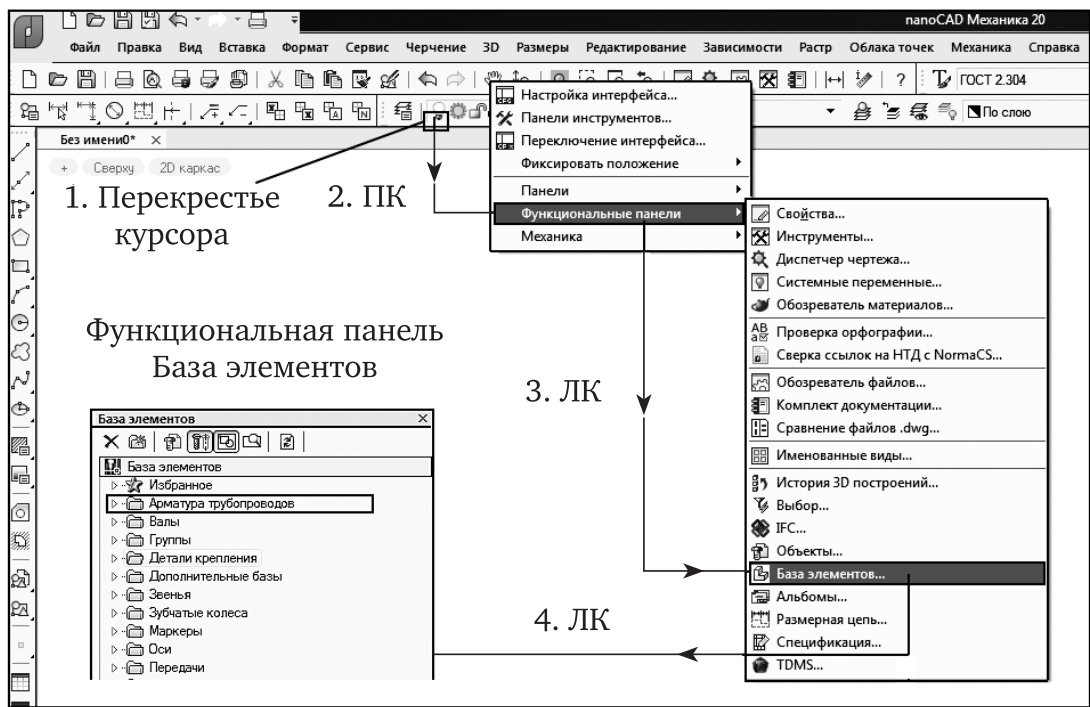


Рис. 2.7. Общая схема вывода функциональной панели База элементов в классическом интерфейсе

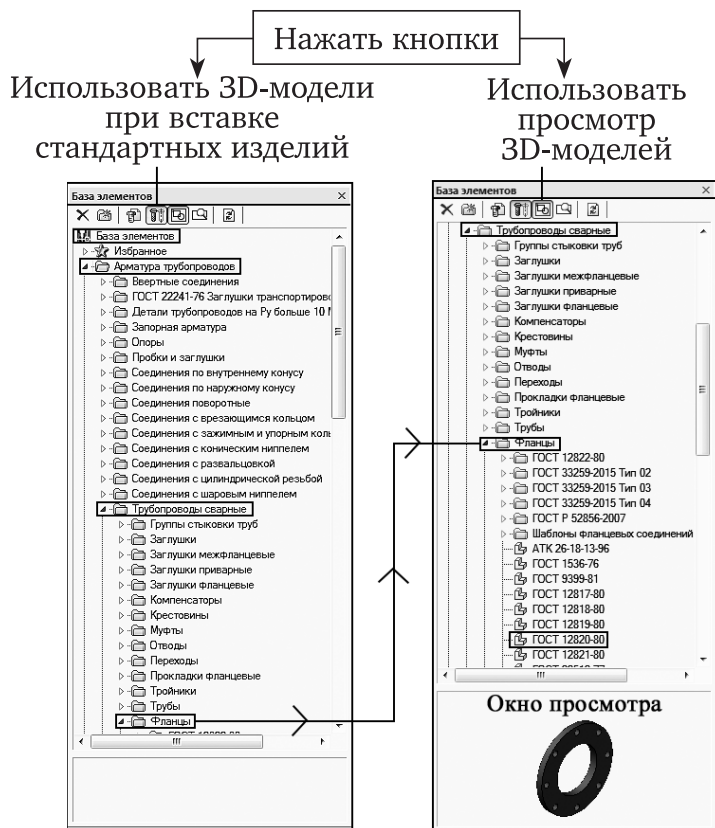


Рис. 2.8. Общая схема выбора стандартной 3D-модели детали «Фланец» из функциональной панели База элементов

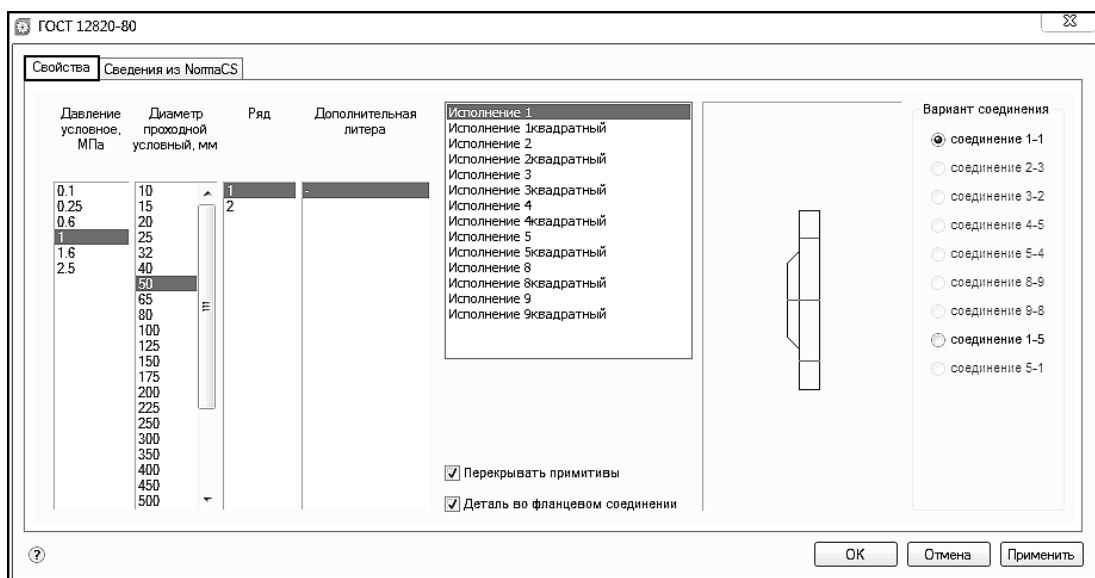


Рис. 2.9. Диалоговое окно ГОСТ 12820—80

Приведенным выше способом: 1) из Базы элементов (см. рис. 2.8) выбирают необходимые 3D-модели деталей трубопроводов; 2) задают их параметры в соответствующих диалоговых окнах; 3) с использованием средств объектной привязки (клавиша **F3**) присоединяют 3D-модели деталей друг к другу — образуются 3D-модели узлов трубопроводов.

Пример — 3D-модель изделия «Узел трубопровода» (рис. 2.10).

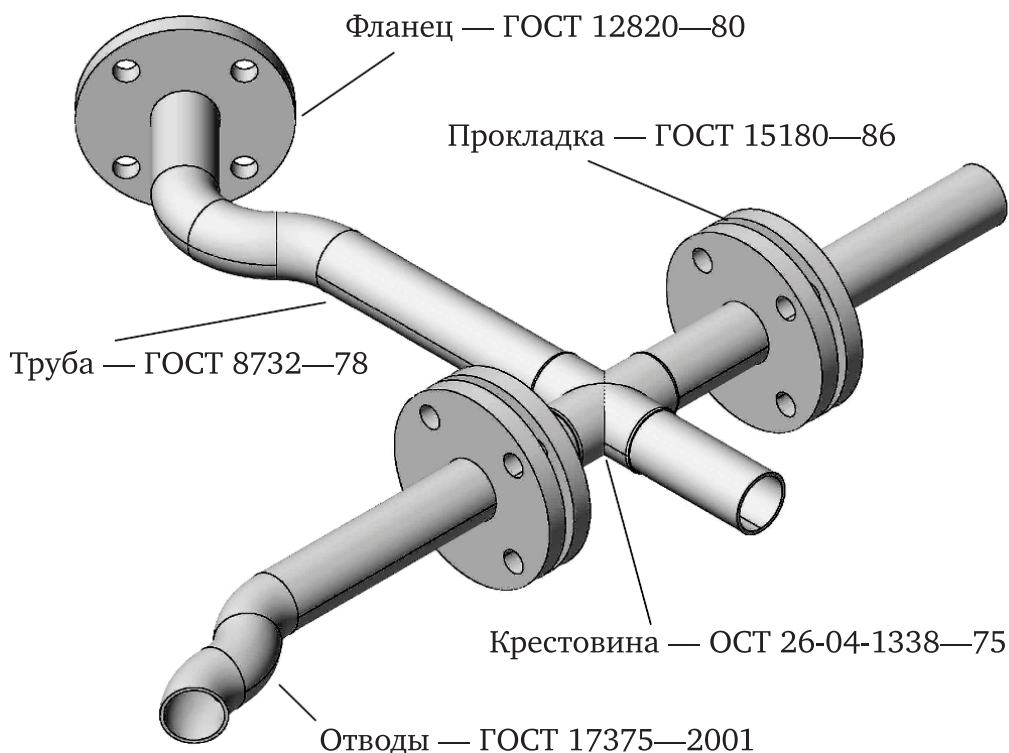


Рис. 2.10. Пример 3D-модели изделия «Узел трубопровода»
(визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

Присоединение 3D-моделей деталей трубопроводов друг к другу при автоматическом подборе их размеров (см. рис. 2.10) основано на заложенной в программе nanoCAD Механика 20.0 **параметрической взаимосвязи** между ними.

Рекомендация. Пользователям программы рекомендуется предварительно опробовать работу с содержанием многочисленных папок и раскрывающихся **списков** функциональной панели **База элементов** (см. рис. 2.8), так как не все стандартные детали отображаются как 3D-модели!

III. Редактирование 3D-моделей деталей и узлов трубопроводов. В общем случае редактирование 3D-моделей деталей и узлов трубопроводов осуществляют одним из способов.

Способ № 1. Вставку 3D-моделей деталей и отмену вставки контролируют, используя новые визуальные возможности **Панели быстрого доступа** (см. п. 1.5) с кнопками **Вернуть** и **Отменить** действия. Пример — изделие «Узел трубопровода» (см. рис. 2.10) с отображенной последовательностью вставки 3D-моделей деталей трубопровода (рис. 2.11).

Последовательность
вставки
3D-моделей деталей
трубопровода



Рис. 2.11. Пример раскрытой панели Быстрого доступа

Способ № 2. Редактирование размеров одной из 3D-моделей деталей, влияющее на изменение размеров остальных (соседних)

3D-моделей деталей, контролируют по их данным на функциональной панели **История 3D Построений**. Возможность вывода функциональной панели История 3D Построений существует при использовании как классического, так и ленточного интерфейса.

При использовании **классического интерфейса**: 1) подводят курсор мыши к любой из кнопочных панелей инструментов (рис. 2.12); 2) ПК открывают контекстное меню (рис. 2.12); 3) ЛК на строке контекстного меню «Функциональные панели» — появляются подменю с названиям соответствующих функциональных панелей (см. рис. 2.12); 4) ЛК на строке подменю **История 3D построений** (см. рис. 2.12) — в рабочем окне программы появляется функциональная панель **История 3D Построений** (см. рис. 2.12).

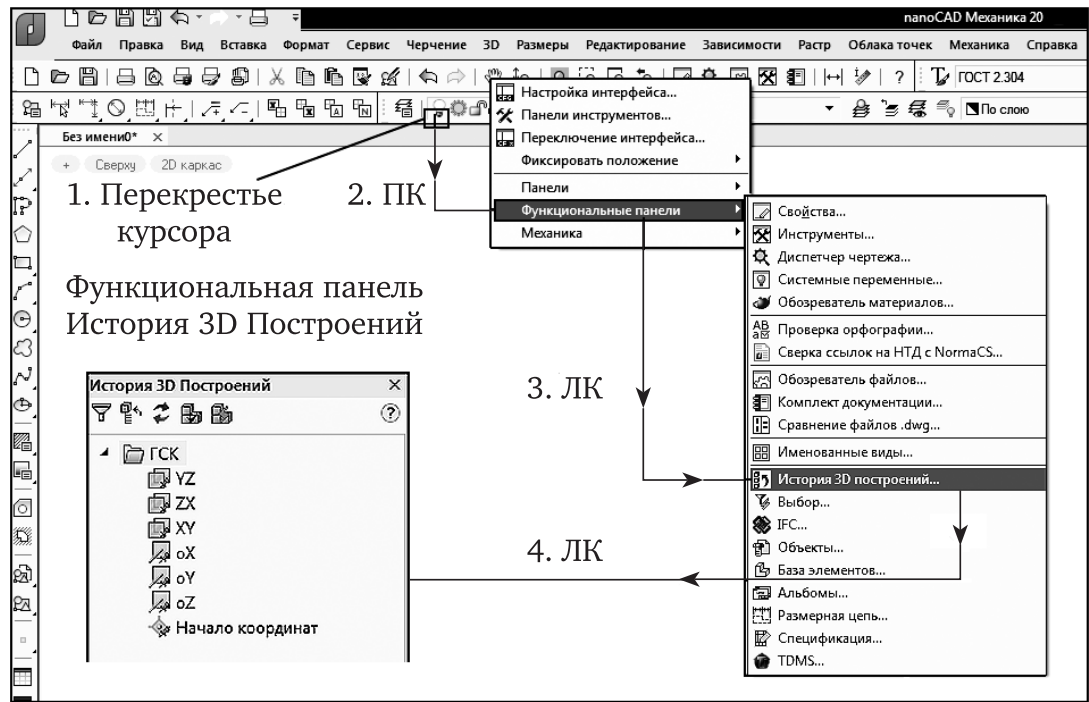


Рис. 2.12. Общая схема вывода функциональной панели.
История 3D Построений в классическом интерфейсе

При использовании **ленточного интерфейса**: 1) ЛК на вкладке «3D-инструменты» из группы Моделирование (рис. 2.13); 2) ЛК на иконке **История построений** (см. рис. 2.13).

Редактирование, например, изделия «Узел трубопровода» (см. рис. 2.10) осуществляют следующим образом: 1) двойным ЛК выбирают, например, 3D-модель детали «Крестовина» (рис. 2.14); 2) в открываемом диалоговом окне **ОСТ 26-04-1338—75 (Тип 2)** (рис. 2.15) изменяют в пределах возможного ее размер; 3) на заранее выведенной функциональной панели **История 3D Построений** автоматически отображаются размеры 3D-моделей деталей до редактирования (рис. 2.16, а) и после редактирования (рис. 2.16, б).

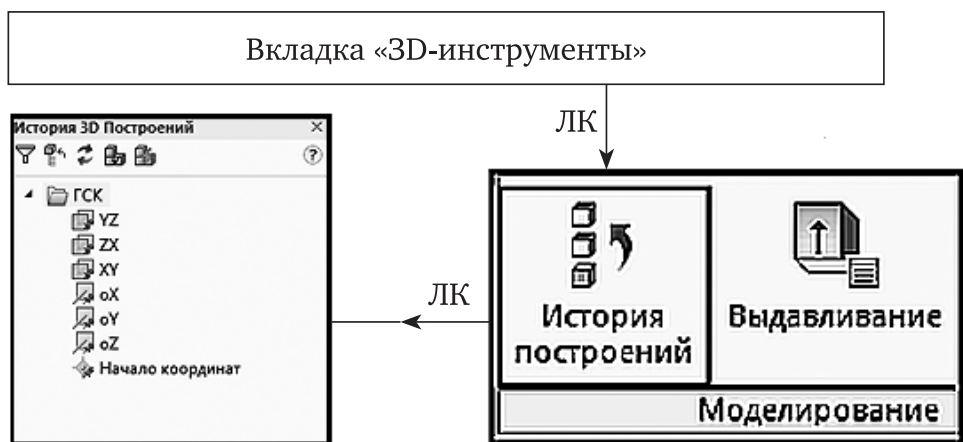


Рис. 2.13. Общая схема вывода функциональной панели.
История 3D Построений в ленточном интерфейсе



Рис. 2.14. Выбор 3D-модели детали «Крестовина» для редактирования

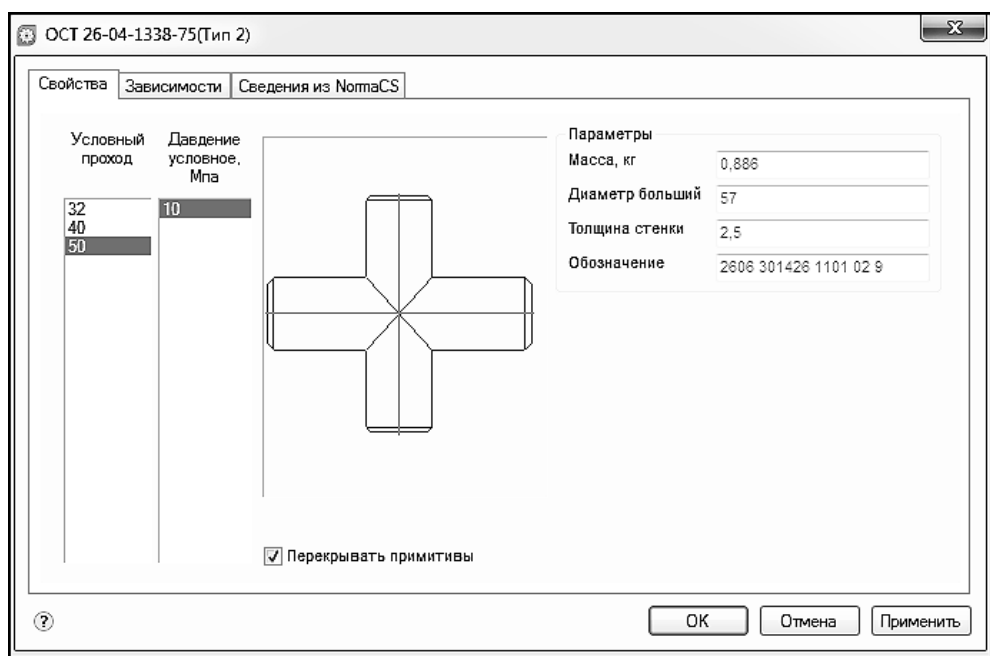


Рис. 2.15. Диалоговое окно ОСТ 26-04-1338—75 (Тип 2)

Способ № 3. Редактирование общей конфигурации 3D-моделей узлов трубопроводов осуществляют следующим образом: 1) ЛК выбирают и удаляют заменяемые 3D-модели деталей; 2) вместо удаленных 3D-моделей деталей из Базы элементов (см. рис. 2.8) присоединяют другие 3D-модели деталей.

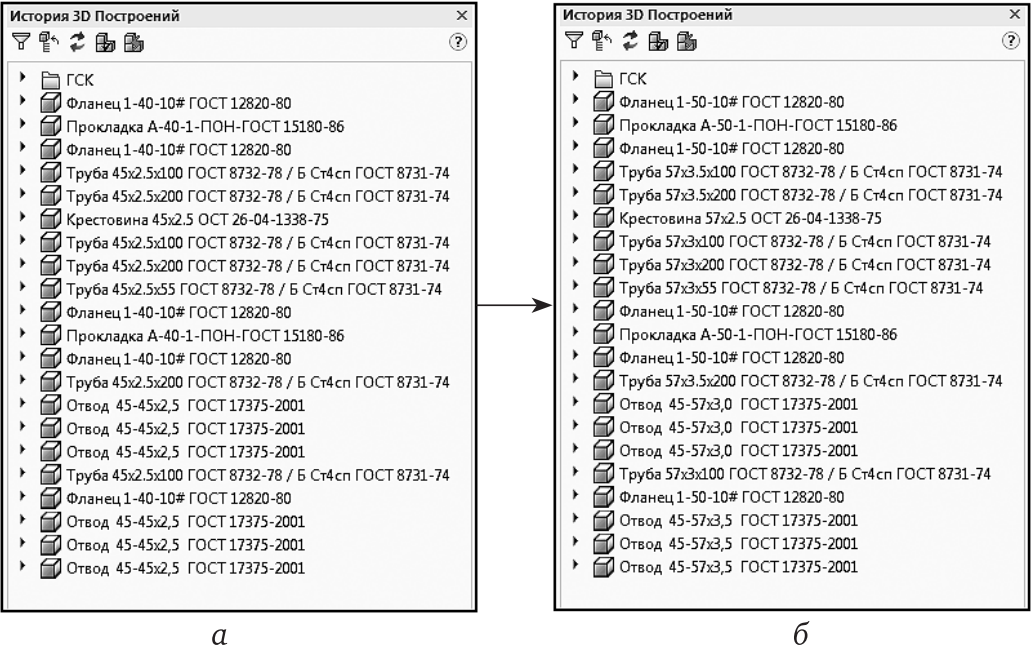


Рис. 2.16. Пример изменения размеров 3D-моделей деталей на функциональной панели Истории 3D Построений

2.3. Создание 3D-моделей сборочных единиц на основе стандартных 3D-параметрических моделей деталей и их редактирование

При использовании технологической схемы получения чертежей «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж», сами 3D-модели изделий создают на основе стандартных параметрических 3D-моделей деталей (рис. 2.17), которые выбирают из папок и раскрывающихся списков Базы элементов программы (рис. 2.18, а, б).

I. Выбор, вывод и редактирование 3D-моделей деталей. В общем случае выбор и вывод на экран стандартных 3D-моделей деталей в программе осуществляет в автоматизированном режиме с помощью менеджера Базы элементов из функциональной панели Базы элементов (рис. 2.19): 1) ЛК выбирают объект для будущей вставки; 2) ЛК указывают точку вставки стандартной 3D-модели детали — открывается диалоговое окно для выбора параметров объекта; 3) в диалоговом окне производят выбор параметров в раскрывающихся вкладках «Табличные параметры», «Свойства» и других.

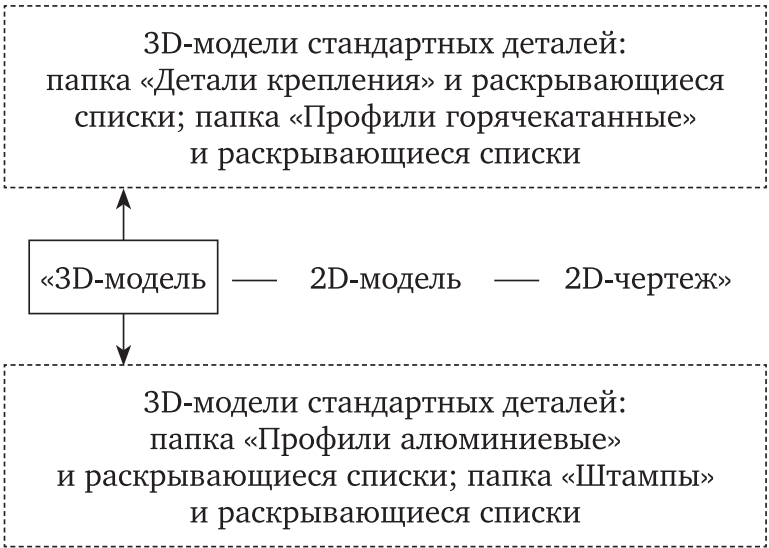


Рис. 2.17. 3D-модель стандартной детали в технологической схеме
«3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж»

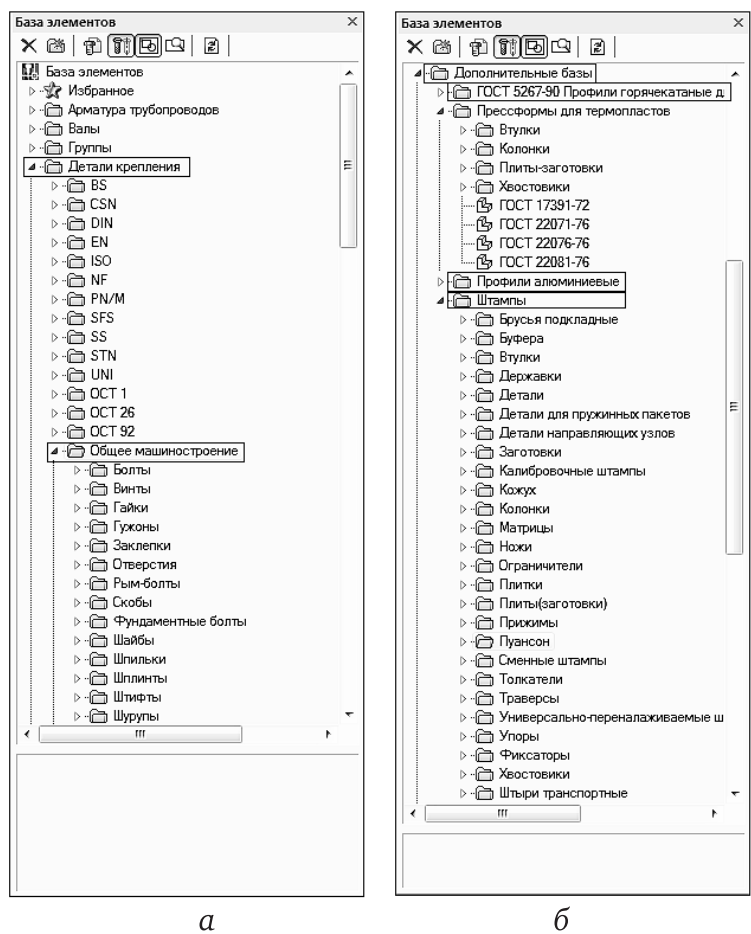


Рис. 2.18. Папки и списки функциональной панели База элементов

Пример № 1. Ниже на примере стандартной 3D-модели детали «Гайка шестигранная» рассматривается общий подход к работе с менеджером функциональной панелью База элементов.

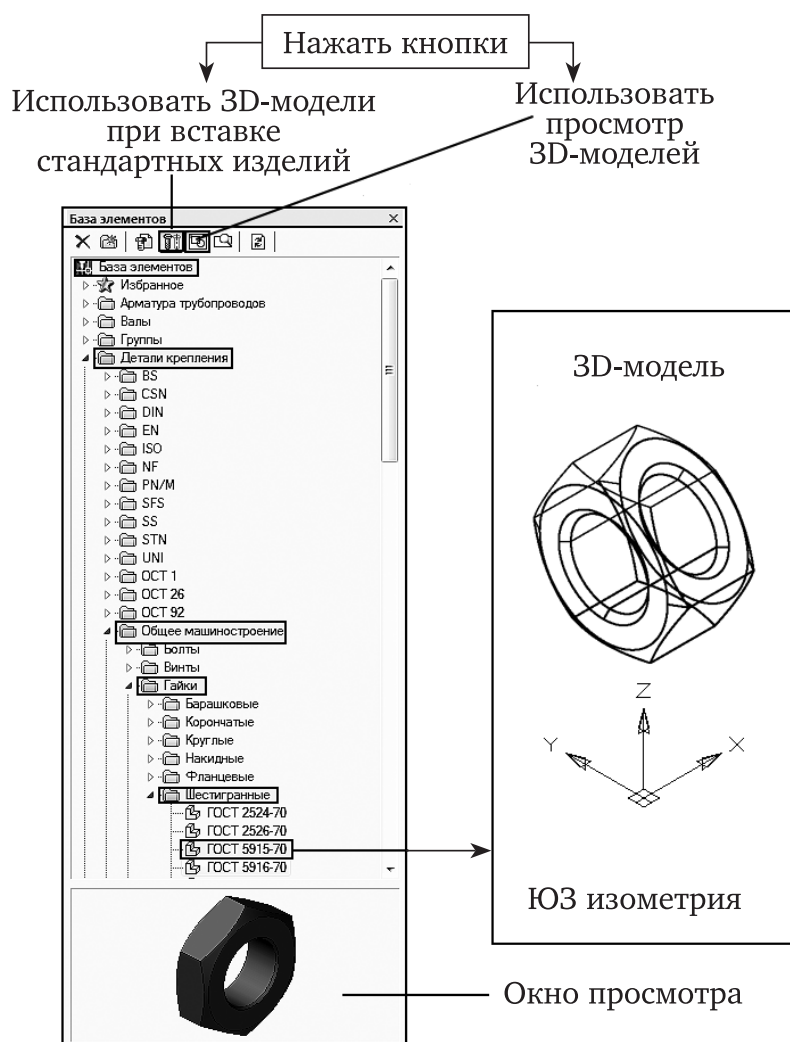


Рис. 2.19. Общая схема выбора стандартной 3D-модели детали «Гайка шестигранная»

Перед выбором стандартной 3D-модели производят: 1) переход в **ЮЗ изометрию** по методике темы 3 (см. п. 3.1); 2) **ЛК** поочередно активируют две кнопки на функциональной панели **База элементов** (см. рис. 2.19).

Вставку осуществляют следующим образом: 1) двойной **ЛК** на папке «Детали крепления» (см. рис. 2.19); 2) двойной **ЛК** на папке «Общее машиностроение» (см. рис. 2.19); 3) двойной **ЛК** на папке «Гайки» (см. рис. 2.19); 4) двойной **ЛК** на списке «Гайки шестигранные» (см. рис. 2.19); 5) **ЛК** из раскрывшегося списка выбирают **ГОСТ 5915—70** (см. рис. 2.19); 6) **ЛК** указывают точку вставки стандартной 3D-модели гайки, в том числе (при необходимости) с использованием средств объектной привязки (клавиша **F3**) — открывается диалоговое окно **ГОСТ 5915—70** (рис. 2.20); 7) **ЛК** в раскрывающейся вкладке «Табличные параметры» выбирают диаметр метрической резьбы, например 24 мм (см. рис. 2.20); 8) **ЛК** на кнопке диалогового окна **Применить** — **ЛК** на кнопке диалогового окна **ОК** — на поле чертежа появляется 3D-модель гайки шестигранной

с диаметром метрической резьбой **24 мм**; 9) завершают вставку 3D-модели гайки нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

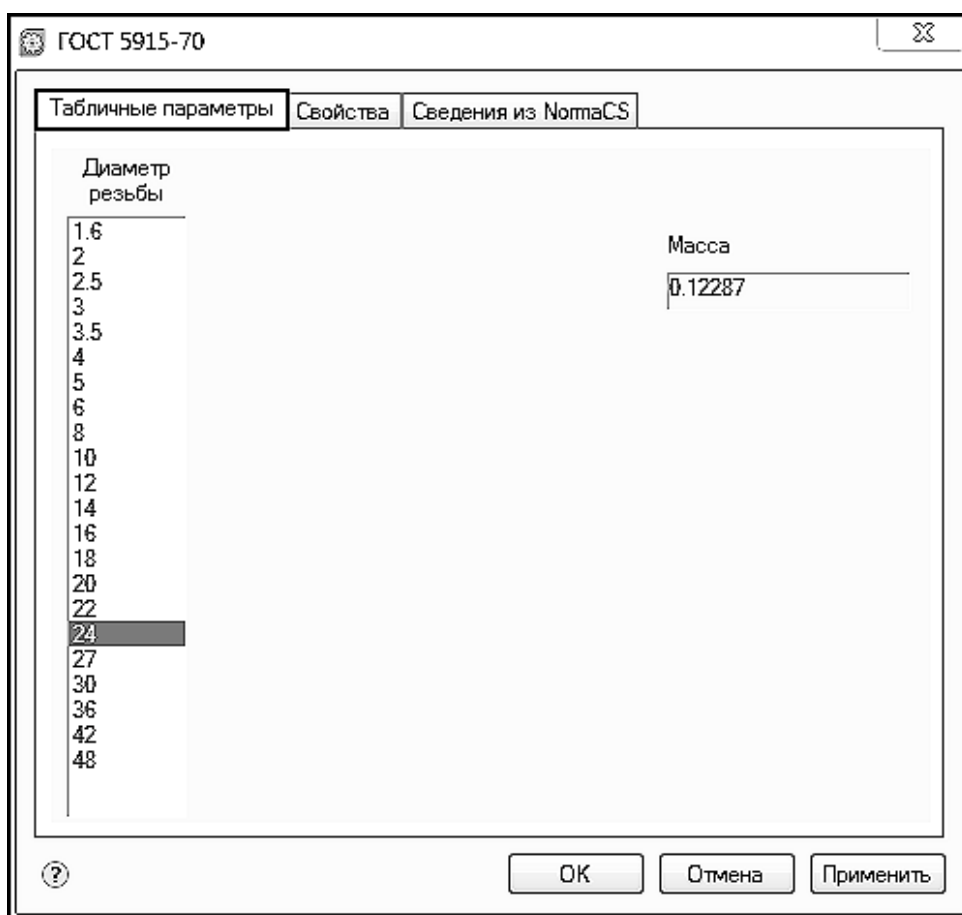


Рис. 2.20. Диалоговое окно ГОСТ 5915—70

Редактирование размеров 3D-модели детали «Гайка шестигранная» осуществляют следующим образом: 1) двойной ЛК на конуре 3D-модели детали — открывается диалоговое окно ГОСТ 5915—70 с первоначальными параметрами 3D-модели детали — диаметром метрической резьбы **24 мм** (см. рис. 2.20); 2) ЛК в раскрывающейся вкладке «Табличные параметры» изменяют первоначальные параметры на необходимые, например, выбирают диаметр метрической резьбы **36 мм**; 3) ЛК на кнопке диалогового окна **Применить** — ЛК на кнопке диалогового окна **ОК** — появляется 3D-модель гайки с метрической резьбой диаметром **36 мм**; 4) завершают редактирование параметров 3D-модели гайки нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

Пример № 2. Ниже, на примере стандартной 3D-модели детали «Уголок стальной гнутый», рассматривается общий подход к работе с менеджером функциональной панелью **База элементов** (см. рис. 2.18).

Вставку осуществляют следующим образом: 1) двойной ЛК на папке «Профили» (рис. 2.21); 2) двойной ЛК на списке «Угол-

ки» (см. рис. 2.21); 3) ЛК из раскрывшегося списка выбирают **ГОСТ 19771—93** (см. рис. 2.21); 4) ЛК указывают точку вставки стандартной **3D-модели уголка**, в том числе (при необходимости) с использованием средств объектной привязки (клавиша **F3**) — открывается диалоговое окно **ГОСТ 5915—70** (рис. 2.22); 5) ЛК в раскрывающейся вкладке «Свойства» выбирают размеры уголка, например **36 × 3 мм** и длиной **50 мм** (см. рис. 2.22); 6) ЛК на кнопке диалогового окна **Применить** — ЛК на кнопке диалогового окна **ОК** — на поле чертежа появляется 3D-модель уголка с выбранными размерами **36 × 3 мм** и длиной **50 мм**; 7) завершают вставку 3D-модели уголка нажатием клавиши **Esc**.

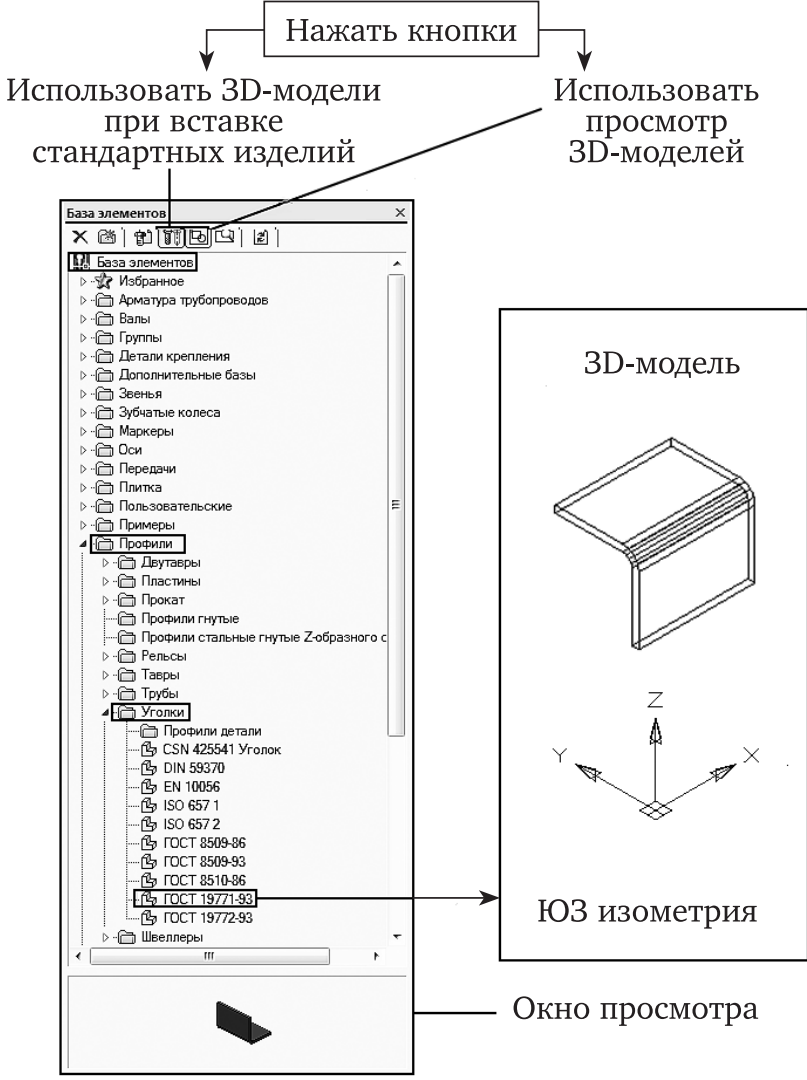


Рис. 2.21. Общая схема выбора стандартной 3D-модели детали «Уголок стальной гнутый»

Редактирование размеров 3D-модели детали «Уголок стальной гнутый» осуществляют двойным ЛК на конуре 3D-модели детали и выбором размеров в открывающемся диалоговом окне **ГОСТ 19771—93** (см. рис. 2.22).

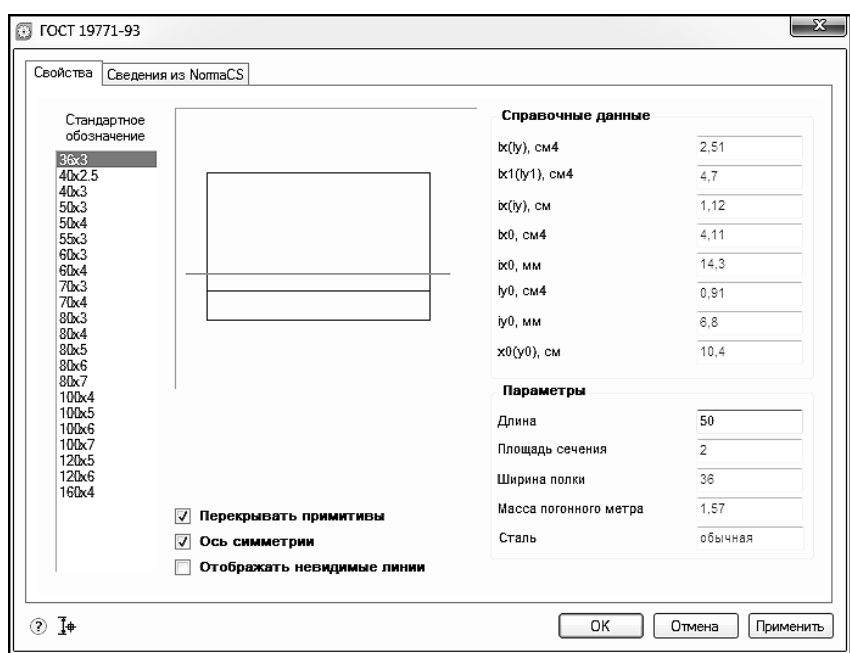


Рис. 2.22. Диалоговое окно ГОСТ 19771—93

По приведенной методике из папок и списков функциональной панели **База элементов** (см. рис. 2.18, а, б) осуществляют выбор, вывод и редактирование самых разнообразных стандартных 3D-моделей деталей (рис. 2.23 и 2.24).

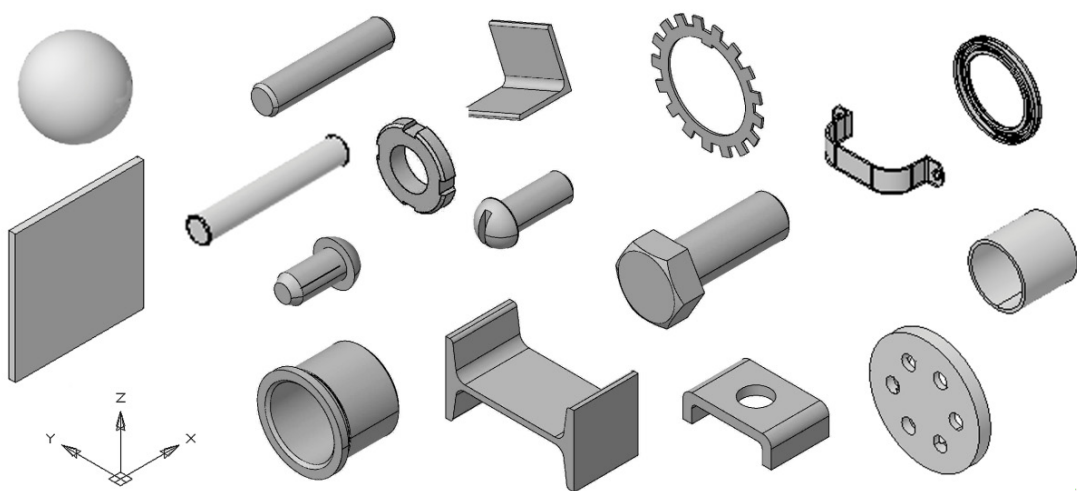


Рис. 2.23. Примеры стандартных 3D-моделей деталей
(визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

II. Пример создания сборочной единицы из 3D-моделей деталей. Выбранные и выведенные на экран стандартные 3D-модели деталей: 1) перемещают к созданным 3D-моделям деталей, используя команды **Перемещение**, **Поворот** и средства объектной привязки (клавиша **F3**); 2) в зависимости от поставленных задач, применяют логические операции **Вычитание**, **Объединение** или **Пересечение** (см. тему 3).

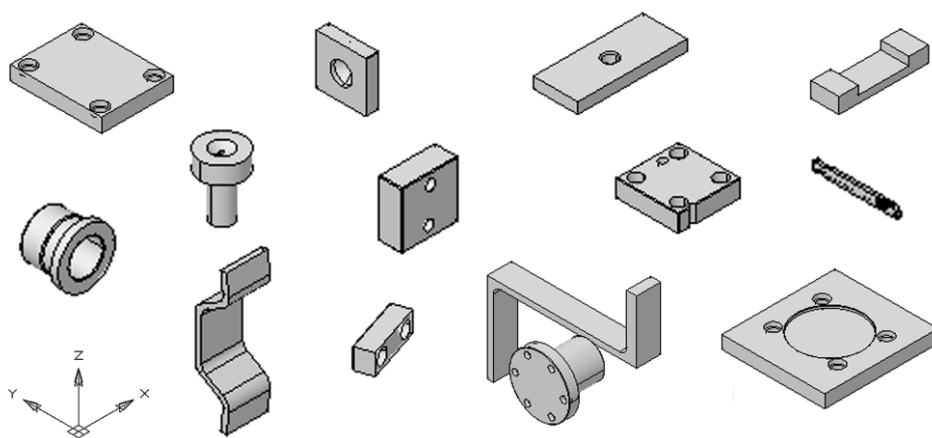


Рис. 2.24. Примеры стандартных 3D-моделей деталей
(визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

На рис. 2.25 дан пример сборочной единицы, являющейся составной частью 2D-чертежа изделия. Сборочная единица создана на основе стандартных 3D-моделей деталей (см. п. 2.3), доработана по методике темы 4 и оформлена по методике темы 5.

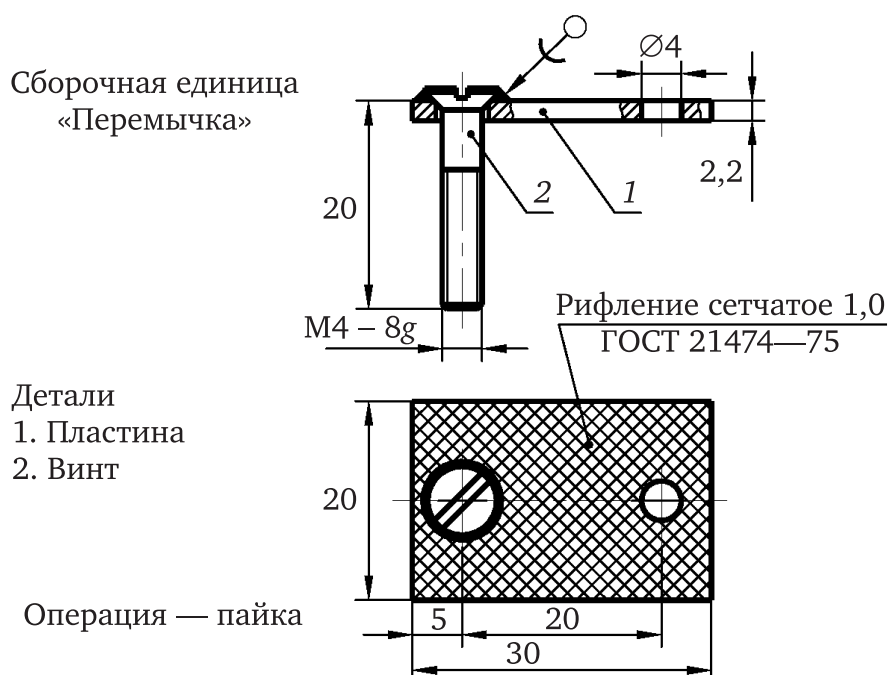


Рис. 2.25. Пример сборочной единицы из стандартных 3D-моделей деталей

Тема 3

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПРЯМОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Прямое моделирование — моделирование, при котором 3D-модели деталей создают напрямую, без построения 2D-моделей из объектов с предварительно заданными параметрами и соотношениями между ними.

3.1. Создание рабочей среды для 3D-моделирования. Вариант № 1

На начальном этапе для создания и работы с 3D-моделями деталей по методике работы [13] создают: 1) слои с именами **Контур**, **Оси**, **Вспомогательные** и **Экран** (рис. 3.1), а также конфигурацию из видовых экранов с ортогональными видами и аксонометрическим видом (рис. 3.2).

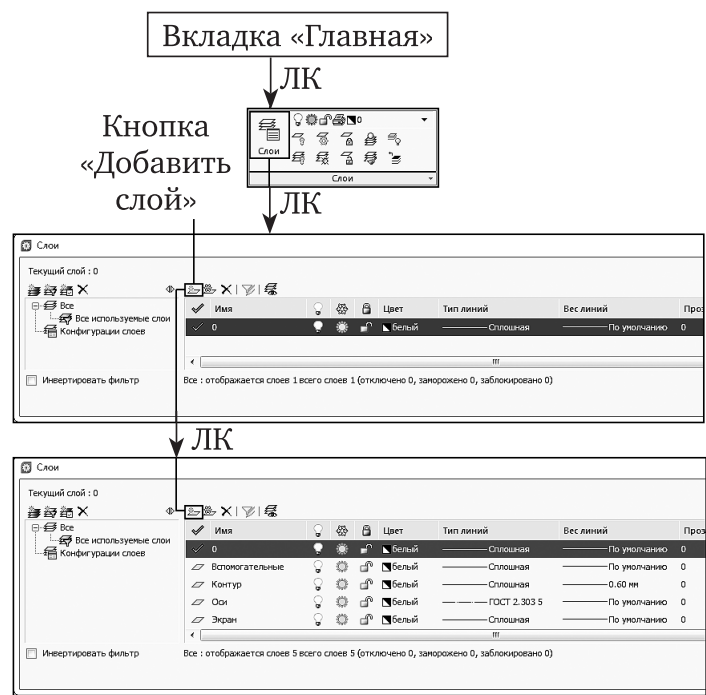


Рис. 3.1. Общая схема создания слоев в чертежах

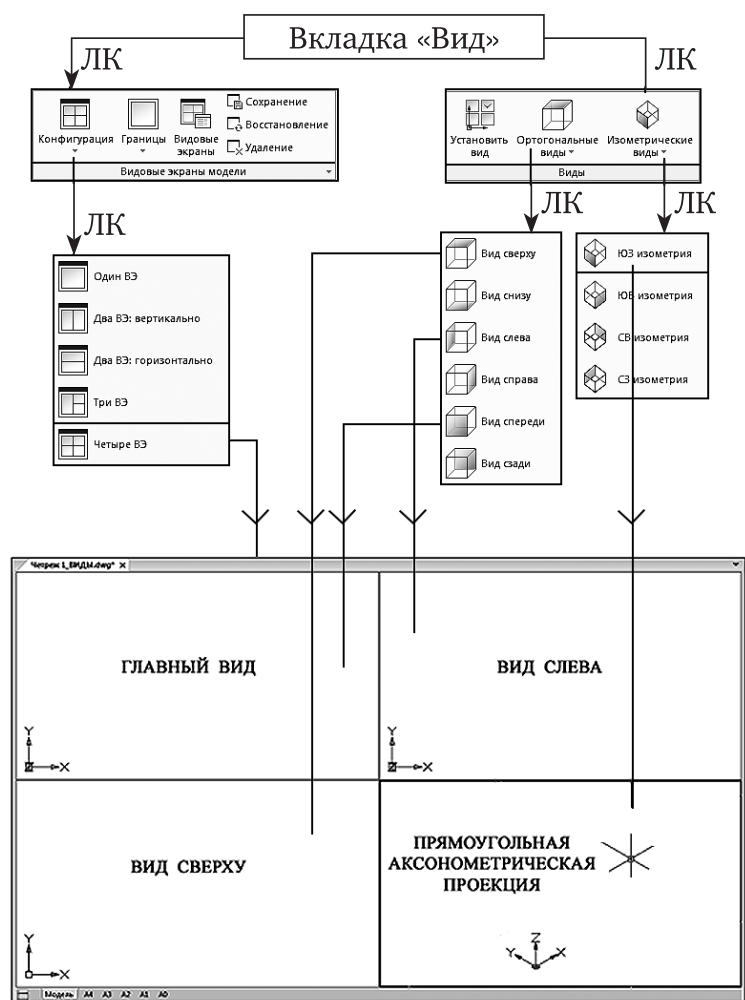


Рис. 3.2. Общая схема создания видовых экранов и задания на них ортогональных и изометрических видов для изображения 3D-моделей деталей

Рекомендация. Представленную конфигурацию видовых экранов (см. рис. 3.2) при необходимости изменяют, например, на один **видовой экран (ВЭ)** путем выбора его **ЛК** с последующим **ЛК** на строке выпадающего меню **Один ВЭ** (см. рис. 3.2) и заданием **ЛК** на нем ортогонального или аксонометрического вида (см. рис. 3.2).

Примечание. Аналогичный подход к 3D-моделированию используют при работе с программой AutoCAD [8].

3.2. Создание 3D-моделей деталей на основе 3D-примитивов

Твердотельные 3D-примитивы, или **3D-тела**, используют для создания 3D-моделей деталей с возможностью дальнейшего их редактирования.

К базовым геометрическим формам 3D-примитивов относятся **Ящик, Цилиндр, Конус, Сфера, Пирамида, Клин и Тор** (рис. 3.3).

Порядок создания геометрических форм 3D-примитивов следующий: 1) ЛК на вкладке «Главная» (см. рис. 3.1); 2) ЛК переходят на слой **Контур** (см. рис. 3.1); 3) ЛК производят переход в **ЮЗ изометрию** (см. рис. 3.2); 4) ЛК на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3); 5) ЛК на строке выпадающего меню выбранного 3D-примитива (см. рис. 3.3); 6) в командной строке выбирают соответствующие опции — с клавиатуры задают необходимые размеры; 7) завершают построение нажатием на клавиатуре клавиши **Enter**.

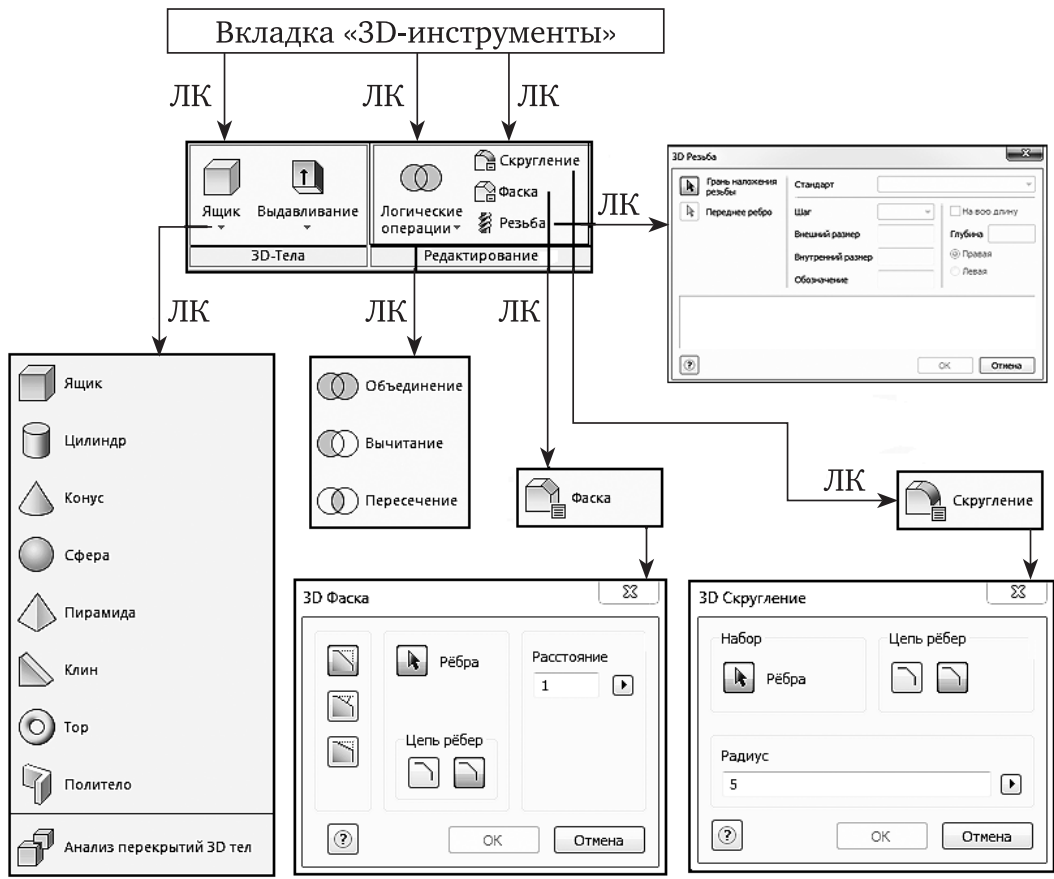


Рис. 3.3. Общая схема выбора и редактирования 3D-примитивов для создания на их основе 3D-моделей деталей

Ниже рассматриваются примеры создания 3D-примитивов [13]:

1) **3D-примитив Ящик**. После его выбора (см. рис. 3.3) ЛК указывают первую точку (Первый угол) — опция [Длина] — с клавиатуры задают длину (например, 100) — клавиша **Enter** — с клавиатуры задают ширину (например, 50) — клавиша **Enter** — с клавиатуры задают высоту (например, 30) — клавиша **Enter** — объект на экране (рис. 3.4);

2) **3D-примитив Цилиндр**. После его выбора (см. рис. 3.3) ЛК указывают центр основания — с клавиатуры задают радиус (например, 15) — клавиша **Enter** — с клавиатуры задают высоту (например, 40) — клавиша **Enter** — объект появляется на экране (рис. 3.5);

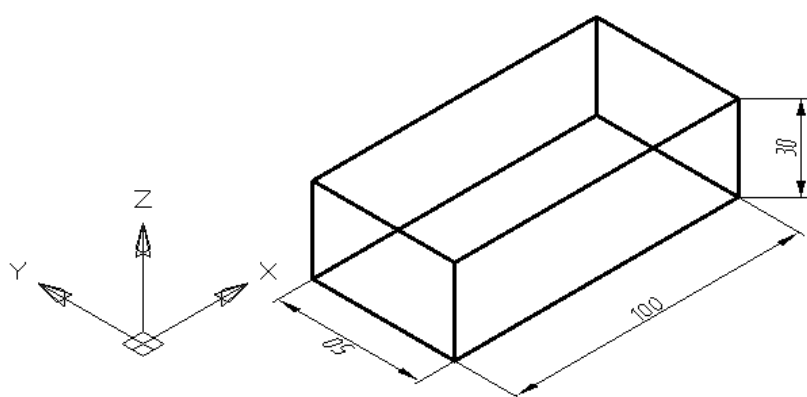


Рис. 3.4. Пример построения 3D-примитива Ящик

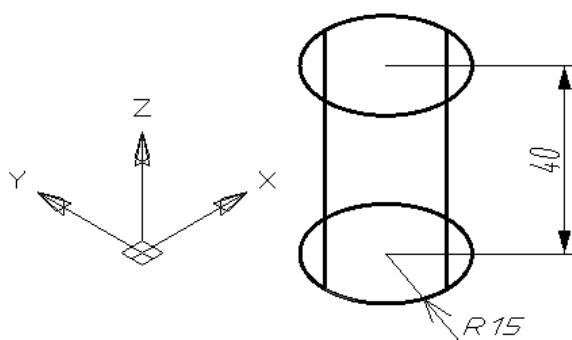


Рис. 3.5. Пример построения 3D-примитива Цилиндр

3) **3D-примитив Конус.** После его выбора (см. рис. 3.3) ЛК указывают центр основания — с клавиатуры задают радиус (например, 15) — клавиша **Enter** — с клавиатуры задают высоту (например, 40) — клавиша **Enter** — объект появляется на экране (рис. 3.6, а). Если перед заданием высоты выбрать опцию [Радиус верхнего основания], то получают усеченный конус (рис. 3.6, б);

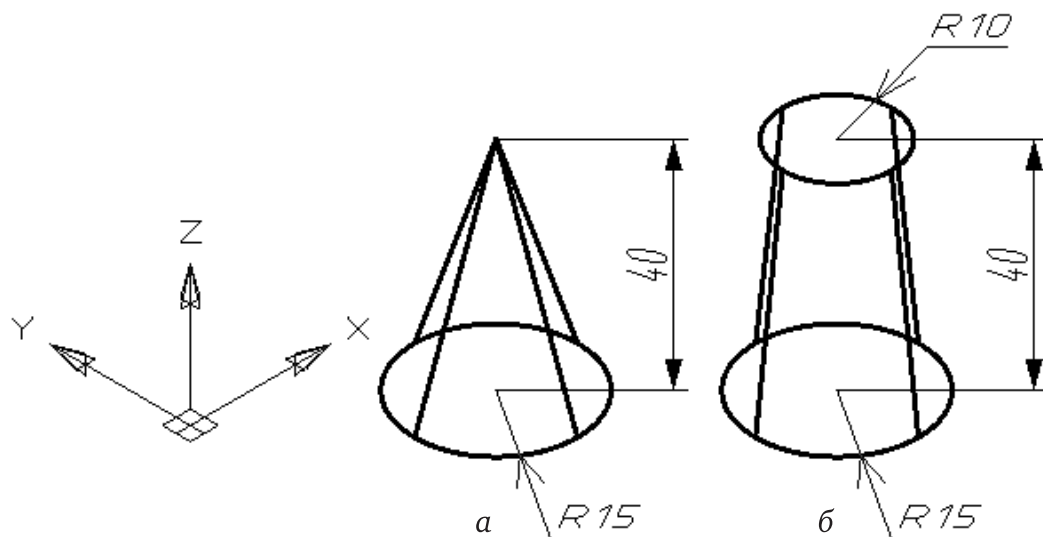


Рис. 3.6. Примеры построения 3D-примитивов Конус

4) **3D-примитив Сфера.** После его выбора (см. рис. 3.3) ЛК указывают центр — с клавиатуры задают радиус (например, **15**) — клавиша **Enter** — объект появляется на экране (рис. 3.7);

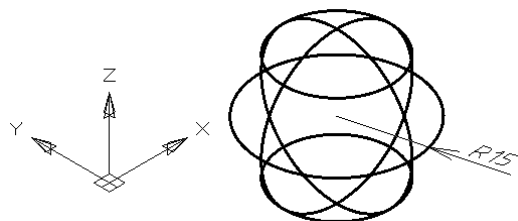


Рис. 3.7. Пример построения 3D-примитив Сфера

5) **3D-примитив Пирамида.** После его выбора (см. рис. 3.3) указывают опцию [Стороны] — клавиша **Enter** — с клавиатуры указывают число сторон (например, **6**) — ЛК указывают центр основания — клавиша **Enter** — с клавиатуры задают радиус основания (например, **25**) — клавиша **Enter** — с клавиатуры задают высоту (например, **60**) — клавиша **Enter** — объект появляется на экране (рис. 3.8, а). Если перед заданием высоты выбрать опцию [Радиус верхнего основания], то получают усеченную пирамиду (рис. 3.8, б).

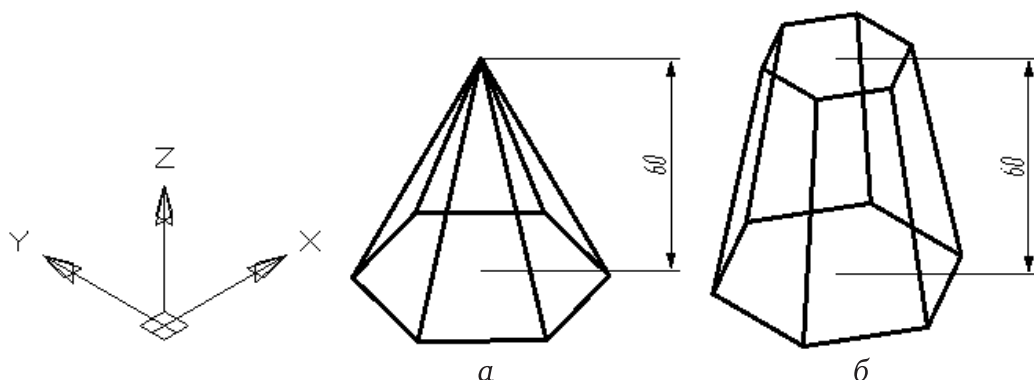


Рис. 3.8. Примеры построения 3D-примитивов Пирамида

6) **3D-примитив ТОР.** После его выбора (см. рис. 3.3): а) ЛК указывают центр; б) с клавиатуры задают радиус (например, **50** — рис. 3.9, а); в) клавиша **Enter**; г) задают радиус полости (например, **20** — см. рис. 3.9, а); 5) клавиша **Enter** — объект появляется на экране (рис. 3.9, б).

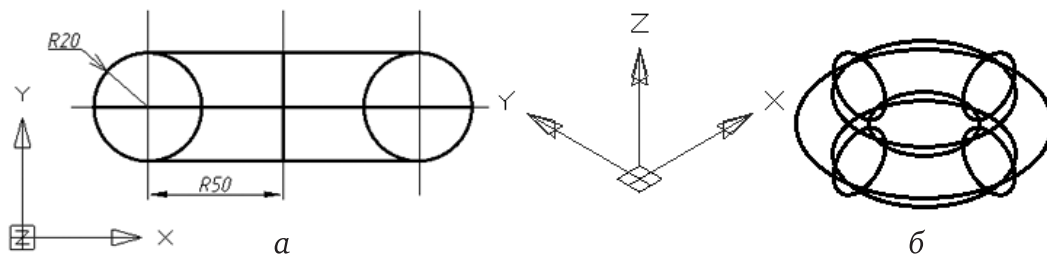


Рис. 3.9. Пример построения 3D-примитива Тор

3.3. Редактирование 3D-примитивов с помощью интеллектуальных ручек

При необходимости геометрическую форму 3D-примитивов (см. п. 3.2) редактируют с помощью **интеллектуальных ручек**.

В общем случае редактирование осуществляют следующим образом [13]: 1) **ЛК** выбирают 3D-примитив в исходном состоянии (см. рис. 3.3); 2) **ЛК** на контуре выбранного примитива — появляются интеллектуальные ручки *синего цвета* — **ЛК** на ручке, изменяющей необходимые размеры — цвет ручки изменяется с синего на *красный* (ручка выбрана); 3) перемещением мыши изменяют, а **ЛК** фиксируют изменение необходимого размера.

На рис. 3.10—3.13 приведены примеры редактирования 3D-примитивов [13].

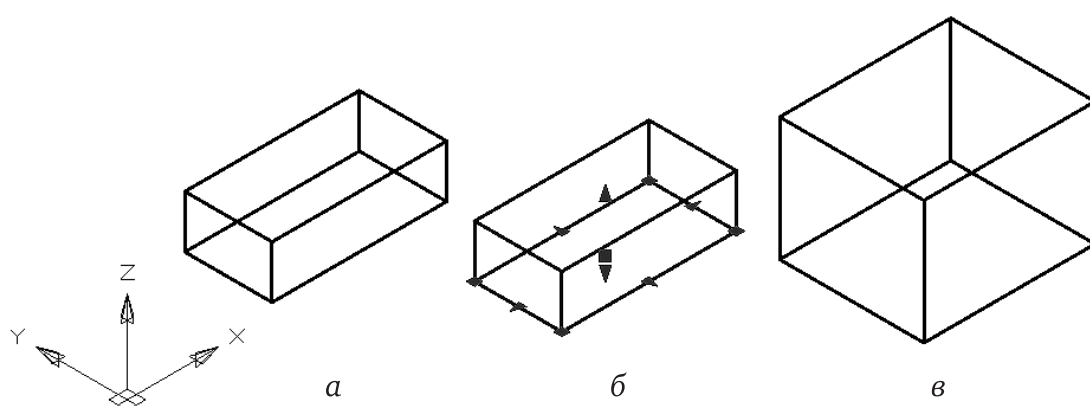


Рис. 3.10. Пример редактирования 3D-примитива Ящик:

а — исходное состояние; *б* — ручки;
в — изменение размеров

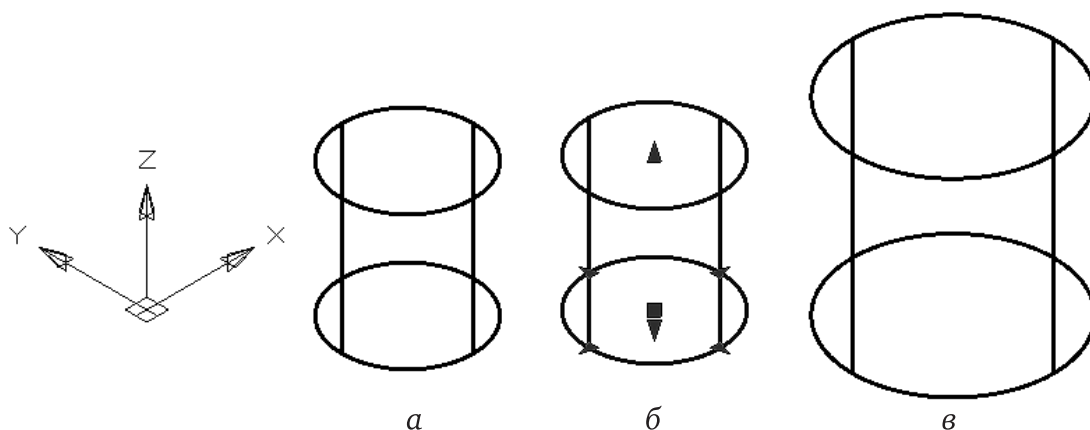


Рис. 3.11. Пример редактирования 3D-примитива Цилиндр:

а — исходное состояние; *б* — ручки;
в — изменение размеров

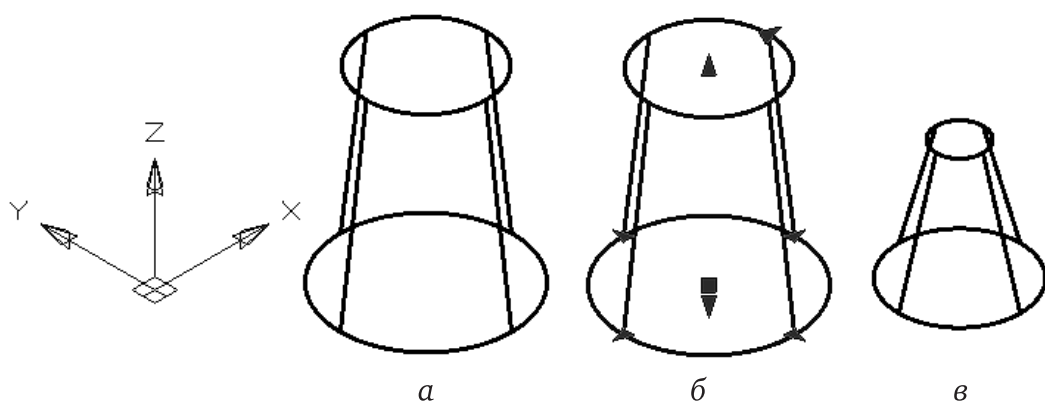


Рис. 3.12. Пример редактирования 3D-примитива Конус:
а — исходное состояние; *б* — ручки; *в* — изменение размеров

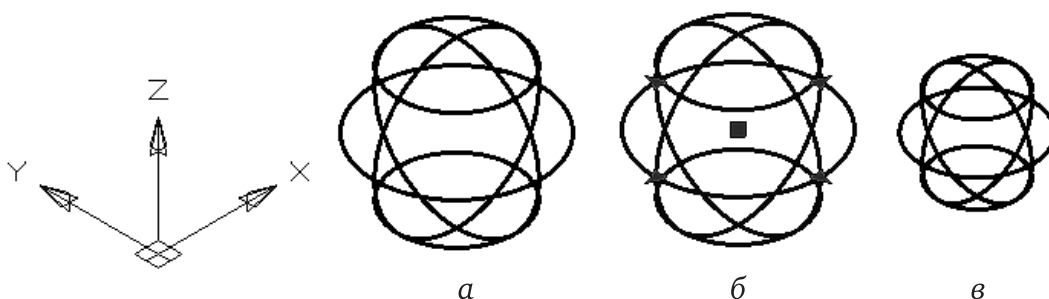


Рис. 3.13. Пример редактирования 3D-примитива Сфера:
а —исходное состояние; *б* — ручки; *в* — изменение размеров

3.4. Создание 3D-моделей деталей на основе плоских контуров и команд 3D-моделирования

Помимо 3D-примитивов (см. п. 3.2) для создания 3D-моделей деталей самой разнообразной геометрической формы на начальном этапе используют **плоские контуры** [13], для построения которых применяют 2D-примитивы (рис. 3.14) и основные способы их редактирования (рис. 3.15).

Рекомендация. Команды, аналогичные приведенным на рис. 3.14 и 3.15, находят ЛК в группе Черчение на вкладке «Построение» (рис. 3.16).

Основным требованием для образования 3D-моделей деталей командами **Выдавливание**, **Вращение**, **Вытягивание по сечениям** и **Вытягивание по траектории** (рис. 3.17) является наличие не просто плоского контура, а того, чтобы он был обязательно **замкнутым**.

Построение плоских замкнутых контуров осуществляют [13]:
 1) на основе отдельных стандартных замкнутых примитивов (окруж-

ности, эллипсы, прямоугольники и многоугольники); 2) на основе комбинации стандартных замкнутых примитивов; 3) на основе стандартных замкнутых примитивов и примитива полилиния; 4) на основе замкнутых контуров, созданных из примитива полилиния.

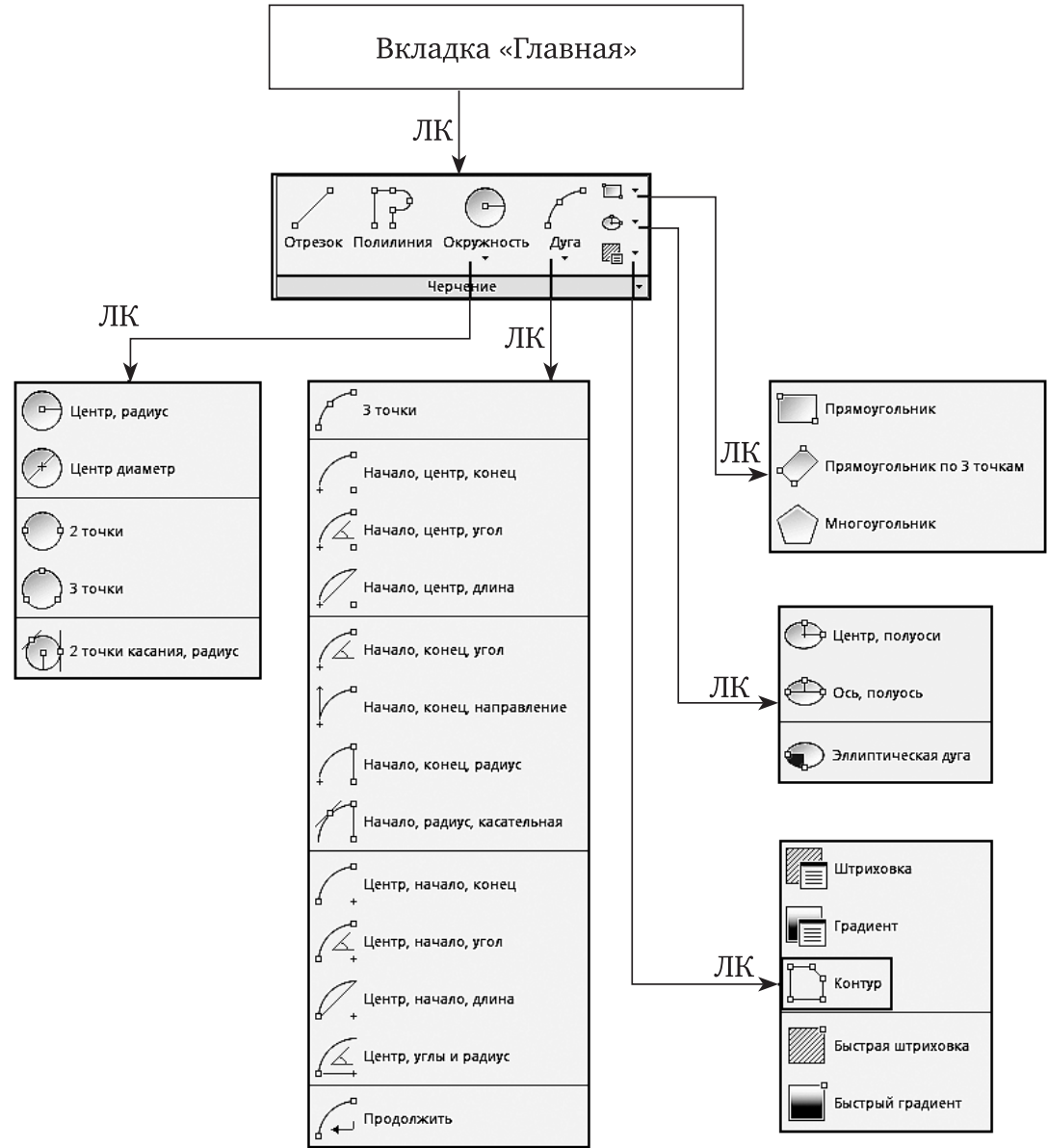


Рис. 3.14. Общая схема выбора 2D-примитивов для создания плоских контуров

В то же время отмеченные методы построения плоских контуров не всегда в полной мере пригодны для создания более сложных геометрически 3D-моделей деталей.

Наиболее универсальным является способ создания плоских замкнутых контуров на основе комбинации 2D-примитивов и команды **Контур**.

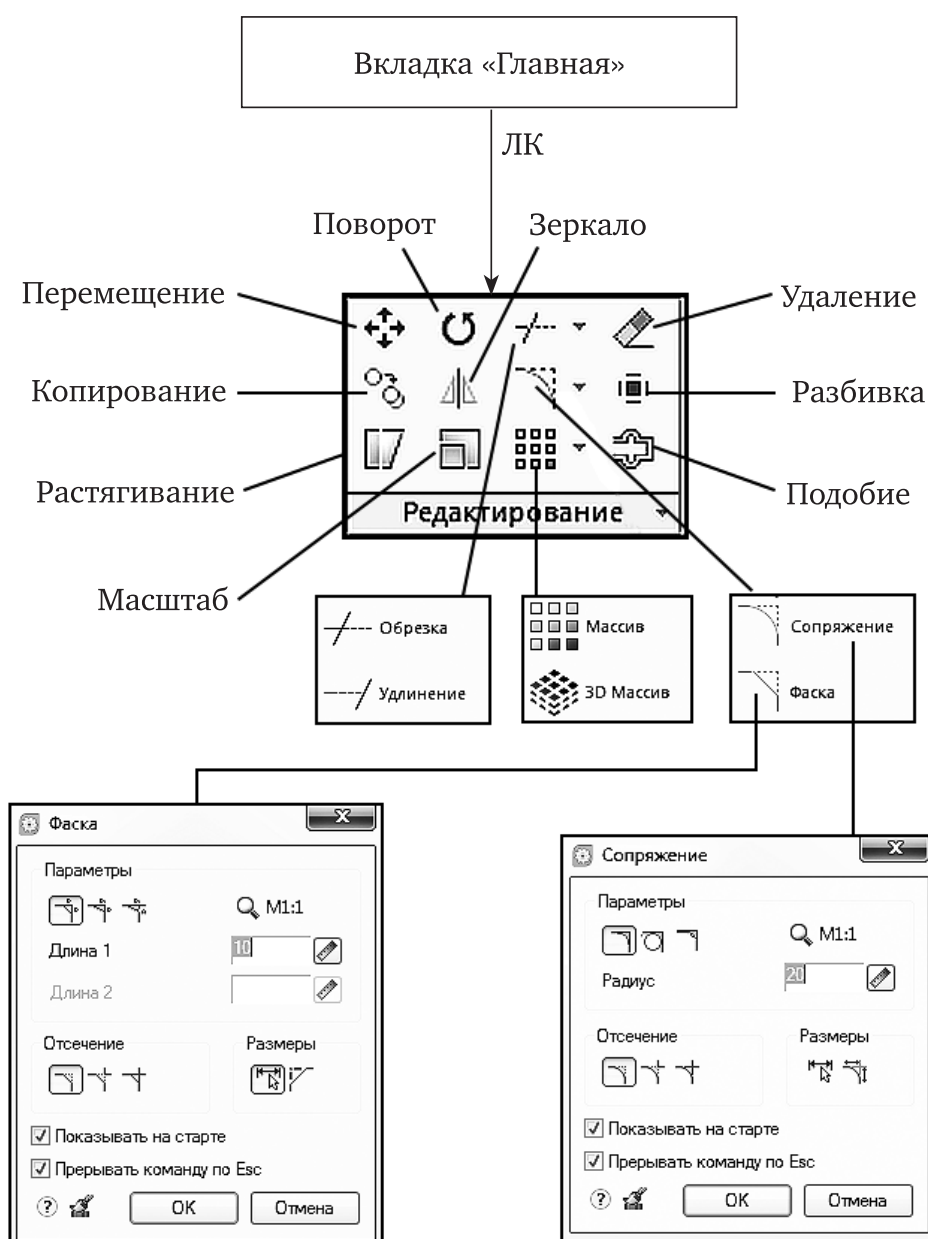


Рис. 3.15. Общая схема выбора команд редактирования 2D-примитивов для создания плоских контуров

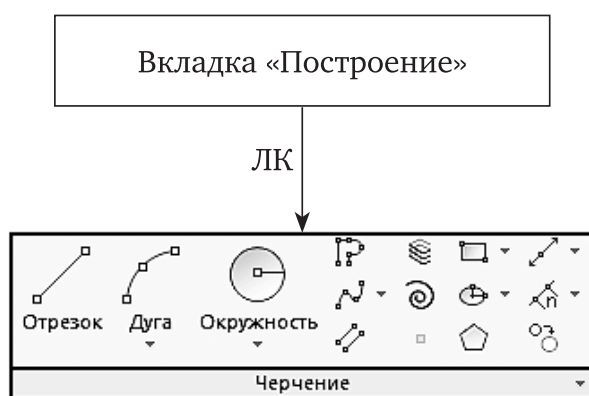


Рис. 3.16. Общая схема выбора 2D-примитивов для создания плоских контуров

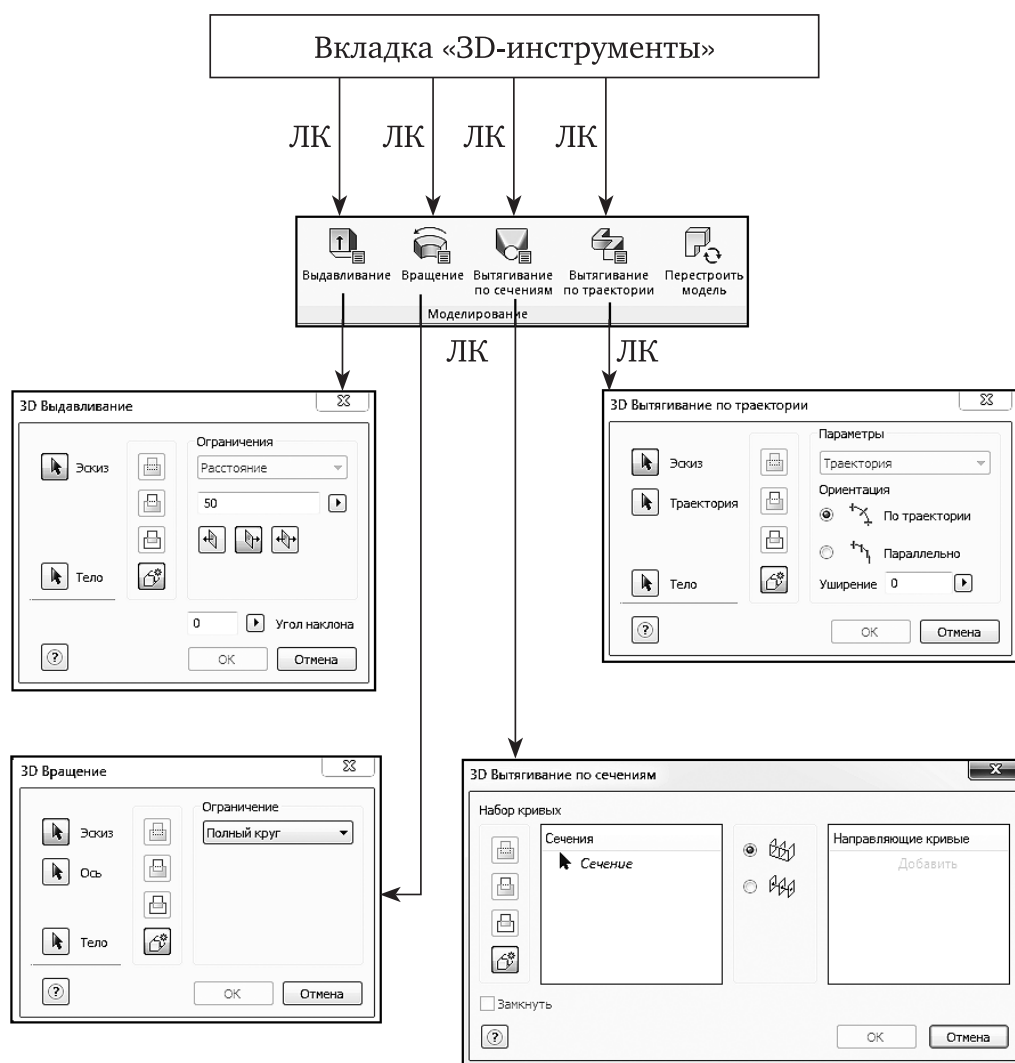


Рис. 3.17. Общая схема выбора команд для создания 3D-моделей деталей на основе плоских замкнутых контуров

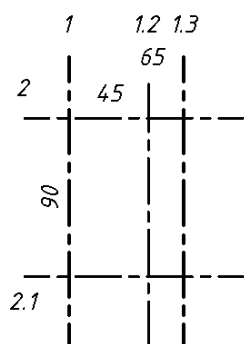
Выбор команды осуществляют одним из способов, например: 1) ЛК на вкладке «Главная» (см. рис. 3.14) — ЛК на иконке команды **Контур** из группы Черчение (см. рис. 3.14); 2) ЛК на вкладке «Построение» (рис. 3.18) — ЛК на строке выпадающего меню **Контур** из группы Контурные объекты и заливки (см. рис. 3.18) — открывается диалоговое окно **Создание контура** (см. рис. 3.18).

Работу с командой **Контур** осуществляют следующим образом: 1) вычерчивают будущий контур, используя 2D-примитивы (см. рис. 3.14) и методы их редактирования (см. рис. 3.16); 2) все объекты будущего плоского эскиза выделяют с помощью обычной или текущей рамки; 3) ЛК на кнопке **Указание точек** диалогового окна **Создание контура** (см. рис. 3.18) — ЛК внутри контура — контур подсвечивается линией зеленого цвета — завершают работу нажатием на клавиатуру клавиши **Enter**.

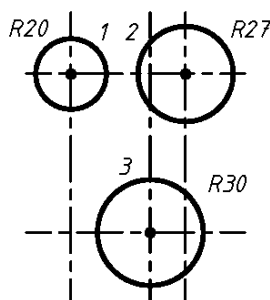
В табл. 3.1 представлен пример построения плоского контура детали с завершающим этапом использования команды **Контур**.

Последовательность построения плоского контура детали

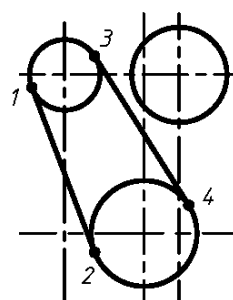
1. Оси
(команда «Отрезок»,
команда «Подобие»)



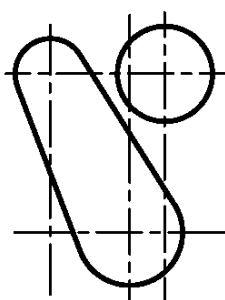
2. Окружности
(команда «Круг»,
привязка
«Пересечение»)



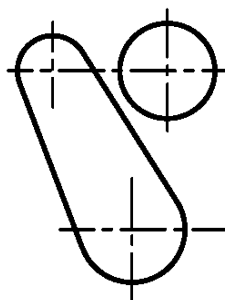
3. Касательные
(команда «Отрезок»,
привязка
«Касательная»)



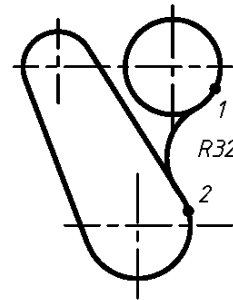
4. Обрезка
окружностей
(команда «Обрезка»)



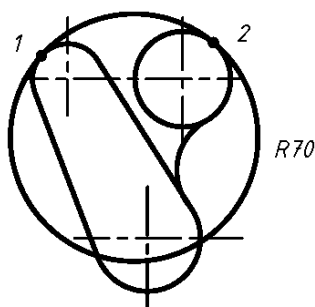
5. Укорочение осей
(режим «Редактирова-
ние ручек»)



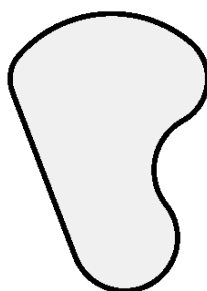
6. Сопряжение
(команда
«Сопряжение»)



7. Окружность
(команда «Окруж-
ность: 2 точки каса-
ния, радиус», при-
вязка «Ближайшая»)



8. Обрезка
окружности
(команда «Обрезать»,
команда «Контур»)



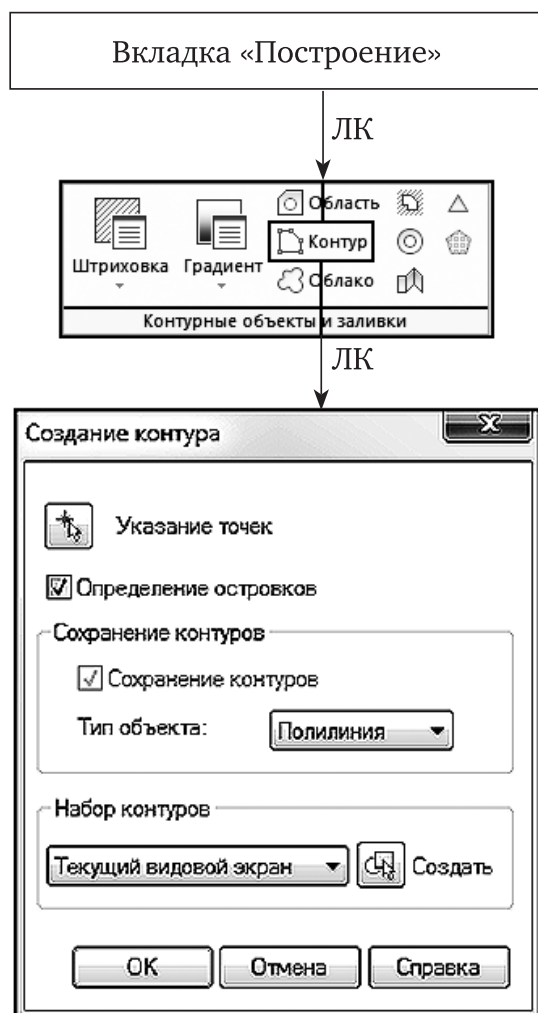


Рис. 3.18. Общая схема выбора диалогового окна Создание контура

3.5. Создание 3D-моделей деталей на основе нескольких 3D-тел

Большинство 3D-модели деталей создают из нескольких отдельных 3D-тел (см. рис. 3.3 и 3.17). В этих случаях возможно применение несколько различных способов.

Способ № 1. Если соединяют два 3D-тела, расположенные в одной плоскости, то одно из них первоначально перемещают ко второму, используя команду **3D-Перемещение** (рис. 3.19) и завершают процесс одной из логических операций: **Объединение**, **Вычитание** или **Пересечение** (см. рис. 3.3).

Способ № 2. Если соединяют два 3D-тела, расположенные в разных плоскостях, то одно из них первоначально поворачивают, используя команду **3D Поворот** (см. рис. 3.19), затем перемещают ко второму, используя команду **3D-Перемещение** (см. рис. 3.19)

и завершают процесс одной из логических операций: **Объединение**, **Вычитание** или **Пересечение** (см. рис. 3.3).

Способ № 3. Если соединяют два 3D-тела, расположенные в разных плоскостях, то для построения одного из них вместо команды 3D-поворот используют перенос и дальнейший поворот знака ПСК (пользовательская система координат) вокруг соответствующих осей (рис. 3.20), затем строят 3D-тело (см. рис. 3.3 или 3.20). перемещают его ко второму 3D-телу, используя команду **3D-Перемещение** (см. рис. 3.19) и завершают процесс одной из логических операций: **Объединение**, **Вычитание** или **Пересечение** (см. рис. 3.3).

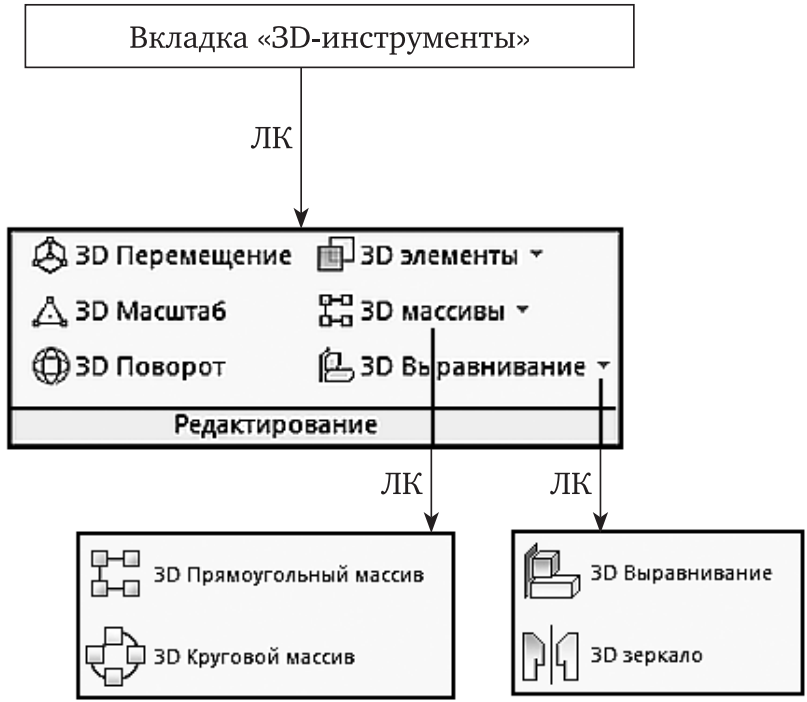


Рис. 3.19. Общая схема выбора команд редактирования 3D-моделей деталей

Способ № 4. Если соединяют два 3D-тела, когда второе 3D-тело необходимо расположить на одной из граней первого 3D-тела, то используют очередную **новинку программы** nanoCAD Механика 20.1 — Динамическую ПСК (см., например, рис. 3.20, клавиша F6). Далее на автоматически выбранной грани строят второе 3D-тело и завершают процесс одной из логических операций: **Объединение**, **Вычитание** или **Пересечение** (см. рис. 3.3).

Особенности работы с динамической ПСК. В процессе создания объекта, при наведении курсора на плоский сегмент 3D-тела, ПСК временно выравнивается по нему. Это дает возможность сразу начать чертить в плоскости подсвеченной грани без дополнительных вызовов команд смены ПСК. В данном режиме ПСК меняет ориентацию при наведении курсора на грань 3D-тела. При первом ЛК фиксируется и устанавливается первая вершина создаваемого объекта. Далее можно продолжать чертить в выбранной плоскости.

По выходу из команды создания векторного объекта ПСК сбрасывается к своему первоначальному положению.

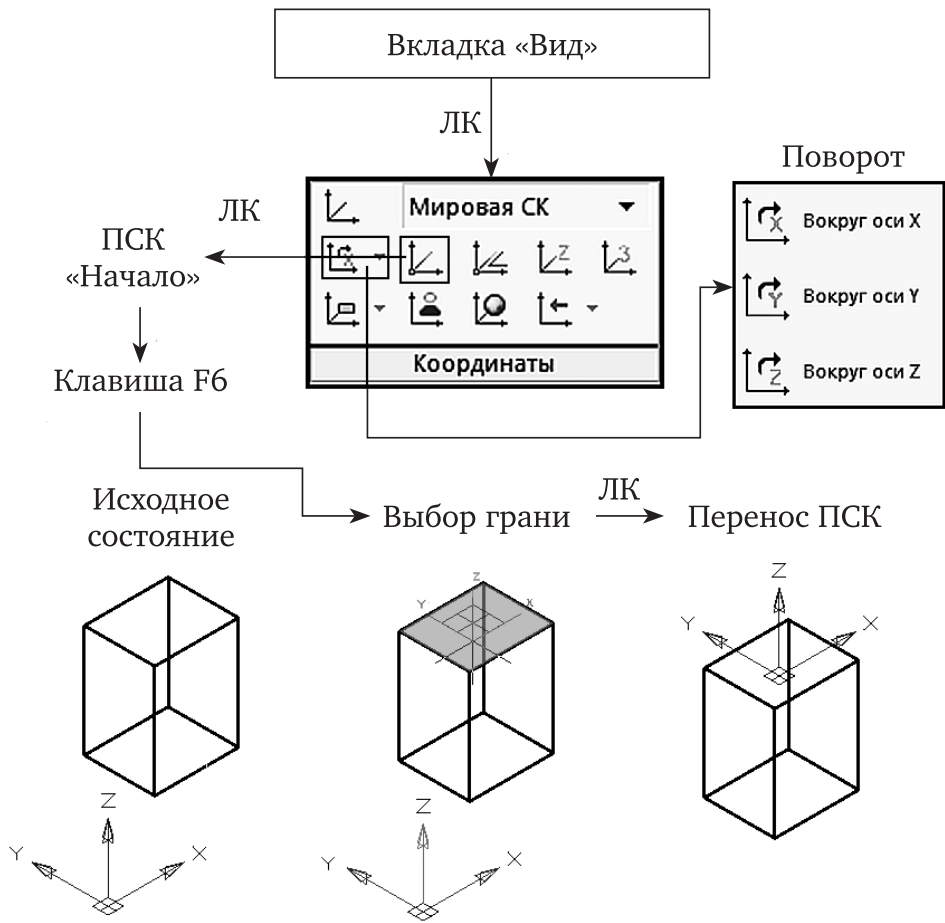


Рис. 3.20. Общая схема работы с динамической ПСК

На рис. 3.21 и 3.22, приведены примеры использования динамической ПСК (режим работы включают нажатием клавиши F6).

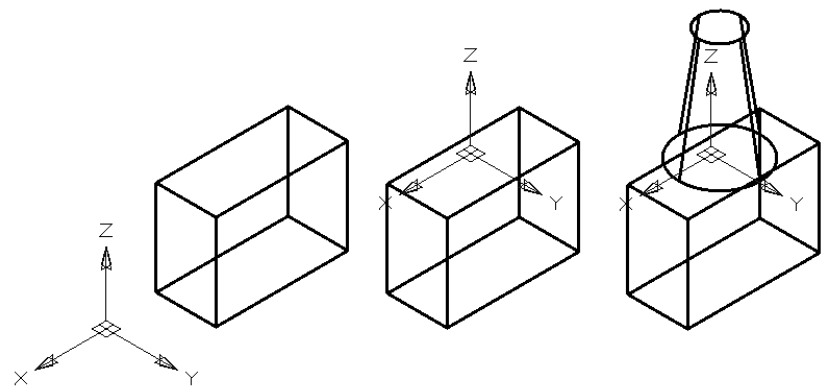


Рис. 3.21. Пример использования динамической ПСК при построении 3D-примитива Конус на верхней грани 3D-примитива Ящик

Рекомендация 1. При построении 3D-тел, помимо динамической ПСК (рис. 3.20) и поворота ПСК вокруг осей x, y и z (см. рис. 3.20)

пользователям программы предоставляются и другие возможности работы с ПСК:

- 1) создавать «Новую ПСК»;
- 2) устанавливать новое положение ПСК «по Виду и Объекту»;
- 3) создавать «Именованные ПСК»;
- 4) устанавливать новое положение ПСК «по Началу и углу»;
- 5) выравнивать новое положение ПСК «по Направлению оси Z»;
- 6) устанавливать новое положение ПСК «по координатам 3 точек»;
- 7) устанавливать для текущей ПСК параметры мировой системы координат (МСК).

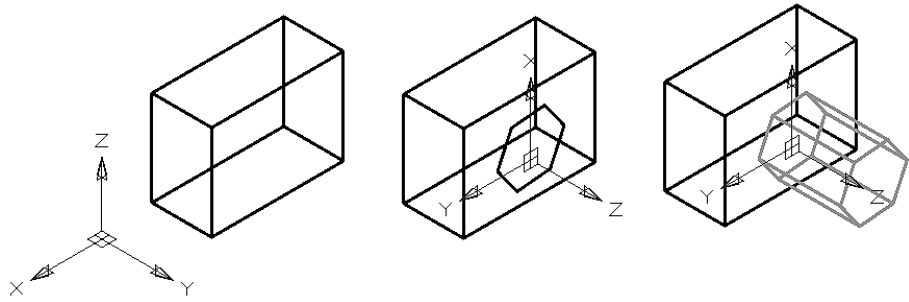


Рис. 3.22. Пример использования динамической ПСК при построении 3D-тела Призма шестигранная на передней грани 3D-примитива Ящик

Рекомендация 2. При использовании режимов работы с ПСК, указанных в Рекомендации 1, используют соответствующие режимы объектной привязки (клавиша F3).

Логические операции. Завершающим процессом по созданию 3D-моделей деталей из нескольких 3D-тел является использование логических операций **Объединение**, **Вычитание** и **Пересечение** (см. рис. 3.3 и 3.23).

Выбор логических операций осуществляют следующим образом: 1) ЛК на вкладке «3D-инструменты» из группы Моделирование (см. рис. 3.23); 2) ЛК на иконке **Логические операции** (см. рис. 3.23).

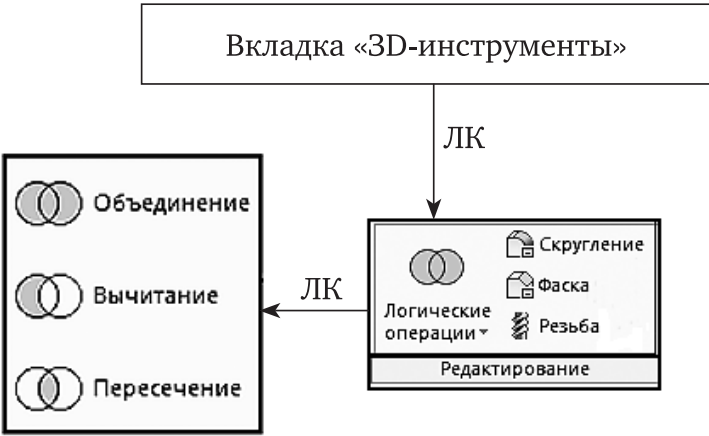


Рис. 3.23. Общая схема выбора логических операций

Работу с логическими операциями осуществляют следующим образом.

I. Операция Объединение: 1) ЛК на 3D-примитиве № 1; 2) ЛК на 3D-примитиве № 2; 3) ЛК на иконке логической операции **Объединение** (см. рис. 3.23); 4) нажимают на клавиатуре клавишу **Enter** — на экране появляется образованная операцией объединения 3D-модель детали (рис. 3.24).

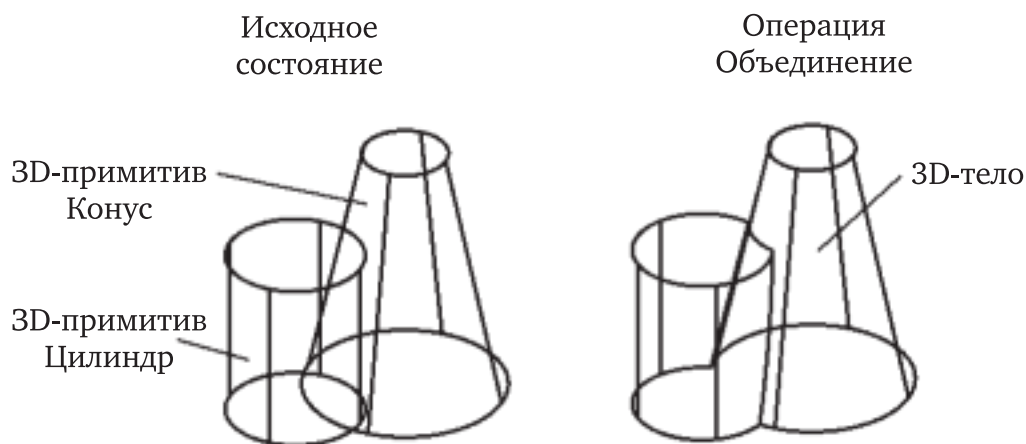


Рис. 3.24. Пример использования логической операции Объединение

II. Операция Вычитание: а) ЛК на иконке логической операции **Вычитание** (см. рис. 3.23); б) ЛК на 3D-примитиве № 1; в) ЛК на 3D-примитиве № 2 — на экране появляется образованная операцией вычитания 3D-модель детали (рис. 3.25).

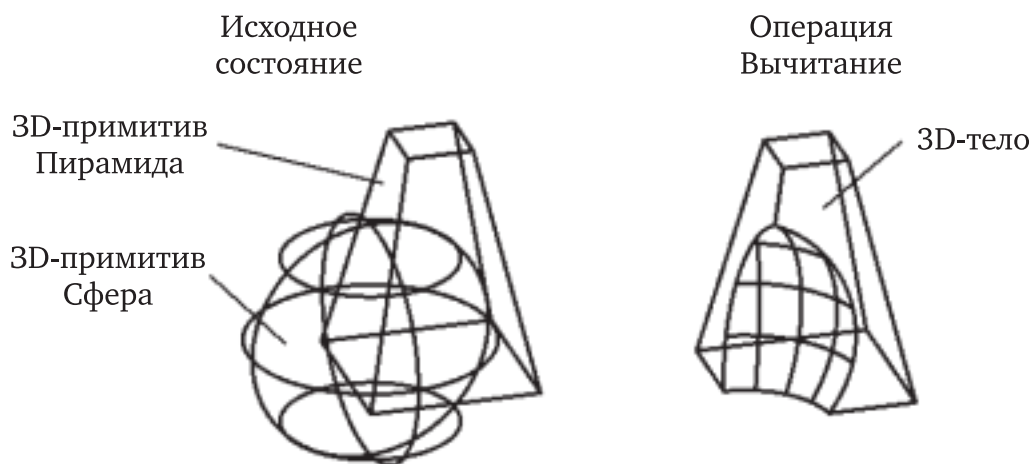


Рис. 3.25. Пример использования логической операции Вычитание

III. Операция Пересечение (см. рис. 3.23) рассматривается на примере построения 3D-модели детали «Гайка шестигранная» с комплексным использованием ряда других команд и без построения 3D-резьбы [13].

Эскиз детали «Гайка шестигранная» для построения ее 3D-модели приведен на рис. 3.26: обозначение — **Гайка 2М24 × 2 ГОСТ 5915—70**.

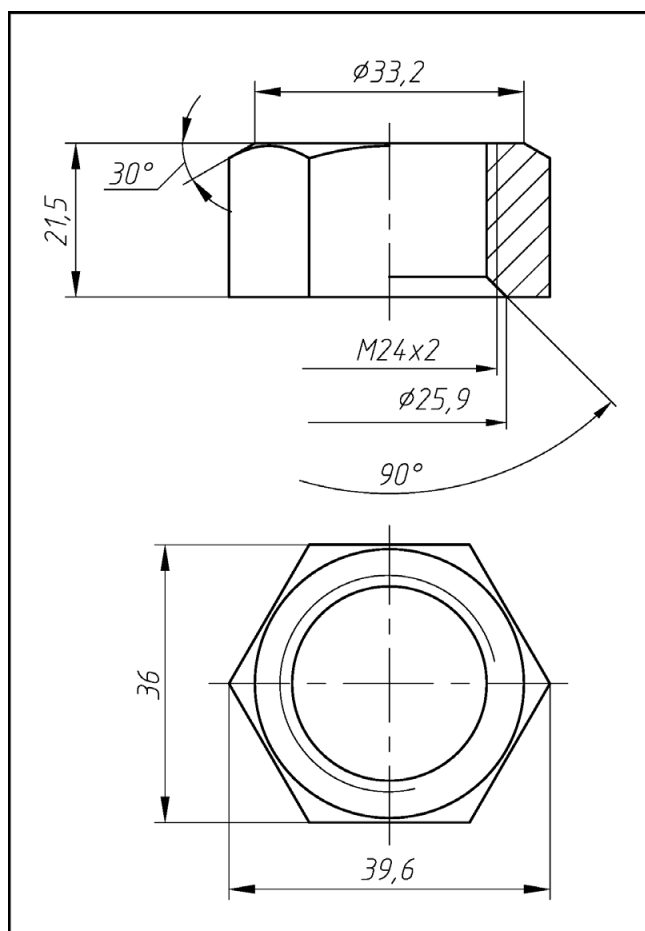


Рис. 3.26. Эскиз детали «Гайка шестигранная»

Построение 3D-модели детали осуществляют по ее реальным размерам (см. рис. 3.26) в последовательности, указанной в табл. 3.2: 1) ЛК на иконке команды **Многоугольник** (см. рис. 3.14), в **ЮЗ изометрии** (см. рис. 3.2) на новом слое «Контур» (см. рис. 3.1) строят **шестиугольник**, вписанный в окружность радиуса **19,8 мм**, что соответствует наружным размерам гайки (см. табл. 3.2, *этап 1*); 2) ЛК на иконке команды **Окружность** (см. рис. 3.14), в центре шестиугольника на новом слое «Контур» (см. рис. 3.1) строят **окружность** диаметром **33,2 мм** (см. табл. 3.2, *этап 2*); 3) используя диалоговое окно **3D Выдавливание** (см. рис. 3.17), производят выдавливание **шестиугольника** вниз на высоту **21,5 мм**, образуя шестигранник, равный высоте гайки с углом наклона **0°** (см. табл. 3.2, *этап 3*); 4) используя диалоговое окно **3D Выдавливание** (см. рис. 3.17), осуществляют выдавливание окружности вниз с углом наклона **-60°** на высоту **19 мм**, образуя конус с углом **30°** у верхнего основания гайки (см. табл. 3.2, *этап 4*); 5) используя логическую операцию **Пересечение** (см. рис. 3.23), получают наружную конфигурацию 3D-модели детали «Гайка шестигранная»: а) ЛК на 3D-модели выдавленного шестигранника (*этап 3*); б) ЛК на 3D-модели выдавленного конуса (*этап 4*); в) ЛК на иконке логической операции

Пересечение (см. рис. 3.23); г) нажимают на клавиатуре клавишу **Enter** (см. табл. 3.2, *этап 5*); 6) **ЛК** на иконке команды **Окружность** (см. рис. 3.14), в центре шестиугольника на новом слое «Контур» (см. рис. 3.1) строят окружность диаметром **21,835 мм**, равным внутреннему диаметру метрической резьбы М24 с мелким шагом 2 (ГОСТ 24705—2004) — табл. 3.2, *этап 6*; 7) используя диалоговое окно **3D Выдавливание** (см. рис. 3.17) и операцию «Вырезать» в нем, осуществляют выдавливание **окружности** вниз на высоту **21,5 мм**, образуя внутреннее цилиндрическое отверстие, равное высоте гайки (см. табл. 3.2, *этап 7*); 8) применяя средство объектной привязки (клавиша **F3**), переносят **ПСК** в центр нижнего основания цилиндрического отверстия. Используя диалоговое окно **3D Фаска** (см. рис. 3.3), вызываемое командой **3D Фаска** (см. рис. 3.3), на нижнем основании цилиндрического отверстия строят **фаску** размером **2 × 45°**, соответствующую мелкому шагу метрической резьбы **2 мм** (ГОСТ 5915—70 «Гайки шестигранные нормальной точности») — табл. 3.2, *этап 8*); 9) **ЛК** на иконке команды **3D Поворот** (см. рис. 3.19), для наглядности осуществляют 3D-поворот 3D-модели гайки вокруг оси **x** на угол **180°** (см. табл. 3.2, *этап 9*).

Результаты построения 3D-модели детали «Гайка шестигранная» (см. табл. 3.1, *этап 9*) в наглядном виде представлены на рис. 3.27.

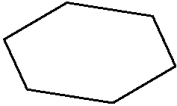
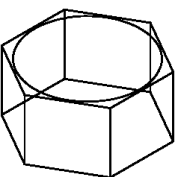
Важно знать!

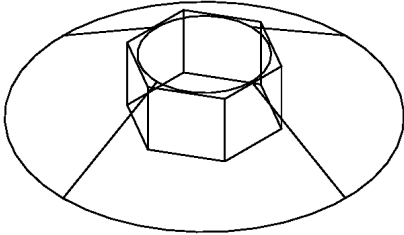
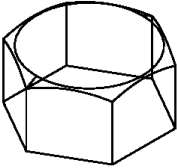
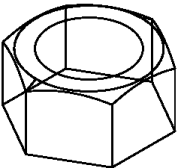
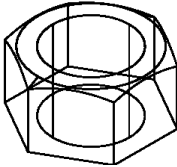
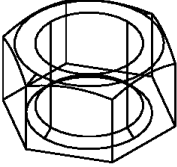
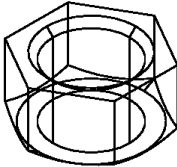
В программе папоCAD Механика 20.1 появилась **очередная новинка** — возможность построения 3D-модели резьбы, которой ранее в предыдущих версиях не было, поэтому резьбу вычерчивали сплошной тонкой линией на 2D-чертежах, (см., например, рис. 3.26).

Работа с командой **3D Резьба** (см. рис. 3.3) рассматривается в п. 3.9.

Таблица 3.2

Последовательность построения 3D-модели детали «Гайка шестигранная»

Этап 1	2D-эскиз шестиугольника	
Этап 2	2D-эскиз окружности	
Этап 3	3D Выдавливание шестиугольника	

Этап 4	3D-выдавливание окружности	
Этап 5	3D-пересечение	
Этап 6	2D-эскиз окружности	
Этап 7	3D-выдавливание окружности	
Этап 8	3D-фаска	
Этап 9	3D-поворот	

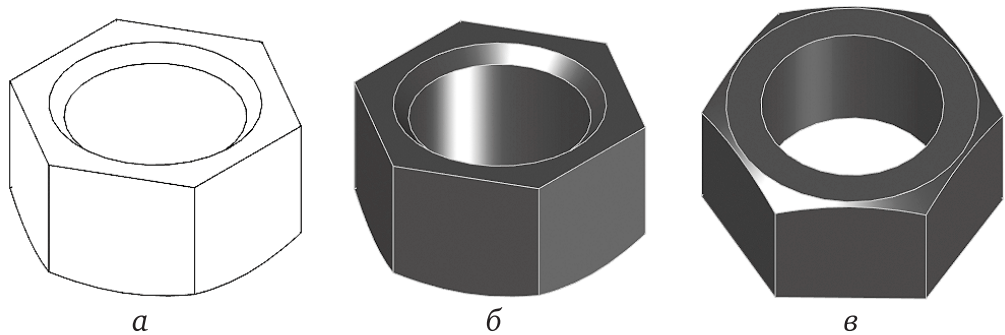


Рис. 3.27. Варианты визуализации 3D-модели детали «Гайка шестигранная»:
а — режим «3D скрытый»; б — режим «Точный с показом ребер»;
в — режим «Точный с показом ребер» и режим навигации «Орбита»

3.6. Повышение наглядности 3D-моделей деталей и их осмотр

Для повышения наглядности построенных 3D-моделей деталей (например, см. рис. 3.27) в программе используют режим **Визуальные стили**: 1) ЛК на вкладке «Вид» (рис. 3.28); 2) ЛК на иконке команды **Визуальные стили** из группы Область чертежа (см. рис. 3.28); 3) ЛК на списке выбранного визуального стиля (см. рис. 3.28).

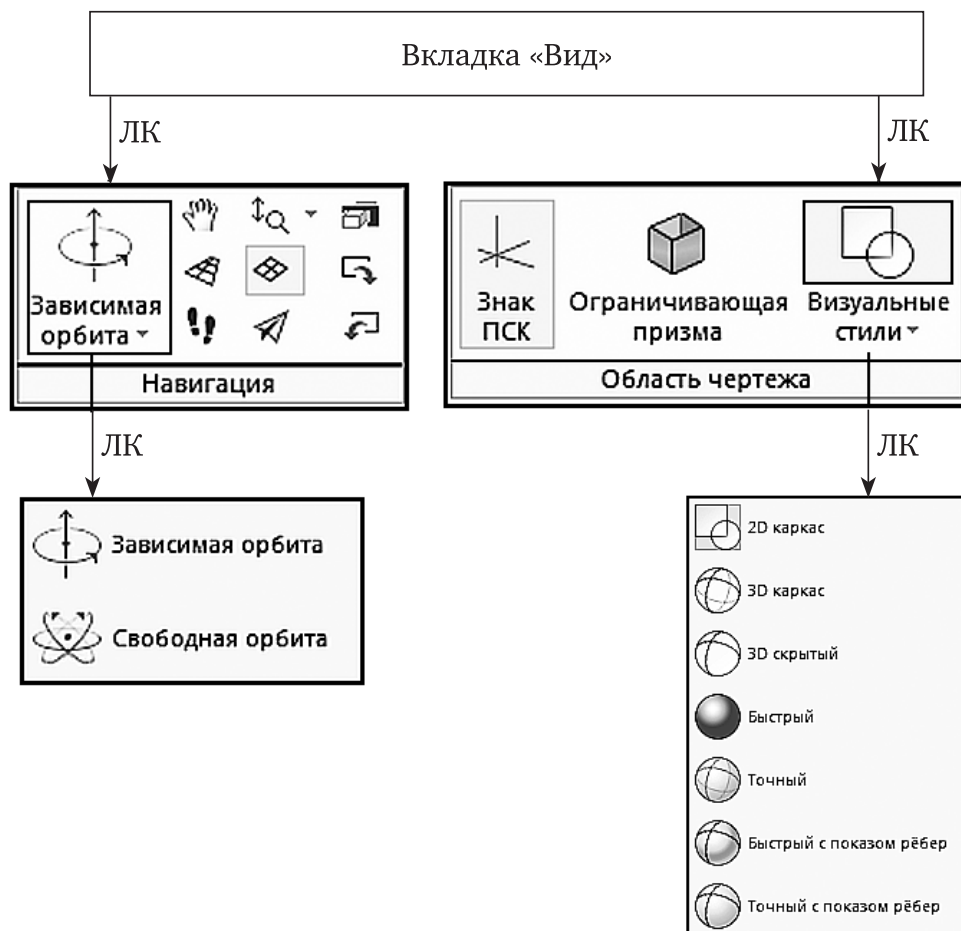


Рис. 3.28. Общая схема выбора режимов Орбита и Визуальные стили

Для осмотра построенных 3D-моделей деталей (см., например, рис. 3.27) в программе используют один из режимов навигации — **Зависимую** или **Свободную орбиту**: 1) ЛК на вкладке «Вид» (см. рис. 3.28); 2) ЛК на иконке команды **Зависимая орбита** из группы Навигация (см. рис. 3.28); 3) поворот 3D-модели детали осуществляют перемещением мыши при нажатой ее левой клавиши, а завершают — нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

Очередной **новинкой программы** nanoCAD Механика 20.1 является **Свободная орбита**. В новой версии добавлена настройка для машиностроительного проектирования, позволяющая включать

в 3D-пространстве режим навигации «Свободная орбита», который снимает ограничение вращения модели относительно оси Z.

Переход в работе от *Зависимой орбиты* к работе со *Свободной орбитой* осуществляют нажатием на клавиатуре клавишу F4 — появляется орбитальное кольцо, предназначенное для управления режимом навигации.

Подробную информацию о настройках и работе с отмеченным режимом навигации находят по выражению «Свободная орбита» в справочной системе программы, в диалоговом окне **Справка nanoCAD** (рис. 3.29).

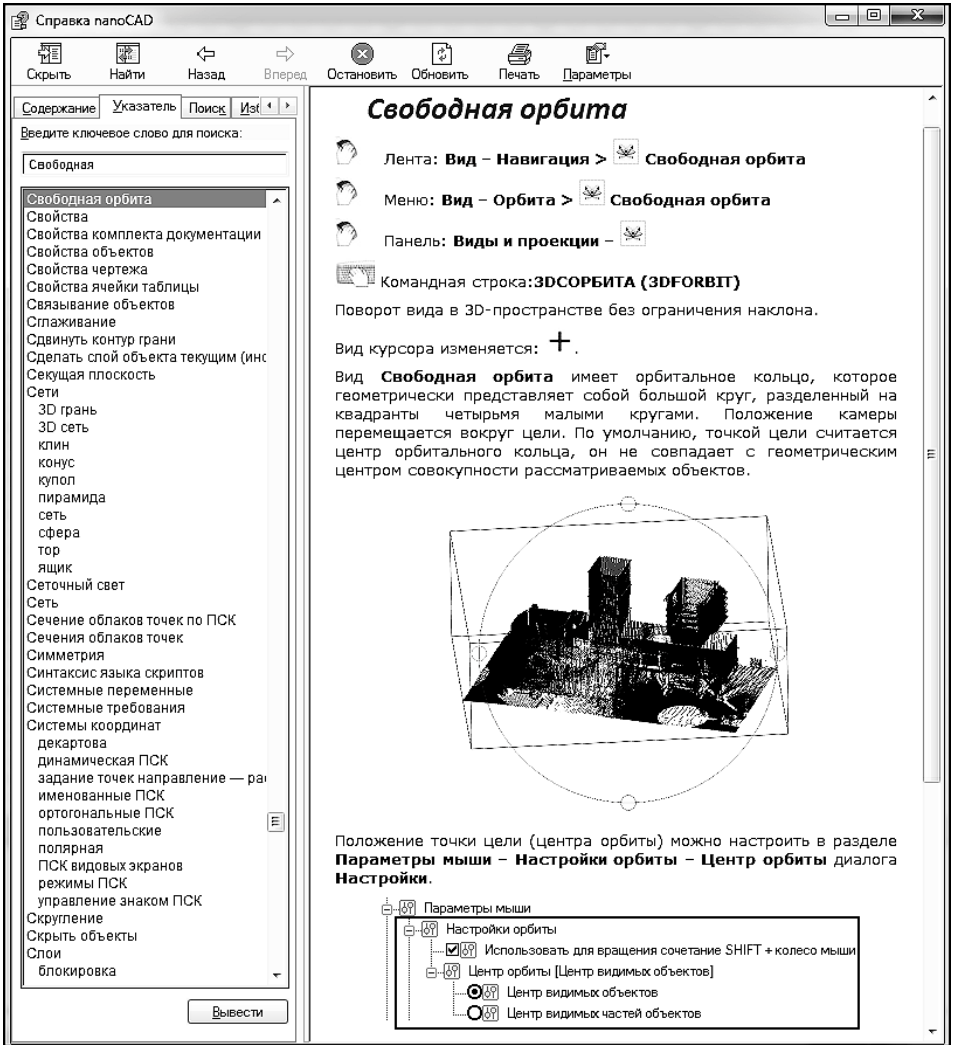


Рис. 3.29. Пример получения сведений о работе с режимом навигации «Свободная орбита» и его настройках

3.7. Создание 3D-моделей деталей на основе отсканированных 2D-чертежей деталей

Обводку растровых изображений, отсканированных старых бумажных чертежей, производят после предварительной коррекции

(устранения перекосов и т. п. — вкладка «Растр») одним из двух способов.

Способ № 1. Основан на выравнивании растрового изображения и построенного отрезка с использованием команды **Выравнивание** из группы Редактирование на вкладке «Построение». В работе не рассматривается.

Способ № 2. Основан на использовании масштабного коэффициента между размерами растрового изображения и построенного отрезка.

Ниже приводится **способ № 2**, а в качестве примеров и для установления общих закономерностей рассматриваются бумажные чертежи двух деталей, которые предварительно были отсканированы (рис. 3.30 и 3.31), и у которых: 1) для создания плоских контуров (на первом этапе) применяют различные методы обводки; 2) для создания из плоских контуров 3D-моделей деталей (на втором этапе) используют различные команды 3D-моделирования: **Выдавливание**, **Вращение** и т. п. (см. рис. 3.17).

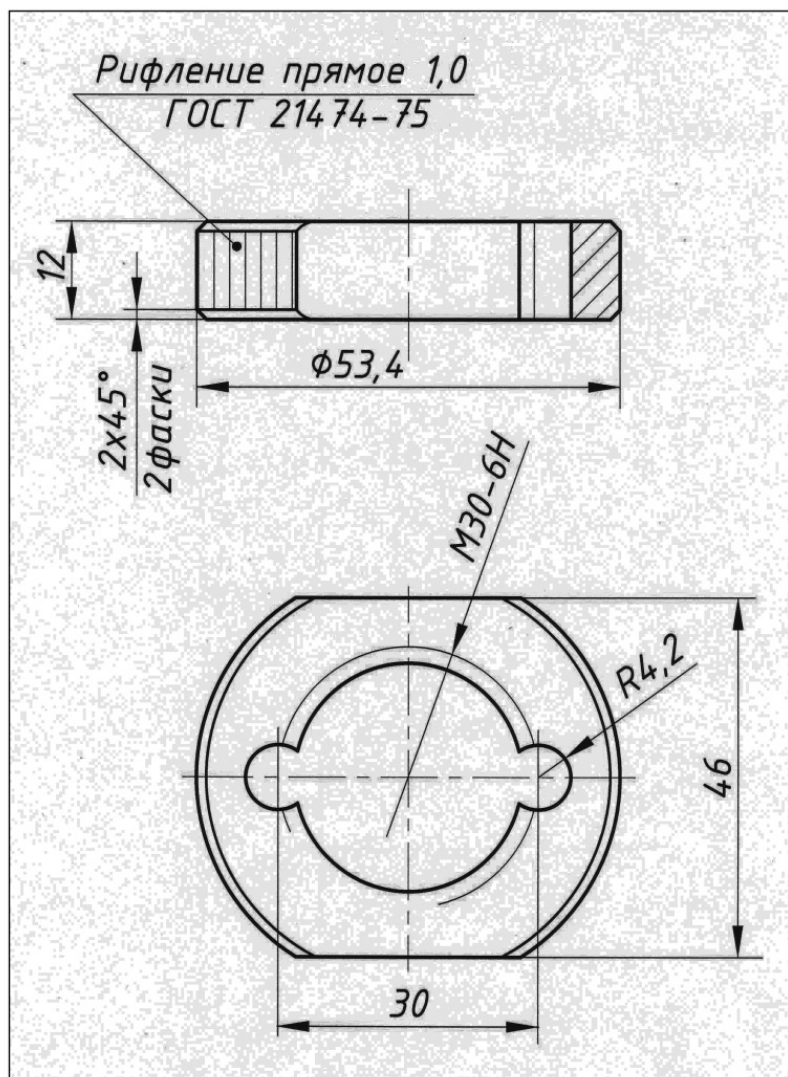


Рис. 3.30. Пример отсканированного чертежа детали «Гайка» в формате jpeg

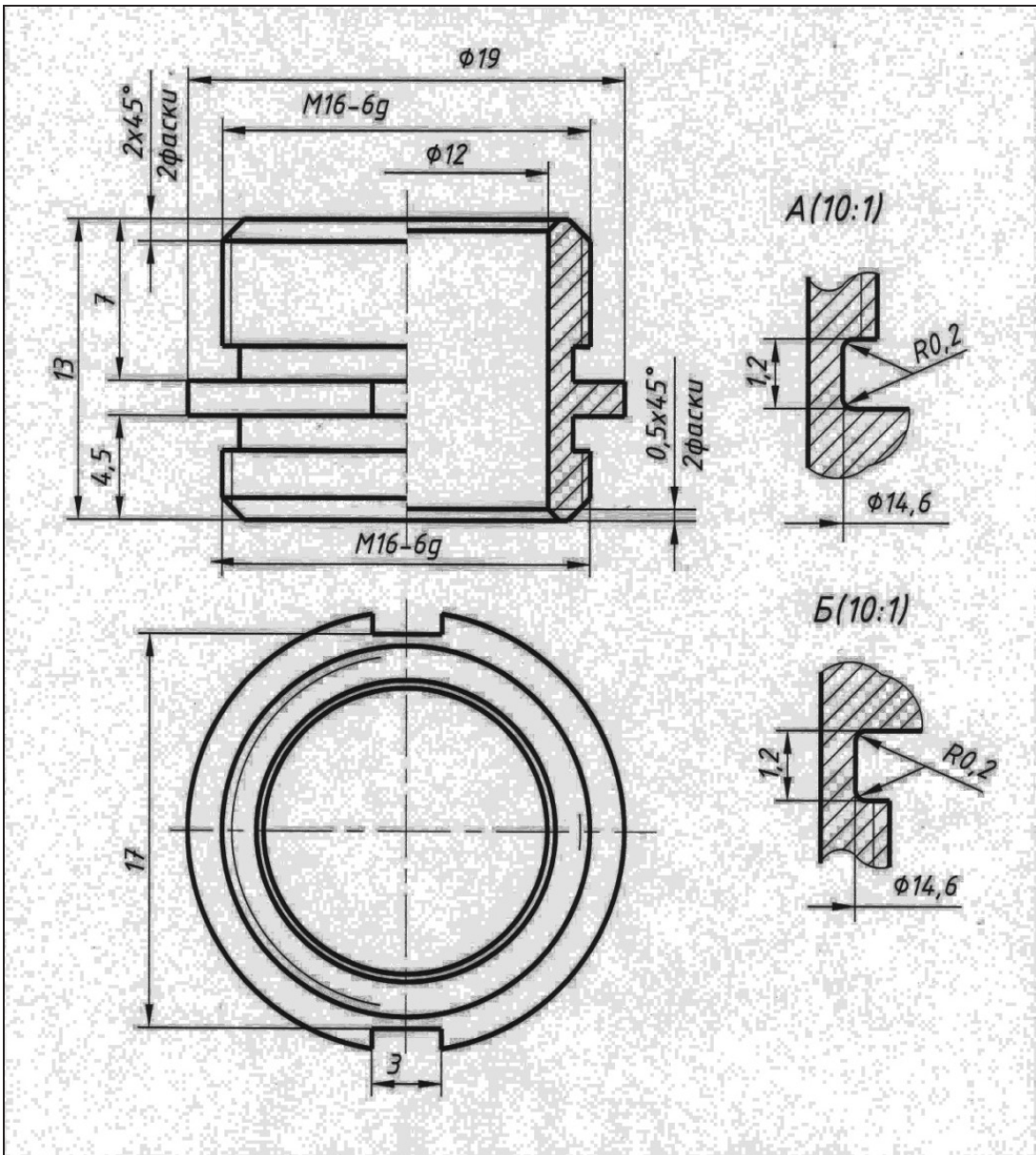


Рис. 3.31. Пример отсканированного чертежа детали «Наконечник» в формате jpeg

3.7.1. Создание 3D-модели детали «Гайка»

I. Создание нового чертежа и его настройка. Создают новый чертеж с именем, например, **Обводка_Растр_1**.

В новом чертеже **Обводка_Растр_1** задают **точность основных единиц построения**:

1) ЛК временно переключают работу программы в классический интерфейс (см. рис. 1.29);

2) ЛК на строке выпадающих меню «Формат» — ЛК на меню «Размерные стили» — диалоговое окно **Размерные стили** — ЛК на кнопке **Изменить** — диалоговое окно **Изменение размерного стиля ЕСКД** — ЛК на вкладке «Основные единицы» — ЛК в раскрывающемся списке **Точность** задают значение **0,0** — ЛК на кнопке

ОК — возврат в диалоговое окно **Размерные стили** — **ЛК** на кнопке **Заккрыть** — **ЛК** осуществляют обратное переключение в ленточный интерфейс.

В новом чертеже **Обводка_Растр_1** создают **новые слои** (см. рис. 3.1): 1) слой **Вставка** — для вставки растрового изображения (рис. 3.32); 2) слой **Обводка внутренняя**, *цвет красный* — для обводки внутреннего контура детали (см. рис. 3.32); 3) слой **Обводка наружная**, *цвет синий* — для обводки наружного контура (см. рис. 3.32).

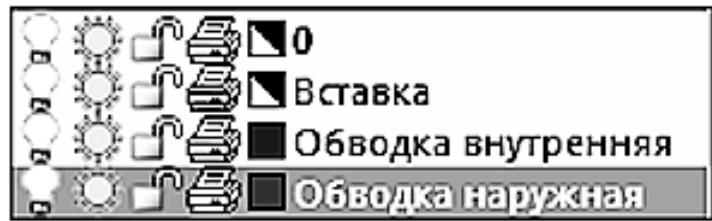


Рис. 3.32. Созданные новые слои в чертеже **Обводка_Растр_1**

II. Вставка растрового изображения в чертеж Обводка_Растр_1. Открывают новый чертеж с именем **Обводка_Растр_1**.

Далее осуществляют следующие действия:

- 1) активируют слой **Вставка** (см. рис. 3.32);
- 2) **ЛК** на вкладке «Вставка» (см. рис. 3.32);
- 3) **ЛК** на иконке команды **Вставка растра** (рис. 3.33) — **ЛК** из соответствующей папки выбирают растровое изображение — открывается диалоговое окно **Вставка изображения** (рис. 3.34);

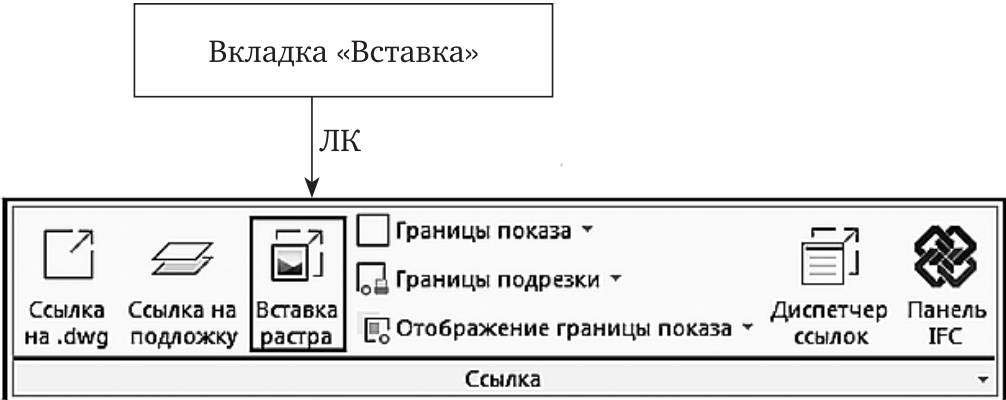


Рис. 3.33. Общая схема выбора команды **Ссылка на растр**

- 4) в диалоговом окне **Вставка изображения** (см. рис. 3.34), или выбирают растровое изображение (кнопка **Обзор**), или, если растровое изображение уже находится в заранее установленной папке, **ЛК** на кнопке **ОК** — отсканированное растровое изображение детали «Гайка» (см. рис. 3.30) появляется на экране — **ЛК** на слое **Вставка** фиксируют точку его вставки (рис. 3.35).

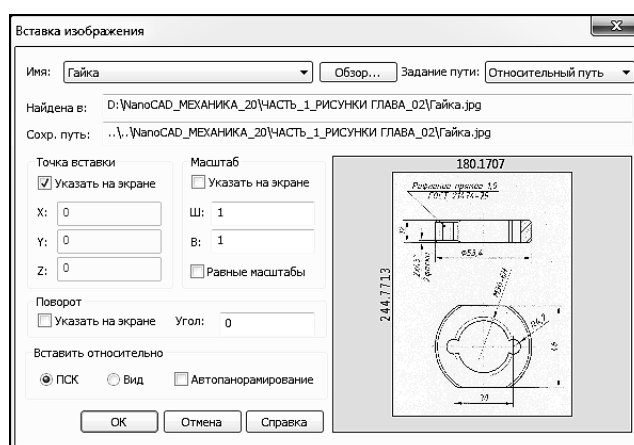


Рис. 3.34. Диалоговое окно Вставка изображения

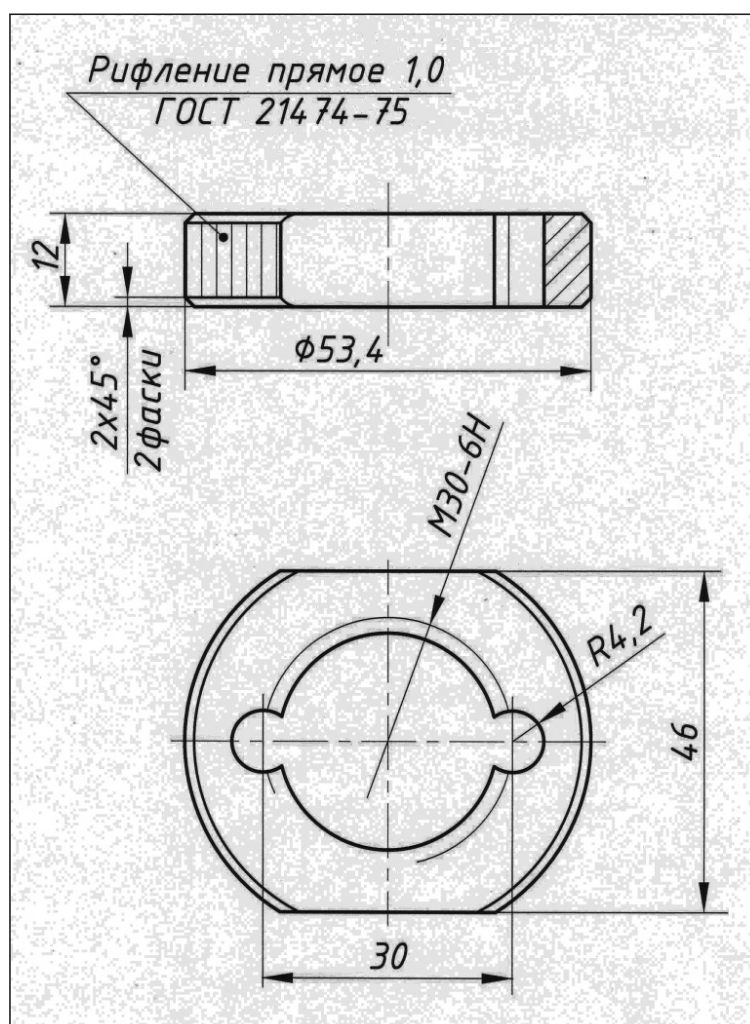


Рис. 3.35. Вставка растрового изображения детали «Гайка»

III. Масштабирование размеров растрового изображения, вставленного в чертеж Обводка_Растр_1. Для масштабирования размеров растрового изображения и далее его обводки по истинным размерам, осуществляют следующие действия:

1) используя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14 или 3.16) и режим полярного отслеживания **ОТС-ПОЛЯР** (клавиша **F 10**), на свободном поле чертежа вычерчивают отрезок с максимальным размером, который есть на растровом изображении — **53,4 мм** (рис. 3.36);

2) используя команду **Размеры** (см. п. 5.3, рис. 5.12) и средство объектной привязки **Конточка** (клавиша **F3**), на вычерченном отрезке проставляют соответствующий ему линейный размер **53,4 мм** (см. рис. 3.36);

3) применяя команду **Размеры** (см. п. 5.3, рис. 5.12) и максимально-возможное увеличение растрового изображения, на растровом изображении проставляют максимальный линейный размер, который оказывается равным **96,4 мм** (см. рис. 3.36);

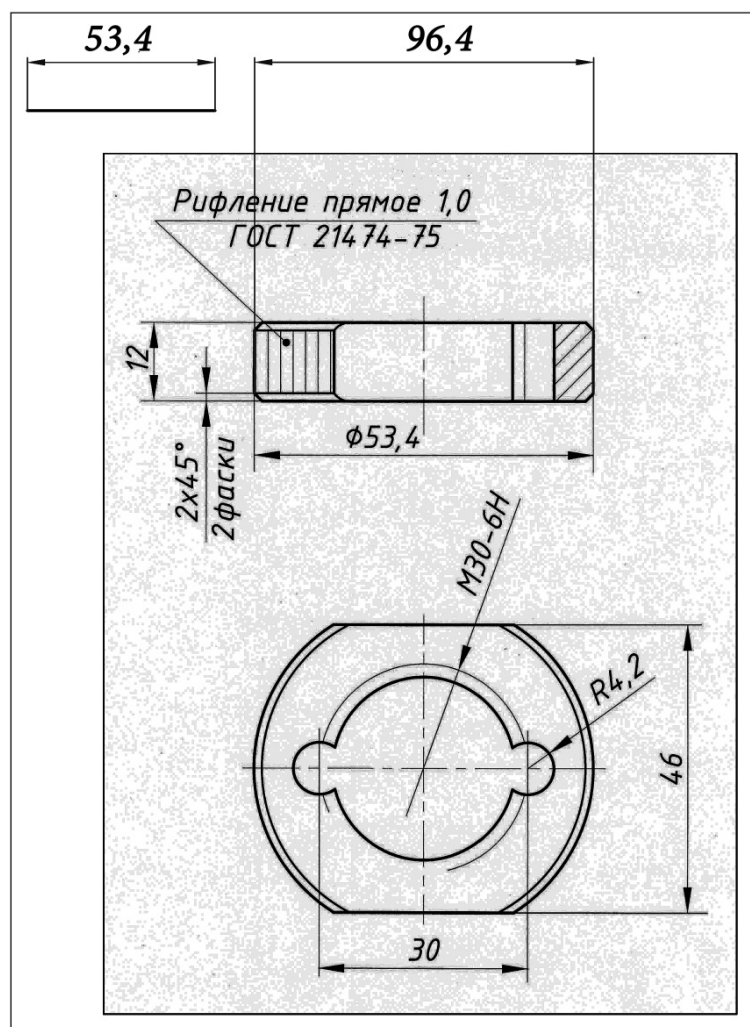


Рис. 3.36. Простановка размеров на отрезке и растровом изображении

4) используя пропорцию между размерами на отрезке и на растровом изображении, рассчитывают масштаб уменьшения растрового изображения: $53,4 / 96,4 = 0,5539$;

5) осуществляют масштабирование растрового изображения:
а) **ЛК** на иконке команды **Масштаб** (например, из группы Редак-

тирование на вкладке «Главная» — см. рис. 3.15); б) ЛК на контуре растрового изображения; в) ЛК указывают базовую точку, например, левую нижнюю точку контура растрового изображения; г) в командной строке указывают значение масштаба уменьшения **0.5539** и подтверждают ввод нажатием клавиши **Enter**.

В итоге масштабирования максимальный размер растрового изображения полностью совпадает с размером вычерченного отрезка (рис. 3.37), что позволяет далее приступить к обводке контуров по их истинным размерам.

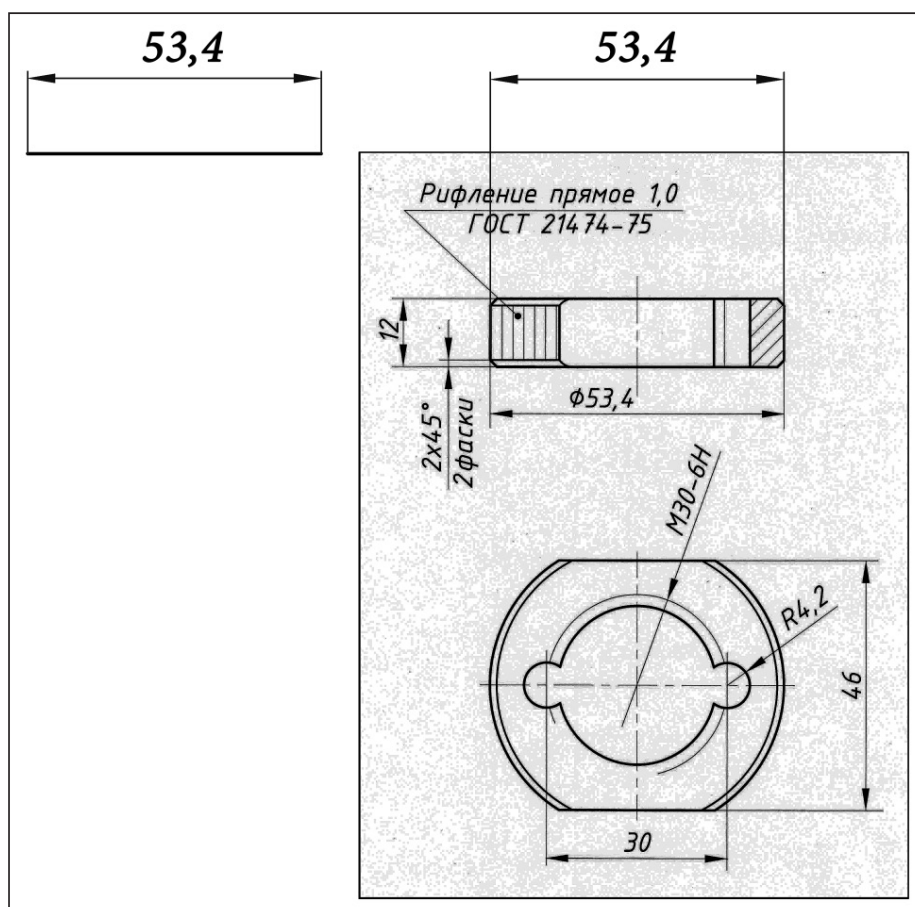


Рис. 3.37. Масштабирование размеров растрового изображения

IV. Обводка и редактирование растрового изображения, вставленного в чертеж Обводка_Растр_1. Для обводки и редактирования осуществляют следующие действия:

- 1) активируют слой **Обводка внутренняя** (см. рис. 3.32);
- 2) используя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14 или 3.16), режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**) и максимальное увеличение растрового изображения, на виде сверху осуществляют обводку осей (рис. 3.38, а);
- 3) используя команду **Окружность** (см. рис. 3.14 или 3.16) и средство объектной привязки **Пересечение** (клавиша **F3**), последовательно выполняют обводку окружностей внутреннего контура

(см. рис. 3.38, а), корректируя размер окружности большего диаметра с учетом данных табл. 3.5;

4) активируют слой **Обводка наружная** (см. рис. 3.32);

5) используя команду **Окружность** (см. рис. 3.14 или 3.16) и средство объектной привязки **Пересечение** (клавиша **F3**), осуществляют обводку окружности наружного контура (см. рис. 3.38, а);

6) слой **Вставка** выключают (ЛК на лампочке желтого цвета — см. рис. 3.32) или удаляют (выбор ЛК и клавиша **Delete**) — рис. 3.38, б;

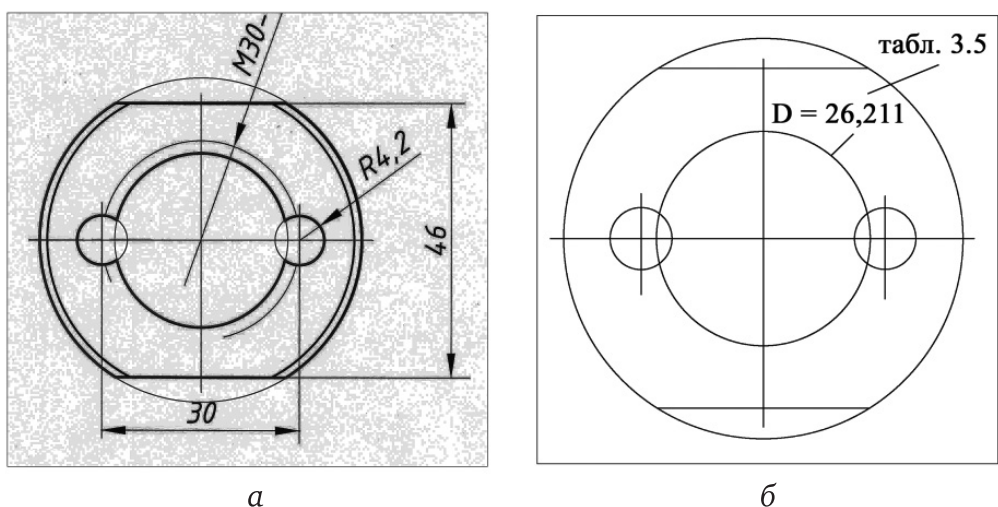


Рис. 3.38. Обводка растрового изображения и отключение слоя Вставка

7) используя команду **Обрезка** (см. рис. 3.15), осуществляют удаление лишних линий внутреннего и наружного контуров и осей;

8) отключая и включая слои **Обводка внутренняя** и **Обводка наружная**, используя команду **Контур** (см. рис. 3.18), заменяя ЛК в открывающемся диалоговом окне **Создание контура** тип объекта «Полилиния» на тип объекта «Область» (рис. 3.39, а), создают для дальнейшего выдавливания два плоских замкнутых контура — внутренний и наружный (рис. 3.39, б);

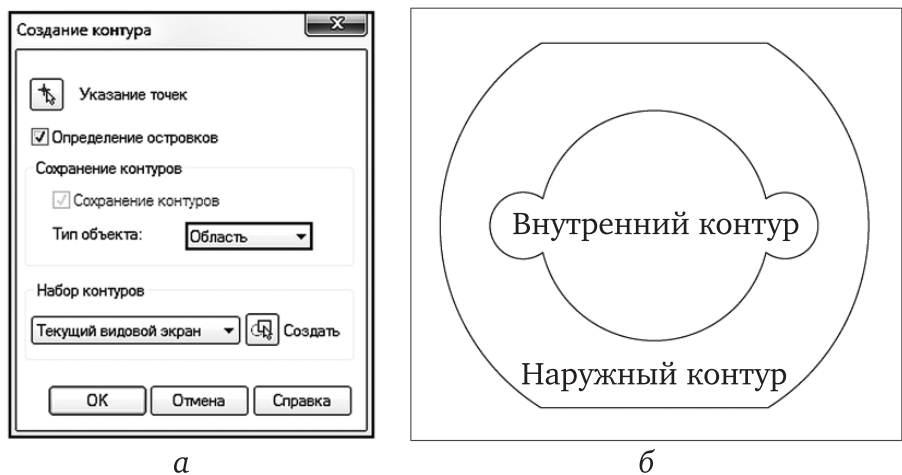


Рис. 3.39. Создание двух плоских замкнутых контуров детали

V. Создание 3D-модели детали «Гайка».

1) по методике раздела 3.1 (см. рис. 3.2), осуществляют переход в **ЮЗ изометрию** (рис. 3.40, а);

2) для выдавливания контуров используют команду **Выдавливание** (см. рис. 3.3), осуществляя последовательное выдавливание внутреннего и наружного контура вверх на высоту **12 мм** (см. рис. 3.35) — рис. 3.40, б;

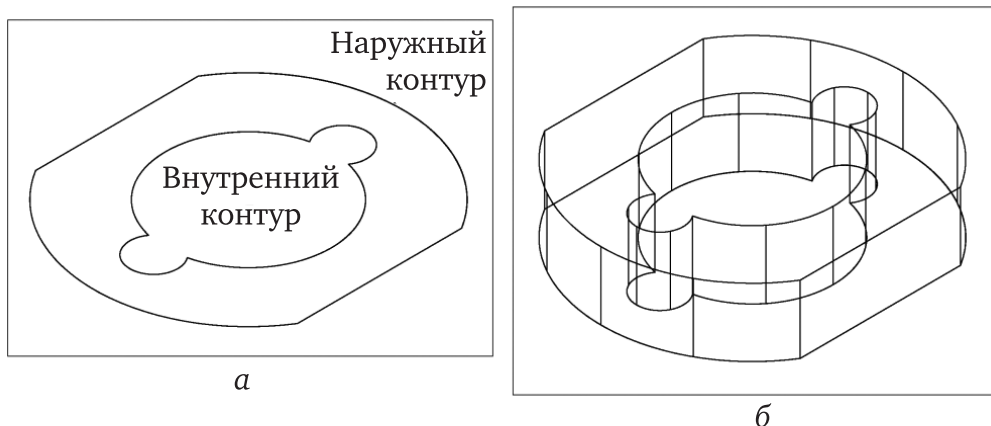


Рис. 3.40. Переход в ЮЗ изометрию и выдавливание контуров детали

3) используя логическую операцию **Вычитание** (см. рис. 3.23), осуществляют вычитание внутреннего контура из наружного контура — образуется **3D-модель детали «Гайка»** (рис. 3.41, а);

4) применяя команду **Фаска** (см. рис. 3.3) и открывающееся диалоговое окно **3D Фаска** (см. рис. 3.3), осуществляют последовательное формирование **четырех** фасок размером **2 мм** (см. рис. 3.35) на верхней и нижней плоскости **3D-модель детали «Гайка»** (см. рис. 3.41, б);

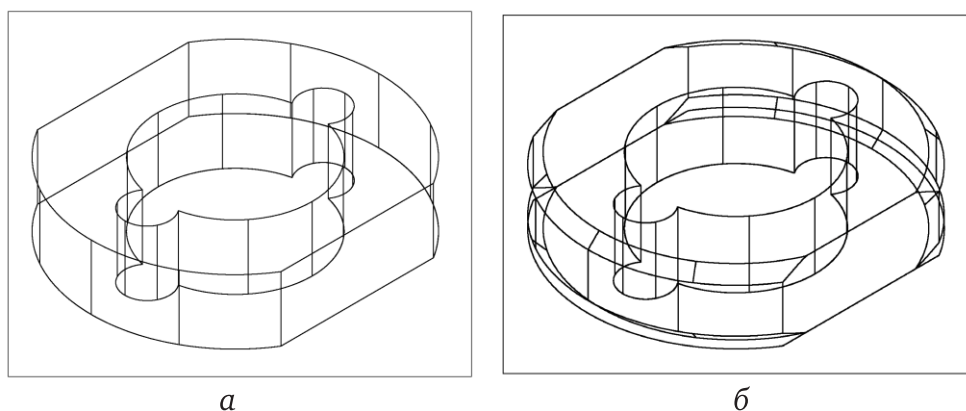


Рис. 3.41. Логическая операция Вычитание и формирование фасок

5) используя команду **Перемещение** (см. рис. 3.15), **ЛК** выбирают **3D-модель детали «Гайка»** (рис. 3.42, б) и осуществляют ее отделение от предварительно созданных исходных плоских контуров (рис. 3.42, б).

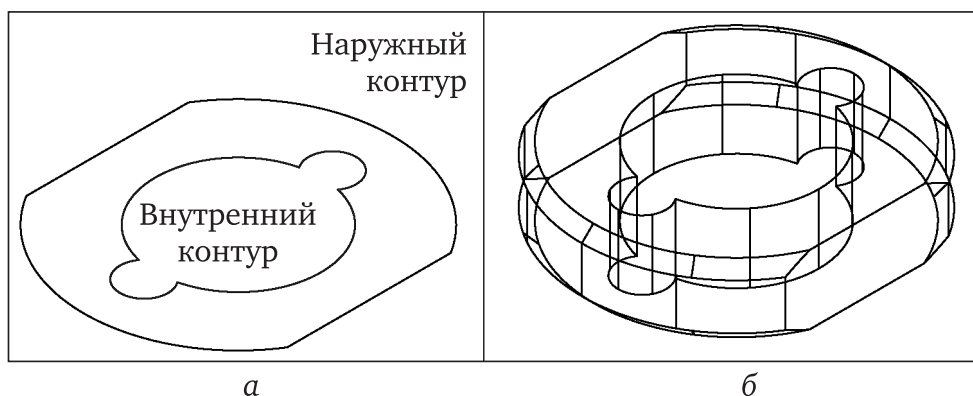


Рис. 3.42. Выбор и перемещение 3D-модели детали «Гайка»

Важно знать!

В программе папоCAD Механика 20.1 появилась **очередная новинка** — возможность построения 3D-модели резьбы, которой в предыдущих версиях не было. Работа с командой **3D Резьба** (см. рис. 3.3) рассматривается в п. 3.9.

Рекомендация. Пользователям программы рекомендуется поэкспериментировать с плоскими контурами (см. рис. 3.42, а). Их можно: 1) масштабировать; 2) выдавливать на различную высоту вверх и вниз; 3) комбинации из п. 1 и 2 — аналоги параметрического моделирования без использования в программе команд из вкладки «Зависимости» (рис. 3.43).

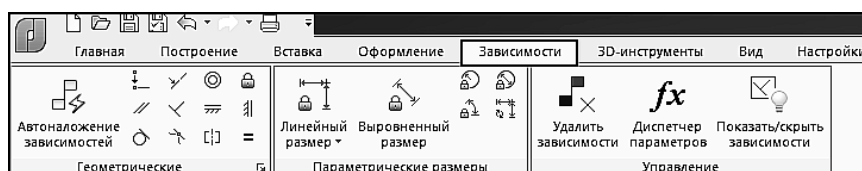


Рис. 3.43. Вкладка «Зависимости» ленточного интерфейса программы

Для повышения наглядности и осмотра, построенных 3D-моделей деталей используют режимы **Визуальный стиль** и **Орбита** (см. рис. 3.28). Варианты представления 3D-модели детали «Гайка» даны на рис. 3.44.

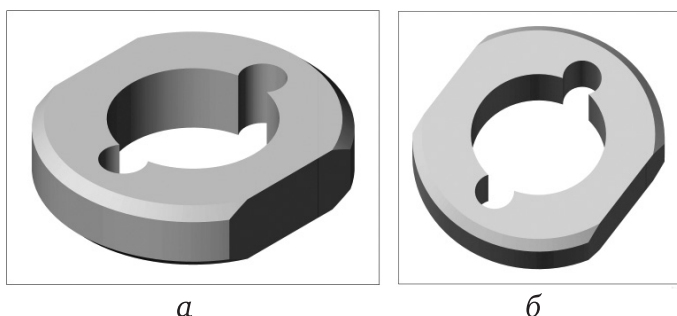


Рис. 3.44. Варианты представления 3D-модели детали «Гайка»: а — режим «Точный»; б — режимы «Точный» и «Орбита»

3.7.2. Создание 3D-модели детали «Наконечник»

I. Создание нового чертежа и его настройка. Создают новый чертеж с именем, например, **Обводка_Растр_2**.

В новом чертеже **Обводка_Растр_2** задают **точность основных единиц построения**:

1) **ЛК** временно переключают работу программы в классический интерфейс (см. рис. 1.29);

2) **ЛК** на строке выпадающих меню «Формат» — **ЛК** на меню «Размерные стили» — диалоговое окно **Размерные стили** — **ЛК** на кнопке **Изменить** — диалоговое окно **Изменение размерного стиля ЕСКД** — **ЛК** на вкладке «Основные единицы» — **ЛК** в раскрываемом списке **Точность** задают значение **0,0** — **ЛК** на кнопке **ОК** — возврат в диалоговое окно **Размерные стили** — **ЛК** на кнопке **Заккрыть** — **ЛК** осуществляют обратное переключение в ленточный интерфейс.

В новом чертеже **Обводка_Растр_2** создают **новые слои** (см. рис. 3.1): 1) слой **Вставка** — для вставки растрового изображения (рис. 3.45); 2) слой **Обводка внутренняя, цвет красный** — для обводки внутреннего контура детали (см. рис. 3.45); 3) слой **Обводка наружная, цвет синий** — для обводки наружного контура (см. рис. 3.45).

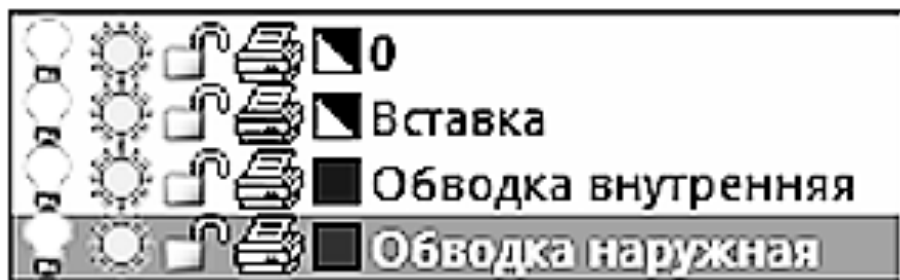


Рис. 3.45. Созданные новые слои в чертеже **Обводка_Растр_2**

II. Вставка растрового изображения в чертеж Обводка_Растр_2. Открывают новый чертеж с именем **Обводка_Растр_2**.

Далее осуществляют следующие действия:

1) активируют слой **Вставка** (см. рис. 3.45);

2) **ЛК** на вкладке «Вставка» (см. рис. 3.45);

3) **ЛК** на иконке команды **Вставка растра** (рис. 3.46) — **ЛК** из соответствующей папки выбирают растровое изображение — открывается диалоговое окно **Вставка изображения** (рис. 3.47);

4) в диалоговом окне **Вставка изображения** (см. рис. 3.47) либо выбирают растровое изображение (кнопка **Обзор**), либо, если растровое изображение уже находится в заранее установленной папке, **ЛК** на кнопке **ОК** — отсканированное растровое изображение детали «Наконечник» (см. рис. 3.31) появляется на экране — **ЛК** на слое **Вставка** фиксируют точку его вставки (рис. 3.48).

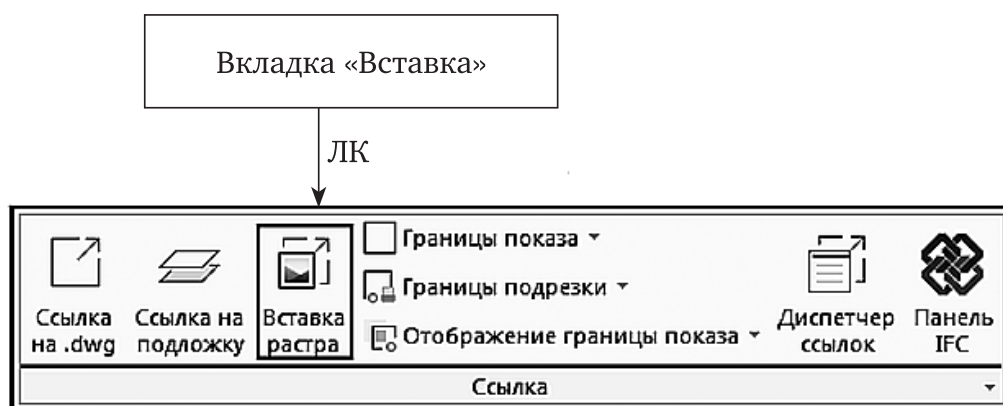


Рис. 3.46. Общая схема выбора команды Ссылка на растр

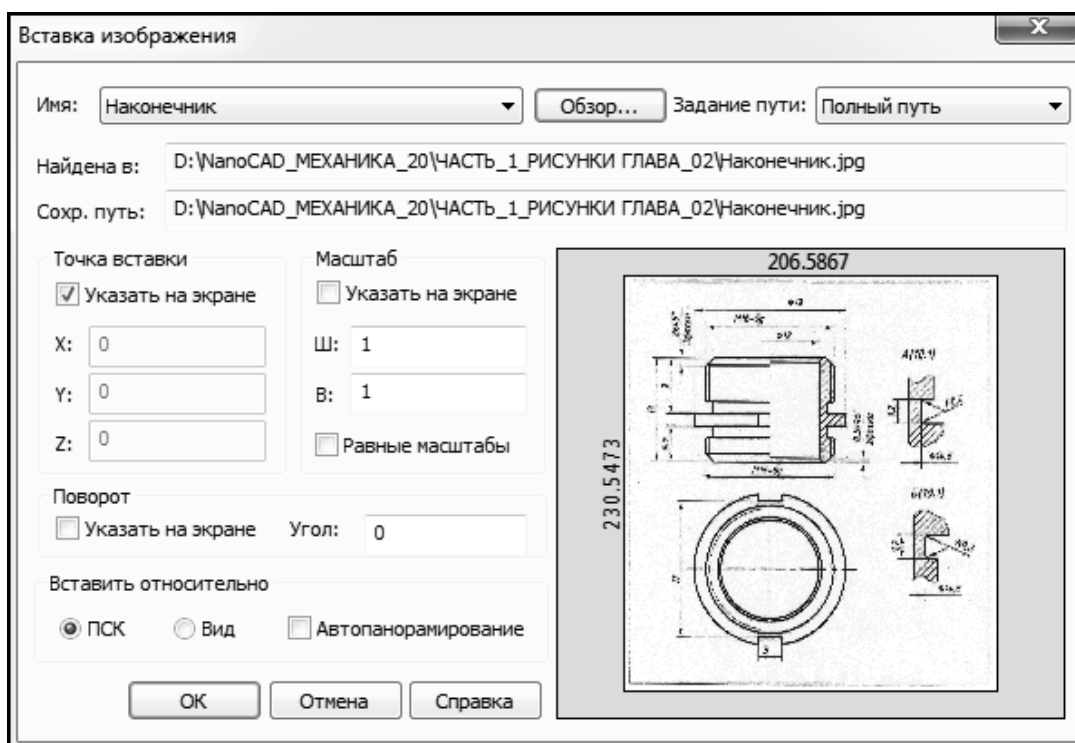


Рис. 3.47. Диалоговое окно Вставка изображения

III. Масштабирование размеров растрового изображения, вставленного в чертеж Обводка_Растр_2. Для масштабирования размеров растрового изображения и далее его обводки по истинным размерам, осуществляют следующие действия:

1) используя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14 или 3.16) и режим полярного отслеживания **ОТС-ПОЛЯР** (клавиша **F10**), на свободном поле чертежа вычерчивают отрезок с максимальным размером, который есть на растровом изображении — **19 мм** (рис. 3.49);

2) применяя команду **Размеры** (см. п. 5.3, рис. 5.12) и средство объектной привязки **Конточка** (клавиша **F3**), на вычерченном отрезке проставляют соответствующий ему линейный размер **19 мм** (см. рис. 3.49);

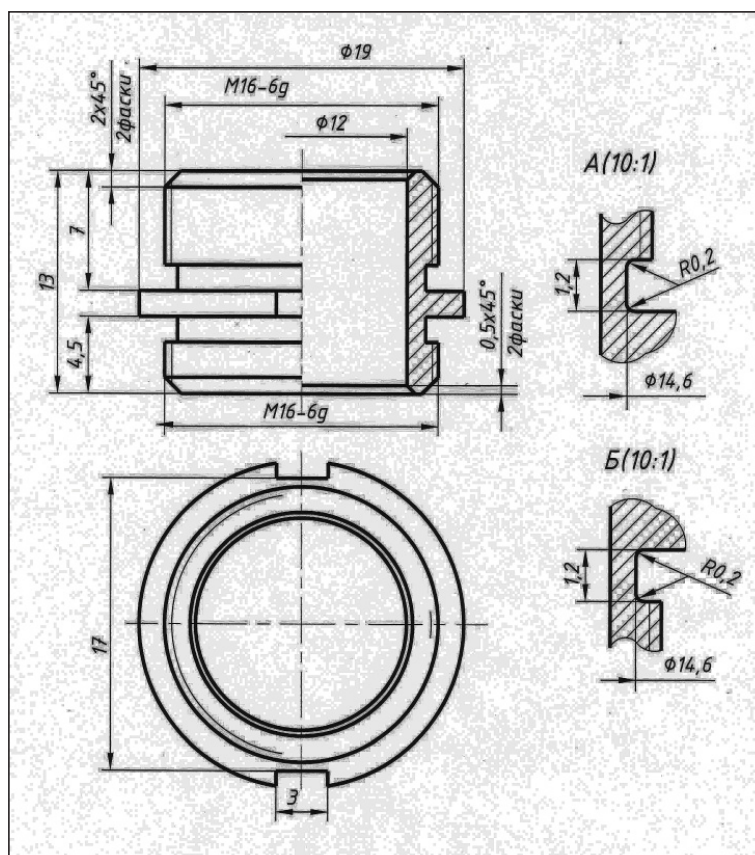


Рис. 3.48. Вставка растрового изображения детали «Наконечник»

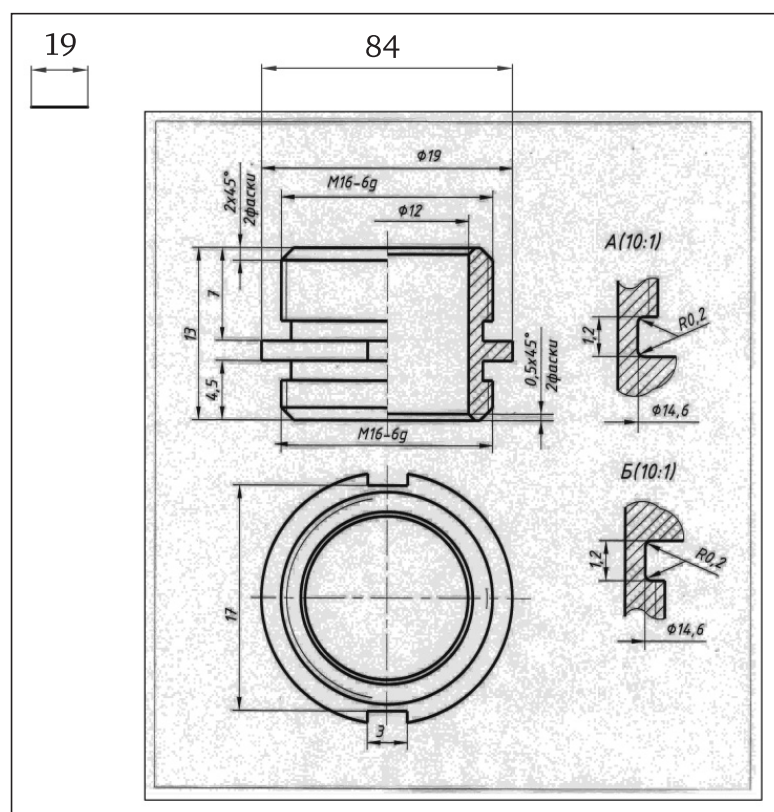


Рис. 3.49. Простановка размеров на отрезке и растровом изображении

3) используя команду **Размеры** (см. п. 5.3, рис. 5.12) и максимально-возможное увеличение растрового изображения, на растровом изображении проставляют максимальный линейный размер, который оказывается равным **84 мм** (см. рис. 3.49);

4) применяя пропорцию между размерами на отрезке и на растровом изображении, рассчитывают масштаб уменьшения растрового изображения: $19 / 84 = 0,2262$;

5) осуществляют масштабирование растрового изображения:
а) ЛК на иконке команды **Масштаб** (например, из группы Редактирование на вкладке «Главная» — см. рис. 3.15); б) ЛК на контуре растрового изображения; в) ЛК указывают базовую точку, например, левую нижнюю точку контура растрового изображения; г) в командной строке указывают значение масштаба уменьшения **0.2262** и подтверждают ввод нажатием клавиши **Enter**.

В итоге масштабирования максимальный размер растрового изображения полностью совпадает с размером вычерченного отрезка (рис. 3.50), что позволяет далее приступить к обводке контуров по их истинным размерам.

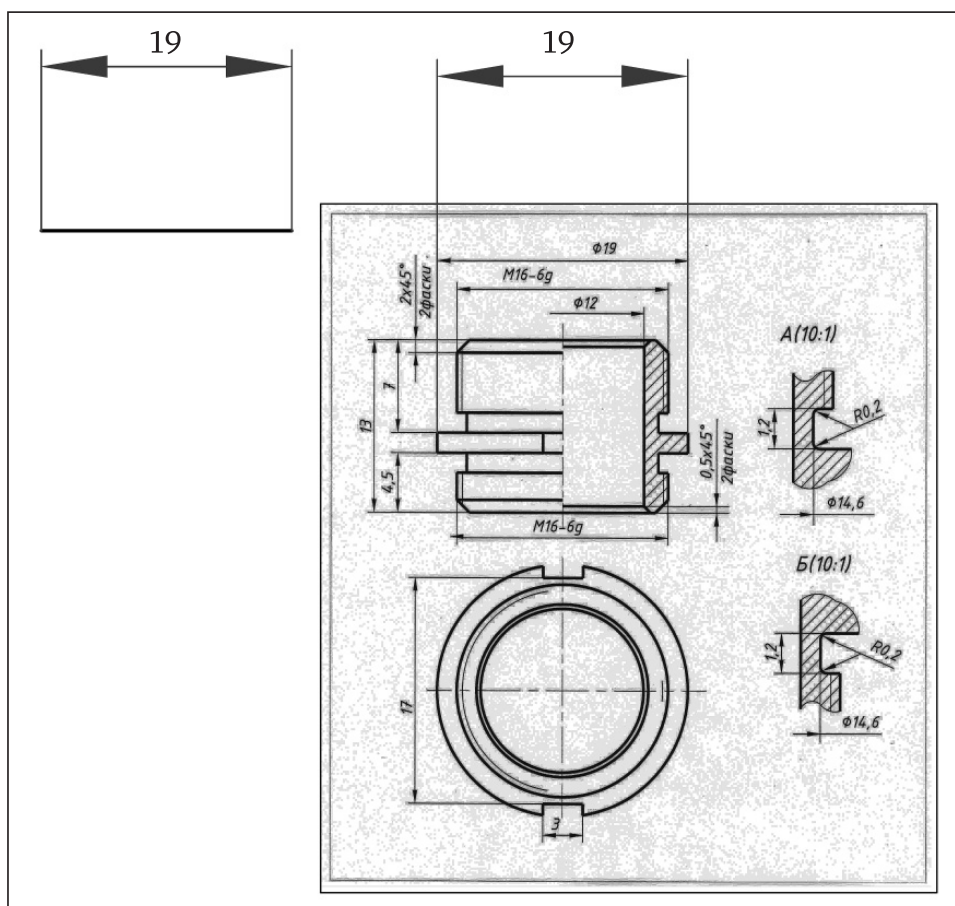


Рис. 3.50. Масштабирование размеров растрового изображения

IV. Обводка растрового изображения, вставленного в чертеж Обводка_Растр_2.

Для обводки и редактирования осуществляют следующие действия:

- 1) активируют слой **Обводка внутренняя** (см. рис. 3.45);
- 2) используя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14 или 3.16), режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**) и максимальное увеличение растрового изображения, на главном виде осуществляют обводку оси (рис. 3.51, а);
- 3) используя команду **Полилиния** (см. рис. 3.14 или 3.16) и средство объектной привязки **Ближайшая** (клавиша **F3**), последовательно, включая и выключая режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**), осуществляют обводку всех необходимых линий внутреннего контура (см. рис. 3.51, а);
- 4) активируют слой **Обводка наружная** (см. рис. 3.45);
- 5) используя команду **Полилиния** (см. рис. 3.14 или 3.16) и средство объектной привязки **Конточка** (клавиша **F3**), последовательно, включая и выключая режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**), осуществляют обводку всех необходимых линий наружного контура (см. рис. 3.51, а);
- 6) слой **Вставка** выключают (ЛК на лампочке желтого цвета — см. рис. 3.45) или удаляют (выбор ЛК и клавиша **Delete**) — рис. 3.51, б);

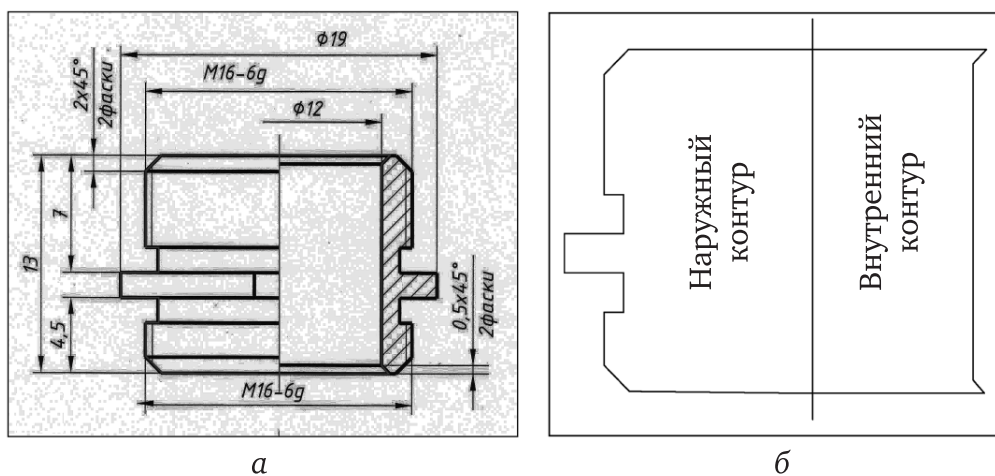


Рис. 3.51. Обводка растрового изображения и отключение слоя **Вставка**

7) применяя команду **Контур** (см. рис. 3.18), заменяя ЛК в открываемся диалоговом окне **Создание контура** тип объекта «Полилиния» на тип объекта «Область» (рис. 3.52, а), создают для дальнейшего вращения два плоских замкнутых контура — внутренний и наружный (рис. 3.52, б);

V. Создание 3D-модели детали «Наконечник»:

- 1) по методике п. 3.1 (см. рис. 3.2) осуществляют переход в ЮЗ изометрию (рис. 3.53, а);
- 2) для вращения контуров используют команду **Вращение** (рис. 3.54): а) ЛК на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.54); б) ЛК

на иконке команды **Вращение** (см. рис. 3.54); в) **ЛК** выбирают *внутренний контур*; г) с использованием средства объектной привязки **Конточка** (клавиша **F3**), **ЛК** выбирают две точки на оси, указывают с клавиатуры угол вращения **360°** и завершают вращение нажатием клавиши **Enter** (рис. 3.53, б); д) повторяют указанные выше действия для *наружного контура* (см. рис. 3.53, б);

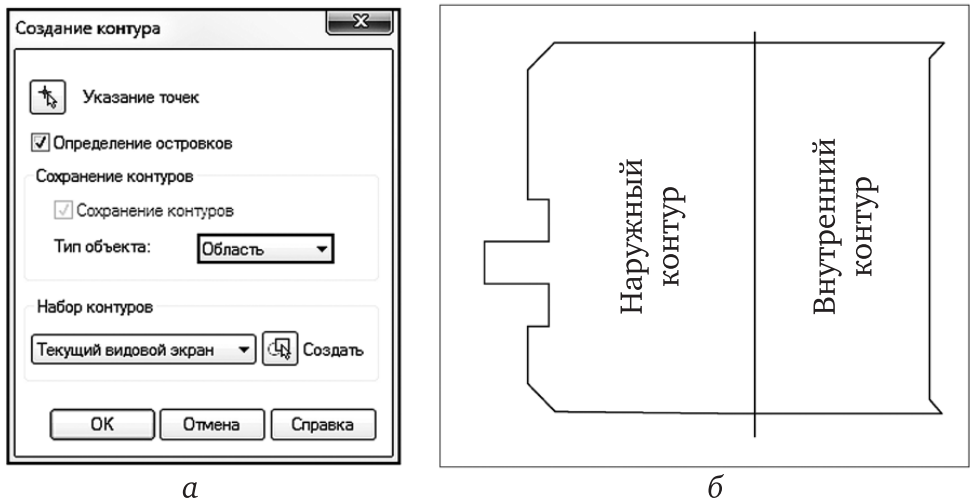


Рис. 3.52. Создание двух плоских замкнутых контуров детали

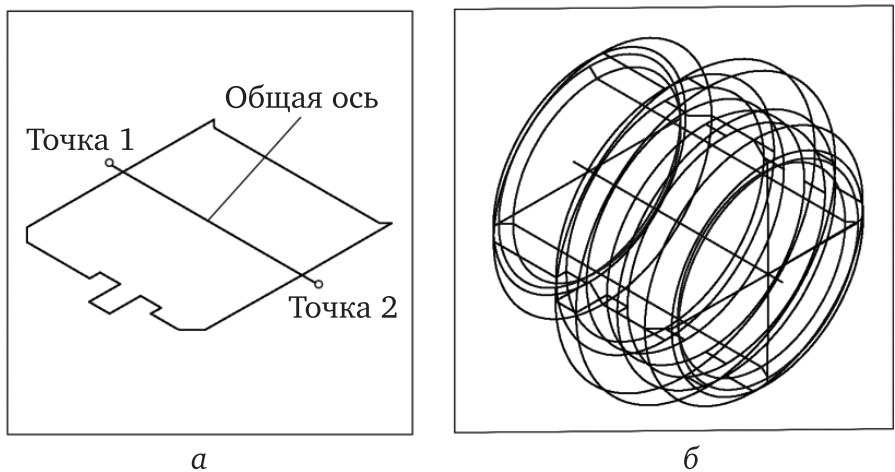


Рис. 3.53. Переход в ЮЗ изометрию и вращение контуров детали

- 3) используя логическую операцию **Вычитание** (см. рис. 3.23), осуществляют вычитание внутреннего контура из наружного контура — образуется **3D-модель детали «Наконечник»** (рис. 3.55, а);
- 4) применяя команду **Перемещение** (см. рис. 3.15), **ЛК** выбирают 3D-модель детали «Наконечник» (см. рис. 3.55, а) и осуществляют ее отделение от предварительно созданных исходных плоских контуров (рис. 3.55, б);
- 5) используя команду **Вид спереди** (рис. 3.56, а), переводят 3D-модель детали «Наконечник» к **виду спереди** (см. рис. 3.55, б);



Рис. 3.54. Общая схема выбора команды Вращение

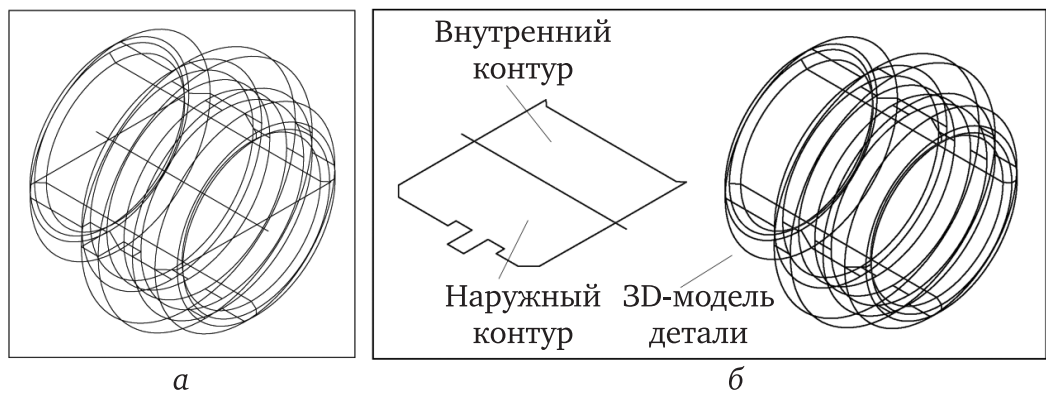


Рис. 3.55. Образование 3D-модели детали «Наконечник» и ее перемещение

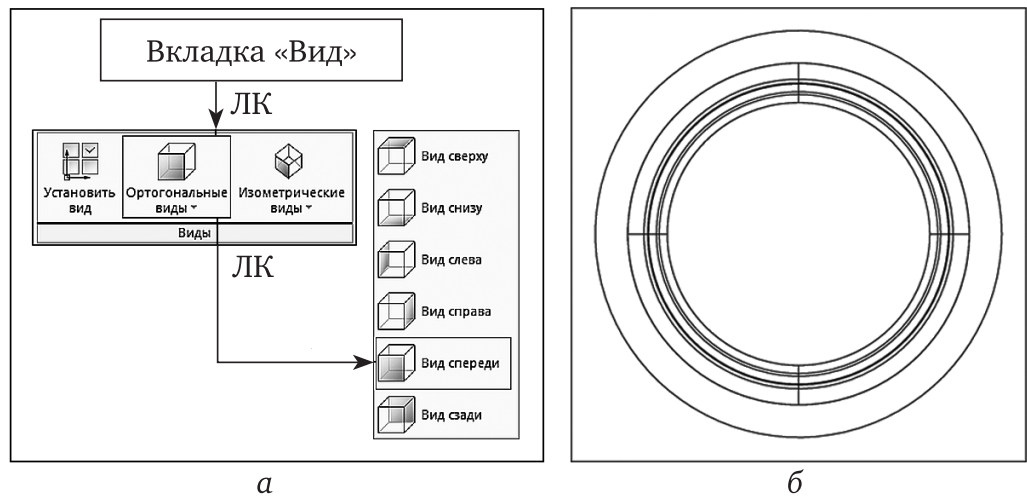


Рис. 3.56. Общая схема выбора команды Вид спереди и перевод 3D-модели детали к виду спереди

6) применяя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14 или 3.16), режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**), средство объектной привязки **Центр** (клавиша **F3**) и режим редактирования отрезков «интеллектуальными ручками», проводят горизонтальную и вертикальную оси (рис. 3.57, а);

7) используя команду **Подобие** (см. рис. 3.15) и в соответствии с размерами детали (см. рис. 3.31), осуществляют копирование горизонтальной оси вверх и вниз на расстояние $17/2 = 8,5$ мм (рис. 3.57, б), а вертикальной оси — вправо и влево на расстояние $3/2 = 1,5$ мм (см. рис. 3.57, б);

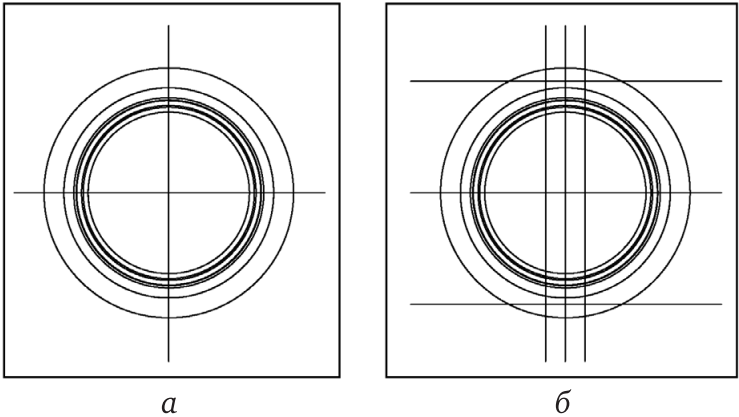


Рис. 3.57. Построение осей и их копирование командой **Подобие**

8) используя для точки 1 средства объектной привязки **Каждущееся пересечение** (клавиша **F3**), а для точки 2 — **Конточка** (клавиша **F3**), на 3D-модели детали строят 3D-примитив **Ящик** (см. рис. 3.3) высотой, превышающей высоту детали (см. рис. 3.31), например, **20 мм** (рис. 3.58, а);

9) для построения второго 3D-примитива **Ящик** повторяют действия, указанные выше, в п. 8 (см. рис. 3.58, а);

10) на 3D-модели детали **удаляют оси и их копии** (рис. 3.58, б);

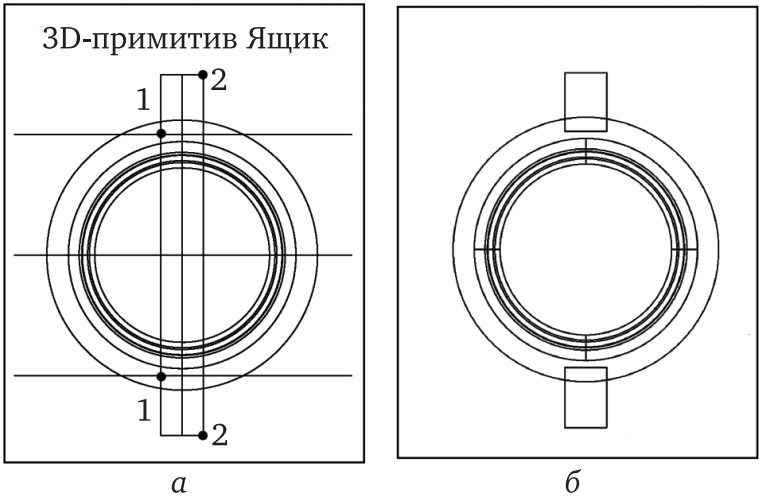


Рис. 3.58. Построение 3D-примитивов **Ящик**, удаление осей и их копий

11) используя команду **ЮЗ изометрия** (рис. 3.59, а), переводят 3D-модель детали «Наконечник» в **ЮЗ изометрию** (рис. 3.59, б);

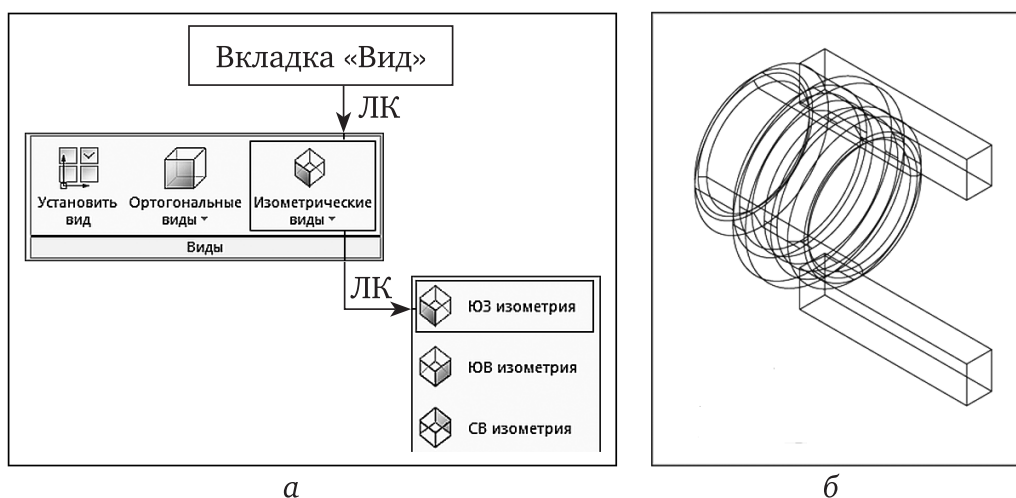


Рис. 3.59. Общая схема выбора команды **ЮЗ изометрия** и перевод 3D-модели детали в **ЮЗ изометрию**

12) применяя логическую операцию **Вычитание** (см. рис. 3.23), осуществляют последовательное вычитание построенных 3D-примитивов (см. рис. 3.59, б) из 3D-модели детали «Наконечник» (рис. 3.60, а, б);

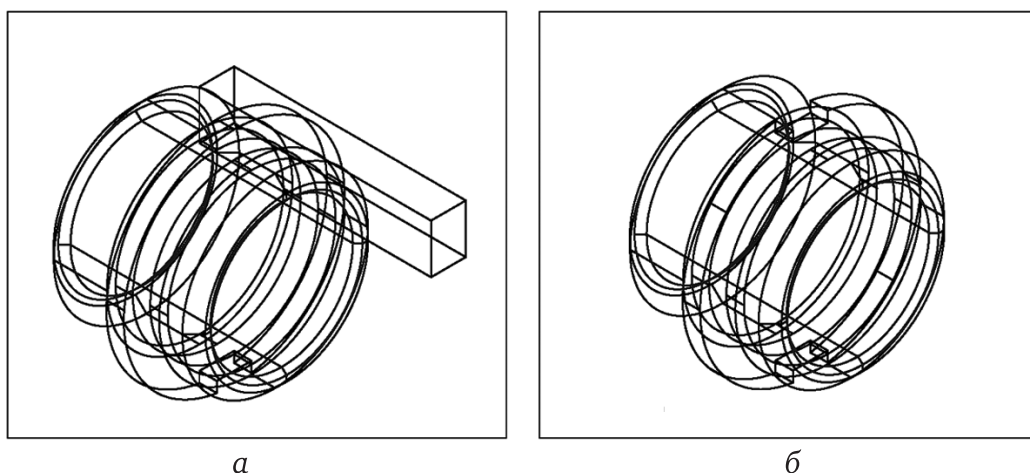


Рис. 3.60. **Вычитание 3D-примитивов Ящик** из 3D-модели детали

13) для повышения наглядности и осмотра, построенных 3D-моделей деталей, используют режимы **Визуальный стиль** и **Орбита** (см. рис. 3.28).

Варианты представления 3D-модели детали «Наконечник» даны на рис. 3.61.

Рекомендация. Пользователям программы рекомендуется самостоятельно опробовать еще один альтернативный вариант создания 3D-модели детали «Наконечник», например: 1) за основу принять

вид детали сверху (см. рис. 3.50); 2) произвести обводку контуров; 3) осуществить выдавливание контуров; 4) произвести вычитание внутреннего контура из наружного контура; 5) организовать фаски на внутренних и наружных контурах.

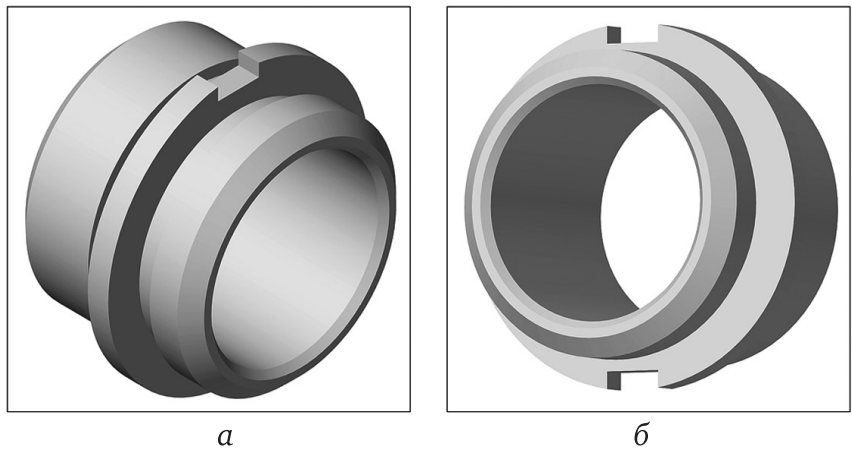


Рис. 3.61. Варианты представления 3D-модели детали «Наконечник»: а — режим «Точный»; б — режимы «Точный» и «Орбита»

3.8. Создание 3D-моделей пружин сжатия

Пружина сжатия — деталь машин [9] и различных механизмов [16], подвергающаяся упругой деформации сжатия под действием внешних сил. Накапливаемая энергия после сжатия расходуется после распрямления пружины. На рис. 3.62 приведены примеры винтовых пружин сжатия.



Рис. 3.62. Примеры винтовых цилиндрических и конических пружин сжатия

Ниже приведены примеры построения 3D-моделей винтовых пружин сжатия: цилиндрических — рис. 3.63—3.64; конической — рис. 3.66.

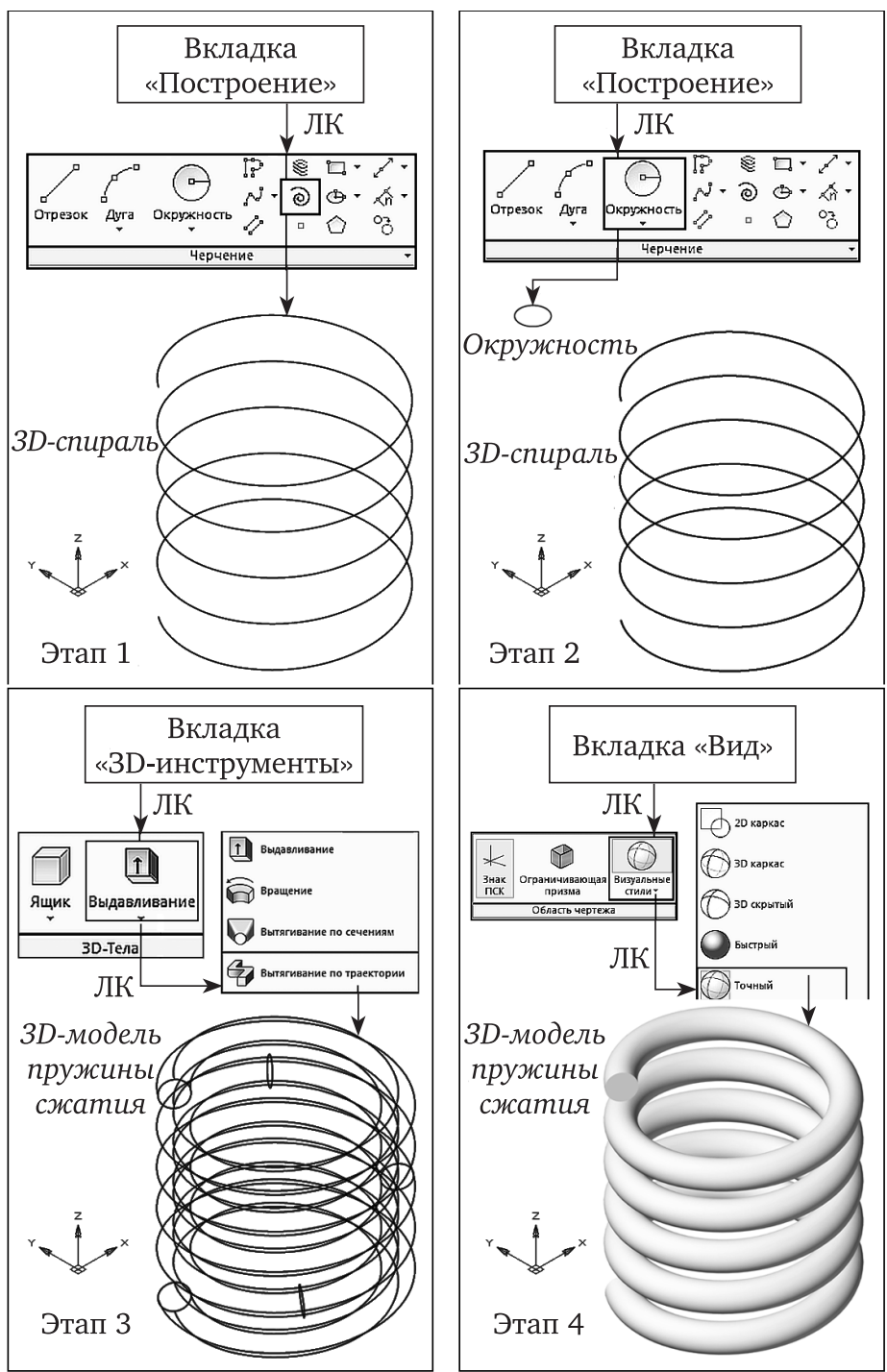


Рис. 3.63. Пример построения винтовой цилиндрической пружины сжатия

Размеры пружин (ГОСТ 18793—80): 1) наружные диаметры цилиндрической пружины $D = 60$ мм и $D = 60$ мм; 2) наружные диаметры конической пружины $D = 60$ мм и $D = 20$ мм; 3) диаметр проволоки из стали круглого сечения $d = 9$ мм; 4) количество витков — 5; 5) длина — 66,3 мм.

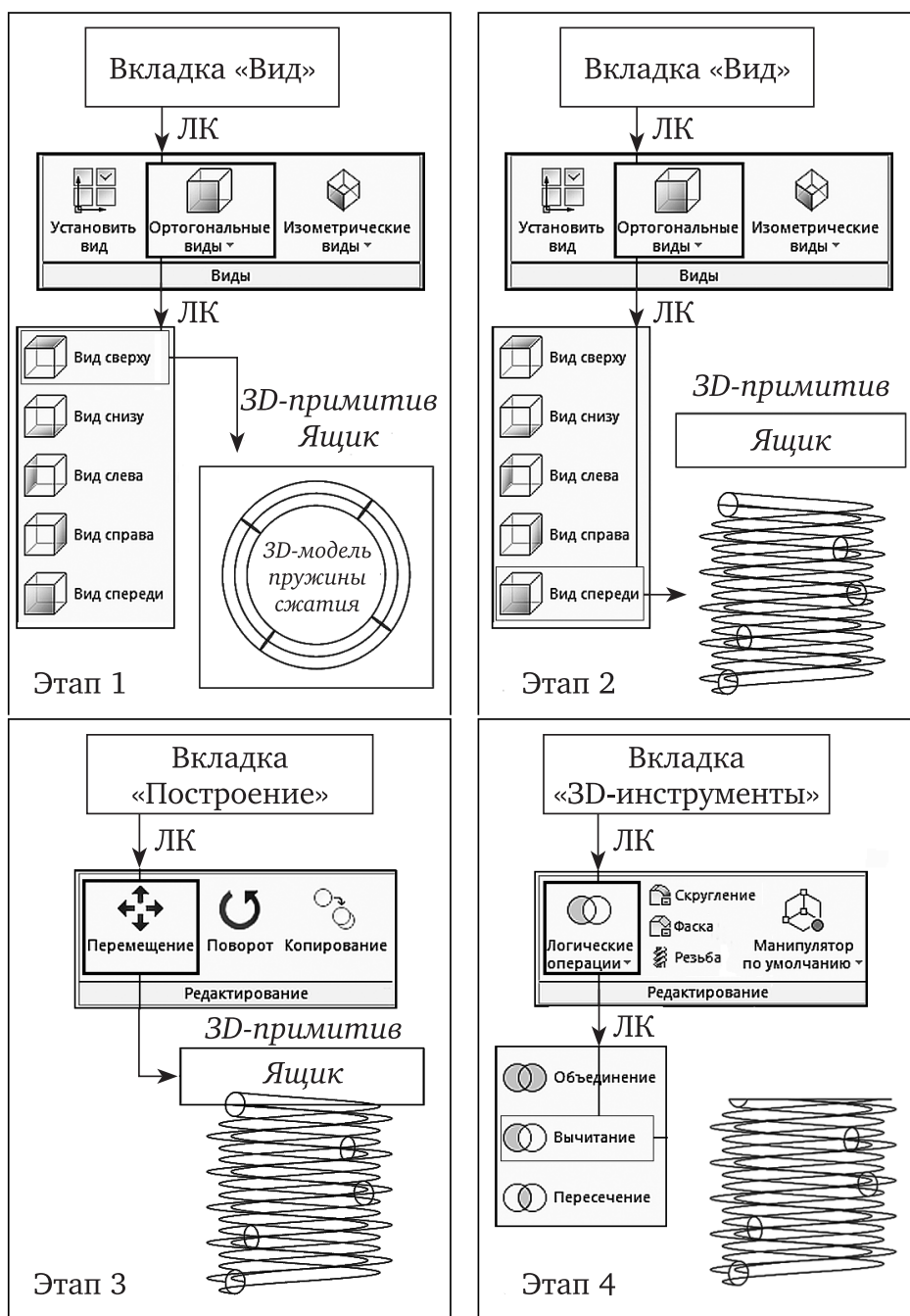


Рис. 3.64. Пример построения винтовой цилиндрической пружины сжатия

I. Цилиндрическая пружина без подрезки крайних витков.
Построение осуществляют следующим образом:

1) в ЮЗ изометрии (см. рис. 3.2) производят ЛК на вкладке «Построение» — ЛК на иконке команды **Спираль** из группы Черчение — ЛК указывают центральную точку основания спирали — с клавиатуры задают диаметр нижнего основания $D - d = 51 \text{ мм}$ — с клавиатуры задают диаметр верхнего основания $D - d = 51 \text{ мм}$ — выбирают в командной строке опцию /Витки/ — с клавиатуры задают количество витков **5** — с клавиатуры задают высоту спирали **66,3 мм** — этап 1 (см. рис. 3.63);

2) ЛК на вкладке «Построение» — ЛК на иконке команды **Окружность** из группы Черчение — ЛК ближе к спирали указывают центр окружности — задают диаметр окружности 9 мм — *этап 2* (см. рис. 3.63);

3) ЛК на вкладке «3D-инструменты» — ЛК на иконке команды **Выдавливание** из группы 3D-тела — ЛК на строке выпадающих меню «Вытягивание по траектории» — ЛК выбирают окружность — ЛК выбирают спираль — образуется **3D-модель** пружины сжатия — *этап 3* (см. рис. 3.63);

4) при необходимости или для повышения наглядности результата построения производят ЛК на вкладке «Вид» — ЛК на иконке команды **Визуальные стили** из группы Область чертежа — ЛК на строке выпадающих меню, например, «Точный» — *этап 4* (см. рис. 3.63).

II. Цилиндрическая пружина с подрезкой крайних витков. Построение осуществляют следующим образом:

1) используя ранее построенную **3D-модель** пружины сжатия в **ЮЗ изометрии** (см. рис. 3.63, *этап 3*), производят ЛК на вкладке «Вид» — ЛК на иконке команды **Ортогональные виды** из группы Виды — ЛК на строке выпадающего меню «Вид сверху» — на виде сверху выстраивают 3D-примитив **Ящик** произвольной высоты (см. п. 3.2) — *этап 1* (см. рис. 3.64);

2) ЛК на вкладке «Вид» — ЛК на иконке команды **Ортогональные виды** из группы Виды — ЛК на строке выпадающего меню «Вид спереди» — *этап 2* (см. рис. 3.64);

3) ЛК на вкладке «Построение» — ЛК на иконке команды **Перемещение** из группы Редактирование — ЛК выбирают **3D-примитив Ящик** и при включенном режиме **ОРТО** (клавиши F8) осуществляют его перемещение вниз на необходимое расстояние — *этап 3* (см. рис. 3.64);

4) ЛК на вкладке «3D-инструменты» — ЛК на иконке команды **Логические операции** из группы 3D-тела — ЛК на строке выпадающих меню.

«Вычитание» — ЛК выбирают и подтверждают **3D-модель спирали** — ЛК выбирают и подтверждают **3D-примитив Ящик** — образуется **3D-модель пружины сжатия** с подрезанным верхним витком — *этап 4* (см. рис. 3.64).

Примечание. Подрезка нижнего витка пружины на рис. 3.64 условно не показана — ее выполняют аналогично подрезке верхнего витка (*этап 4*).

Итоговые результаты построения 3D-модели пружины сжатия (см. рис. 3.64) в наглядной форме представлены на рис. 3.65.

III. Коническая пружина без подрезки крайних витков. Построение осуществляют следующим образом:

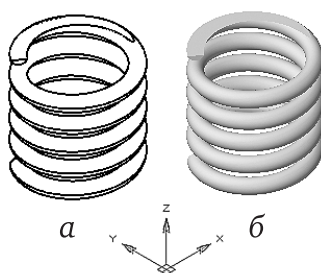


Рис. 3.65. Варианты визуализации 3D-модели пружины сжатия в ЮЗ изометрии:
 а — визуальный стиль «3D Скрытый»; б — визуальный стиль «Точный»

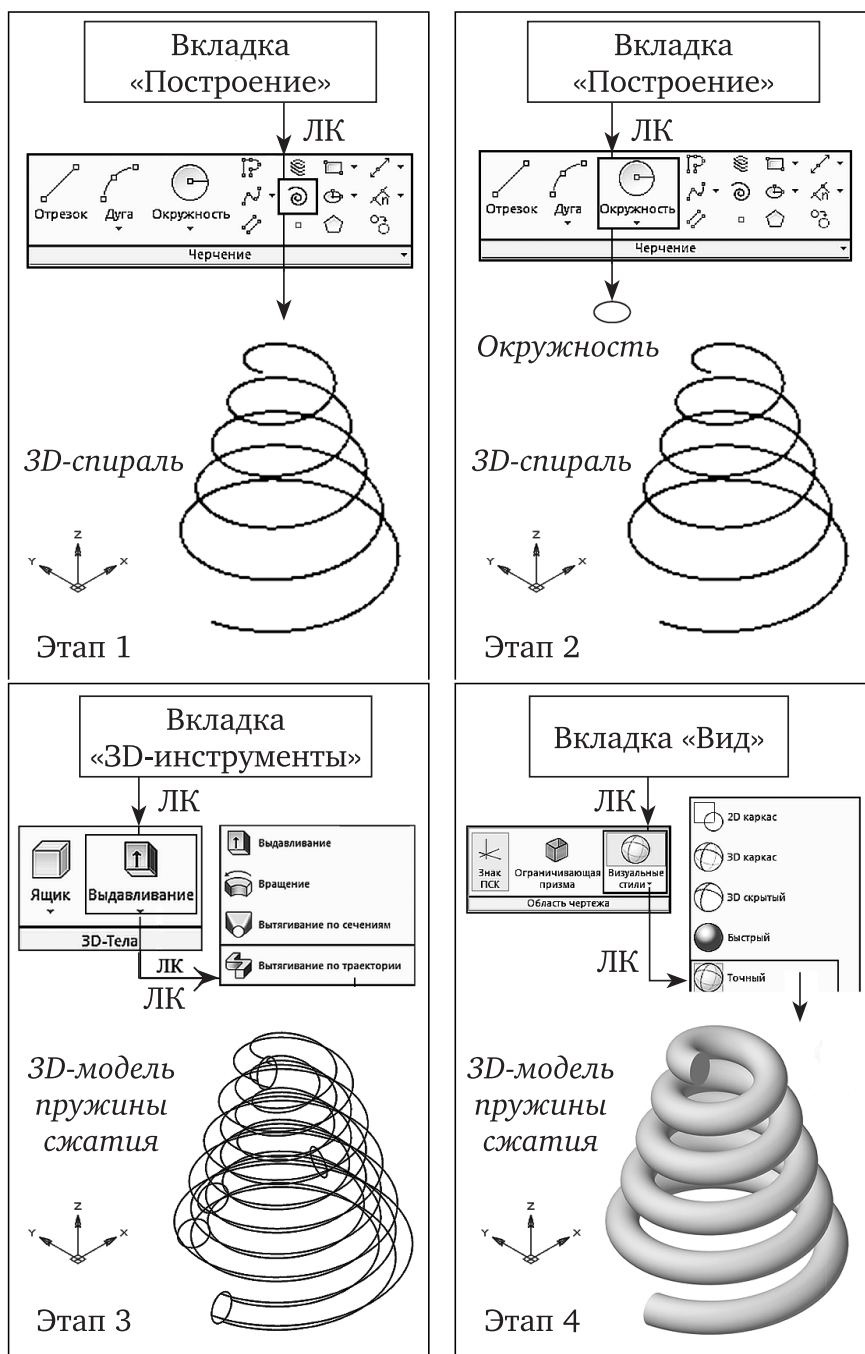


Рис. 3.66. Пример построения винтовой конической пружины сжатия

1) в ЮЗ изометрии (см. рис. 3.2) производят ЛК на вкладке «Построение» — ЛК на иконке команды **Спираль** из группы Черчение — ЛК указывают центральную точку основания спирали — с клавиатуры указывают диаметр нижнего основания $D - d = 51 \text{ мм}$ — с клавиатуры указывают диаметр верхнего основания $D - d = 11 \text{ мм}$ — выбирают в командной строке опцию /Витки/ — с клавиатуры указывают количество витков 5 — с клавиатуры указывают высоту спирали 66,3 мм — этап 1 (см. рис. 3.66);

2) ЛК на вкладке «Построение» — ЛК на иконке команды **Окружность** из группы Черчение — ЛК ближе к спирали указывают центр окружности — с клавиатуры указывают диаметр окружности 9 мм — этап 2 (см. рис. 3.66);

3) ЛК на вкладке «3D-инструменты» — ЛК на иконке команды **Выдавливание** из группы 3D-тела — ЛК на строке выпадающих меню «Вытягивание по траектории» — ЛК выбирают окружность — ЛК выбирают спираль — образуется 3D-модель пружины сжатия — этап 3 (см. рис. 3.66);

4) при необходимости или для повышения наглядности результата построения производят ЛК на вкладке «Вид» — ЛК на иконке команды **Визуальные стили** из группы Область чертежа — ЛК на строке выпадающих меню, например, «Точный» — этап 4 (см. рис. 3.66).

3.9. Создание 3D-моделей резьбы на поверхностях 3D-моделей деталей

3.9.1. Общие положения

Для создания 3D-моделей резьбы на поверхностях 3D-моделей деталей используют новинку программы nanoCAD Механика 20.1 — команду **Резьба**. Работа с командой основана на использовании диалогового окна **3D Резьба** (рис. 3.67) и положений: 1) ГОСТ 24705—2004 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры» [3] (табл. 3.3); 2) ГОСТ 9150—2002 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль» [6]; 3) ГОСТ 8724—2002 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги» [5].



Рис. 3.67. Общая схема выбора диалогового окна 3D Резьба

Таблица 3.3

Диаметр и шаги резьбы метрической цилиндрической общего назначения
(извлечение из ГОСТ 24705—2004)

Показатель	Значение										
Номинальный диаметр резьбы D , мм	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	42
Крупный шаг резьбы P , мм	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4,5
Мелкий шаг резьбы P , мм	1,5 1 0,75 0,5	2 1,5 1 0,75 0,5	2 1,5 1 0,75 0,5	2 1,5 1 0,75 0,5	2 1,5 1 0,75	2 1,5 1 0,75	3 2 1,5 1 0,75	3 2 1,5 1 0,75	3 2 1,5 1	3 2 1,5 1	4 3 2 1,5 1

При создании фасок метрической резьбы учитывают их зависимость от шага резьбы в соответствии с положениями **ГОСТ 10549—80** «Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски» [1] (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Размеры фасок и шагов резьбы метрической цилиндрической общего назначения
(извлечение из ГОСТ 10549—80)

Показатель	Значение									
Шаг резьбы P , мм	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Размер фаски z , мм	0,5	1,0	1	1,6	2	2,5	2,5	2,5	3	3

3.9.2. Создание и редактирование 3D-моделей резьбы на наружных поверхностях 3D-моделей деталей

Пример № 1. На новом слое «Контур» (см. рис. 3.1) методами 3D-моделирования строят 3D-модель детали «Стержень» диаметром **d = 30 мм** и длиной **150 мм** (рис. 3.68, а). Параметры 3D-модели будущей резьбы: диаметр **D = 30 мм**; крупный шаг **P = 3,5 мм**.

Построение 3D-модели резьбы на 3D-модели детали «Стержень»:

1) в **ЮЗ изометрии** (см. рис. 3.2) производят **ЛК** на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.67);

2) **ЛК** на иконке команды **Резьба** (см. рис. 3.67) — открывается диалоговое окно **3D Резьба** (см. рис. 3.67);

3) **ЛК** на грани стержня, от которой начинается резьба (см. рис. 3.68, а) — в диалоговом окне **3D Резьба** (рис. 3.68, б) появляются параметры резьбы, а сама резьба появляется на цилиндрическом стержне (рис. 3.68, в);

4) **ЛК** на кнопке **ОК** (см. рис. 3.68, б) завершают формирование резьбы в окончательном виде (рис. 3.68, г).

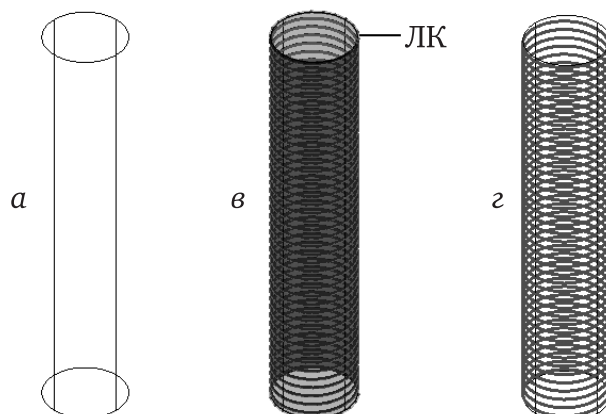
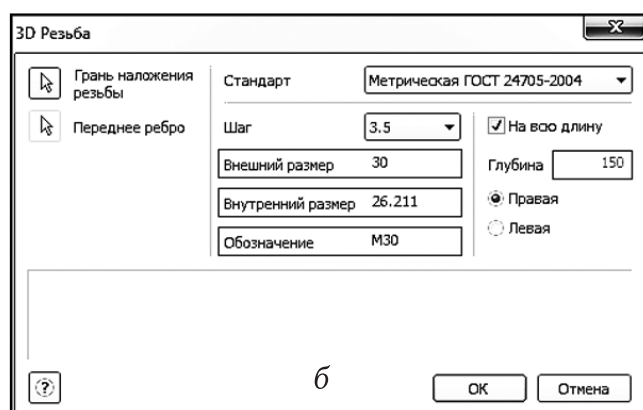


Рис. 3.68. Последовательность построения 3D-модели резьбы на наружной поверхности 3D-модели детали «Стержень»

Построение 3D-фасок на 3D-модели стержня:

- 1) в **ЮЗ изометрии** (см. рис. 3.2) производят ЛК на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3);
- 2) ЛК на иконке команды **Фаска** (см. рис. 3.3) — открывается диалоговое окно **3D Фаска** (рис. 3.69, а);
- 3) для резьбы **M30** с крупным шагом **P = 3,5 мм** (см. табл. 3.3) в диалоговом окне (см. рис. 3.69, а) с клавиатуры устанавливают (по данным табл. 3.4) размер фаски **z = 2,5 мм** (см. рис. 3.69, а);
- 4) ЛК № 1 на кнопке (см. рис. 3.69, а) — ЛК № 2 на верхней грани стержня (см. рис. 3.69, б) — ЛК № 3 на кнопке **ОК** (см. рис. 3.69, а) завершают построение фаски (рис. 3.69, в — визуальный стиль «Точный с показом ребер»).

Редактирование длины и шага 3D-модели резьбы:

- 1) ЛК на строке «Резьба (M30)» функциональной панели **История 3D Построений** (рис. 3.70, а) и здесь же ПК — открывается контекстное меню (рис. 3.70, б);
- 2) ЛК на строке контекстного меню «Редактировать» — открывается диалоговое окно **3D Резьба** с начальной длиной резьбы **150 мм** и с крупным шагом **3,5 мм** (рис. 3.70, в);
- 3) ЛК снимают «галочку» в строке «На всю длину», а в строке «Глубина» с клавиатуры задают новую длину резьбы, например, **80 мм** (рис. 3.70, г);

- из раскрывающегося списка в строке «Шаг» (см. рис. 3.70, з).



Рис. 3.69. Общая схема построения фасок на 3D-модели детали «Стержень»

Важно знать!

Особенности работы с диалоговым окном 3D Резьба:

1) для любых наружных размеров резьбы (строка «Внешний размер») значения *внутренних размеров* резьбы (строка «Внутренний размер») будут изменяться (например, табл. 3.5);

2) при изменении шага резьбы (строка «Шаг») и при одном и том же значении наружного размера (строка «Внешний размер») значения внутренних размеров резьбы (строка «Внутренний размер») будут изменяться;

3) изменение значений *внутренних размеров* резьбы (строка «Внутренний размер») учитывают при выполнении 3D-модели резьбы в **отверстиях** (см. табл. 3.5) для правильного изображения *резьбовых соединений*.

Таблица 3.5

Внутренние размеры резьбы в зависимости от внешнего размера и крупного шага

Показатель	Значение						
Внешний размер, мм	16	18	20	22	24	27	30
Крупный шаг Р, мм	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
Внутренний размер, мм	13,835	15,294	17,294	19,294	20,752	23,752	26,211

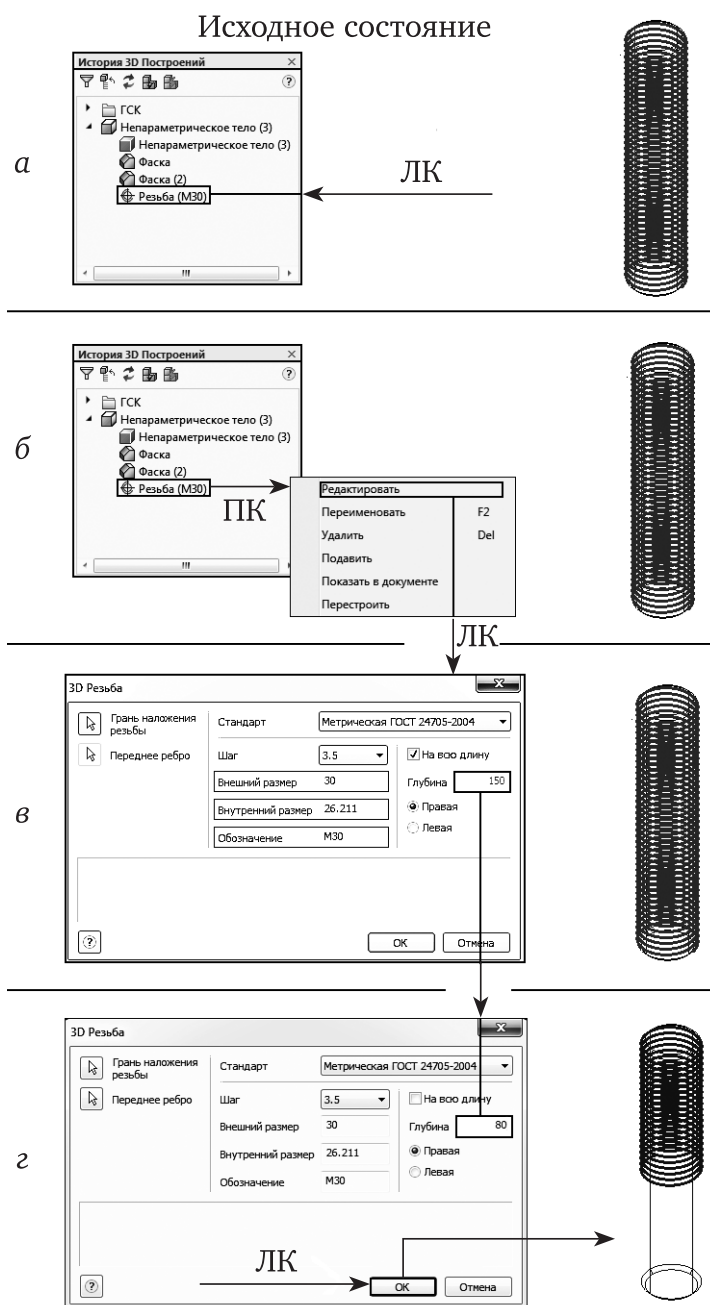


Рис. 3.70. Последовательность изменения длины 3D-модели резьбы на наружной цилиндрической поверхности 3D-модели детали

Рекомендация. Перед построением резьбы в деталях с отверстиями каждый раз рекомендуется: 1) предварительно определять для конкретного диаметра резьбы и ее шага значения внутреннего диаметра резьбы в строке «Внутренний размер» диалогового окна **3D Резьба**; 2) использовать в дальнейшем значение «Внутреннего размера» для построения диаметра отверстия под будущую резьбу (см. подп. 3.9.3).

Пример № 2. Построение наружной 3D-модели резьбы диаметром $D = 16$ мм с крупным шагом $P = 2$ мм на поверхности 3D-модели детали «Наконечник» (см. рис. 3.60).

Построение 3D-модели резьбы — осуществляют аналогично методике, описанной в подп. 3.9.2. Результаты построения приведены на рис. 3.71.

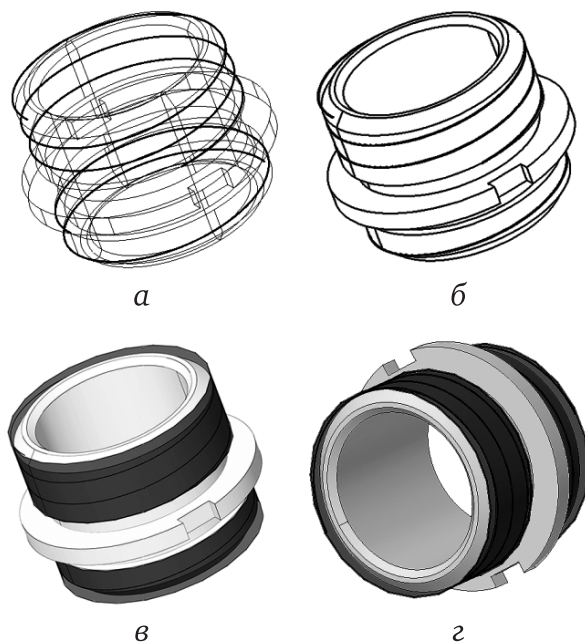


Рис. 3.71. Варианты визуализации 3D-модели детали «Наконечник»:

- а — стиль «2D каркас»; б — стиль «3D скрытый»;
в — стиль «Точный с показом ребер»;
г — стиль «Точный с показом ребер»,
режим навигации «Свободная орбита»

Пример № 3. Построение 3D-модели резьбы на наружных поверхностях стандартных 3D-моделей деталей.

В качестве примера рассматривается построение наружной резьбы на стержне болта с шестигранной головкой. Болт выполнен по размерам ГОСТ 7798—70 «Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры» [4]: 1) диаметр резьбы $D = 24$ мм; 2) крупный шаг резьбы $P = 3$ мм; 3) длина болта $L = 70$ мм; 4) длина резьбы $b = 55$ мм.

Перед выбором стандартной 3D-модели болта производят: 1) переход в ЮЗ изометрию (см. п. 3.1); 2) ЛК поочередно активируют две кнопки на функциональной панели **База элементов** (рис. 3.72).

Вставку осуществляют следующим образом: 1) двойной ЛК на папке «Детали крепления» (см. рис. 3.72); 2) двойной ЛК на папке «Общее машиностроение» (см. рис. 3.72); 3) двойной ЛК на папке «Болты» (см. рис. 3.72); 4) двойной ЛК на списке «С шестигранной головкой» (см. рис. 3.72); 5) ЛК из раскрывшегося списка выбирают **ГОСТ 7798—70** (см. рис. 3.72); 6) ЛК указывают точку вставки стандартной 3D-модели болта, в том числе (при необходимости) с использованием средств объектной привязки (клавиша F3) — открывается диалоговое окно **ГОСТ 7798—70 Исп 1, 3, 4** (рис. 3.73);

7) **ЛК** в раскрывающейся вкладке «Табличные параметры» выбирают диаметр метрической резьбы **24 мм** и длину детали (болта) **70 мм** (см. рис. 3.73); 8) **ЛК** на кнопке диалогового окна **Применить** — **ЛК** на кнопке диалогового окна **ОК** — на поле чертежа появляется 3D-модель болта с шестигранной головкой с диаметром метрической резьбой **24 мм** и длиной болта **70 мм**; 9) завершают вставку 3D-модели болта нажатием клавиши **Esc**.

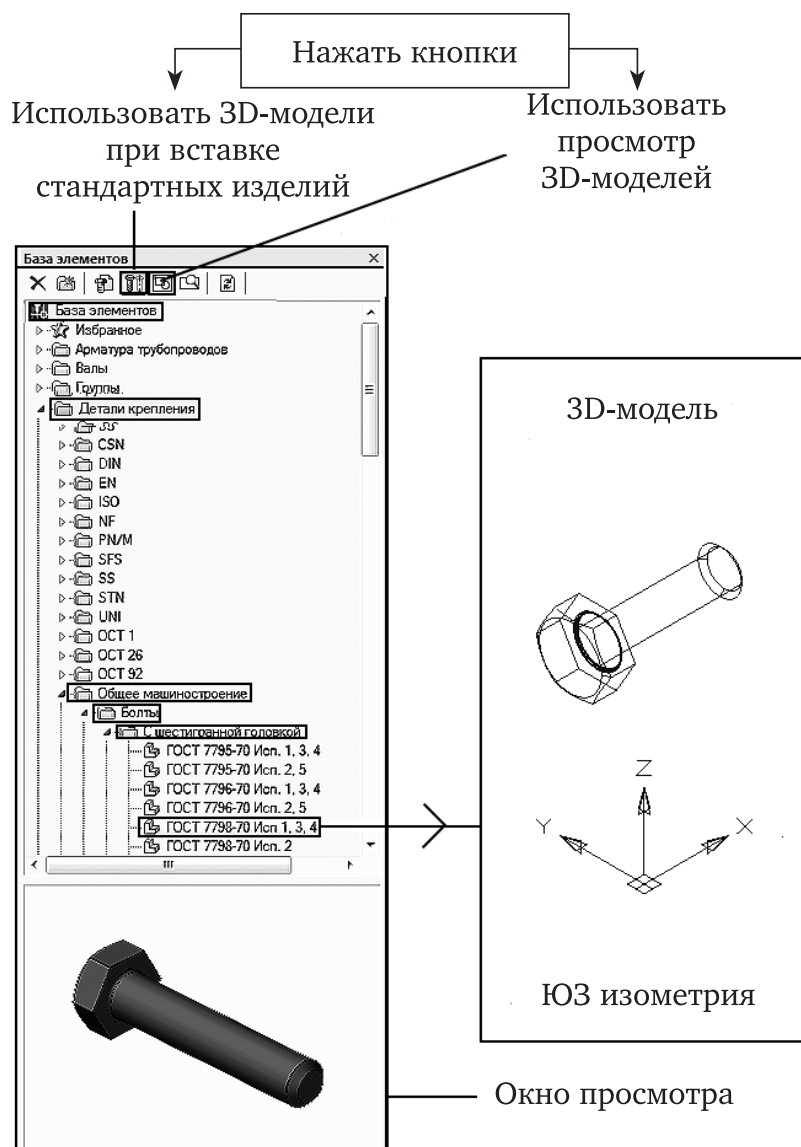


Рис. 3.72. Общая схема выбора стандартной 3D-модели детали «Болт с шестигранной головкой»

Построение 3D-модели резьбы на стержне 3D-модели болта:

1) **ЛК** на иконке команды **Резьба** (см. рис. 3.67) — открывается диалоговое окно **3D Резьба** (рис. 3.74);

2) **ЛК** на грани стержня, откуда начинается резьба (см. рис. 3.74, в) — в диалоговом окне **3D Резьба** (см. рис. 3.74, б) появляются параметры резьбы, а сама резьба появляется на цилиндрическом стержне (см. рис. 3.74, в);

- 3) ЛК снимают «галочку» в строке «На всю длину», а в строке «Глубина» с клавиатуры задают новую длину резьбы **55мм** (см. рис. 3.74, з);
- 4) ЛК на кнопке **ОК** завершают редактирование резьбы на стержне болта (см. рис. 3.74, з).

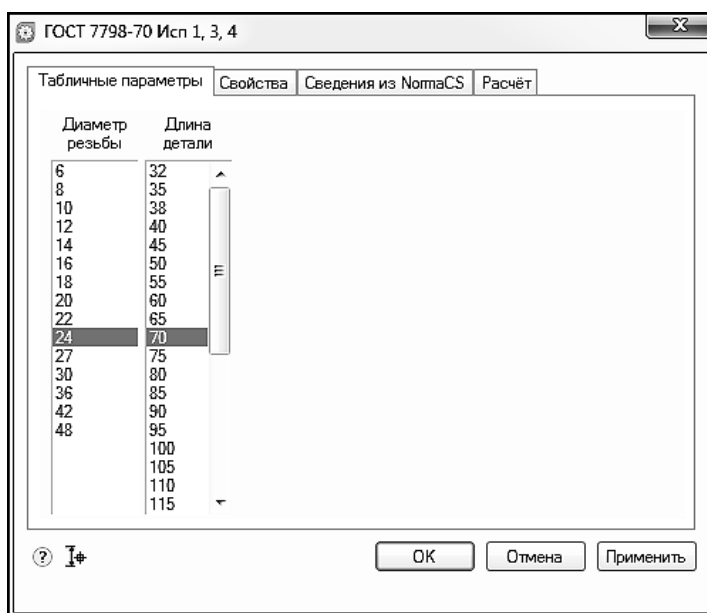


Рис. 3.73. Диалоговое окно ГОСТ 7798–70 Исп 1, 3, 4

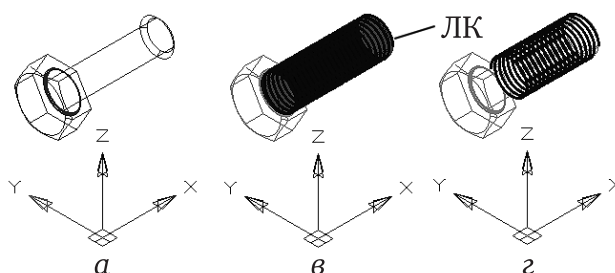
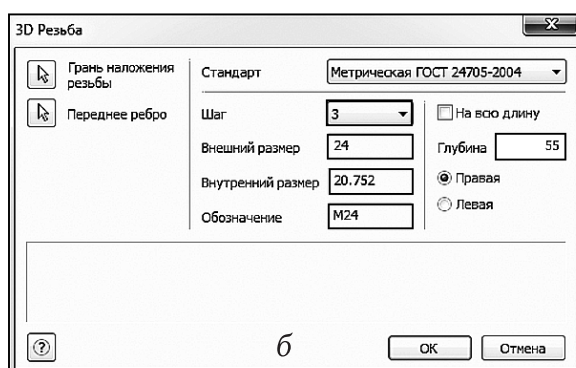


Рис. 3.74. Последовательность построения 3D-модели резьбы на стержне стандартной 3D-модели детали «Болт с шестигранной головкой»

Редактирование размеров и 3D-модели резьбы на 3D-модели болта:

- 1) при необходимости первоначально редактируют размеры болта, используя диалоговое окно ГОСТ 7789—70 Исп 1, 3, 4

(см. рис. 3.73) и изменяя в нем значения диаметра резьбы и длину болта на вкладке «Табличные значения» (см. рис. 3.73);

2) в дальнейшем осуществляют построение резьбы на стержне болта по приведенной выше методике, включая, в том числе, и изменение шага резьбы в диалоговом окне **3D Резьба** (см. рис. 3.74).

Примечание. Приведенные выше методы построения 3D-моделей резьбы на наружных поверхностях распространяются на все созданные любыми способами 3D-модели деталей цилиндрической формы, включая стандартные 3D-модели деталей крепления из функциональной панели База элементов (см. рис. 3.72).

Результаты построения 3D-модели детали «Болт с шестигранной головкой» (см. рис. 3.74) в наглядном виде представлены на рис. 3.75.

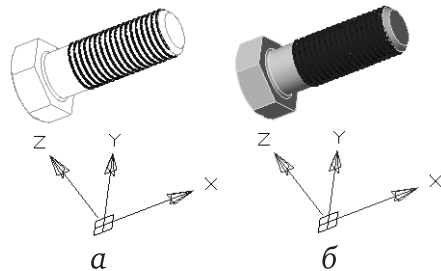


Рис. 3.75. Варианты визуализации 3D-модели детали «Болт с шестигранной головкой»:

- a* — стиль «3D скрытый», режим навигации «Свободная орбита»;
- б* — стиль «Точный с показом ребер», режим навигации «Свободная орбита»

Подробную информацию о работе с командой **3D Резьба** находят путем ЛК на знаке вопрос (?) в левом нижнем углу диалогового окна **3D Резьба** в открывающемся диалоговом окне **Справка nanoCAD** (рис. 3.76).

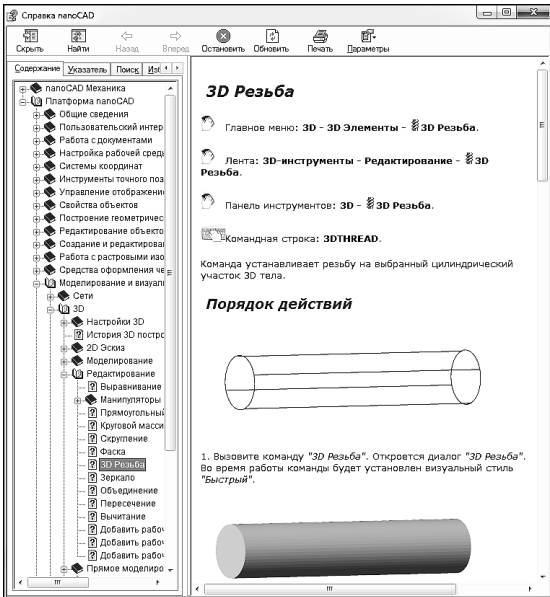


Рис. 3.76. Пример получения сведений о работе с командой 3D Резьба

3.9.3. Создание и редактирование 3D-модели резьбы в сквозном отверстии 3D-модели детали

Пример № 1. Построение внутренней 3D-модели резьбы диаметром $D = 30$ мм с крупным шагом $P = 3,5$ мм в отверстии 3D-модели детали «Пластина» высотой $h = 40$ мм.

Построение 3D-модели детали «Пластина» высотой $h = 40$ мм:

1) используя команды **Прямоугольник** и **Окружность** (см. рис. 3.14), в **ЮЗ изометрии** (см. рис. 3.2) на новом слое «Контур» (см. рис. 3.1) строят квадрат с размерами, например, 70×70 мм, и окружность диаметром $D = 26,211$ мм (размеры окружности принимают по внутреннему диаметру резьбы из табл. 3.5) — *этап 1* (рис. 3.77, а);

2) используя диалоговое окно **3D Выдавливание** (см. рис. 3.17), производят выдавливание **прямоугольника** вверх на высоту 40 мм (рис. 3.77, б). Используя диалоговое окно **3D Выдавливание** (см. рис. 3.17), осуществляют выдавливание **окружности** вверх на высоту 40 мм — *этап 2* (см. рис. 3.77, б);

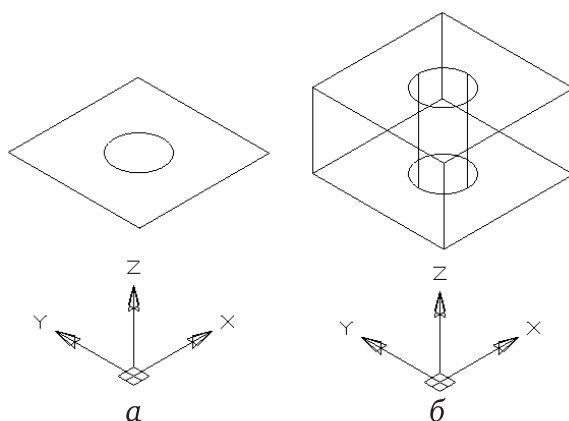


Рис. 3.77. Последовательность построения
3D-модели детали «Пластина»:
а — этап 1; б — этап 2

3) применяя логическую операцию **Вычитание** (см. рис. 3.23), образуют **внутреннее цилиндрическое отверстие**, равное высоте 3D-модели детали $h = 40$ мм — *этап 3* (рис. 3.78, а);

4) ЛК на иконке команды **Фаска** (см. рис. 3.3) — открывается диалоговое окно **3D Фаска**, например, рис. 3.69, а. Для резьбы **M30** с крупным шагом $P = 3,5$ мм (см. табл. 3.3) в диалоговом окне (см. рис. 3.69, а) с клавиатуры устанавливают (по данным табл. 3.4) размер фаски $z = 2,5$ мм — *этап 4* (рис. 3.78, б).

Построение 3D-модели резьбы в отверстии 3D-модели детали «Пластина»:

1) ЛК на иконке команды **Резьба** (см. рис. 3.67) — открывается диалоговое окно **3D Резьба** (рис. 3.79);

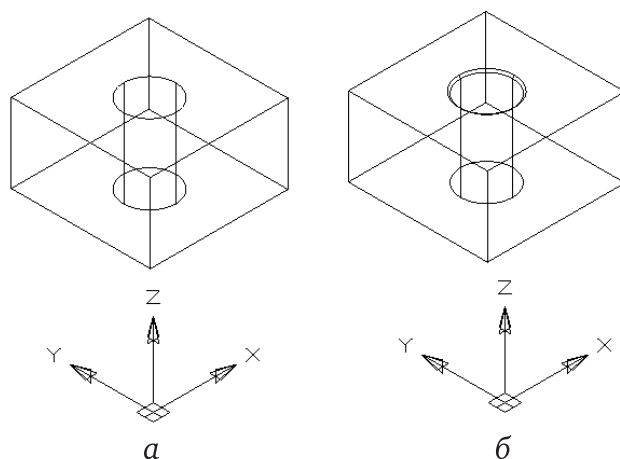


Рис. 3.78. Последовательность построения
3D-модели детали «Пластина»:
а — этап 4; б — этап 4

2) ЛК на ребра отверстия, от которого начинается резьба (см. рис. 3.79, а) — в диалоговом окне 3D Резьба (см. рис. 3.79, б) появляются параметры резьбы, а сама 3D-модель резьбы появляется в отверстии (см. рис. 3.79, в);

3) ЛК на кнопке ОК (см. рис. 3.79, б) завершают формирование 3D-модели резьбы в окончательном виде (см. рис. 3.79, г).

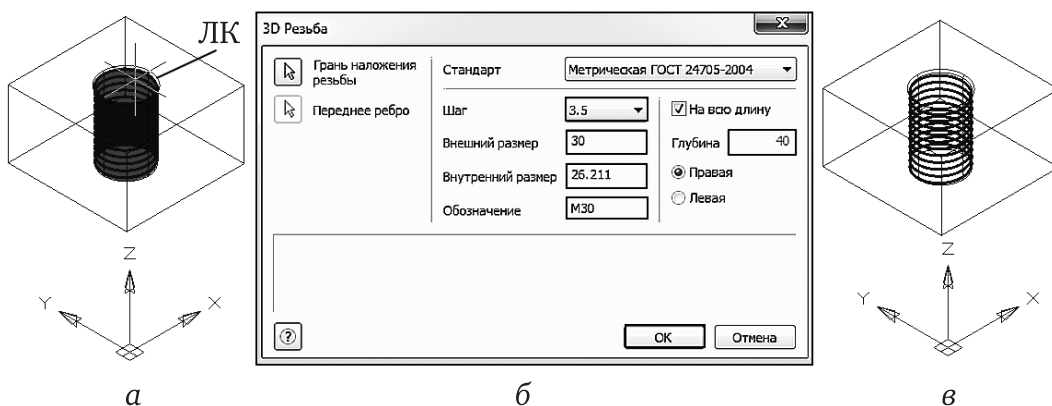


Рис. 3.79. Последовательность построения 3D-модели резьбы
в отверстии 3D-модели детали «Пластина»

Результаты построения 3D-модели резьбы в отверстии 3D-модели детали «Пластина» (рис. 3.79, в) в наглядном виде представлены на рис. 3.80.

Редактирование длины 3D-модели резьбы в отверстии 3D-модели детали «Пластина» (см. рис. 3.79) осуществляют аналогично методике, описанной в подп. 3.9.2:

1) ЛК на строке «Резьба (М30)» функциональной панели История 3D Построений и здесь же ПК — открывается контекстное меню;

2) ЛК на строке контекстного меню «Редактировать» — открывается диалоговое окно **3D Резьба** со строкой «На всю длину» (см. рис. 3.79, б);

3) ЛК снимают «галочку» в строке «На всю длину», а в строке «Глубина» с клавиатуры задают новую длину резьбы, например, **20 мм** (см. рис. 3.79, в);

4) ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 3.79, б) завершают редактирование 3D-модели резьбы. Итог построения представлен на рис. 3.81.

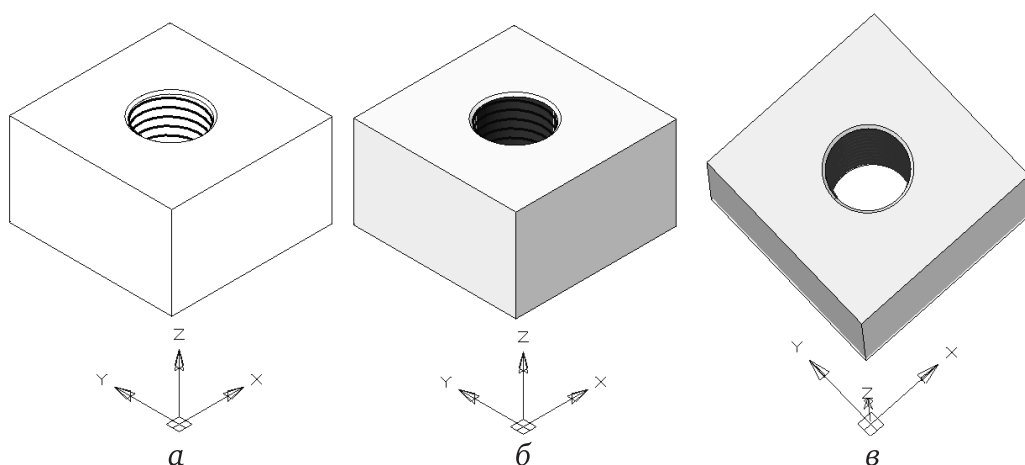


Рис. 3.80. Варианты визуализации 3D-модели детали «Пластина»:

a — стиль «3D скрытый»; *б* — стиль «Точный с показом ребер»; *в* — стиль «Точный с показом ребер», режим навигации «Свободная орбита»

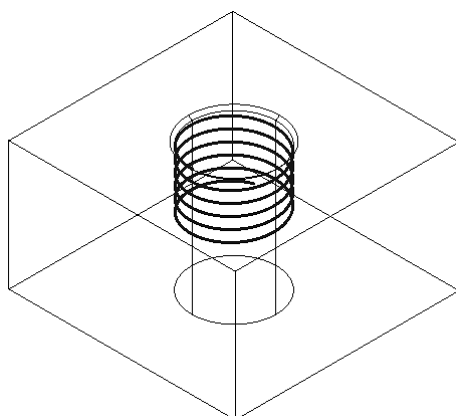


Рис. 3.81. Пример изменения длины 3D-модели резьбы в отверстии 3D-модели детали «Пластина» (визуальный стиль «2D каркас»)

Редактирование шага 3D-модели резьбы в 3D-модели детали «Пластина» — осуществляют его выбором ЛК из раскрывающегося списка в строке «Шаг» диалогового окна **3D Резьба** (см. рис. 3.79, б). Условие редактирования — наличие у резьбы нескольких шагов.

Пример № 2. Построение внутренней 3D-модели резьбы диаметром **D = 30 мм** с крупным шагом **P = 3,5 мм** на внутренней поверхности 3D-модели детали «Гайка» (см. рис. 3.42).

Построение резьбы — осуществляют аналогично методике, описанной в подп. 3.9.2. Результаты построения приведены на рис. 3.82.

3.10. Создание 3D-модели простейшего резьбового соединения деталей

Пример. Создание соединения осуществляют следующим образом:

1) переходят в **ЮЗ изометрию** (см. п. 3.1) и выводят на экран 3D-модели деталей «Стержень» (см. рис. 3.69, б) и «Пластина» (см. рис. 3.80, а) с одинаковыми параметрами резьбы — *этап 1* (рис. 3.83, а);

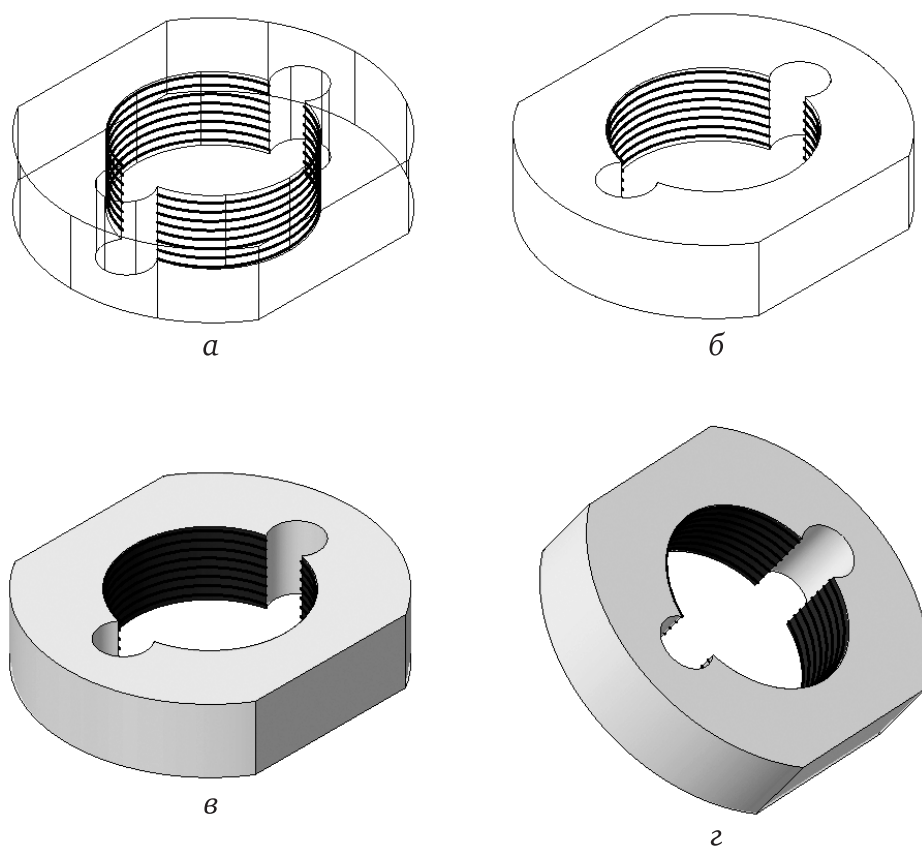


Рис. 3.82. Варианты визуализации 3D-модели детали «Гайка»:

- а — стиль «2D каркас»; б — стиль «3D скрытый»;
- в — стиль «Точный с показом ребер»;
- г — стиль «Точный с показом ребер»,
режим навигации «Свободная орбита»

2) используя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14), режим ортогональности **ОРТО** (клавиша F8) и средство объектной привязки **Центр** (клавиша F3), на новом слое «Вспомогательные» (см. рис. 3.1) в 3D-моделях проводят вертикальные осевые линии — *этап 2* (рис. 3.83, б);

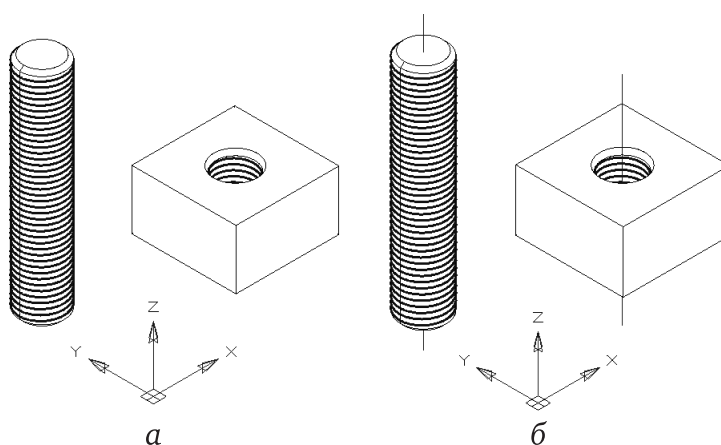


Рис. 3.83. Последовательность построения 3D-модели соединения на основе 3D-моделей деталей «Стержень» и «Пластина»: а — этап 1; б — этап 2

3) используя команду **Перемещение** (см. рис. 3.15) и средство объектной привязки **Центр** (клавиша **F3**), совмещают вертикальные осевые линии обеих 3D-моделей деталей, образуя 3D-модель их соединения — *этап 3* (рис. 3.84, а);

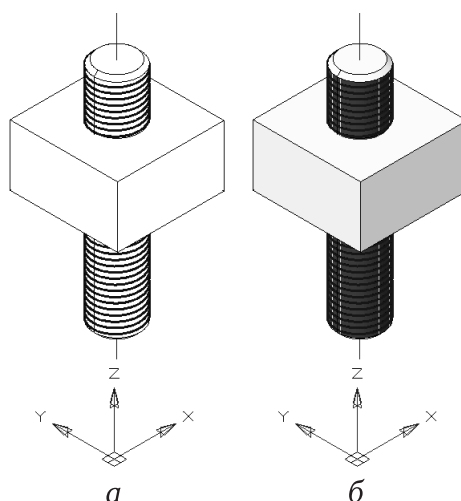


Рис. 3.84. Последовательность построения 3D-модели соединения на основе 3D-моделей деталей «Стержень» и «Пластина»: а — этап 3; б — этап 3 (визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

3.11. 3D-моделирование на основе использования ряда других компонентов рабочей среды. Вариант № 2

На начальном этапе для создания и работы с 3D-моделями деталей по методике работы [13] создают: 1) слои с именами **Контур**, **Оси**, **Вспомогательные** и **Экран** (см. рис. 3.1), а вместо конфигурации из видовых экранов с ортогональными видами и аксономет-

трическим видом по варианту № 1 (см. рис. 3.2) применяют другие компоненты рабочей среды:

- интерфейсный инструмент **Локатор**;
- интерфейсный инструмент **Блок управления видами**;
- функциональную панель **История 3D Построений**;
- функциональную панель **Свойства**.

3.11.1. Интерфейсный инструмент Локатор

Локатор — интерфейсный инструмент, расположенный в верхней правой части рабочего окна программы (см. рис. 1.11), представляющий собой условную развертку сферы на плоскости (рис. 3.85, а) и являющийся экранным средством управления видами.

Каждый элемент Локатора отвечает за установку определенного вида.

Например, узловые окружности служат для установки ортогональных видов, ребра — промежуточных видов, а сегменты — изометрических видов (см. рис. 3.85, а).

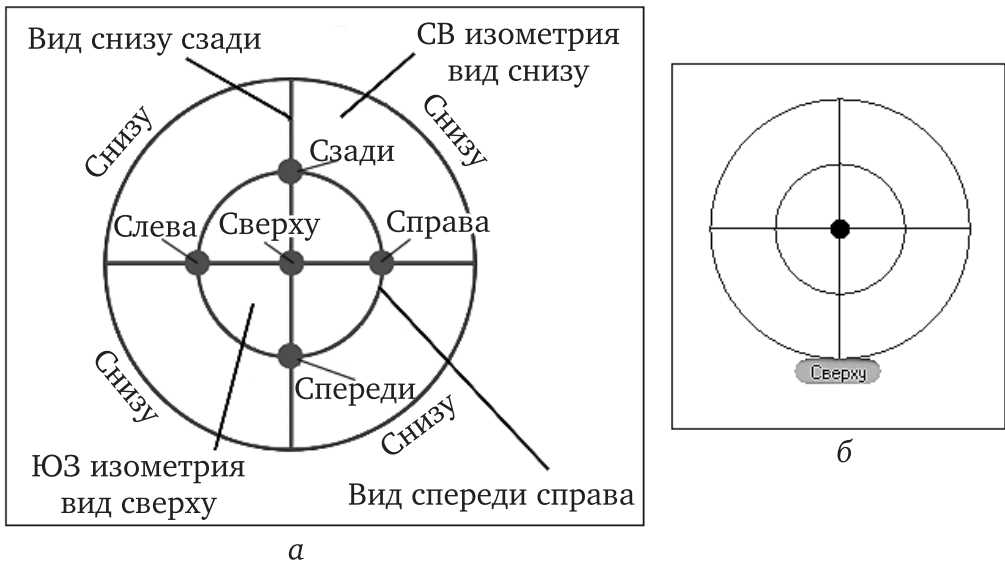


Рис. 3.85. Элементы интерфейсного инструмента Локатор

При открытии документа или работе с элементами чертежа **Локатор** является неактивным и показывает оранжевым маркером-точкой текущее положение вида (рис. 3.85, б). Поворот сцены или выбранных объектов к определенному виду инициируют ЛК по соответствующей части сферы.

Название вида отмечается в подсказке снизу (рис. 3.86).

3.11.2. Интерфейсный инструмент Блок управления видами

Блок управления видами — интерфейсный инструмент, расположенный в верхней левой части рабочего окна программы (см. рис. 1.11) и предназначенный для изменения ЛК вида и визуального стиля видового экрана (рис. 3.87).

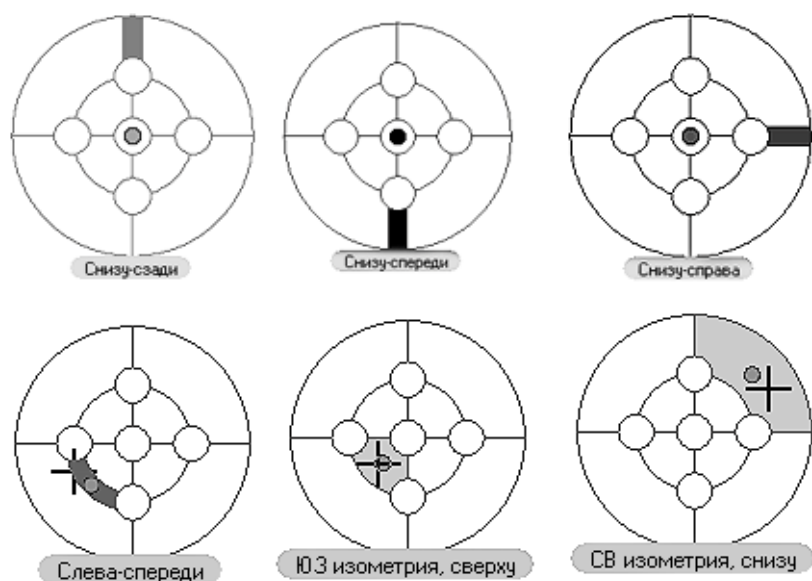


Рис. 3.86. Примеры выбора видов экранным средством Локатор

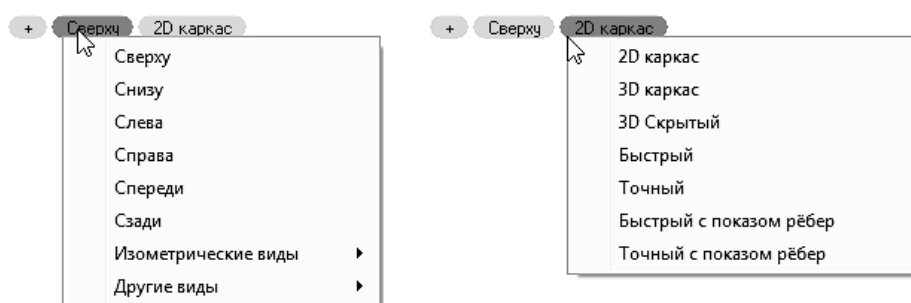


Рис. 3.87. Выбор видов и визуальных стилей в Блоке управления видами

3.11.3. Функциональная панель История 3D Построений

При использовании ленточного интерфейса (см. рис. 1.11) в рабочее окно программы выводят функциональную панель **История 3D Построений**, содержащую дерево построения модели: 1) ЛК на вкладке «3D-инструменты» из группы Моделирование (рис. 3.88); 2) ЛК на иконке **История построений** (см. рис. 3.88).

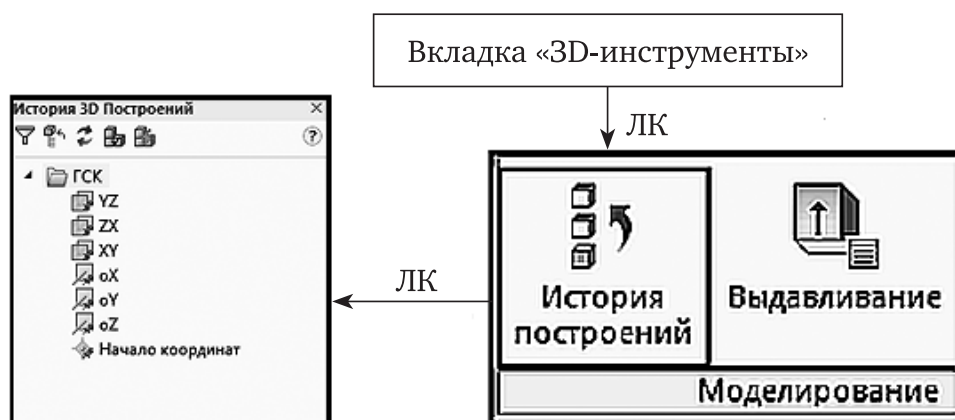


Рис. 3.88. Общая схема вывода функциональной панели История 3D Построений

Дерево построения — последовательность объектов (действий), составляющих 3D-модель.

3.11.4. Совместное использование Локатора и функциональной панели История 3D Построений

На первом этапе для создания 3D-моделей деталей совместно используют Локатор (см. рис. 3.85) и панель История 3D Построений (см. рис. 3.88):

1) из исходного состояния (рис. 3.89, а) осуществляют переход в **ЮЗ изометрию**, производя **ЛК** в соответствующей зоне Локатора (рис. 3.89, б) — *этап 1*;

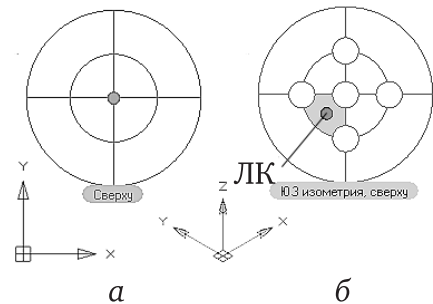


Рис. 3.89. Перехода в ЮЗ изометрию:

а — исходное состояние; б — переход в ЮЗ изометрию

2) для наглядности построений поочередно включают изображения плоскостей: **ЛК** на выбранной плоскости панели История 3D Построений (рис. 3.90) — **ПК** — **ЛК** на строке контекстного меню **Показать** (см. рис. 3.90) — выбранные плоскости появляются на экране (см. рис. 3.90) — *этап 2*;

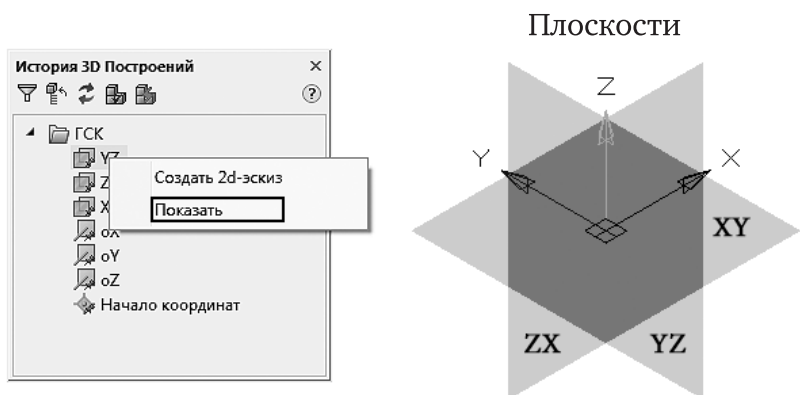


Рис. 3.90. Включение изображений плоскостей в ЮЗ изометрии

3) при необходимости и для наглядности построений поочередно включают изображения осей: **ЛК** на выбранной оси панели История 3D Построений (рис. 3.91) — **ПК** — **ЛК** на строке контекстного меню **Показать** (см. рис. 3.91) — выбранные оси появляются на экране (см. рис. 3.91) — *этап 3*;

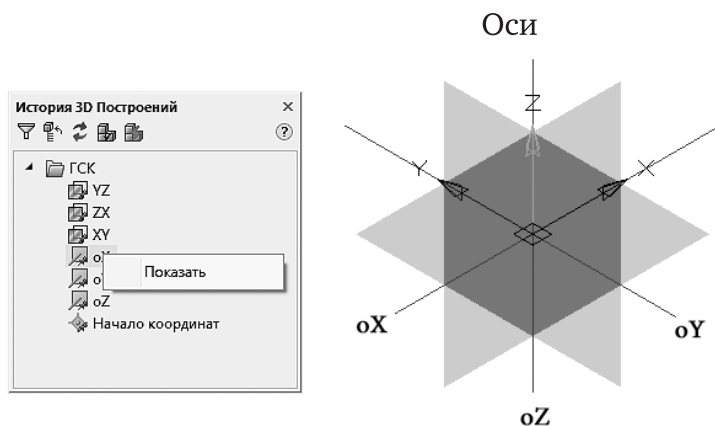


Рис. 3.91. Включение изображений осей в ЮЗ изометрии

4) при необходимости и для повышения точности построений включают изображение начала координат: ЛК на строке **Начало координат** панели История 3D Построений (рис. 3.92) — ПК — ЛК на строке контекстного меню **Показать** (см. рис. 3.92) — на экране появляется символ изображения начала координат в точке пересечения плоскостей (см. рис. 3.92) — этап 4.

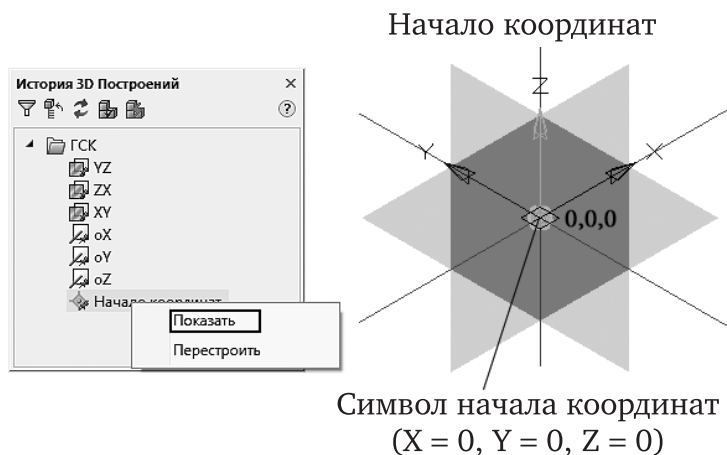


Рис. 3.92. Включение изображения начала координат в ЮЗ изометрии

Выключение элементов интерфейса осуществляют: 1) ЛК на выбранном элементе; 2) ПК; 3) ЛК на строке контекстного меню «Скрыть».

Примечание. Аналогичный подход к 3D-моделированию с использованием заранее предустановленной системы плоскостей используют в программах КОМПАС-3D [15], SolidWorks [18] и Autodesk Inventor [19].

3.11.5. Функциональная панель Свойства

Функциональную панель **Свойства** используют для отображения информации о выбранных объектах, для изменения свойств объектов, установки режима выбора и вызова команд выбора.

Вывод отмеченной панели в рабочее окно программы осуществляют ЛК на иконке инструмента **Свойства** или из группы Функциональные панели на вкладке «Настройки», или из группы Свойства на вкладке «Главная» (рис. 3.93).

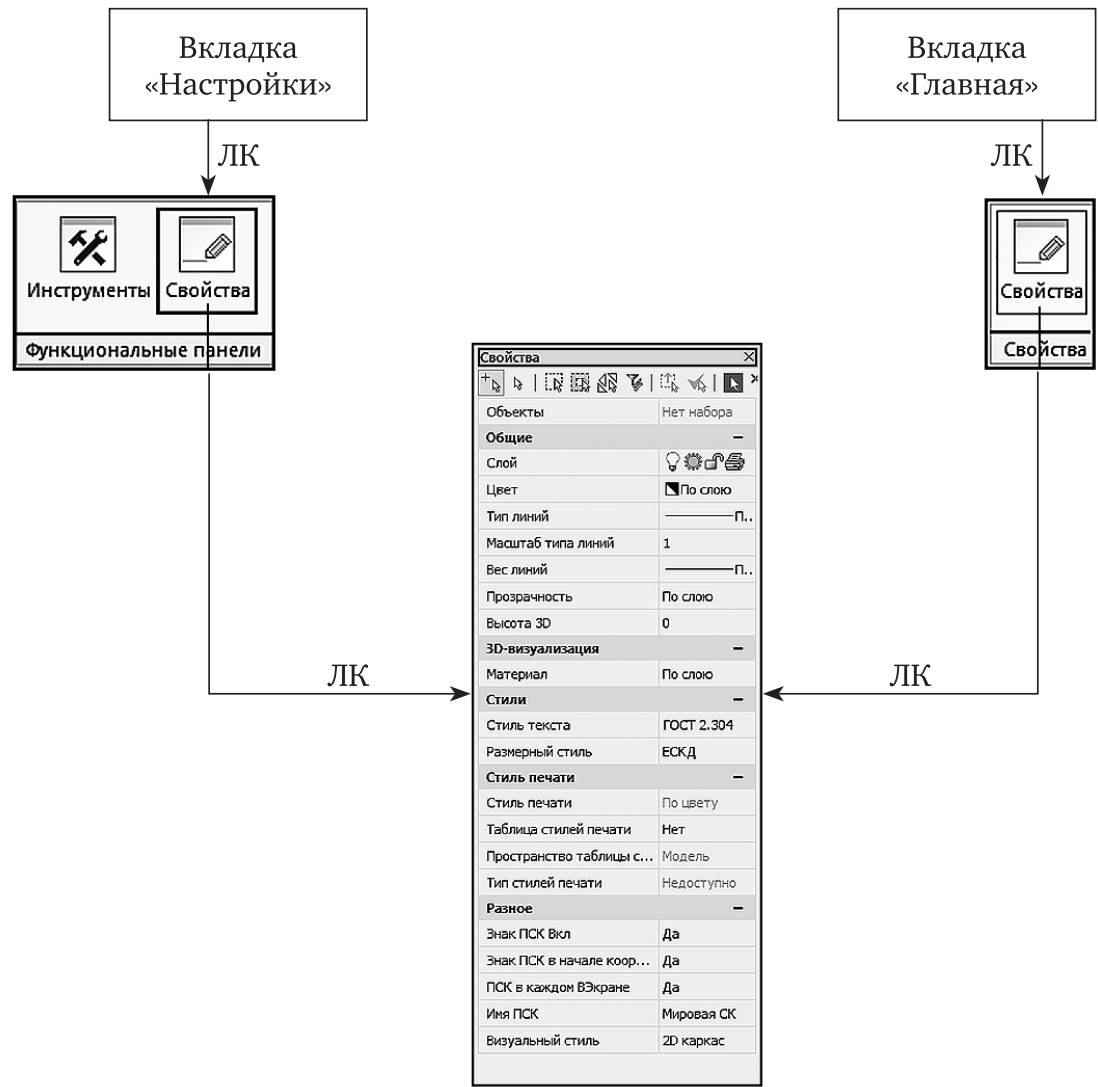


Рис. 3.93. Общая схема выбора функциональной панели Свойства

Для изменения размеров замкнутых 2D-примитивов или для изменения размеров 3D-примитивов в процессе построения 3D-моделей деталей осуществляют следующие действия: 1) ЛК выбирают плоский контур или 3D-примитив — функциональная панель Свойства изменяет первоначальный вид, представленный на рис. 3.93; 2) ЛК в необходимых строках раздела «Геометрия»; 3) с клавиатуры изменяют первоначальные значения размеров; 4) для подтверждения нажимают клавишу **Enter**, а для снятия выделения с объектов — клавишу **Esc**.

На рис. 3.94—3.99, приведены примеры изменения размеров у некоторых объектов с помощью функциональной панели Свойства.

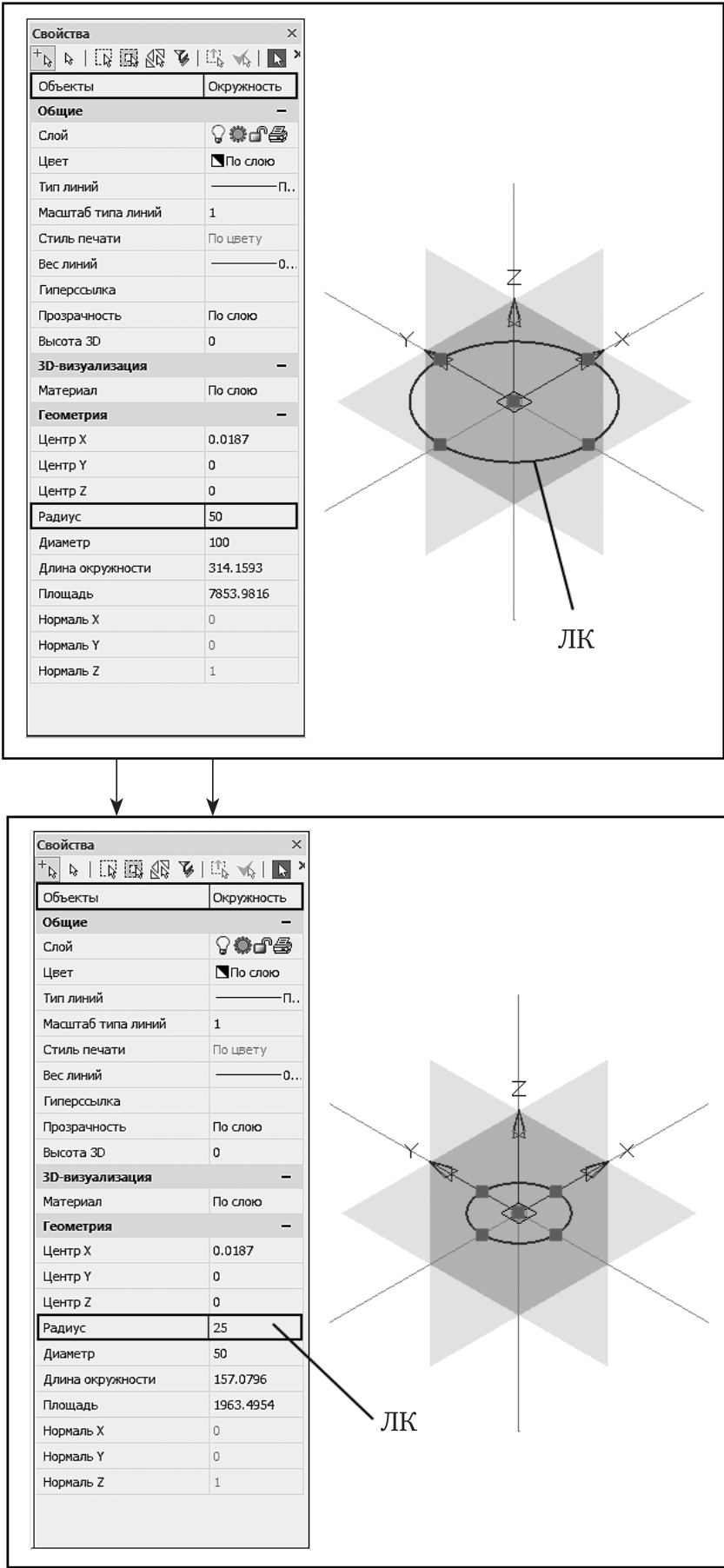


Рис. 3.94. Пример изменения радиуса 2D-примитива Окружность с R50 мм на R25 мм

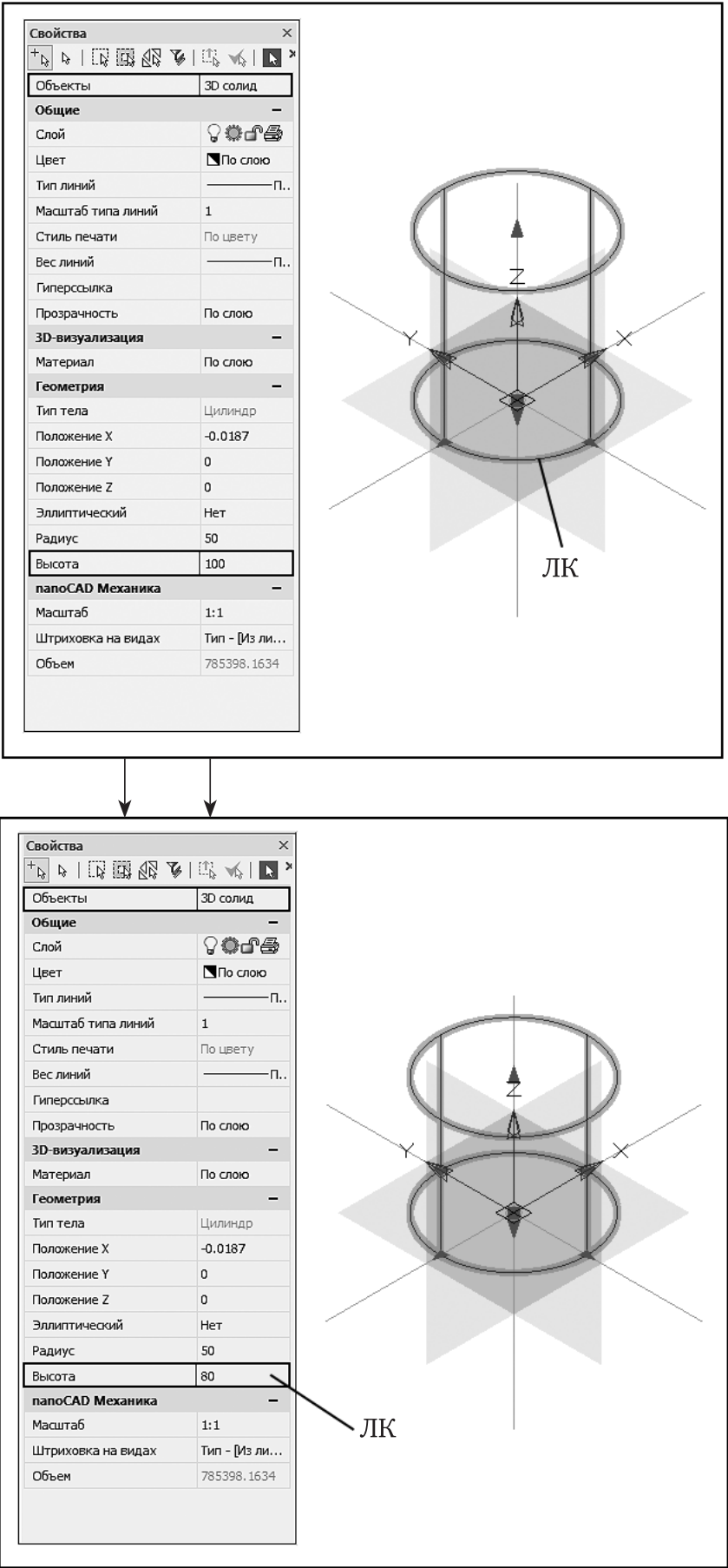


Рис. 3.95. Пример изменения высоты 3D-примитива Цилиндр с h100 мм на h80 мм

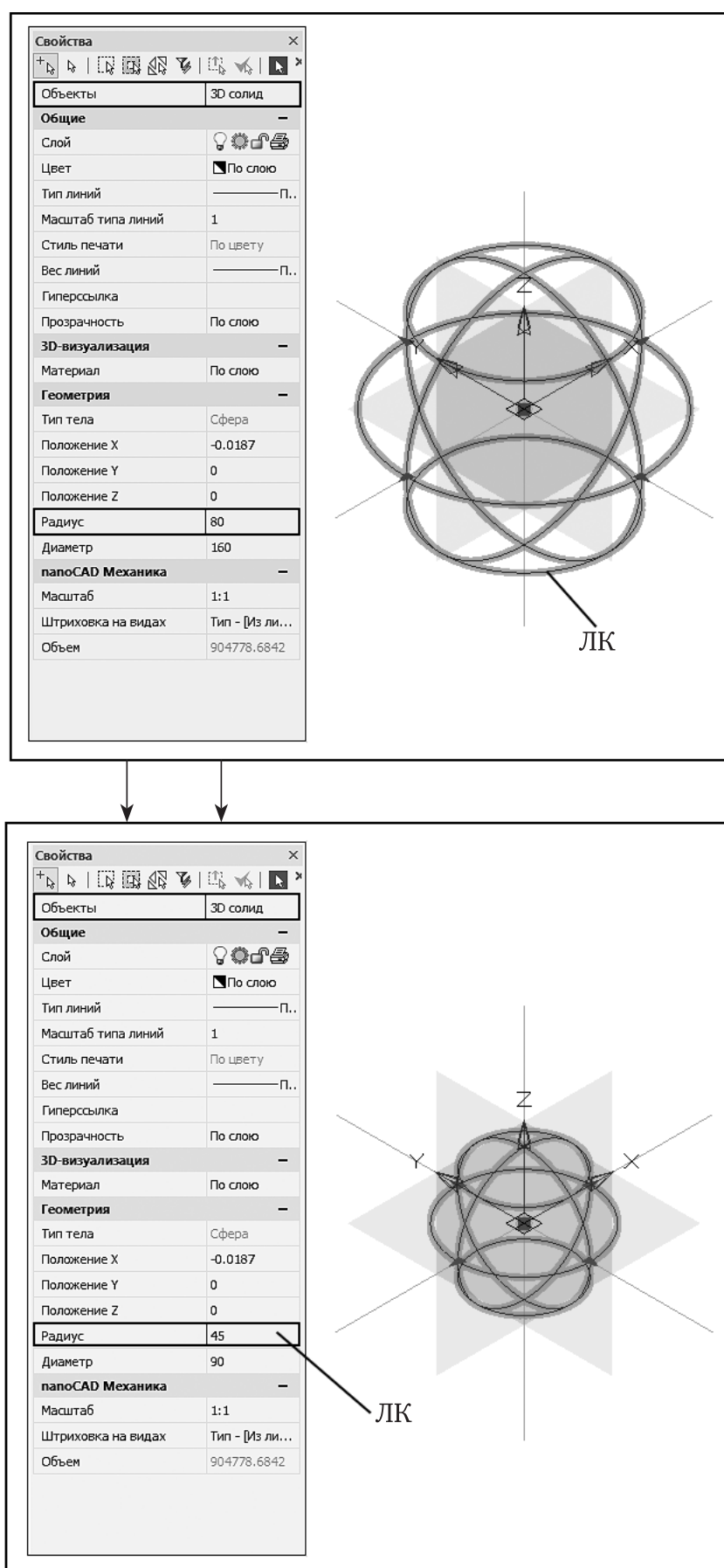


Рис. 3.96. Пример изменения радиуса 3D-примитива Сфера с R80 мм на R45 мм

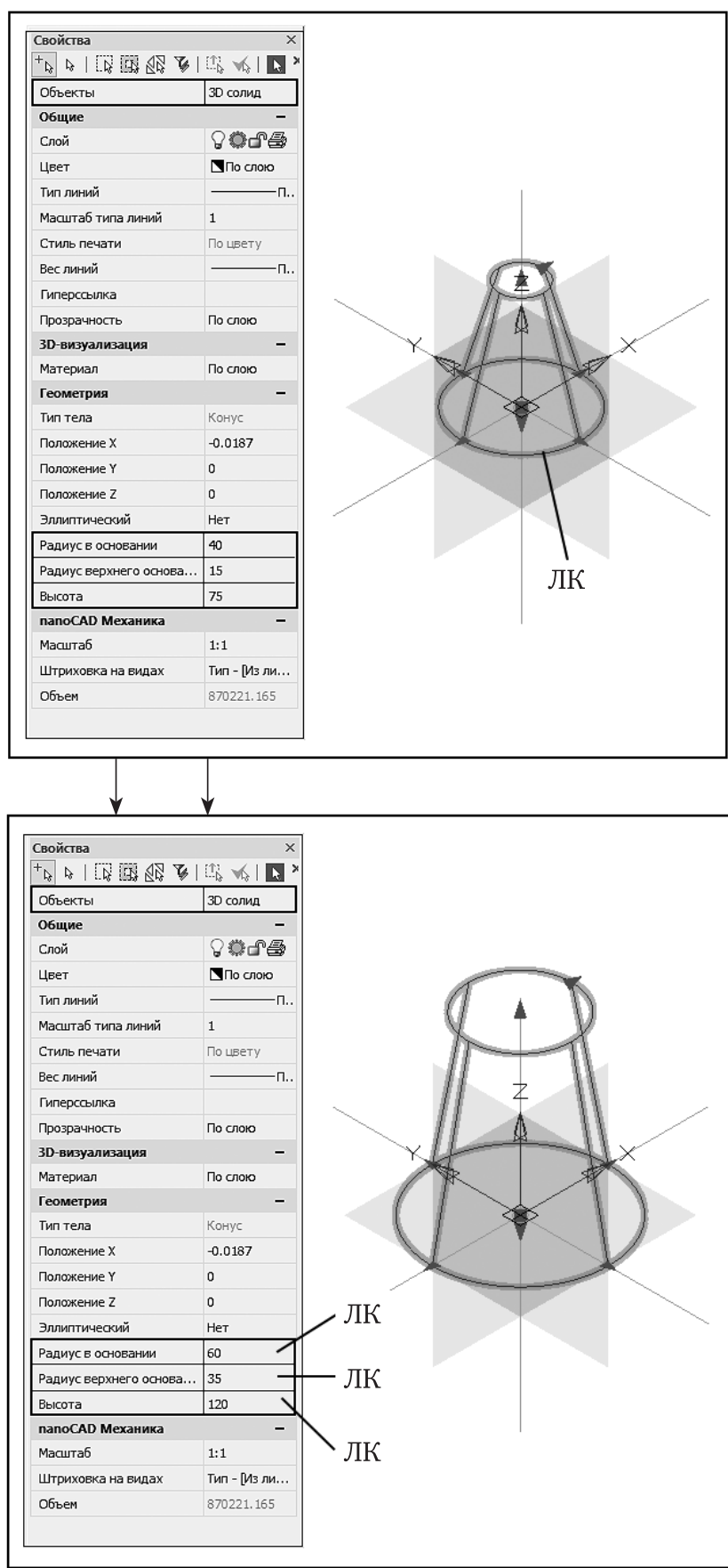


Рис. 3.97. Пример изменения радиусов оснований и высоты 3D-примитива. Конус: с R40 мм на R60 мм; с r15 мм на r35 мм; с h75 мм на h120 мм

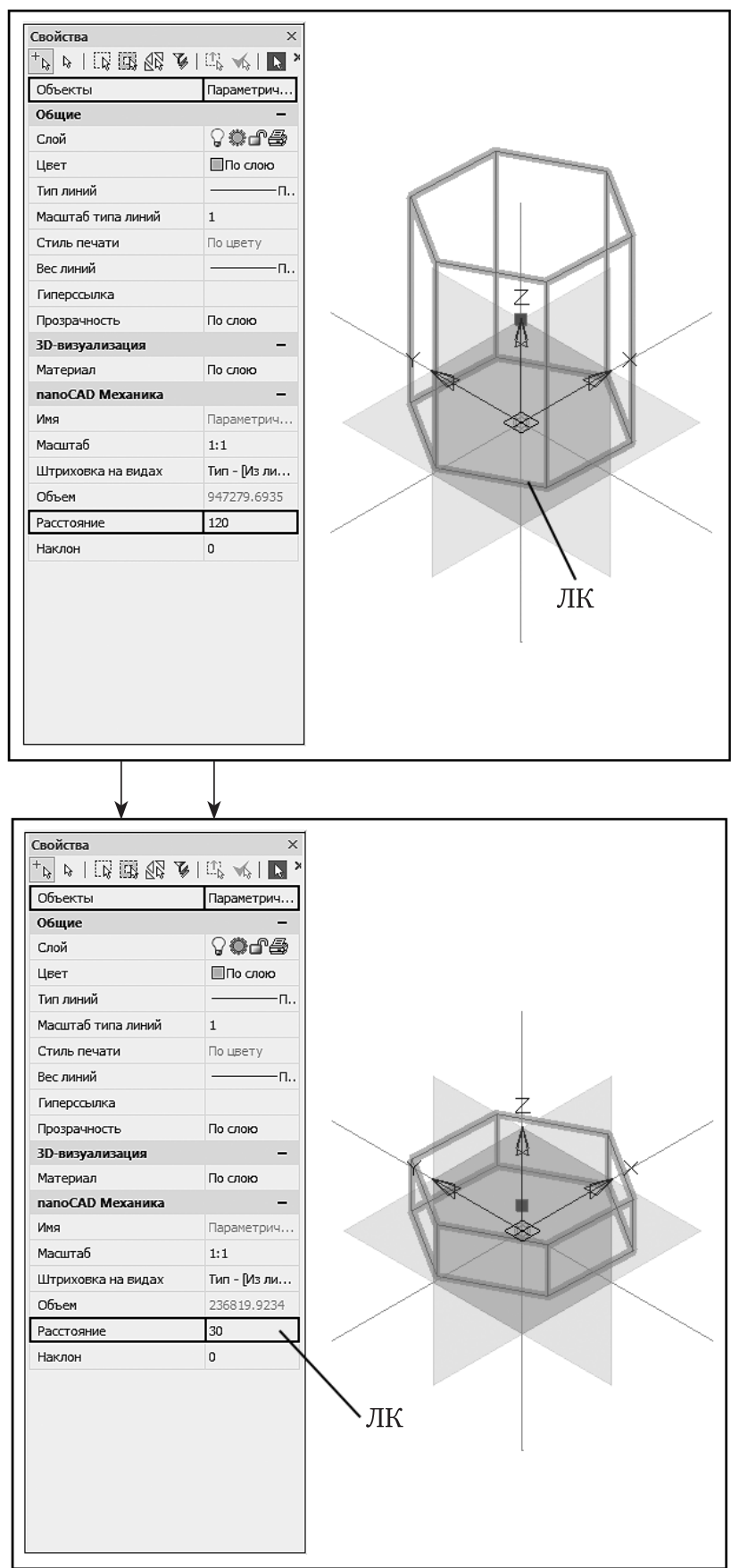


Рис. 3.99. Пример изменения высоты 3D-многогранника, образованной операцией Выдавливание 2D-примитива Многоугольник, с h120 мм на h30 мм

3.11.6. Пример создания 3D-модели детали «Основание»

Ниже, в качестве примера, рассматривается создание 3D-модели детали «Основание» по эскизу с ее натурного образца (рис. 3.100).

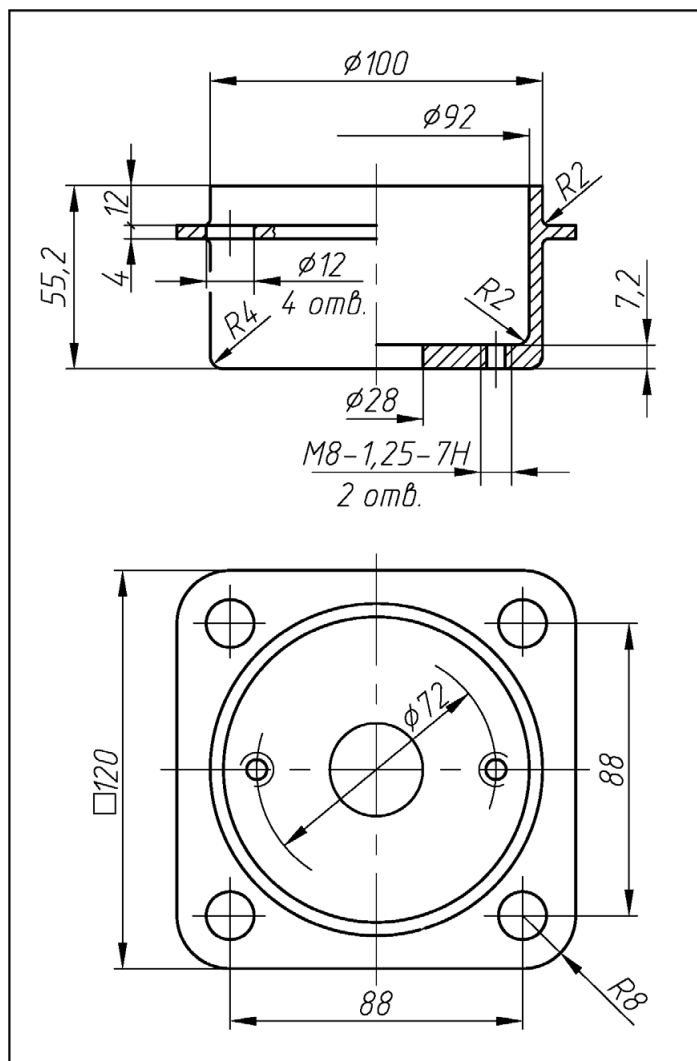


Рис. 3.100. Эскиз детали «Основание»

Деталь «Основание» (см. рис. 3.100) изготавливают литьем из алюминиевого сплава с вертикальным расположением пресс-формы.

I. Создание нового чертежа и его настройка.

Создают новый чертеж с именем, например, **Основание**. В новом чертеже **Основание**: 1) для построений переходят на слой **Контур** (см. рис. 3.1); 2) для построений выбирают плоскость **XY** (см. рис. 3.90), включают изображения осей (см. рис. 3.91) и начала координат (см. рис. 3.92).

II. Последовательность построения 3D-модели детали «Основание».

1. Осуществляют построение квадратного фланца в плоскости **XY** на основе 3D-примитива **Ящик** размерами **120 × 120 × 4 мм**.

Производят ЛК на иконке изображения 3D-примитива **Ящик** из группы Прямое моделирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — ЛК на строке выпадающего меню 3D-примитива **Ящик** — в командной строке опция **Центр — 0,0,0 — Enter** — в командной строке опции: **Длина — Enter — 120 — Enter** — **Ширина 120 — Enter** — **Высота — 4 (минус 4) — Enter** — образуется 3D-модель квадратного фланца — *этап 1* (рис. 3.101, а).

2. Осуществляют перемещение **центра** 3D-модели квадратного фланца **вверх** вдоль оси **Z** до совмещения его верхней грани с плоскостью **XY**.

Производят ЛК на иконке команды **3D Перемещение** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» — ЛК на 3D-модели квадратного фланца (рис. 3.101, б) — **Enter** — ЛК на изображении оси **Z** — в командной строке с клавиатуры задают величину перемещения, равную $4/2 = 2$ мм — **Enter** — **Esc** — *этап 2* (рис. 3.102, а).

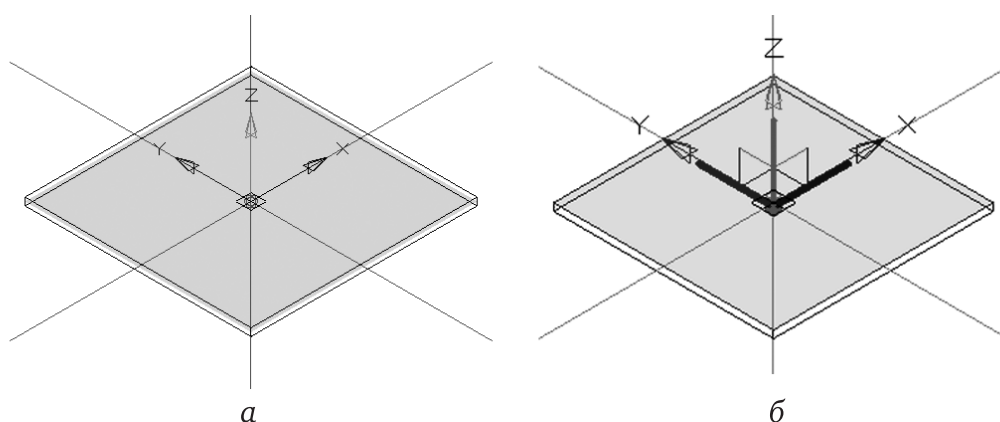


Рис. 3.101. Построение 3D-модели детали «Основание»:

а — этап 1; б — этап 2

3. Осуществляют построение **4 отрезков** длиной **120 мм** на 4 ребрах верхней грани 3D-модели квадратного фланца.

Активизируют слой **Вспомогательные** (см. рис. 3.1) — используя средство объектной привязки **Конточка** (клавиша **F3**), производят ЛК на иконке команды **Отрезок** из группы Черчение на вкладке «Главная» (см. рис. 3.14), далее производят последовательные ЛК на вершинах 3D-модели квадратного фланца — **Esc** — *этап 3* (см. рис. 3.102, а).

4. Осуществляют копирование **четырёх отрезков** на четырёх ребрах верхней грани 3D-модели квадратного фланца внутрь на расстояние **16 мм**. Для удобства построения временно выключают слой **Контур** и плоскость **XY**.

Производят ЛК на иконке команды **Подобие** из группы Редактирование на вкладке «Главная» (см. рис. 3.15) — указывают расстояние смещения отрезка $122 - 88 = 32/2 = 16$ мм — производят ЛК на любом отрезке (см. рис. 3.102, а) — перемещением курсора мыши

внутри 3D-модели квадратного фланца завершают копирование отрезка — повторяют отмеченные действия еще **три раза** — вновь включают слой **Контур** и плоскость **XY** — *этап 4* (рис. 3.102, б).

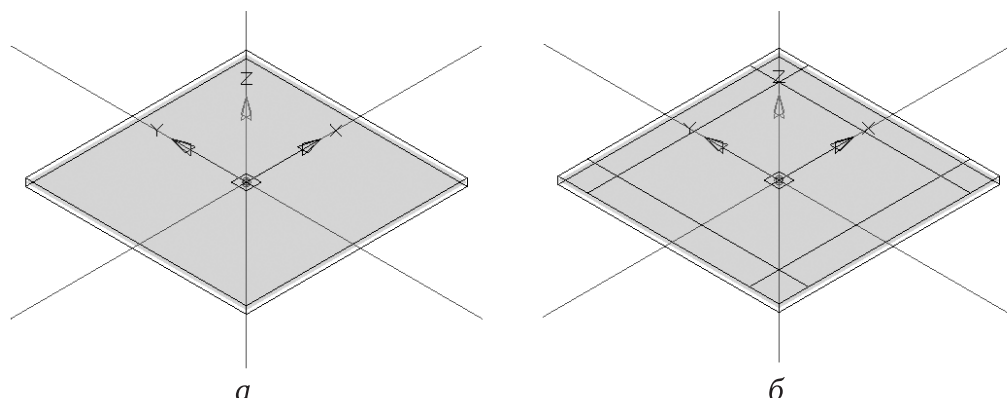


Рис. 3.102. Построение 3D-модели детали «Основание»: а — этап 3; б — этап 4

5. Осуществляют построение 3D-моделей **четырёх Цилиндров** диаметром **12 мм** с центрами в **четырёх точках** пересечения отрезков на верхней грани 3D-модели квадратного фланца.

Производят ЛК на иконке изображения 3D-примитива **Ящик** из группы Прямое моделирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — ЛК на строке выпадающего меню 3D-примитива **Цилиндр** — используя средство объектной привязки **Пересечение** (клавиша **F3**), указывают центр первого цилиндра в любой точке пересечения отрезков — в командной строке указывают радиус цилиндра $12/2 = 6$ мм и высоту с запасом $-(4 + 2) = -6$ мм (минус 6 мм) — отмеченные действия повторяют еще **три раза** — выключают слой **Вспомогательные** — *этап 5* (рис. 3.103, а).

6. Осуществляют построение **четырёх сквозных цилиндрических отверстий** высотой **4 мм** в 3D-модели квадратного фланца.

Производят ЛК на иконке изображения **Логические операции** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3 или 3.23) — ЛК на строке выпадающего меню **Вычитание** — ЛК на контуре 3D модели квадратного фланца — **Enter** — любым способом, например, обычной **Рамкой**, выбирают один из цилиндров — **Enter** — в 3D-модели квадратного фланца образуется **сквозное цилиндрическое отверстие** диаметром **12 мм** — отмеченные действия повторяют еще **три раза** — *этап 6* (рис. 3.103, б).

7. Производят ЛК на иконке изображения **Скругление** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — открывается диалоговое окно **3D Скругление** (рис. 3.104, а) — ЛК на строке Радиус — с клавиатуры вводят значение **8** (см. рис. 3.104, а) — ЛК на контуре одного из вертикальных ребер 3D-модели квадратного фланца — ЛК на кнопке **ОК** диалогового окна **3D Скругление**

(см. рис. 3.104, а) — на выбранном вертикальном ребре появляется скругление радиусом $R = 8$ мм — отмеченные действия повторяют еще **три раза** — *этап 7* (рис. 3.104, б).

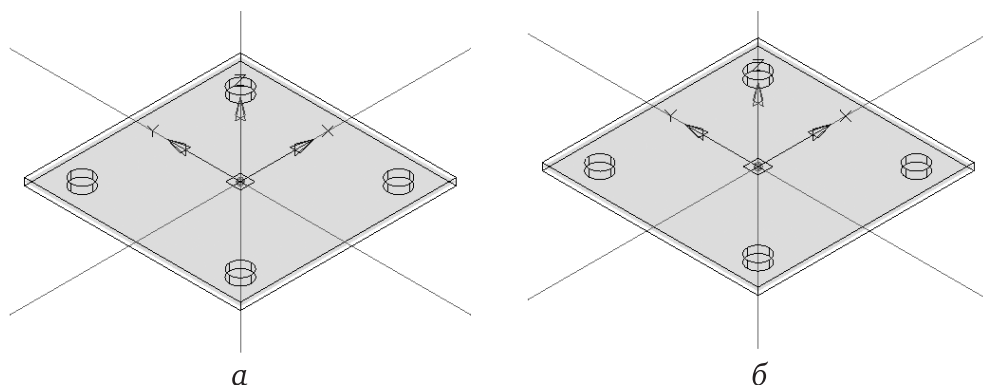


Рис. 3.103. Построение 3D-модели детали «Основание»:
а — этап 5; б — этап 6

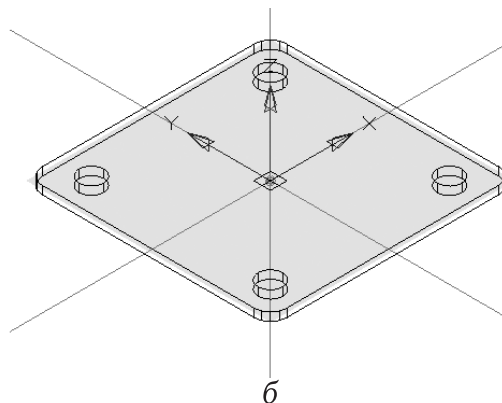
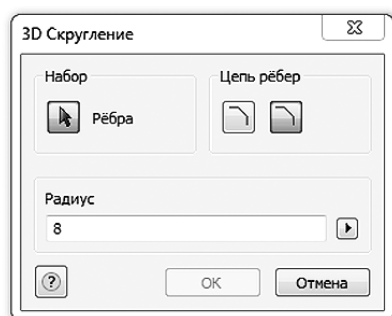


Рис. 3.104. Построение 3D-модели детали «Основание» — этап 7

8. Осуществляют построение 3D-модели наружного **Цилиндра** диаметром **100 мм** на верхней грани 3D-модели квадратного фланца с центром в **точке пересечения осей**.

Производят ЛК на иконке изображения 3D-примитива **Ящик** из группы Прямое моделирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — ЛК на строке выпадающего меню 3D-примитива **Цилиндр** — используя средство объектной привязки **Пересечение** (клавиша **F3**), указывают центр 3D-модели цилиндра в точке пересечения осей — в командной строке указывают радиус цилиндра $R = 100/2 = 50$ мм и высоту **-55,2 мм** (минус 55,2 мм) — *этап 8* (рис. 3.105).

9. Осуществляют перемещение **центра** 3D-модели квадратного фланца **вниз** вдоль оси **Z** на расстояние **12 мм**.

Производят ЛК на иконке команды **3D Перемещение** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» — ЛК на контуре 3D-модели квадратного фланца — **Enter** — ЛК на изображении

оси **Z** — в командной строке с клавиатуры задают величину перемещения **4 мм** — **Enter** — **Esc** — *этап 9* (рис. 3.106, а).

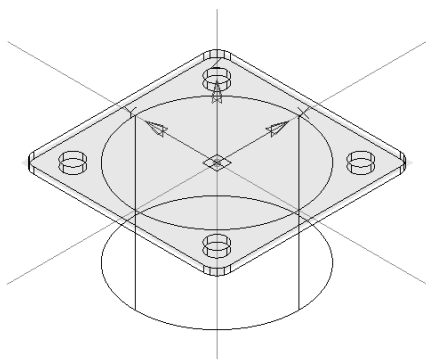


Рис. 3.105. Построение 3D-модели детали «Основание» — этап 8

10. Осуществляют объединение 3D-модели квадратного фланца и 3D-модели наружного цилиндра.

Производят ЛК на иконке изображения **Логические операции** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3 или 3.23) — ЛК на строке выпадающего меню **Объединение** — ЛК на контуре 3D модели квадратного фланца — ЛК на контуре 3D-модели наружного цилиндра — **Enter** — из двух 3D-моделей образуется объединенная 3D-модель — *этап 10* (рис. 3.106, б).

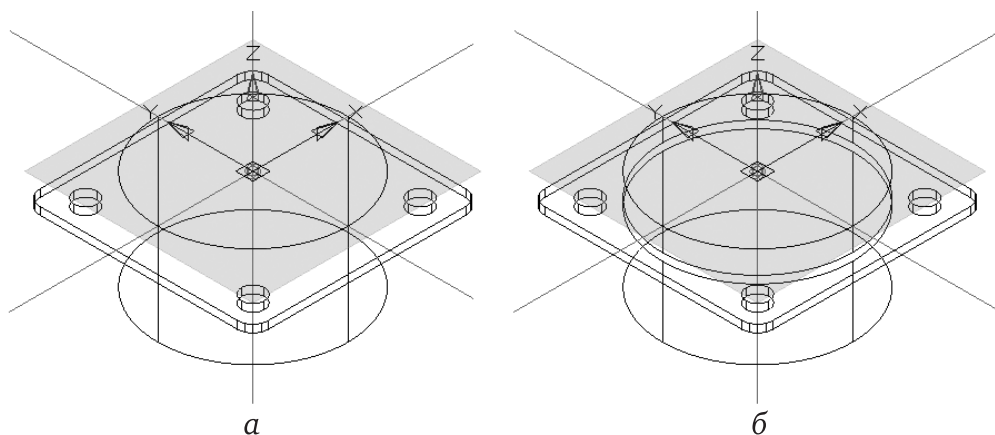


Рис. 3.106. Построение 3D-модели детали «Основание»:

а — этап 9; б — этап 10

11. Осуществляют построение 3D-модели сквозного внутреннего Цилиндра диаметром **28 мм** на верхней грани 3D-модели квадратного фланца с центром в **точке пересечения осей**.

Производят ЛК на иконке изображения 3D-примитива **Ящик** из группы Прямое моделирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — ЛК на строке выпадающего меню 3D-примитива **Цилиндр** — используя средство объектной привязки **Пересечение** (клавиша **F3**), указывают центр 3D-модели цилиндра в точке пересечения осей — в командной строке указывают радиус цилиндра

$R = 28/2 = 14$ мм и высоту с запасом $-(55,2 + 2) = -57,2$ мм (минус 57,2 мм) — *этап 11* (рис. 3.107, а).

12. Осуществляют построение **сквозного цилиндрического отверстия** высотой 55,2 мм в объединенной 3D-модели.

Производят ЛК на иконке изображения **Логические операции** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3 или 3.23) — ЛК на строке выпадающего меню **Вычитание** — ЛК на контуре объединенной 3D модели — Enter — любым способом выбирают 3D-модель сквозного цилиндра — Enter — в объединенной 3D-модели образуется **сквозное цилиндрическое отверстие** — диаметром 28 мм — *этап 12* (рис. 3.107, б).

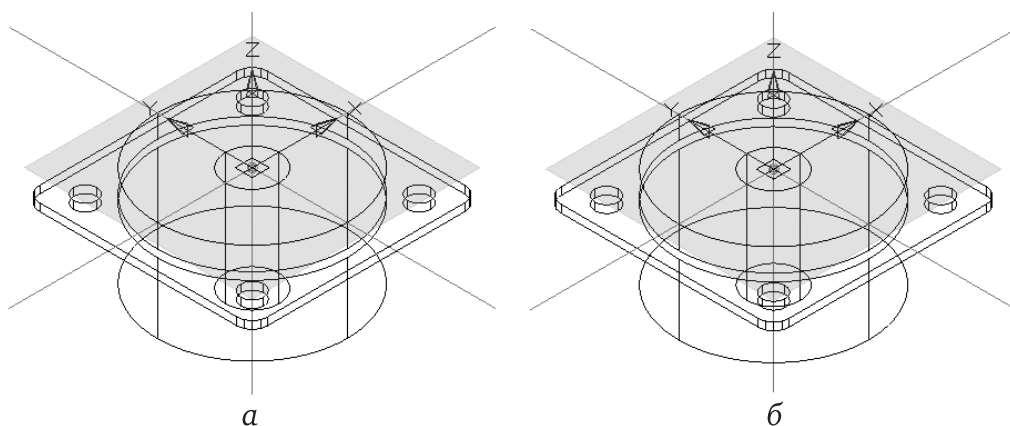


Рис. 3.107. Построение 3D-модели детали «Основание»:

а — этап 11; б — этап 12

13. Осуществляют построение 3D-модели внутреннего **Цилиндра** диаметром 92 мм на верхней грани 3D-модели квадратного фланца с центром в **точке пересечения осей**.

Производят ЛК на иконке изображения 3D-примитива **Ящик** из группы Прямое моделирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — ЛК на строке выпадающего меню 3D-примитива **Цилиндр** — используя средство объектной привязки **Пересечение** (клавиша F3), указывают центр 3D-модели цилиндра в точке пересечения осей — в командной строке указывают радиус цилиндра $R = 92/2 = 46$ мм и высоту $-(55,2 - 7,2) = -48$ мм — *этап 13* (рис. 3.108, а).

14. Осуществляют вычитание 3D-модели **построенного цилиндра** (п. 13) из объединенной 3D-модели.

Производят ЛК на иконке изображения **Логические операции** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3 или 3.23) — ЛК на строке выпадающего меню **Вычитание** — ЛК на контуре объединенной 3D модели — Enter — любым способом выбирают 3D-модель цилиндра — Enter — в 3D-модели образуется **цилиндрическое отверстие** диаметром 92 мм и высотой 48 мм — *этап 14* (рис. 3.108, б).

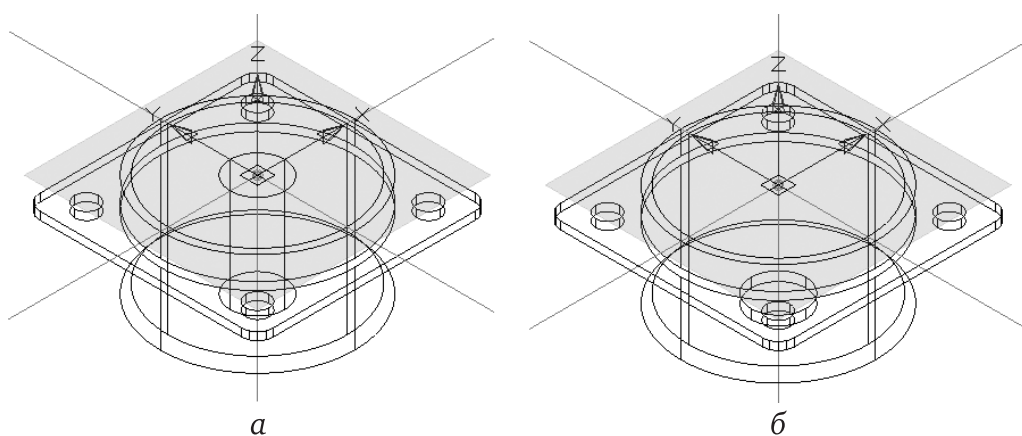


Рис. 3.108. Построение 3D-модели детали «Основание»:

а — этап 13; б — этап 14

15. Осуществляют скругление **ребра** нижнего основания наружного цилиндра объединенной 3D-модели по радиусу $R = 4$ мм.

Предварительно выключают изображения осей и плоскости XY, а двойным ЛК в интерфейсном инструменте **Блок управления видами** (см. рис. 3.87) устанавливают визуальный стиль «Точный с показом ребер».

Производят ЛК на иконке изображения **Скругление** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — открывается диалоговое окно **3D Скругление** (рис. 3.109, а) — ЛК на строке Радиус — с клавиатуры вводят значение 4 (см. рис. 3.104, а) — ЛК на контуре нижнего основания объединенной 3D-модели — ЛК на кнопке **ОК** диалогового окна **3D Скругление** (см. рис. 3.109, а) — на выбранном ребре появляется скругление радиусом $R = 4$ мм — *этап 15* (рис. 3.109, б).

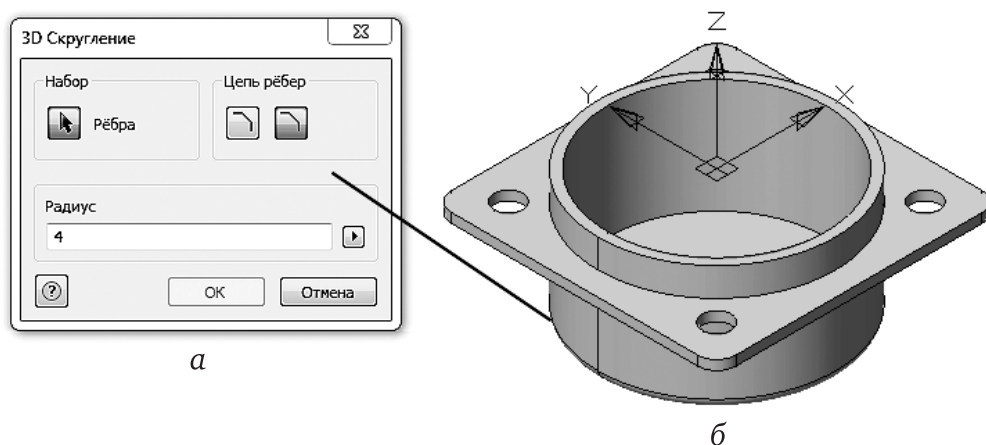


Рис. 3.109. Построение 3D-модели детали «Основание» — этап 15

16. Аналогично действиям п. 15 осуществляют скругление **ребра** нижнего основания внутреннего цилиндра диаметром 92 мм объединенной 3D-модели по радиусу $R = 2$ мм — *этап 16* (рис. 3.110, а, б).

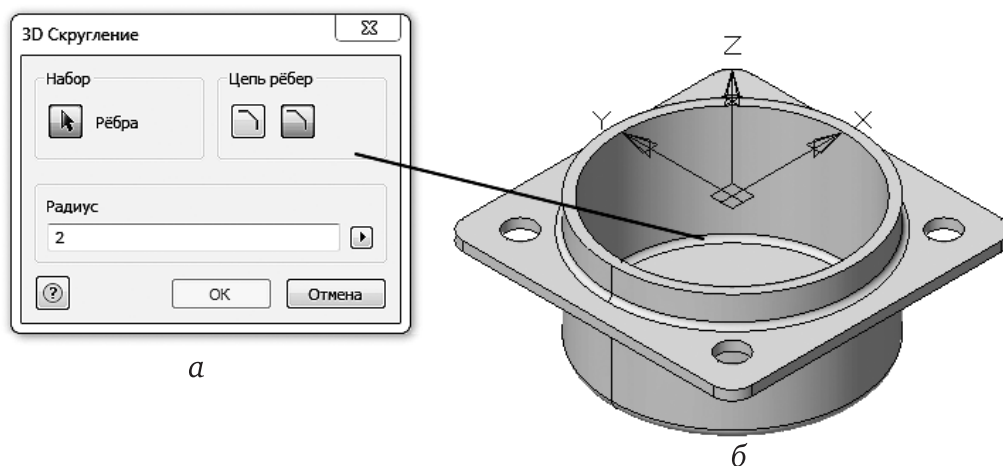


Рис. 3.110. Построение 3D-модели детали «Основание» — этап 16

17. Аналогично действиям п. 15, с дополнительным использованием для удобства построений режима навигации «Свободная орбита» (см. рис. 3.28), осуществляют скругление двух наружных **ребер** объединенной 3D-модели по радиусу $R = 2$ мм — *этап 17* (рис. 3.111, а, б). Используя интерфейсный инструмент **Локатор**, ЛК возвращают повернутую объединенную 3D-модель в положение ЮЗ изометрия, сверху (см. рис. 3.89, б).

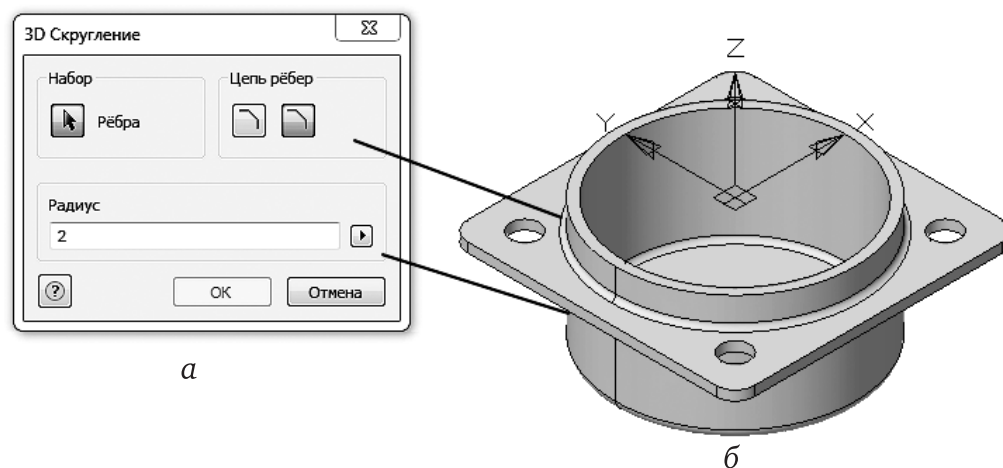


Рис. 3.111. Построение 3D-модели детали «Основание» — этап 17

18. Осуществляют построение 3D-моделей двух **Цилиндров** с внутренним **диаметром 6,647 мм** под метрическую резьбу $M8 \times 1,25$ с наружным диаметром 8 мм.

Предварительно двойным ЛК в интерфейсном инструменте **Блок управления видами** (см. рис. 3.87) для объединенной 3D-модели устанавливают ортогональный вид **Сверху** (рис. 3.112, а).

Активизируют слой **Вспомогательные** (см. рис. 3.1). Производят ЛК на иконке изображения 2D-примитива **Окружность** из группы Черчение на вкладке «Главная» (см. рис. 3.14) — ЛК на строке

выпадающего меню **Центр диаметр** (см. рис. 3.14) — используя средство объектной привязки **Центр** (клавиша **F3**), указывают центр 2D-примитива **Окружность** в точке центра отверстия диаметром **28 мм** — в командной строке указывают диаметр окружности **72 мм** (см. рис. 3.112, а).

Активизируют слой **Контур** (см. рис. 3.1). Производят ЛК на иконке изображения 3D-примитива **Ящик** из группы Прямое моделирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3) — ЛК на строке выпадающего меню 3D-примитива **Цилиндр** — используя средство объектной привязки **Квадрант** (клавиша **F3**), указывают центр 3D-модели цилиндра — в командной строке указывают радиус цилиндра $6,647 / 2 = 3,3235$ мм и высоту с запасом $-(7,2 + 2) = -9,2$ мм — отмеченные действия повторяют для 3D-модели второго цилиндра — *этап 18* (рис. 3.112, а).

19. Осуществляют построение **двух сквозных цилиндрических отверстий** высотой **7,2 мм** в объединенной 3D-модели.

Предварительно выключают слой **Вспомогательные** (см. рис. 3.1).

Производят ЛК на иконке изображения **Логические операции** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты» (см. рис. 3.3 или 3.23) — ЛК на строке выпадающего меню **Вычитание** — ЛК на контуре объединенной 3D модели — **Enter** — любым способом, например, обычной **Рамкой**, одновременно выбирают обе 3D-модели цилиндров — **Enter** — в объединенной 3D-модели образуются два **сквозных цилиндрических отверстия** диаметром **6,647 мм** под метрическую резьбу **M8 × 1,25** с наружным диаметром **8 мм** — *этап 19* (рис. 3.112, б).

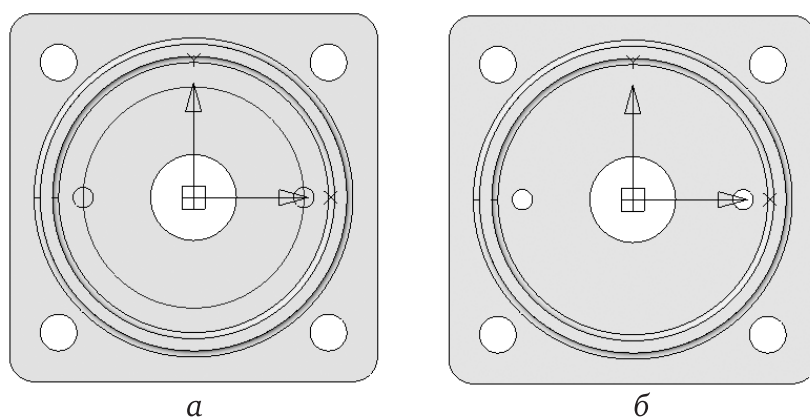


Рис. 3.112. Построение 3D-модели детали «Основание»:

а — этап 18; б — этап 19

20. Осуществляют построение 3D-модели метрической резьбы **M8 × 1,25** в **двух сквозных цилиндрических отверстиях** высотой **7,2 мм** объединенной 3D-модели.

Предварительно, используя интерфейсный инструмент **Локатор**, ЛК возвращают повернутую объединенную 3D-модель в положение

ЮЗ изометрия, сверху (см. рис. 3.89, б), а для удобства дальнейших построений используют режим навигации «Свободная орбита» (рис. 3.28).

Производят ЛК на иконке команды **Резьба** из группы Редактирование на вкладке «3D-инструменты (рис. 3.67) — открывается диалоговое окно **3D Резьба** (рис. 3.113, б) — ЛК на ребре первого отверстия — в диалоговом окне **3D Резьба** (см. рис. 3.113, б) появляются параметры резьбы: Обозначение — **M8**, Шаг — **1,25**, На всю длину, а сама 3D-модель резьбы появляется в отверстии высотой **7,2 мм** (рис. 3.113, а) — ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 3.113, б) завершают формирование 3D-модели резьбы в окончательном виде (см. рис. 3.113, а). Для второго отверстия производят аналогичные действия.

В конечном счете образовалась 3D-модель детали «Основание».

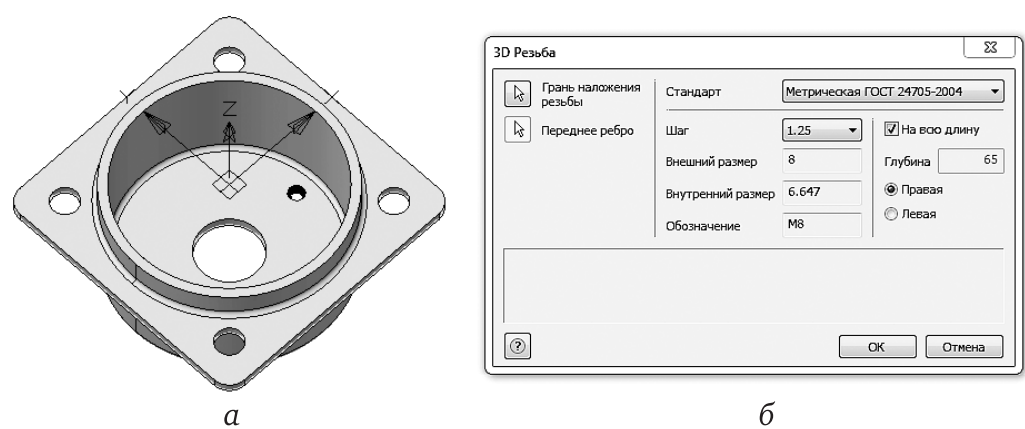


Рис. 3.113. Построение 3D-модели детали «Основание» — этап 20

Итоговые результаты построения 3D-модели детали «Основание» в наглядной форме представлены на рис. 3.114 и 3.115.

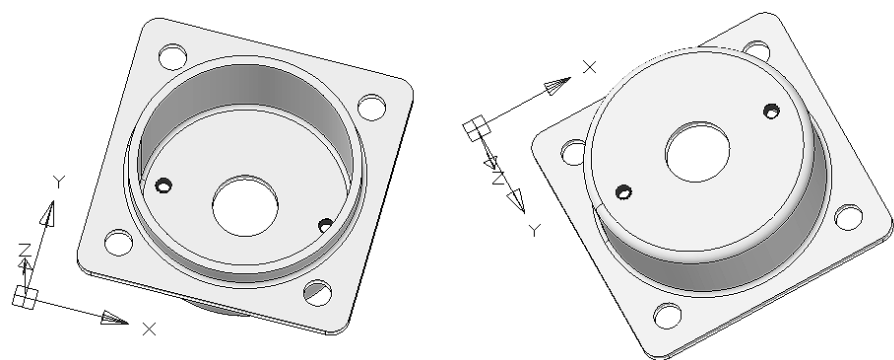


Рис. 3.114. Варианты визуализации 3D-модели детали «Основание» (стиль «Точный с показом ребер», режим навигации «Свободная орбита»)

Примечание. Представленная последовательность построения 3D-модели летали «Основание» не является единственной. Возможны и другие варианты.

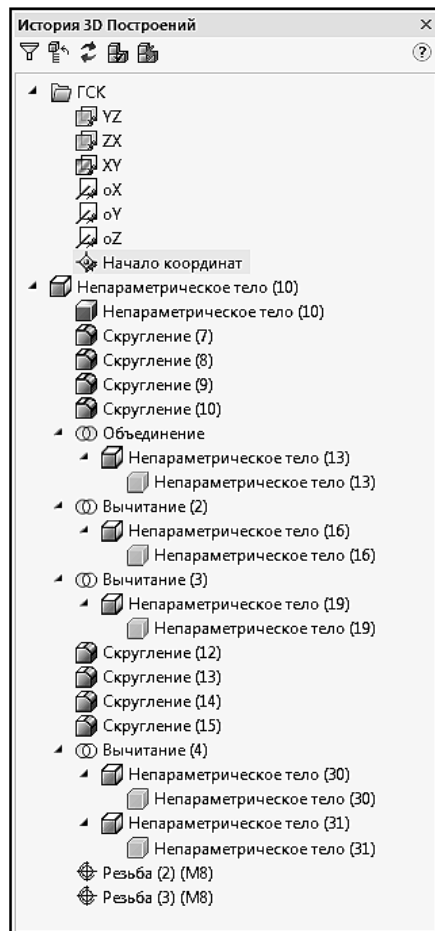


Рис. 3.115. Последовательность построения 3D-модели детали «Основание», представленная на функциональной панели История 3D Построений

После создания 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий переходят к созданию 2D-моделей деталей и 2D-моделей изделий.

Для создания 2D-моделей деталей и 2D-моделей изделий используют взаимосвязь между 3D-моделированием и 2D-моделированием.

Тема 4

СОЗДАНИЕ 2D-МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Ниже рассматривается общий подход к созданию 2D-моделей деталей и изделий прямым моделированием на основе методов темы 3.

4.1. Общий алгоритм создания 2D-видов, 2D-проекций и 2D-разрезов деталей

Создание 2D-видов, 2D-проекций и 2D-разрезов деталей основано на предварительном построении 3D-моделей деталей (см. тему 3).

Общие закономерности рассматриваются ниже на примере предварительно построенной простой 3D-модели детали.

На начальном этапе осуществляют ЛК на вкладке «3D-инструменты» из группы 2D Виды (рис. 4.1).

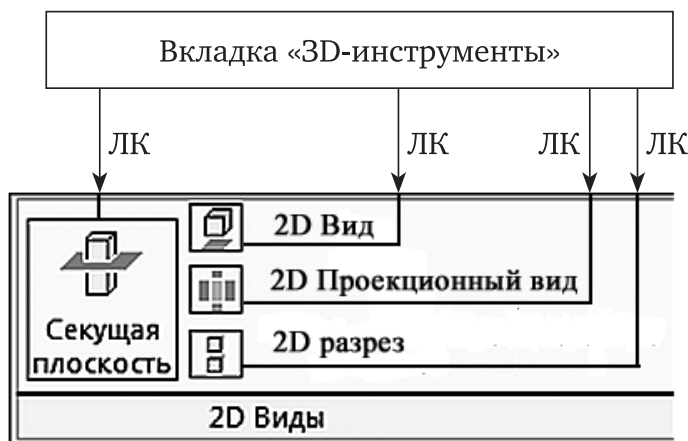


Рис. 4.1. Общая схема выбора базовых средств 2D-моделирования

Далее используют общий алгоритм.

I. Общий алгоритм создания трех основных видов (рис. 4.2):

- 1) открывают чертеж исходной 3D-модели детали и активируют видовой экран с одним проекционным видом — видом **Сверху**;
- 2) включают режим **ОРТО** (клавиша F8);
- 3) ЛК на иконке команды **2D Вид** (см. рис. 4.1);

4) ЛК на контуре **Вид сверху** 3D-модели детали — завершают выбор нажатием клавиши **Enter**;

5) перемещая курсор мыши вправо, ЛК фиксируют положение **Вид сверху** — перемещая курсор мыши вверх, ЛК фиксируют положение **Главный вид** — перемещением курсора мыши на свободное место ЛК фиксируют (при необходимости) положение **аксонометрической проекции** — завершают работу нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**;

6) ЛК на иконке команды **2D Проекция** (см. рис. 4.1);

7) ЛК на контуре **Главный вид** — перемещая курсор мыши вправо, ЛК фиксируют положение **Вид слева** — завершают работу нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

II. Общий алгоритм создания полных разрезов на фронтальной и профильной плоскостях проекций (рис. 4.3):

1) открывают чертеж исходной 3D-модели детали и активируют видовой экран с одним проекционным видом — **Вид сверху**;

2) включают режим **ОРТО** (клавиша **F8**);

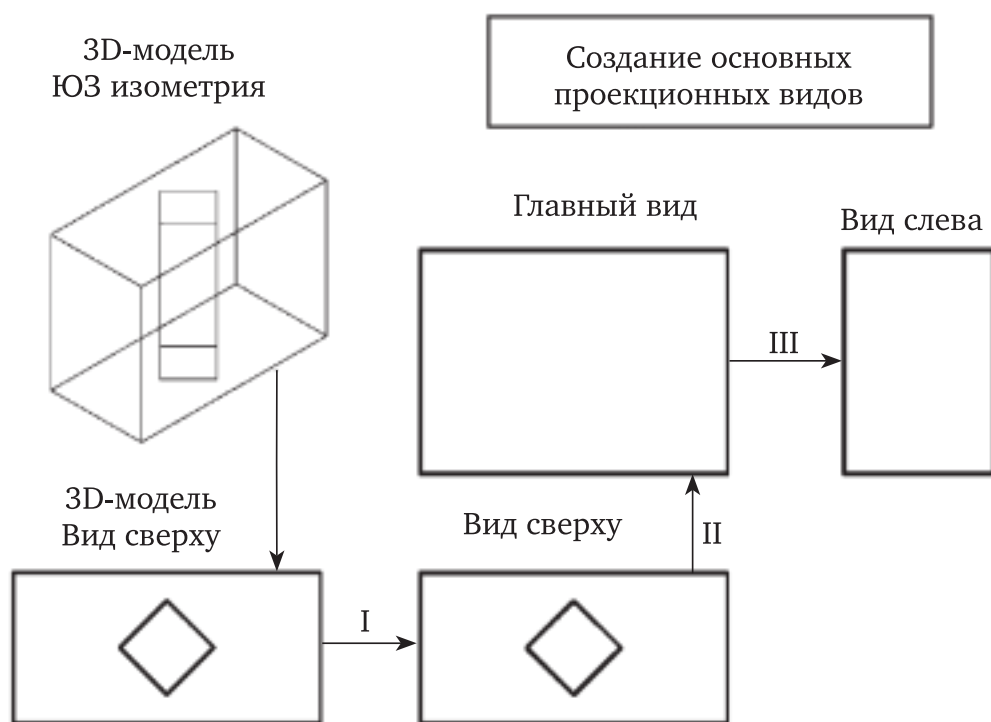


Рис. 4.2. Общий алгоритм создания основных проекционных видов

3) ЛК на иконке команды **2D Вид** (см. рис. 4.1);

4) ЛК на контуре **Вид сверху** 3D-модели детали — завершают выбор нажатием клавиши **Enter**;

5) перемещая курсор мыши вправо, ЛК фиксируют положение **Вид сверху** — перемещая курсор мыши вверх, ЛК фиксируют положение **Главный вид** — завершают работу нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**;

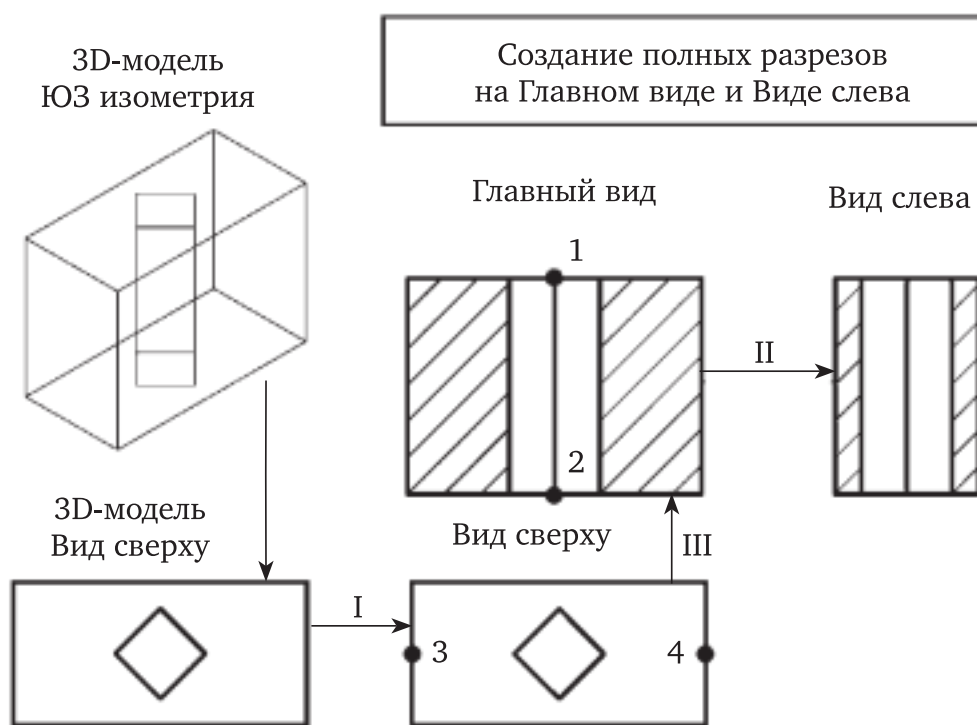


Рис. 4.3. Общий алгоритм создания полных разрезов на фронтальной и профильной плоскостях проекций

6) ЛК на иконке команды **2D Разрез** (см. рис. 4.1);

7) ЛК на контуре **Главный вид** — используя средство объектной привязки (клавиша **F3**), осуществляют последовательные ЛК в необходимых точках **1** и **2** на контуре **Главный вид** — перемещая курсор мыши вправо, ЛК фиксируют положение **полного профильного разреза** — завершают работу нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**;

8) ЛК на контуре **Вид сверху** — используя средство объектной привязки (клавиша **F3**), осуществляют последовательные ЛК в необходимых точках **3** и **4** на контуре **Вид сверху** — перемещая курсор мыши вверх, ЛК фиксируют положение **полного фронтального разреза** на месте **Главный вид** — завершают работу нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**;

Рекомендация. Аналогичные результаты получают при выборе ЛК команды **Текущая плоскость** (см. рис. 4.1) [12—14].

III. Построение полного разреза на фронтальной плоскости проекций (рис. 4.4):

1) открывают чертеж исходной 3D-модели детали и активируют видовой экран с одним проекционным видом — **Вид сверху**;

2) включают режим **ОПТО** (клавиша **F8**);

3) ЛК на иконке команды **2D Вид** (см. рис. 4.1);

4) ЛК на контуре **Вид сверху** 3D-модели детали — завершают выбор нажатием клавиши **Enter**;

5) перемещая курсор мыши вправо, ЛК фиксируют положение **Вид сверху** — перемещая курсор мыши вверх, ЛК фиксируют поло-

жение **Главный вид** — завершают работу нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**;

6) ЛК на иконке команды **2D Разрез** (см. рис. 4.1);

7) ЛК на контуре **Вид сверху** — используя средство объектной привязки (клавиша **F3**), осуществляют последовательные ЛК в необходимых точках **1** и **2** на контуре **Вид сверху** — перемещая курсор мыши вверх, изображение разреза совмещают с ранее образованным изображением **Главный вид**, а ЛК фиксируют на нем положение **полного фронтального разреза** — завершают работу нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

Рекомендация. Аналогичные результаты получают при выборе ЛК команды **Секущая плоскость** (см. рис. 4.1) [12—14].

Важно знать!

Сложные **ступенчатые** и **ломаные разрез**ы выполняют командой **Секущая плоскость** (см. рис. 4.1). Способы ее использования подробно рассмотрены в работах [12, 13].

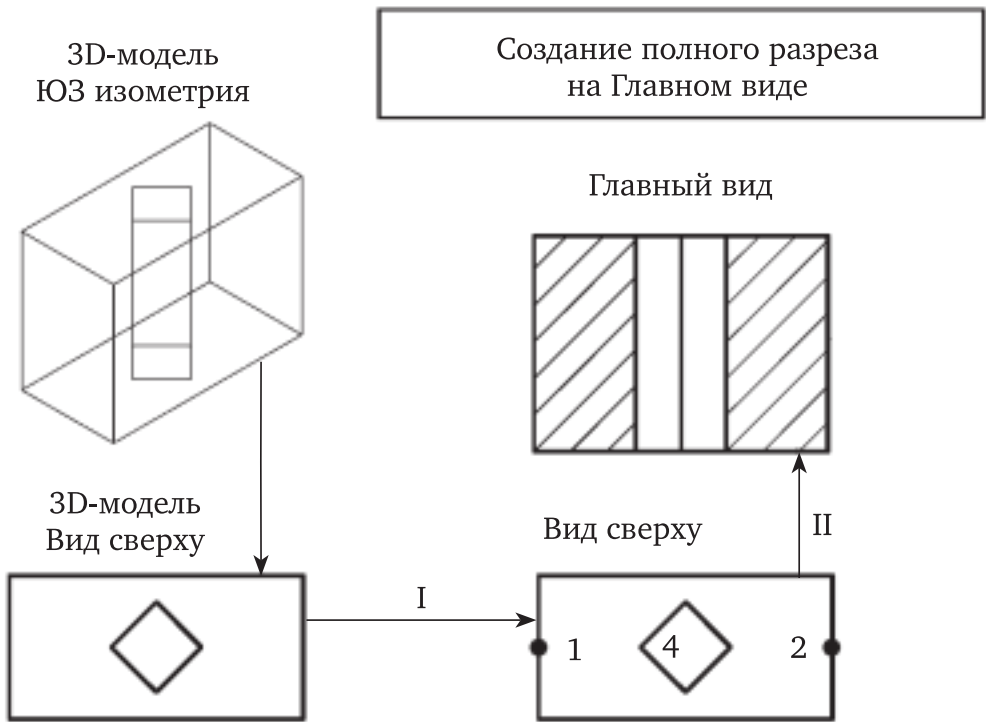


Рис. 4.4. Общий алгоритм создания полного разреза на фронтальной плоскости проекций

4.2. Создание 2D-разрезов с учетом требований ЕСКД

При оформлении чертежей деталей учитывают положения ГОСТ 2.305—2008 «ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения» (рис. 4.5).

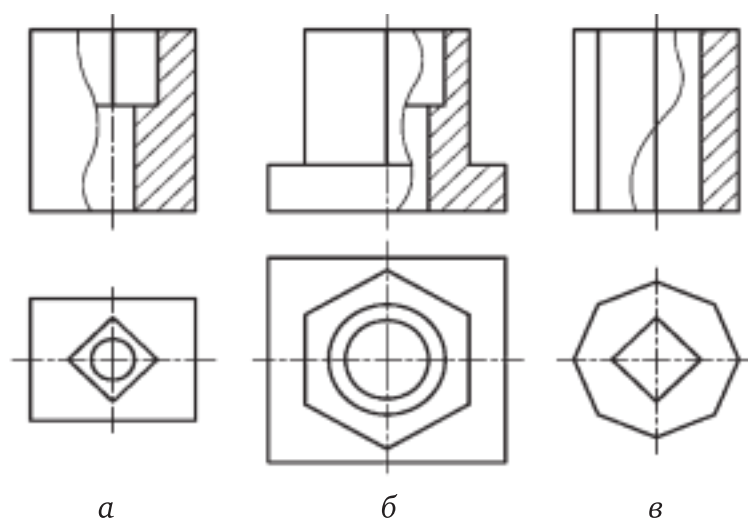


Рис. 4.5. **Варианты выполнения соединения половины вида с половиной:**
а — внутреннее ребро; *б* — наружное ребро;
в — наружное и внутреннее ребра

Создание 2D-разрезов про совпадении ребер многогранников с осями деталей (см. рис. 4.5) осуществляют следующим образом:

1) ЛК на иконке команды **Разбивка** из группы Редактирование на вкладке «Главная» (рис. 4.6) и выбором объектов обычной рамкой (см. рис. 4.6) осуществляют их разбивку на отдельные части;

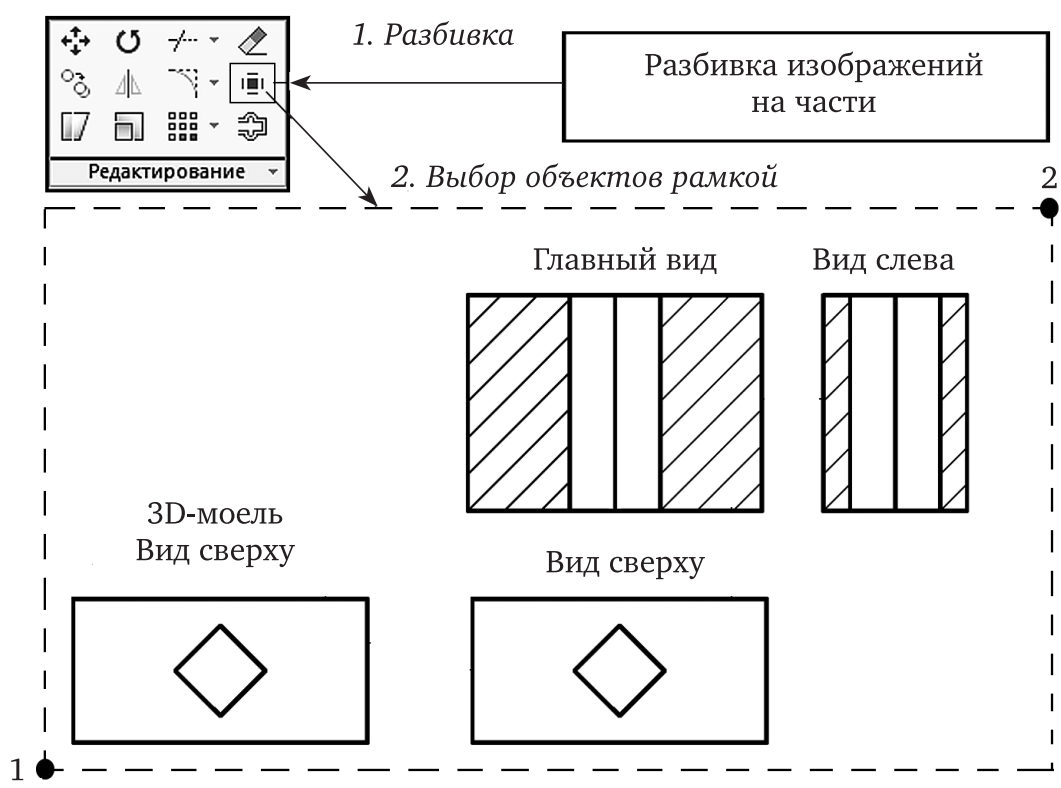


Рис. 4.6. **Последовательность разбивки изображений на части**

2) применяя команду **Удаление** из группы Редактирование на вкладке «Главная» (рис. 4.7), удаляют штриховку и лишние линии

на изображениях Главный вид, Вид слева, а также саму 3D-модель Вид сверху (см. рис. 4.7);

3) используя команду **Сплайн** из группы Черчение на вкладке «Главная» (см. рис. 4.7), вычерчивают линии местных разрезов на изображениях Главный вид и Вид слева (см. рис. 4.7).

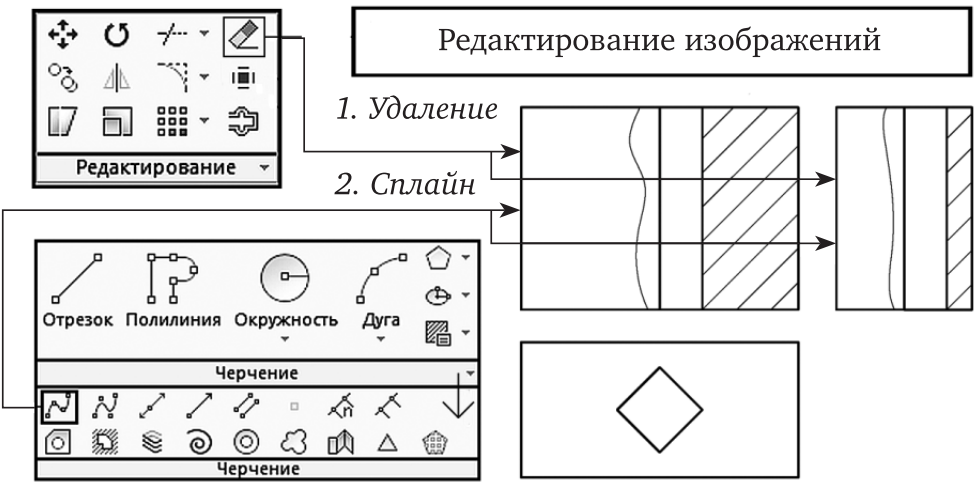


Рис. 4.7. Последовательность редактирования изображений

4.3. Примеры создания 2D-видов, 2D-проекций, 2D-разрезов и аксонометрических проекций деталей и резьбовых соединений

4.3.1. Пример 1. Деталь «Гайка»

По методике темы 3 и с учетом положений п. 3.7, 3.8 и 3.11 создают изображение 3D-модели детали «Гайка» (рис. 4.8).

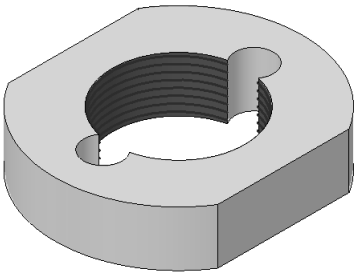


Рис. 4.8. Изображение 3D-модели детали «Гайка» в ЮЗ изометрии

По методике п. 4.1 выполняют изображения 2D-видов и 2D-разреза (рис. 4.9). Далее: 1) ЛК на иконке команды **2D Проекционный вид** (см. рис. 4.1); 2) ЛК на соответствующем 2D-виде или 2D-разрезе (см. рис. 4.9); 3) перемещением курсора мыши определяют, а ЛК фиксируют положение аксонометрических проекций и нажимают клавишу **Esc** (см. рис. 4.9).

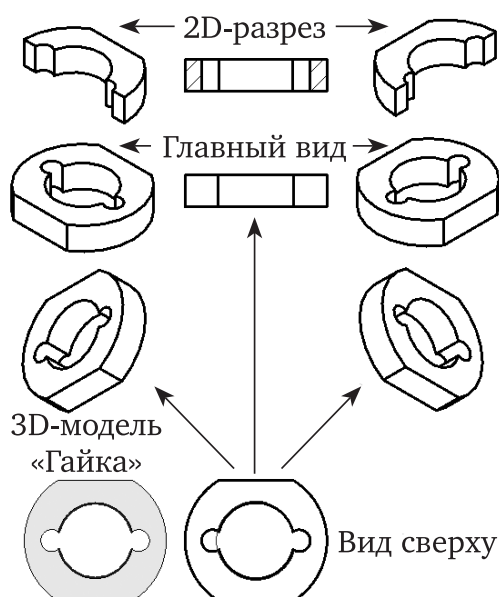


Рис. 4.9. Пример построения 2D-видов, 2D-разреза и аксонометрических проекций 3D-модели детали «Гайка»

4.3.2. Пример 2. Деталь «Наконечник»

По методике темы 3 и с учетом положений п. 3.7, 3.8 и 3.11 создают изображение 3D-модели детали «Наконечник» (рис. 4.10).

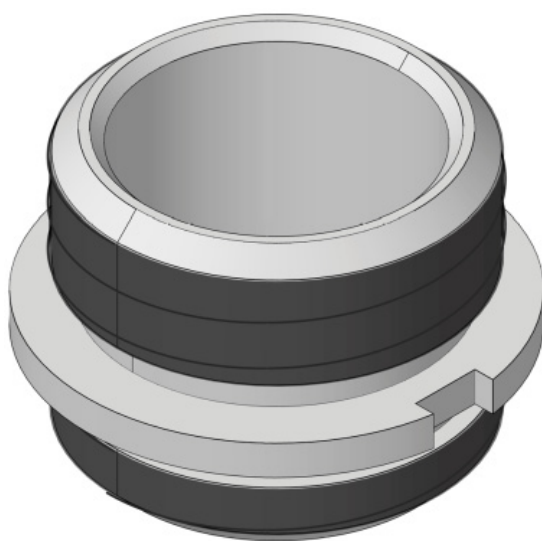


Рис. 4.10. Изображение 3D-модели детали «Наконечник» в ЮЗ изометрии

По методике п. 4.1 выполняют изображения 2D-видов и 2D-разреза (рис. 4.11). Далее: 1) ЛК на иконке команды **2D Проекционный вид** (см. рис. 4.1); 2) ЛК на соответствующем 2D-виде или 2D-разрезе (см. рис. 4.11); 3) перемещением курсора мыши определяют, а ЛК фиксируют положение аксонометрических проекций, изображения 1/2 вида и нажимают клавишу **Esc** (см. рис. 4.11).



Рис. 4.11. Пример построения 2D-видов, 2D-разреза, 1/2 вида и аксонометрических проекций 3D-модели детали «Наконечник»

4.3.3. Пример 3. Комбинированный способ создания четвертного выреза в аксонометрических проекциях 3D-моделей деталей

Ниже рассматривается общий подход к созданию четвертных вырезов в аксонометрических проекциях 3D-моделей деталей с использованием **3D-примитива Ящик**, логической операции **Вычитание**, **ПСК Вид** и команды **2D Вид**.

В качестве примера взята ранее построенная 3D-модель детали «Наконечник» (см. рис. 4.10).

Общая последовательность построения четвертного выреза в **ЮЗ изометрии** следующая:

1) открывают 3D-модель детали «Наконечник» в **ЮЗ изометрии**. Задают визуальный стиль, например, «3D скрытый» (рис. 4.12, а) — *этап 1*;

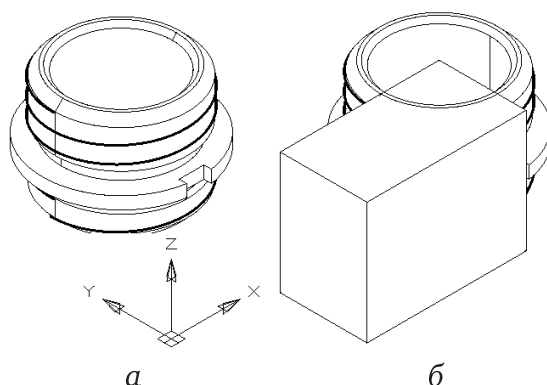


Рис. 4.12. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели детали:
а — этап 1; б — этап 2

2) используя средство объектной привязки **Центр** (клавиши **F3**), на новом слое «Контур» (см. рис. 3.1) вычерчивают 3D-примитив Ящик (см. рис. 3.3), начиная с верхней плоскости 3D-модели детали и по размерам большим, чем сама 3D-модель детали (рис. 4.12, б) — *этап 2*;

3) используя логическую операцию **Вычитание** (см. рис. 3.3 или 3.23), осуществляют вычитание 3D-примитива Ящик из 3D-модели детали (рис. 4.13, а) — *этап 3*;

4) применяя команду **Разбивка** (см. рис. 3.15), осуществляют разбивку объекта на составные части (рис. 4.13, б) — *этап 4*;

5) используя возможности изменения положения ПСК (см. рис. 3.20), переводят ПСК из ЮЗ изометрии в ПСК Вид (рис. 4.14, а) — *этап 5*;

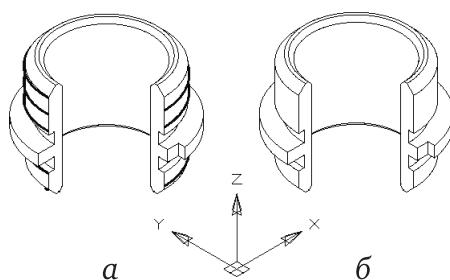


Рис. 4.13. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели детали:

а — этап 3; б — этап 4

6) ЛК на иконке команды **2D Вид** (см. рис. 4.1) — ЛК на контуре ЮЗ изометрия 3D-модели (см. рис. 4.14, а) — перемещая курсор мыши вправо, ЛК фиксируют положение **2D-вида** детали с четвертным вырезом в ЮЗ изометрии (см. рис. 4.14, б) и завершают работу нажатием клавиши **Esc**. Далее, применяя команду **Разбивка** (см. рис. 3.15), осуществляют разбивку 2D-вида детали (см. рис. 4.14, б) — *этап 6*;

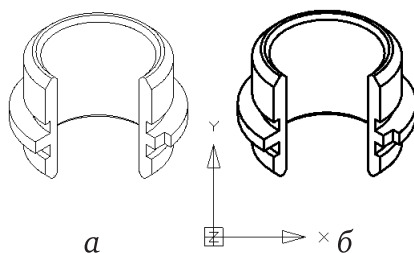


Рис. 4.14. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели детали:

а — этап 5; б — этап 6

7) выделяя 2D-вид детали обычной или секущей **Рамкой**, осуществляют его копирование в буфер обмена (используя, например, комбинацию клавиш **Ctrl + c**). Создают новый чертеж и сохраняют его с новым именем, например, «2D-разрез детали». Приме-

няя, например, комбинацию клавиш **Ctrl + v**, из буфера обмена в чертеж с именем «**2D-разрез детали**» вставляют 2D-вид детали (рис. 4.15, а) — *этап 7*;

8) используя команду **Штриховка** (см. тему 5, рис. 5.39), осуществляют штриховку детали в плоскости **xz** (с левой стороны), заменяя в диалоговом окне **Штриховка** (см. рис. 5.40) стандартное значение угла ее наклона «**0°**» на новое значение, равное «**15°**», а в плоскости **yz** (с правой стороны) — на новое значение, равное «**75°**» [2] (рис. 4.15, б) — *этап 8*;

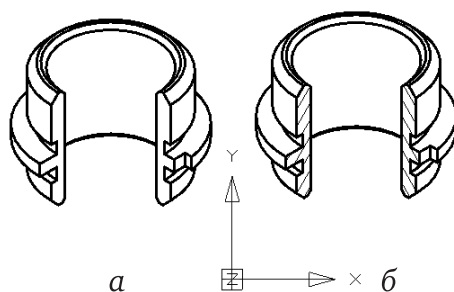


Рис. 4.15. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели детали:

а — этап 7; б — этап 8

9) используя команды **Отрезок** (см. рис. 3.14) и **Обрезка** (см. рис. 3.15), осуществляют условное изображение резьбы на плоскостях разреза сплошными *прямыми тонкими линиями* [2] (рис. 4.16, а) — *этап 9*;

10) применяя команды **Подобие** (см. рис. 3.15) и **Обрезка** (см. рис. 3.15), осуществляют условное изображение резьбы на поверхностях фасок сплошными *тонкими эллипсами* [2] (рис. 4.16, б) — *этап 10*;

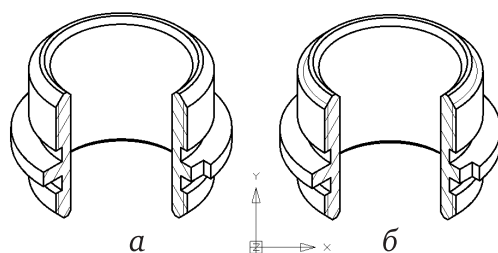


Рис. 4.16. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели детали:

а — этап 9; б — этап 10

4.3.4. Пример 4. Резьбовое соединение деталей

Используя исходное изображение 3D-модели резьбового соединения деталей (рис. 4.17), по методике, изложенной в п. 4.1, выполняют изображения 2D-вида и 2D-разреза соединения (рис. 4.18, а). Выделяя объекты построений (рис. 4.18, б) обычной или секущей **Рамкой**, производят их разбивку командой **Разбивка** (см. рис. 3.15)

и последующее удаление (любым способом) изображения 3D-модели соединения деталей (см. рис. 4.18, б).

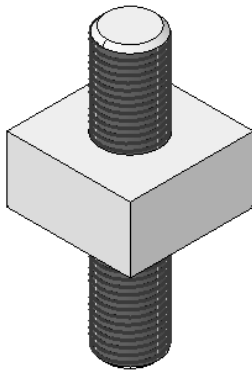


Рис. 4.17. Изображение 3D-модели резьбового соединения деталей «Стержень» и «Пластина» в ЮЗ изометрии

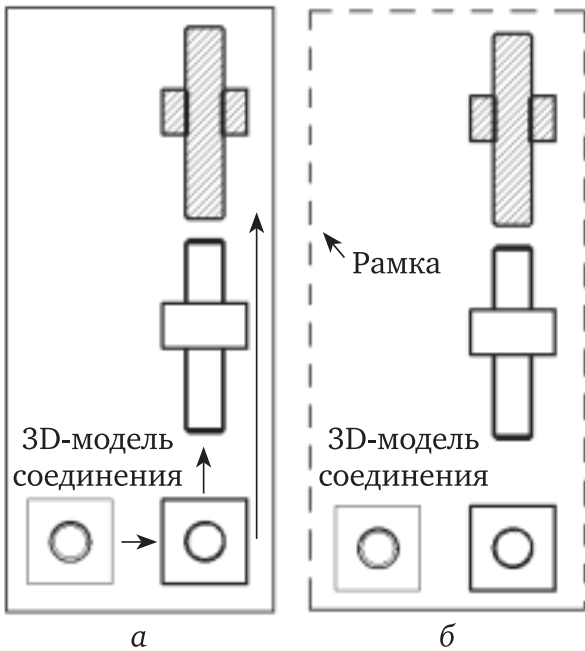


Рис. 4.18. Построение изображений 2D-видов и 2D-разреза резьбового соединения деталей «Стержень» и «Пластина»

Применяя команду редактирования **Разбивка** (см. рис. 3.15), осуществляют разбивку изображений 2D-вида и 2D-разреза соединения на составные части.

Используя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14), режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**) и средства объектной привязки **Середин** и **Центр** (клавиша **F3**), на 2D-изображениях соединения проводят оси симметрии.

Посредством команды **Перемещение** (см. рис. 3.15) и средств объектной привязки **Ближайшая** (клавиша **F3**) совмещают осевые линии изображений 2D-вида и 2D-разреза соединения.

Используя команды редактирования **Разбивка**, **Обрезка** (см. рис. 3.15) и последующее удаление (любым способом) лишних частей в совмещенном изображении, осуществляют окончательную доработку 2D-изображения соединения деталей «Пластина» и «Стержень» (рис. 4.19).

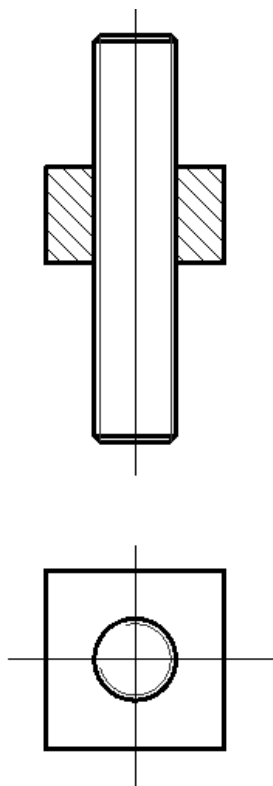


Рис. 4.19. Пример окончательной доработки 2D-изображений 3D-модели резьбового соединения деталей «Стержень» и «Пластина»

4.4. Оценка точности построения 3D-моделей резьбовых соединений деталей

Оценку точности построения 3D-моделей резьбовых соединений производят путем: 1) построения 2D-Видов и 2D-разрезов на основе отдельных 3D-резьбовых моделей деталей; 2) простановки контрольных размеров на 2D-Видах и 2D-разрезах; 3) совмещения и доработки построенных 2D-Видов и 2D-разрезов.

Пример. В качестве примера рассматривается построение 2D-Видов и 2D-разрезов резьбового соединения на основе 3D-модели детали «Стержень» (см. рис. 3.69, б) и 3D-модели детали «Пластина» (см. рис. 3.80, а) с одинаковыми параметрами резьбы: $D = 30$ мм; крупный шаг $P = 3,5$ мм:

1) выводят на экран построенные заранее 3D-модели деталей в ЮЗ изометрии — *этап 1* (рис. 4.20, а);

2) переводят изображения 3D-моделей обеих деталей к виду сверху — *этап 2* (рис. 4.20, б);

3) по методике, изложенной в п. 4.1, выполняют 2D-разрез на главном виде 3D-модели «Пластина» — *этап 3* (рис. 4.20, в);

4) по методике, изложенной в п. 4.1, выполняют 2D-Вид 3D-модели «Стержень» — *этап 4* (рис. 4.20, г);

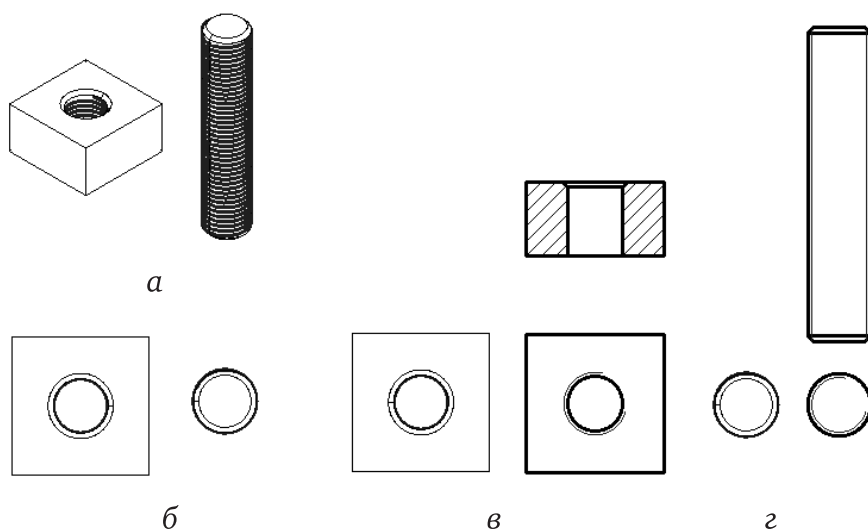


Рис. 4.20. Последовательность построения 3D-модели резьбового соединения:

а — этап 1; б — этап 2; в — этап 3; г — этап 4

5) выделяя все объекты построений (см. рис. 4.20, в, г) обычной или секущей рамкой, производят их разбивку командой **Разбивка** (см. рис. 3.15) и последующее удаление (любым способом) изображений обеих 3D-моделей деталей (см. рис. 4.15, в, г). Используя команду **Отрезок** (см. рис. 3.14)), режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**) и средства объектной привязки **Середина** и **Центр** (клавиша **F3**), на 2D-изображениях обеих деталей проводят оси симметрии — *этап 5* (рис. 4.21, а);

6) применяя команду **Размеры** (см. п. 5.3), на 2D-изображениях обеих деталей проставляют контрольные размеры — *этап 6* (рис. 4.21, б);

7) используя команду **Перемещение** (см. рис. 3.15) и средства объектной привязки **Ближайшая** и **Центр** (клавиша **F3**), совмещают осевые линии обеих 2D-изображений деталей — образуются 2D-изображения соединения — *этап 7* (рис. 4.22, а);

8) применяя команды редактирования **Разбивка**, **Обрезка** (см. рис. 3.15) и последующее удаление (любым способом) лишних частей, осуществляют окончательную доработку 2D-изображений соединения деталей «Пластина» и «Стержень» — *этап 8* (рис. 4.22, б).

Вывод и рекомендация. Из простановки контрольных размеров (см. рис. 4.21, б) и 2D-изображений соединения (см. рис. 4.22, б) очевидно, что использование значений «**Внутренний размер**» диа-

логового окна **3D Резьба** (см. рис. 3.67) полностью удовлетворяет условиям для определения **диаметров сквозных отверстий** под будущую резьбу. На практике для построения отдельных 3D-резьбовых моделей деталей и 3D-резьбовых соединений деталей используют данные рис. 4.23 и табл. 4.1.

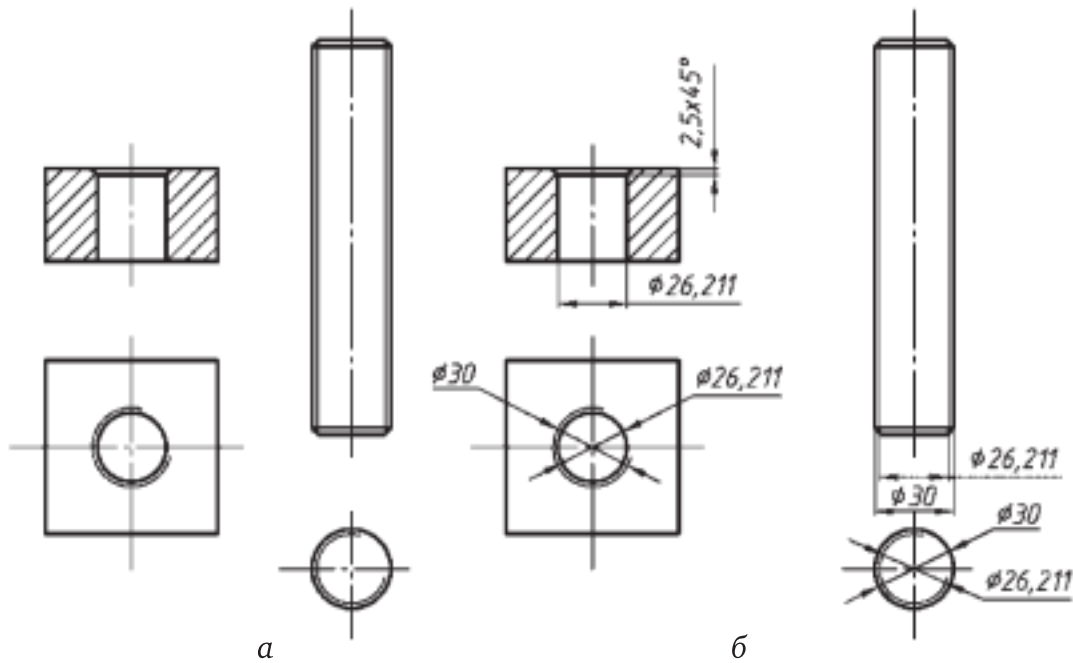


Рис. 4.21. Последовательность построения 3D-модели резьбового соединения:
а — этап 5; б — этап 6

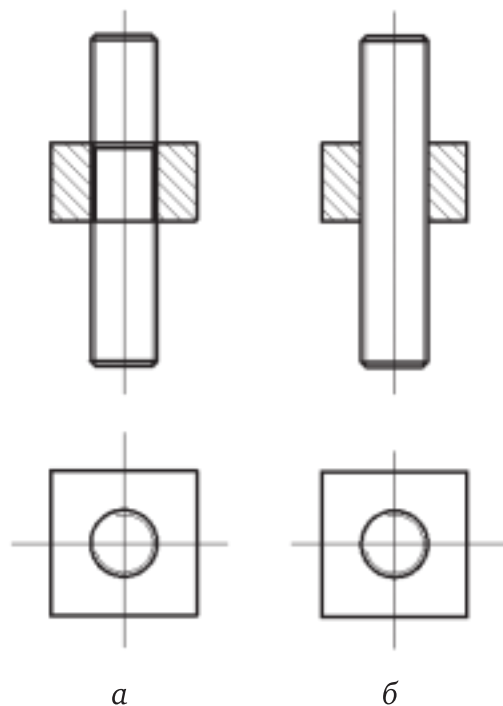


Рис. 4.22. Последовательность построения 3D-модели резьбового соединения:
а — этап 7; б — этап 8

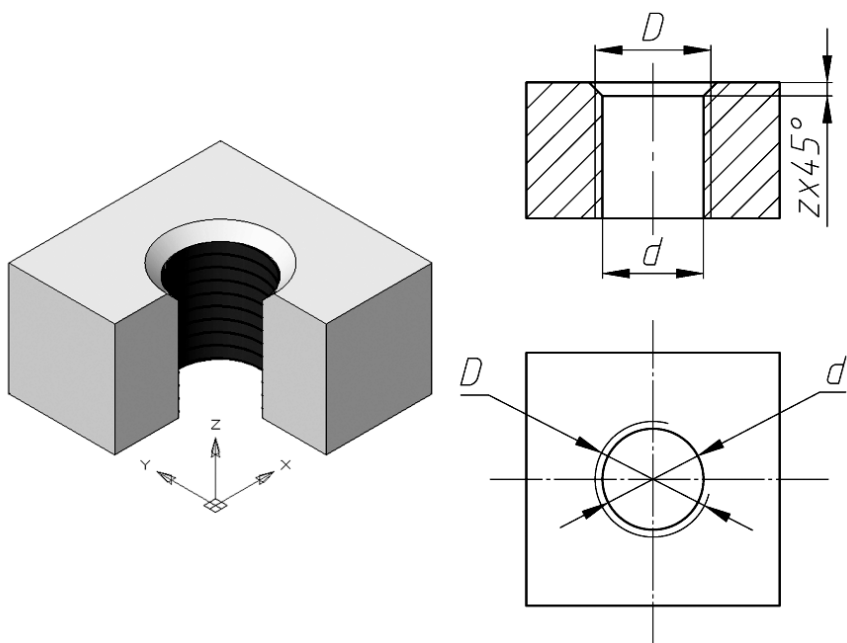


Рис. 4.23. Исходные размеры для построения 3D-модели резьбы в 3D-моделях деталей по табл. 4.1

Таблица 4.1

Диаметры сквозных отверстий d под метрическую резьбу в зависимости от ее внешнего размера D и шага P

D, мм	Шаг резьбы P, мм						
	3	2,5	2	1,5	1	0,75	0,5
	Диаметр отверстия под метрическую резьбу d, мм						
16	—	—	13,835	14,376	14,917	15,188	15,459
18	—	15,294	15,835	16,376	16,917	17,188	17,459
20	—	17,294	17,835	18,376	18,917	19,188	19,459
24	20,752	—	21,835	22,376	22,917	23,188	—
27	23,752	—	24,835	25,376	25,917	26,788	—

D, мм	Шаг резьбы P, мм						
	4	3,5	3	2	1,5	1	0,75
	Диаметр отверстия под метрическую резьбу d, мм						
30	—	26,211	26,752	27,835	28,376	28,917	29,188
33	—	29,211	29,752	30,835	31,376	31,917	32,188
36	31,67	—	32,752	33,835	34,376	34,917	—
39	34,67	—	35,752	36,836	37,376	37,917	—
42	37,67	—	38,752	39,835	40,376	40,917	—

4.5. Создание 2D-видов И 2D-проекций элементов изделий, образованных несколькими поверхностями

При построении 3D-поверхностей учитывают методику, описанную в теме 3. При построении 2D-видов и 2D-проекций учитывают методику, изложенную в теме 4.

Для повышения наглядности (рис. 4.24—4.26) учитывают возможность отображения невидимых линий пересекающихся поверхностей [10] после выполнения соответствующих настроек (см. п. 1.7) [12].

4.5.1. Пример 1. Пересекающиеся поверхности пирамиды и призмы

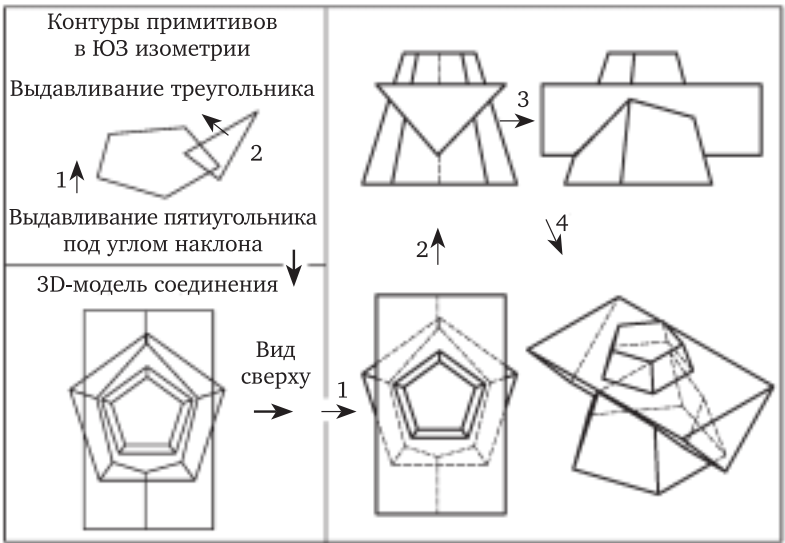


Рис. 4.24. Образование и построение 2D-видов и 2D-проекций поверхностей

4.5.2. Пример 2. Пересекающиеся поверхности конуса и призмы

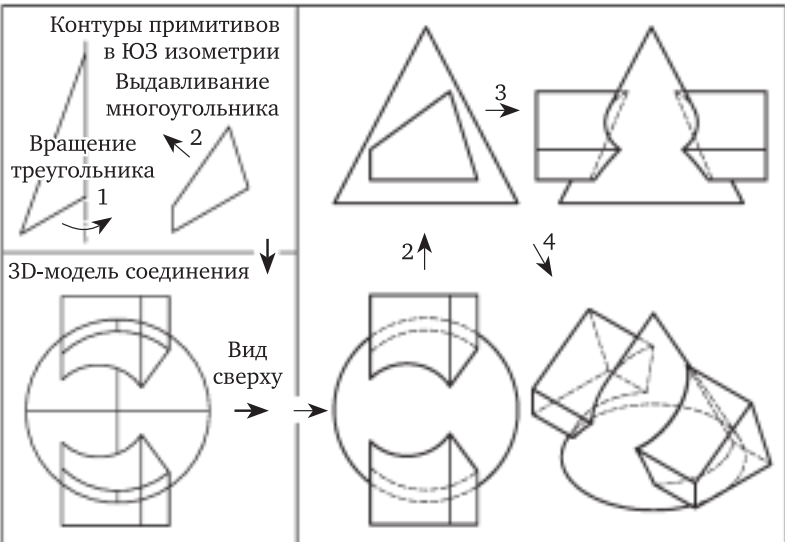


Рис. 4.25. Образование и построение 2D-видов и 2D-проекций поверхностей

4.5.3. Пример 3. Пересекающиеся поверхности конуса и сферы

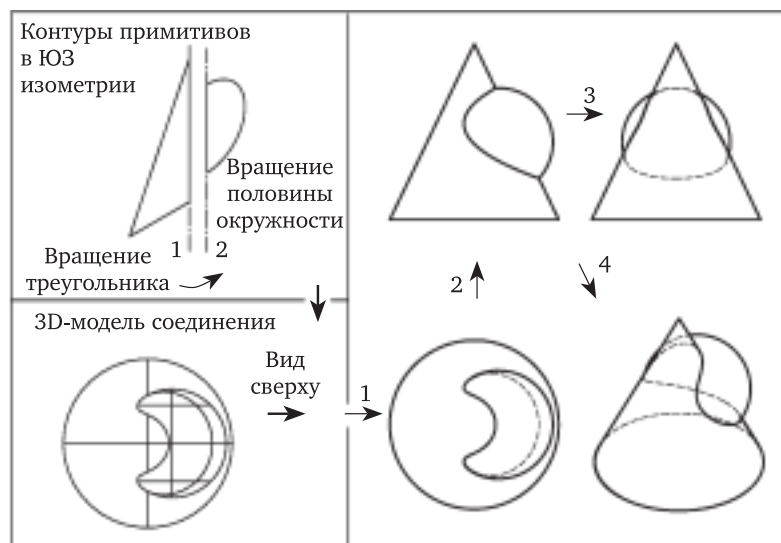


Рис. 4.26. Образование и построение 2D-видов и 2D-проекций поверхностей

После создания 2D-моделей деталей
и 2D-моделей изделий
переходят к оформлению их 2D-чертежей.

Для оформления 2D-чертежей деталей и 2D-чертежей изделий необходимы: 1) форматы; 2) текстовые надписи; 3) размеры; 4) знаки шероховатости поверхности; 5) выноски; 6) обозначения разрезов и сечений; 7) местные разрезы; 8) спецификации; 9) выносные виды и их обозначение.

Тема 5

ОФОРМЛЕНИЕ 2D-ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ И 2D-ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЙ

Ниже рассматривается общий подход к оформлению 2D-чертежей деталей и 2D-чертежей изделий.

5.1. Автоматизированная вставка форматов. Заполнение основной надписи на чертежах

I. Вставка форматов. Вставку формата осуществляют ЛК на иконке команды **Форматы** из группы Форматы на вкладке «Механика» (рис. 5.1) — появляются формат чертежа и диалоговое окно **Формат** (см. рис. 5.1) [13].

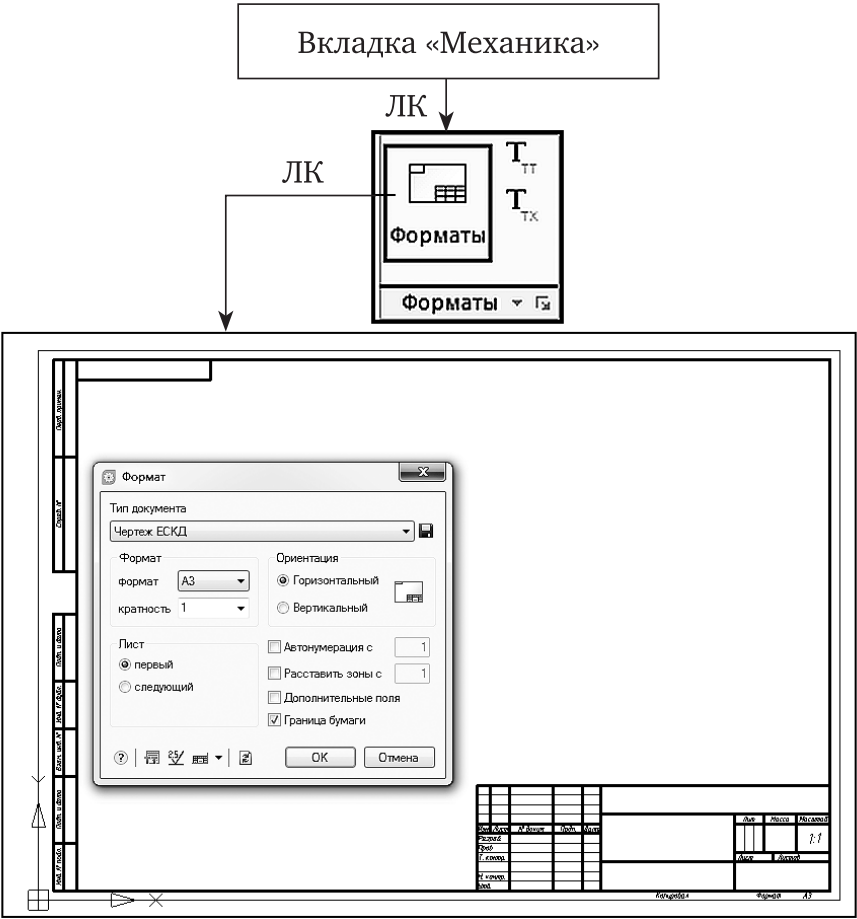


Рис. 5.1. Общая схема открытия диалогового окна Формат

Далее: 1) **ЛК** в диалоговом окне **Формат** последовательно выбирают: а) из раскрывающегося списка «Формат» — требуемый формат, например, **A3**; б) Лист — первый; в) Ориентация — Вертикальный; г) без Дополнительных полей; 2) **ЛК** на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Формат**.

Далее: 1) в рабочем окне появляется выбранный формат **A3** с перекрестьем графического курсора в его левом нижнем углу; 2) в командной строке появляется вопрос «Выберите расположение»; 3) **ЛК** указывают расположение формата **A4** в рабочем окне программы; 4) завершают вставку формата нажатием клавиши **Esc** (рис. 5.2).

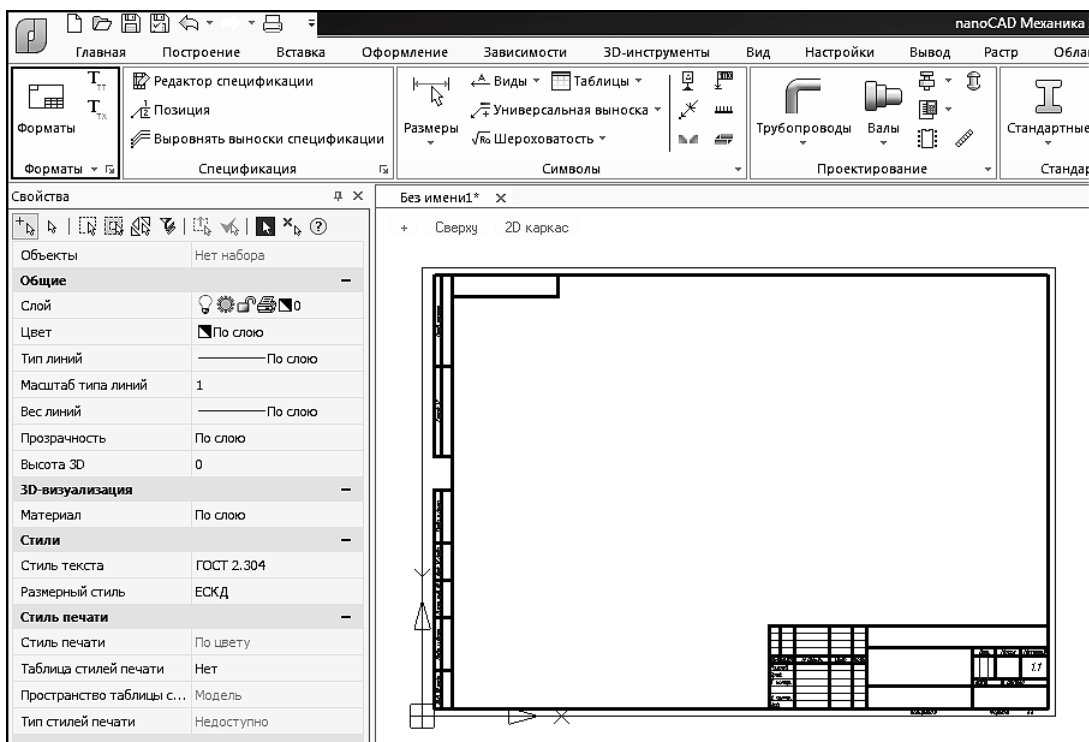


Рис. 5.2. Пример вставка заготовки формата A3

Рекомендация. Для начинающих пользователей расположение формата выбирают по его левому нижнему углу:

- 1) с клавиатуры в командной строке вводят значение координат 0,0;
- 2) ввод подтверждают нажатием клавиши **Enter**;
- 3) завершают вставку нажатием клавиш **Esc** (см. рис. 5.2).

II. Заполнение основной надписи. При заполнении основных надписей учитывают положения **ГОСТ 2.104—2006** «ЕСКД. Основные надписи». При заполнении графы «Обозначение документа» учитывают положения **ГОСТ 2.201—80** «ЕСКД. Обозначения изделий и конструкторских документов» (см. рис. 5.3). С целью упрощения здесь и далее по тексту принята упрощенная система обозначения деталей и изделий, используемая на кафедре «Инженерной и компьютерной графики» Южно-Уральского государственного университета (рис. 5.4) [12—14].

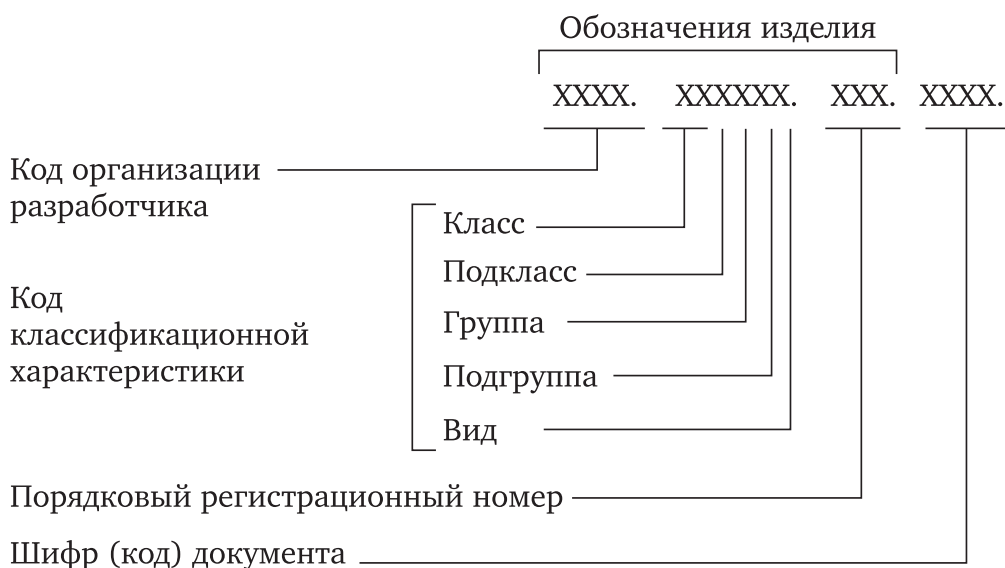


Рис. 5.3. Структура обозначения изделий, установленная ГОСТ 2.201—80

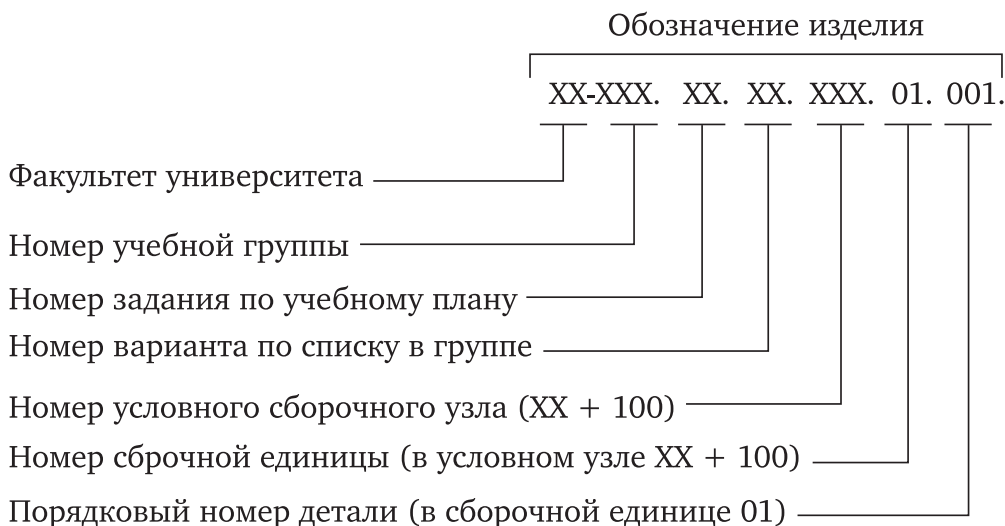


Рис. 5.4. Пример упрощенной системы обозначения деталей и изделий

Основную надпись вставленного формата **A3** (см. рис. 5.2) в программе заполняют следующим образом [13]: 1) двойным **ЛК** на любой линии основной надписи формата (см. рис. 4.2) выводят поверх его диалоговое окно **Штамп** (рис. 5.5); 2) **ЛК** в требуемых графах и с клавиатуры вводят текстовые надписи (см. рис. 5.5); 3) **ЛК** в графе «Материал» (см. рис. 5.5) — появляется основное диалоговое окно **Материал** (рис. 5.6); 4) **ЛК**, например, на кнопке **Из базы** основного диалогового окна **Материал** (см. рис. 5.6) выбирают материал из предложенных вариантов в дополнительном диалоговом окне **Материал** (рис. 5.7); 5) **ЛК** на кнопке **ОК** закрывают дополнительное диалоговое окно **Материал** (см. рис. 5.7) и возвращаются в основное диалоговое окно **Материал** (см. рис. 5.6); 6) **ЛК** на кнопке **ОК** закрывают основное диалоговое окно **Материал** (см. рис. 5.6)

и возвращаются в диалоговое окно **Штамп** (см. рис. 5.5); 7) ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Штамп** (см. рис. 5.5). На вставленном формате А3 появляется заполненная основная надпись (рис. 5.8).

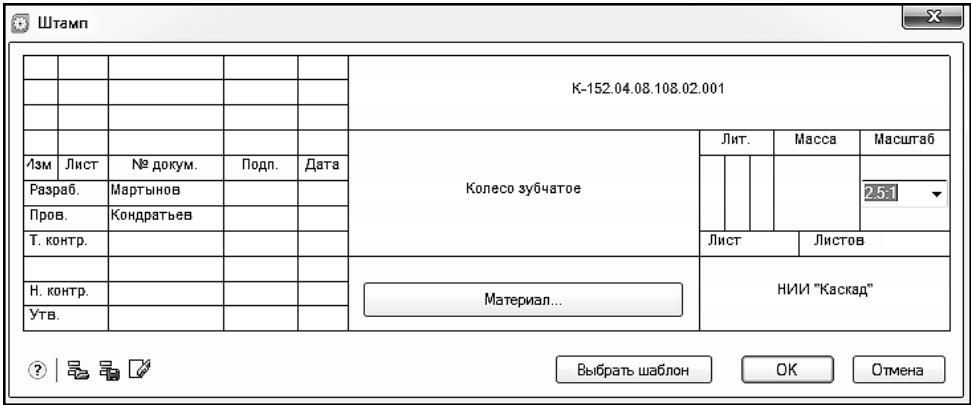


Рис. 5.5. Пример предварительного заполнения диалогового окна **Штамп**

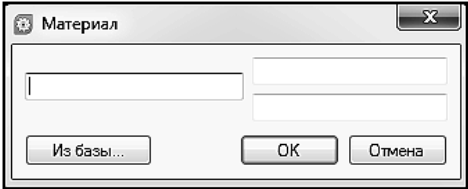


Рис. 5.6. Основное диалоговое окно **Материал**

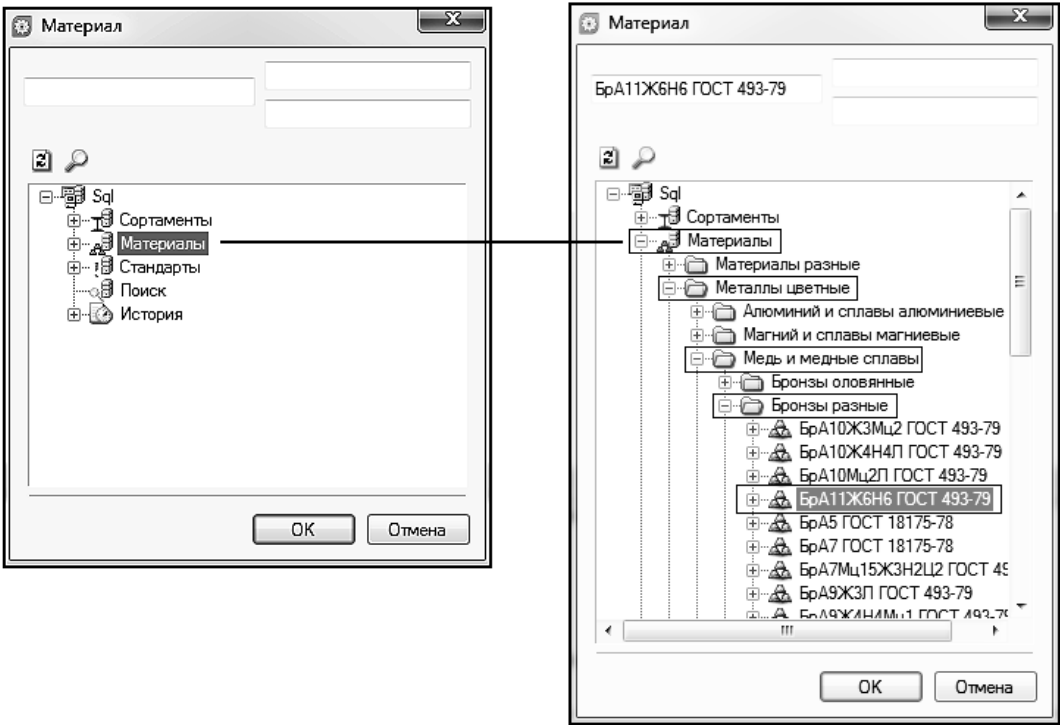


Рис. 7.7. Пример выбора материала в дополнительном диалоговом окне **Материал**

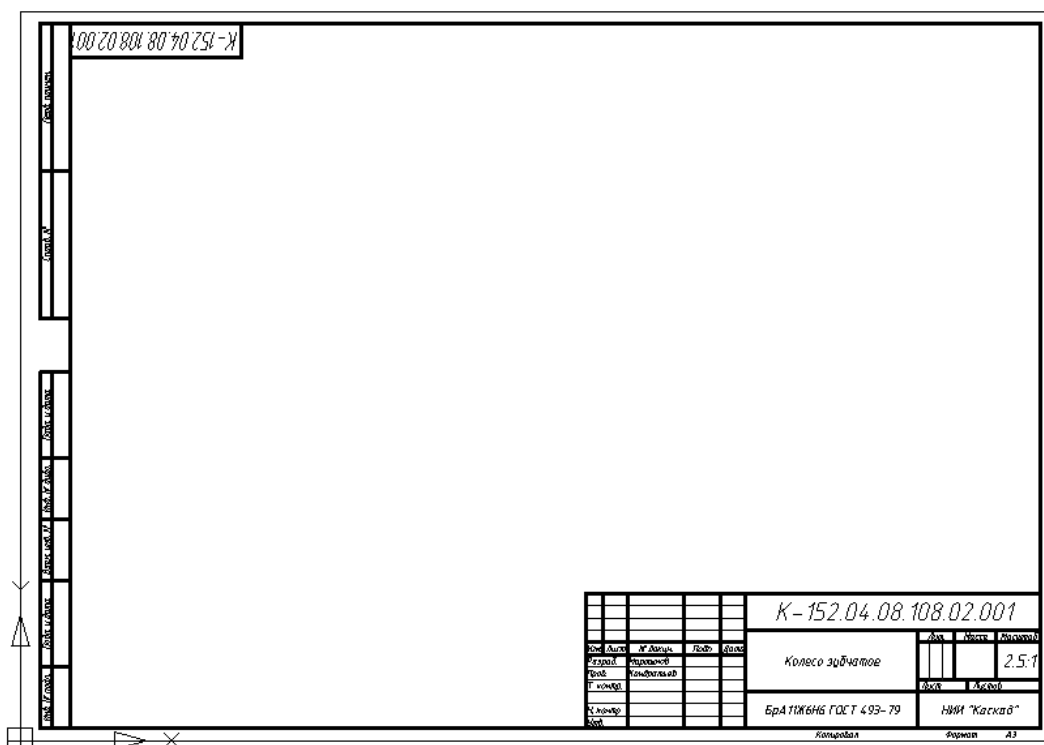


Рис. 5.8. Пример заполнения основной надписи формата А3

5.2. Выполнение и редактирование текстовых надписей на чертежах

Текстовыми надписями на чертежах являются, например, технические условия и технические указания по изготовлению деталей, которые располагают над основной надписью.

Выполнение текстовых надписей на чертежах осуществляют в соответствии с положениями **ГОСТ 2.316—2008** «ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах Общие положения» и **ГОСТ 2.304—81** «ЕСКД Шрифты чертежные».

I. Выполнение надписей. В программе существуют два режима текстовых надписей: текст **Многострочный** и текст **Однострочный**.

Ниже рассматривается работа с **Многострочным текстом** как наиболее часто используемым при выполнении чертежей деталей и изделий [13]:

1) в диалоговом окне **Слои** (см. тему 3) активизируют слой «Текст»;

2) **ЛК**, например, на иконке команды **Текст** из группы Оформление на вкладке «Главная» (рис. 5.9, а) или **ЛК** на иконке команды

Текст из группы Текст на вкладке «Оформление» (рис. 5.9, б) — ЛК на строке выпадающего меню «Многострочный текст» (см. рис. 5.9);

3) ЛК в левом нижнем углу — ЛК в правом верхнем углу — появляется прямоугольная рамка — подтверждающим ЛК открывают панель инструментов «Формат текста» состоящую из двух областей: а) в верхней задают параметры текста (рис. 5.10); б) в нижней — с клавиатуры вводят требуемую текстовую надпись (рис. 5.10, и); в) выделенному тексту задают необходимые параметры и конфигурацию (рис. 5.10, а—ж);

4) ЛК на кнопке ОК завершают ввод текстовой надписи на поле чертежа.

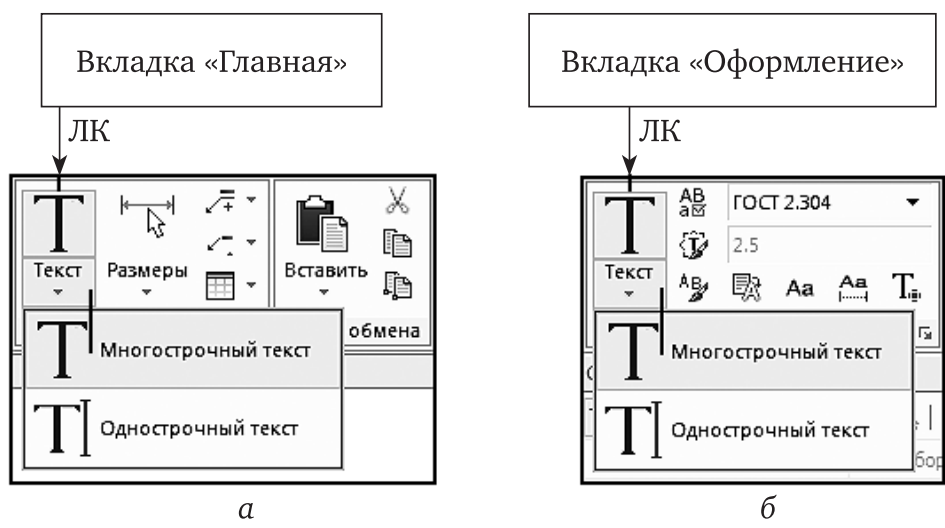


Рис. 5.9. Общие схемы выбора команды Многострочный текст

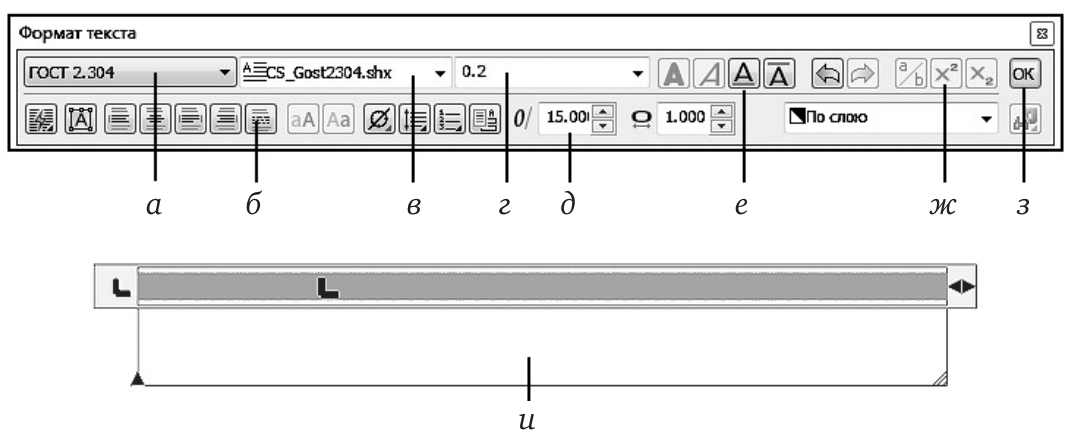


Рис. 5.10. Панель инструментов «Формат текста»:

- а — стиль текста; б — группа форматирования; в — список шрифтов;
- г — список высоты шрифта; д — угол наклона; е — подчеркивание;
- ж — индексы; з — кнопка подтверждения ввода текста в поле чертежа ОК;
- и — поле ввода текста

II. Вставка специальных символов. Вставку символов осуществляют следующим образом [13]:

- 1) ЛК задают место вставки на текстовой надписи;
- 2) ПК открывают контекстное меню (рис. 5.11, а);

- 3) ЛК на меню «Вставить спецсимвол» (см. рис. 5.11, а);
- 4) ЛК на символе всплывающего подменю (см. рис. 5.11, б) — символ появляется в текстовой надписи;
- 5) ЛК на кнопке ОК (см. рис. 5.10, з) завершают ввод текстовой надписи в чертеж со вставленным символом.

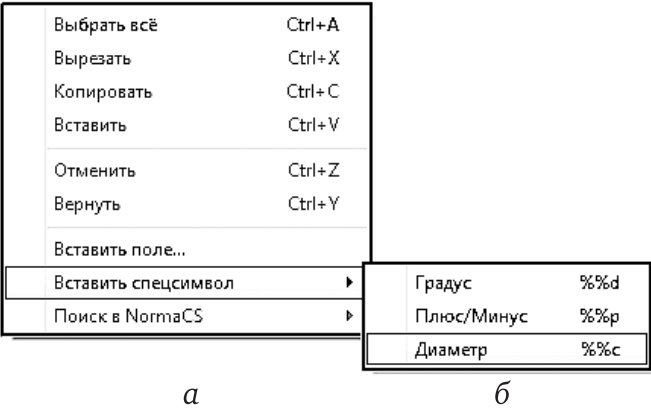


Рис. 5.11. Выбор специальных символов:
 а — контекстное меню; б — всплывающее подменю

III. Редактирование надписей. Для редактирования надписей существуют два основных способа.

Способ № 1 — изменяют содержание или конфигурацию: 1) двойной ЛК на текстовой надписи — появляется панель «Формат текста» (см. рис. 5.10); 2) вносят изменения в поле ввода текста (см. рис. 5.10, и); 3) ЛК на кнопке ОК завершают ввод текстовой надписи.

Способ № 2 — изменяют положение на поле чертежа путем переноса, копирования и т. п., используя соответствующие команды Редактирования.

5.3. Простановка и редактирование размеров на чертежах

Основные требования по простановке размеров изложены в ГОСТ 2.307—2011 «ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений».

I. Простановка наиболее распространенных размеров. Для простановки указанных размеров первоначально производят ЛК на иконке команды **Размеры**: а) либо в группе Оформление на вкладке «Главная» (рис. 5.12, а); б) либо в группе Размеры на вкладке «Оформление» (рис. 5.12, б); в) либо в группе Символы на вкладке «Механика» (рис. 5.12, в).

В дальнейшем производят следующие действия [13].

При простановке линейных размеров (рис. 5.13): ЛК на строке выпадающего меню «Авто» (см. рис. 5.12) — ЛК на точке первой

выносной линии — **ЛК** на точке второй выносной линии — перемещением мыши устанавливают положение размерной линии — **ЛК** фиксируют положение размера — осуществляют выход из команды нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

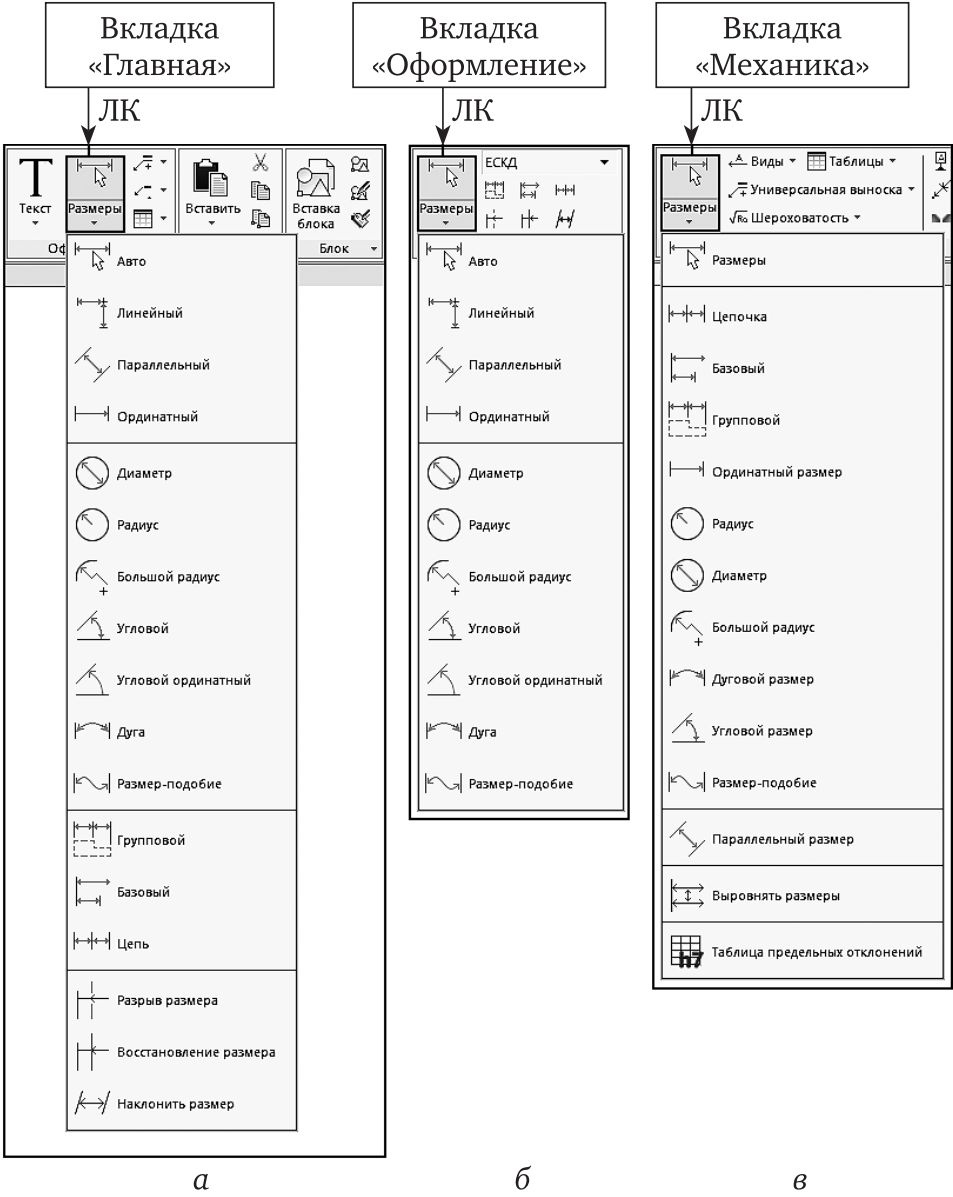


Рис. 5.12. Общие схемы выбора команды Размеры

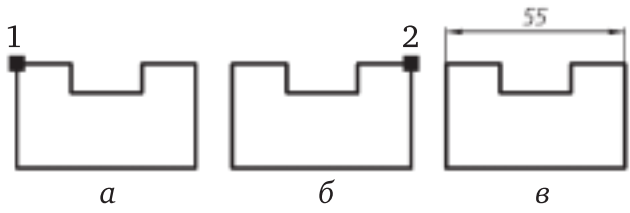


Рис. 5.13. Пример простановки линейного размера:

а — первая точка выносной линии; б — вторая точка выносной линии; в — выбор положения размера и его фиксация

При простановке угловых размеров (рис. 5.14): ЛК на строке выпадающего меню «Авто» (см. рис. 5.12) — ЛК на первой точке угла (вершине) — ЛК на второй точке угла (стороне) — ЛК на третьей точке угла (стороне) — перемещением мыши устанавливают положение размера — ЛК фиксируют положение размера — осуществляют выход нажатием клавиши **Esc**.

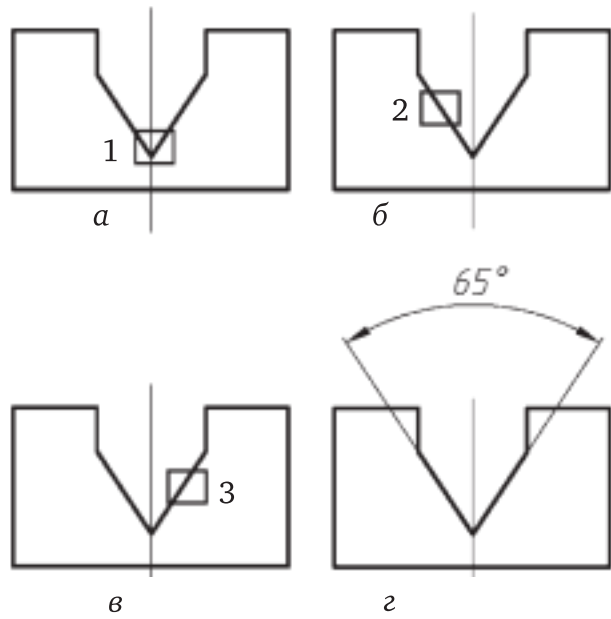


Рис. 5.14. Пример простановки углового размера:

а — первая точка угла (вершина); б — вторая точка угла (сторона); в — третья точка угла (сторона); г — выбор положения размера и его фиксация

При простановке радиальных размеров (рис. 5.15): ЛК на выпадающем меню «Авто» (см. рис. 5.12) — опция «Радиальный» в командной строке — ЛК на линии дуги — перемещением мыши устанавливают положение размера — ЛК фиксируют положения размера — осуществляют выход нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

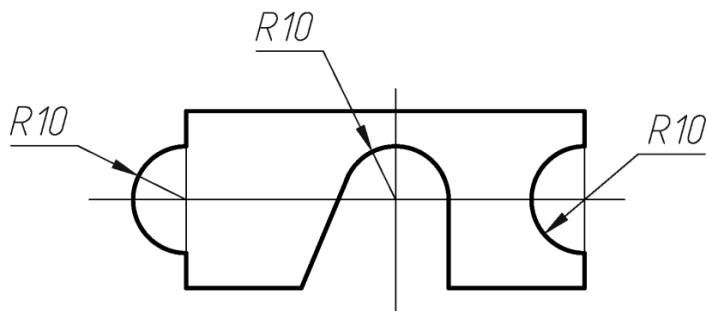


Рис. 5.15. Варианты простановки радиальных размеров

При простановке диаметральных размеров (см. рис. 5.16): ЛК на строке выпадающего меню «Авто» (см. рис. 5.12) — ЛК на линии окружности — перемещением мыши устанавливают положение

ние размера — ЛК фиксируют положения размера — осуществляют выход из команды нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

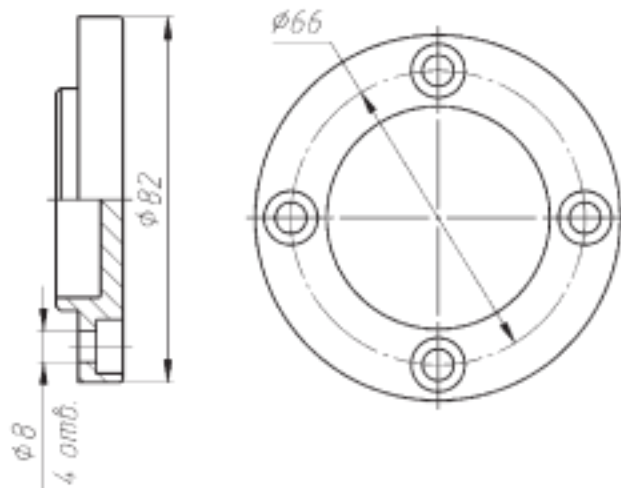


Рис. 5.16. Варианты простановки диаметральных размеров

II. Простановка Размера-подобия. В программе появилась **очередная новинка** программы nanoCAD Механика 20.1 — разработан и реализован специальный **Размер-подобие**, решающий ряд задач, и которые ранее не могли быть решены из-за определенных ограничений в dwg-размерах.

Для простановки Размера-подобия сначала производят ЛК на иконке команды Размеры: а) либо в группе Оформление на вкладке «Главная» (см. рис. 5.12, а); б) либо в группе Размеры на вкладке «Оформление» (см. рис. 5.12, б); в) либо в группе Символы на вкладке «Механика» (см. рис. 5.12, в).

В дальнейшем осуществляют следующие действия: 1) ЛК на строке выпадающего меню «Размер-подобие» (см. рис. 5.12); 2) ЛК указывают объект, на котором будет строиться размер. В качестве выбираемого объекта могут быть указаны отрезок, дуга, сплайн, полилиния, окружность или эллипс; 3) ЛК с использованием средств объектной привязки (клавиша **F3**) указывают первую точку вставки размера или нажимают клавишу **Пробел** для автоматической простановки конечных точек на всю длину объекта; 4) ЛК с использованием средств объектной привязки (клавиша **F3**) указывают вторую точку вставки размера; 5) перемещением мыши устанавливают, а ЛК фиксируют положение Размера-подобия; 6) завершают простановку размера-подобия нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

На рис. 5.17 и 5.18, даны примеры использования **Размера-подобия** в практической деятельности.

III. Редактирование наиболее распространенных размеров [13]. Редактирование размеров осуществляют в диалоговом окне **Редактировать размер** (рис. 5.19), которое вызывают одним из следующих способов: 1) двойным ЛК по размеру; 2) ПК по размеру;

3) путем помещения курсора мыши над размером — ЛК на появившейся в прямоугольнике подсказке «Редактировать».

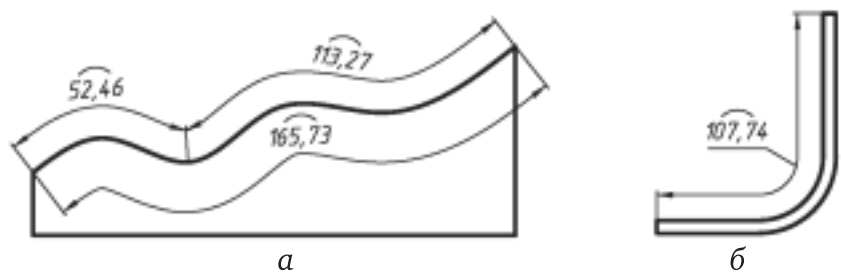


Рис. 5.17. Примеры использования Размера-подобия на практике:
а — определение формы штампа перед вырубкой листового материала;
б — определение длины листового материала перед гибкой

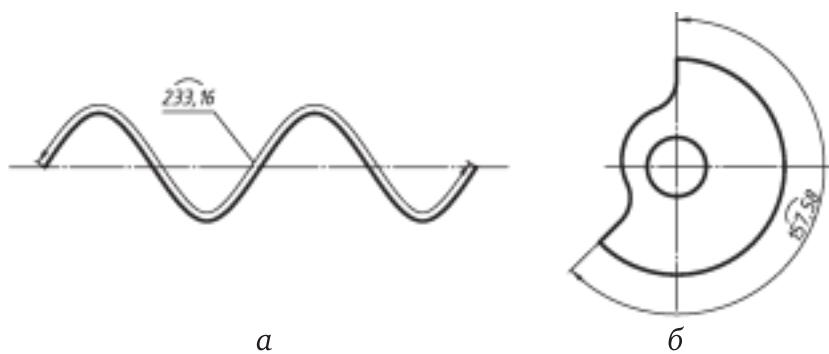


Рис. 5.18. Примеры использования Размера-подобия на практике:
а — конструирование механизмов с винтовой линией;
б — конструирование геометрической формы кулачков

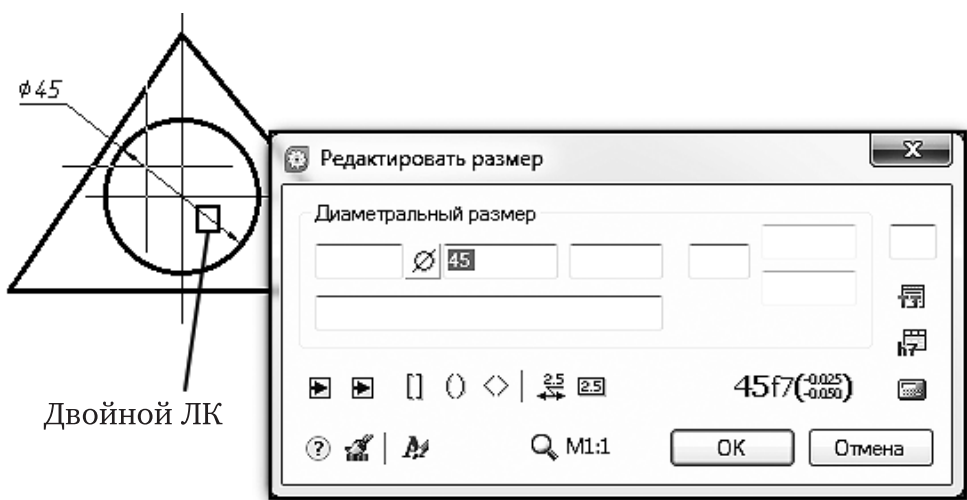


Рис. 5.19. Пример вызываемого диалогового окна
Редактировать размер

Редактированию (при необходимости) могут быть подвергнуты любые размеры после их выбора:

- 1) ЛК на кнопке перед размерным числом (рис. 5.20) — ЛК на необходимом символе всплывающего меню (см. рис. 5.20) — символ появляется перед размерным числом;
- 2) ЛК на поле размерного числа (см. рис. 5.20) — удаляют старое значение — с клавиатуры вводят новое значение размерного числа.

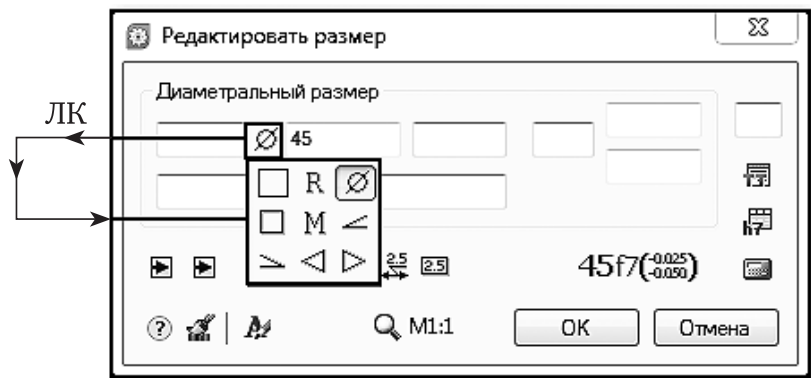


Рис. 5.20. Меню специальных символов диалогового окна Редактировать размер

IV. Простановка символов [13]. Для простановки символов осуществляют:

- 1) ПК по редактируемому полю диалогового окна **Редактировать размер** — появляется контекстное меню;
- 2) ЛК на подменю «Символы»;
- 3) ЛК на выбранном символе из подменю или ЛК на подменю «Таблица символов» — вставка символа из таблицы символов Windows (рис. 5.21).

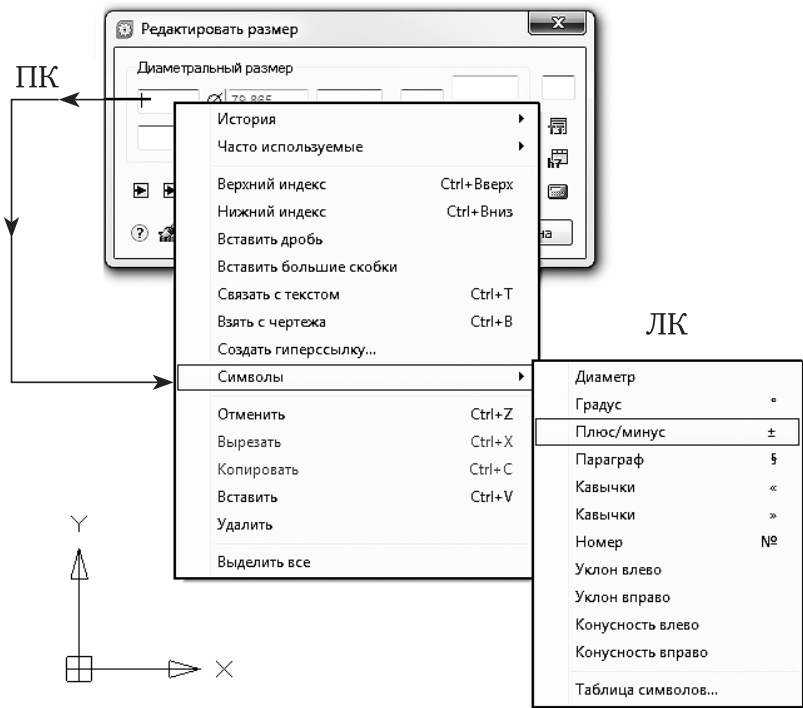


Рис. 5.21. Последовательность выбора специальных символов в диалоговом окне Редактировать размер

При простановке размеров для случая соединения **1/2 вида с 1/2 разреза**:

- 1) ЛК на первой (левой) стрелке (рис. 5.22) — появляется всплывающее меню вариантов стрелок (см. рис. 5.22);
- 2) ЛК на пустой кнопке всплывающего меню вариантов стрелок (см. рис. 5.22) — левая стрелка на чертеже исчезает.

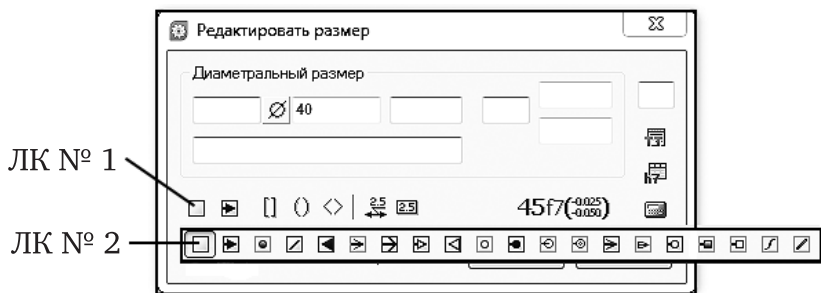


Рис. 5.22. Меню вариантов стрелок диалогового окна Редактировать размер

V. Масштаб символов и масштаб измерений. При простановке размеров в программе установлено два типа масштабирования: 1) масштаб символов; 2) масштаб измерений (рис. 5.23). В соответствии со **стандартами ЕСКД** чаще применяют **Масштаб измерений** (см. рис. 5.23; рис. 5.24).

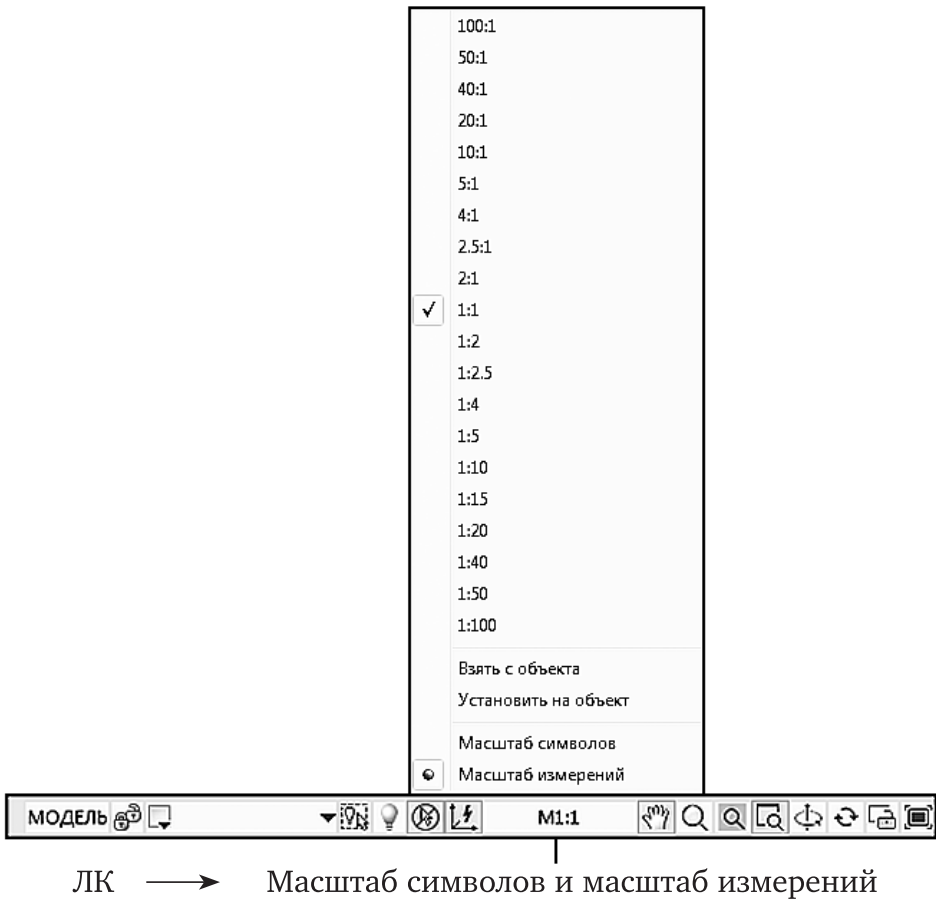


Рис. 5.23. Выбор контекстного меню в статусной строке

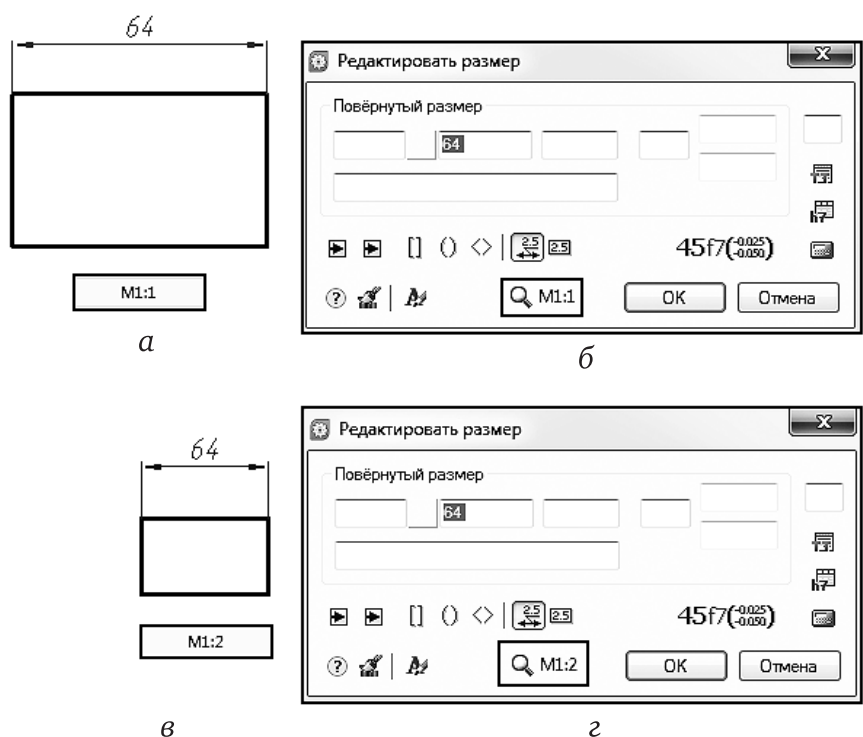


Рис. 5.24. Примеры простановки размеров в режиме Масштаб измерений:
а — объект и размер М 1:1; б — редактирование размера М 1:1; в — объект М 1:2, размер М 1:1; г — редактирование размера М 1:2

Более подробную информацию о работе с режимом Масштаб измерений находят в справочной системе программы (рис. 5.25).

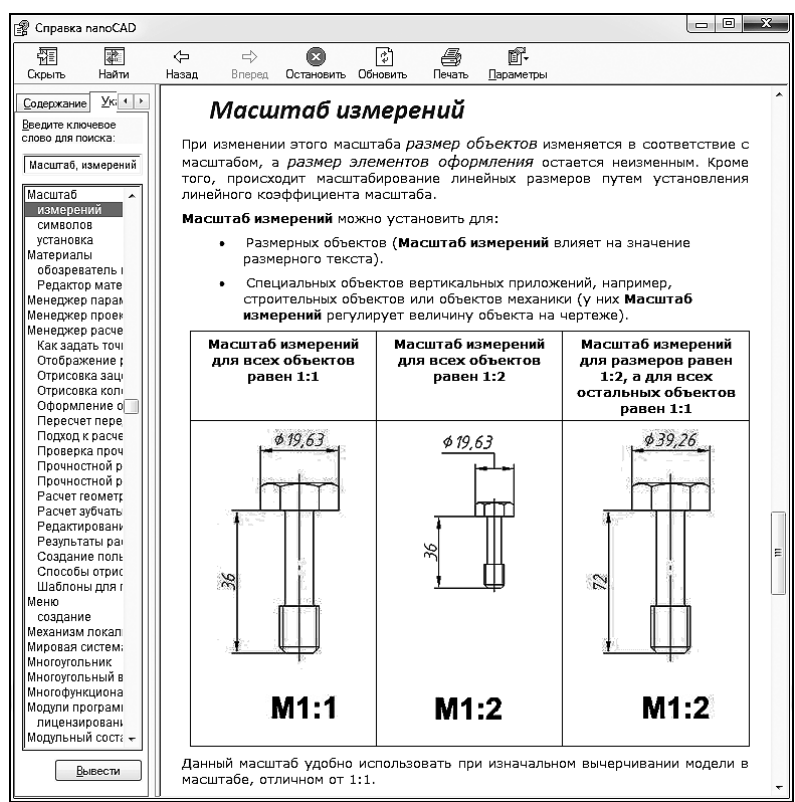


Рис. 5.25. Получения сведений о работе с режимом Масштаб измерений

5.4. Простановка и редактирование знаков шероховатости поверхности на чертежах

Требования по простановке знаков изложены в ГОСТ 2789—73 «ЕСКД. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики» и в ГОСТ 2.309—73 «ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей».

1. Простановка знаков на поверхностях деталей.

Простановку знаков осуществляют следующим образом [13]:
1) ЛК на иконке команды **Шероховатость** из группы Символы на вкладке «Механика» (рис. 5.26); 2) ЛК на строке выпадающего меню «Ra Шероховатость» (см. рис. 5.26); 3) запрос в командной строке «Укажите точку на объекте» — ЛК с использованием средства объектной привязки **Ближайшая** (клавиша F3) указывают место установки знака на поверхности детали; 4) запрос в командной строке «Укажите размер и направление выноски» — перемещают мышью в необходимое место поля чертежа — ЛК подтверждают сделанный выбор; 5) на запрос в командной строке «Укажите положение знака шероховатости на полке» — перемещением мыши указывают положение — ЛК подтверждают сделанный выбор — открывается диалоговое окно **Шероховатость поверхности** (рис. 5.27); 6) ЛК в поле установки значения шероховатости (см. рис. 5.27) — ПК в поле установки значения шероховатости (см. рис. 5.27) — ЛК в появившемся контекстном меню на строке Ra (рис. 5.28) — ЛК на требуемом значении шероховатости Ra в дополнительном подменю (см. рис. 5.28) — выбранное значение шероховатости появляется в поле установки значения шероховатости, а меню и подменю автоматически закрываются — ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 5.27) — выбранное значение шероховатости появляется в знаке шероховатости поверхности, установленном на поверхности детали.

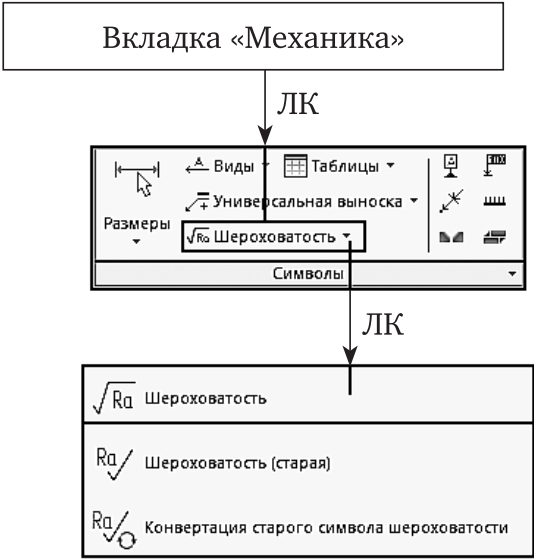


Рис. 5.26. Общая схема выбора команды Шероховатость

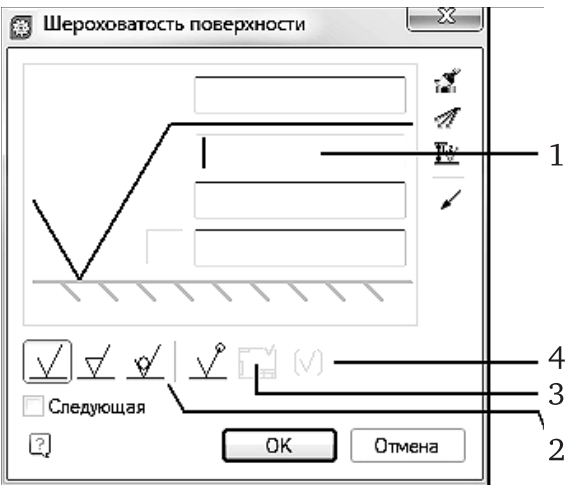


Рис. 5.27. Диалоговое окно Шероховатость поверхности:

- 1 — поле установки значения шероховатости; 2 — группа кнопок простановки знаков шероховатости на поверхностях деталей;
- 3 — кнопка простановки знаков шероховатости в правом верхнем углу чертежа;
- 4 — кнопка простановки неуказанной шероховатости в правом верхнем углу чертежа

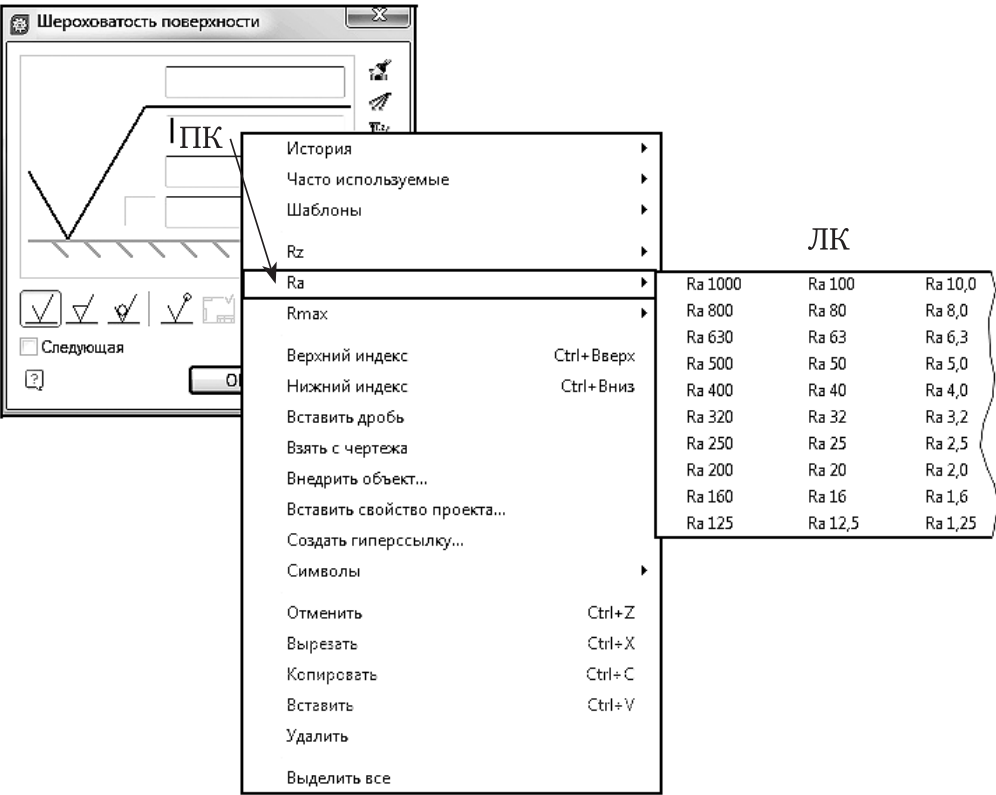


Рис. 5.28. Последовательность выбора стандартных значений шероховатости поверхности в соответствии с ГОСТ 2789—73

Рекомендация. Если при размещении знака шероховатости отпадает необходимость в полке с выноской, то в п. 4 после запроса нажимают на клавиатуре клавишу Пробел, а п. 5, соответственно, пропускают.

II. Простановка знаков шероховатости в правом верхнем углу чертежа.

Простановку знаков осуществляют следующим образом [13]:

- 1) ЛК на иконке команды **Шероховатость** из группы Символы на вкладке «Механика» (см. рис. 5.26);
- 2) запрос в командной строке «Укажите точку на объекте» — ЛК на свободном от изображений поле чертежа детали;
- 3) запрос в командной строке «Укажите размер и направление выноски» — нажимают на клавиатуре клавишу **Пробел**;
- 4) ЛК в поле установки значения шероховатости (см. рис. 5.27) — ПК в поле установки значения шероховатости (см. рис. 5.27) — ЛК в появившемся контекстном меню на строке **Ra** (см. рис. 5.28) — ЛК на требуемом значении шероховатости **Ra** в дополнительном подменю (см. рис. 5.28) — выбранное значение шероховатости появляется в поле установки значения шероховатости, а меню и подменю автоматически закрываются;
- 5) ЛК на кнопке простановки знаков шероховатости поверхности в правом верхнем углу чертежа (см. рис. 5.27) — ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 5.27) — выбранное значение шероховатости появляется в знаке шероховатости поверхности в правом верхнем углу чертежа.

Рекомендация. При необходимости простановки в правом верхнем углу чертежа дополнительного знака неуказанной шероховатости поверхности (см. рис. 5.27) его выбор осуществляют ЛК (п. 5) после выбора основного знака шероховатости поверхности и только потом завершают общий выбор ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 5.27).

III. Редактирование знаков на поверхностях деталей.

Редактирование знаков осуществляют следующим образом [13]:

- 1) двойной ЛК на выбранном знаке;
- 2) в появившемся диалоговом окне **Шероховатость поверхности** (см. рис. 5.27) удаляют старое значение шероховатости поверхности и устанавливают новое значение (см. рис. 5.28).

IV. Редактирование знаков в правом верхнем углу чертежа.

Редактирование знаков осуществляют следующим образом:

- 1) двойной ЛК на выбранном знаке;
- 2) в появившемся диалоговом окне **Шероховатость поверхности** (см. рис. 5.27) удаляют старое значение шероховатости поверхности и устанавливают новое значение (см. рис. 5.28).

Значения шероховатости поверхности деталей приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Значения шероховатости поверхностей деталей

Вид поверхности, материал, наличие механической обработки поверхности, примеры деталей	Ra, мкм
1. Поверхности деталей из сортового материала или заготовок, не прошедшие механической обработки и находящиеся в состоянии поставки	

Вид поверхности, материал, наличие механической обработки поверхности, примеры деталей	Ra, мкм
2. Поверхности деталей после литья, холодной штамповки и горячего прессования, не прошедшие дополнительной обработки	
1. Поверхности деталей из сортового материала или заготовок после токарно-фрезерной обработки. 2. Поверхности деталей из сортового материала после операций группы резки (вырубка по контуру, пробивка отверстий)	12,5
Поверхности деталей из металлов и сплавов после токарно-фрезерной обработки: отверстия под болты, валы, пазы, канавки, фаски, галтели на валах, резьба грубого класса точности и т. п.	6,3
Поверхности деталей из металлов и сплавов после токарно-фрезерной обработки: пазы на валах, поверхность витков резьбы среднего класса точности, ответственные детали и т. п.	3,2
Поверхности деталей из сортового материала (металлы и сплавы) после токарно-фрезерной обработки: контакты реле и пускателей, валики, тонкостенные и ответственные детали	0,2...1,6
Поверхности деталей из пластмасс после горячего прессования или литья под давлением	0,63

5.5. Простановка выносок на чертежах

Выноски на чертежах используют для указания специфичных технологических операций и т. п.

I. Простановка выносок. В начале простановки выносок на чертежах производят ЛК на вкладке «Главная» (рис. 5.29, а), или ЛК на вкладке «Оформление» (рис. 5.29, б), или ЛК на вкладке «Механика» (рис. 5.29, в).

Далее осуществляют следующие действия [13]:

- 1) ЛК на иконке **Выноска** (см. рис. 5.29, а), или ЛК на иконке команды **Выноски** (см. рис. 5.29, б), или ЛК на иконке команды **Универсальная выноска** (см. рис. 5.29, в) — ЛК на соответствующей строке выпадающего меню;
- 2) ЛК указывают точку начала выноски на объекте чертежа — перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют положение выноски на поле чертежа — появляется диалоговое окно **Универсальная выноска** (рис. 5.30);

3) ЛК на выноске, например, со «стрелкой» — с клавиатуры в текстовую строку вносят необходимую текстовую надпись (например, указания к изображению) — ЛК на кнопке ОК (см. рис. 5.30) завершают простановку выноски.

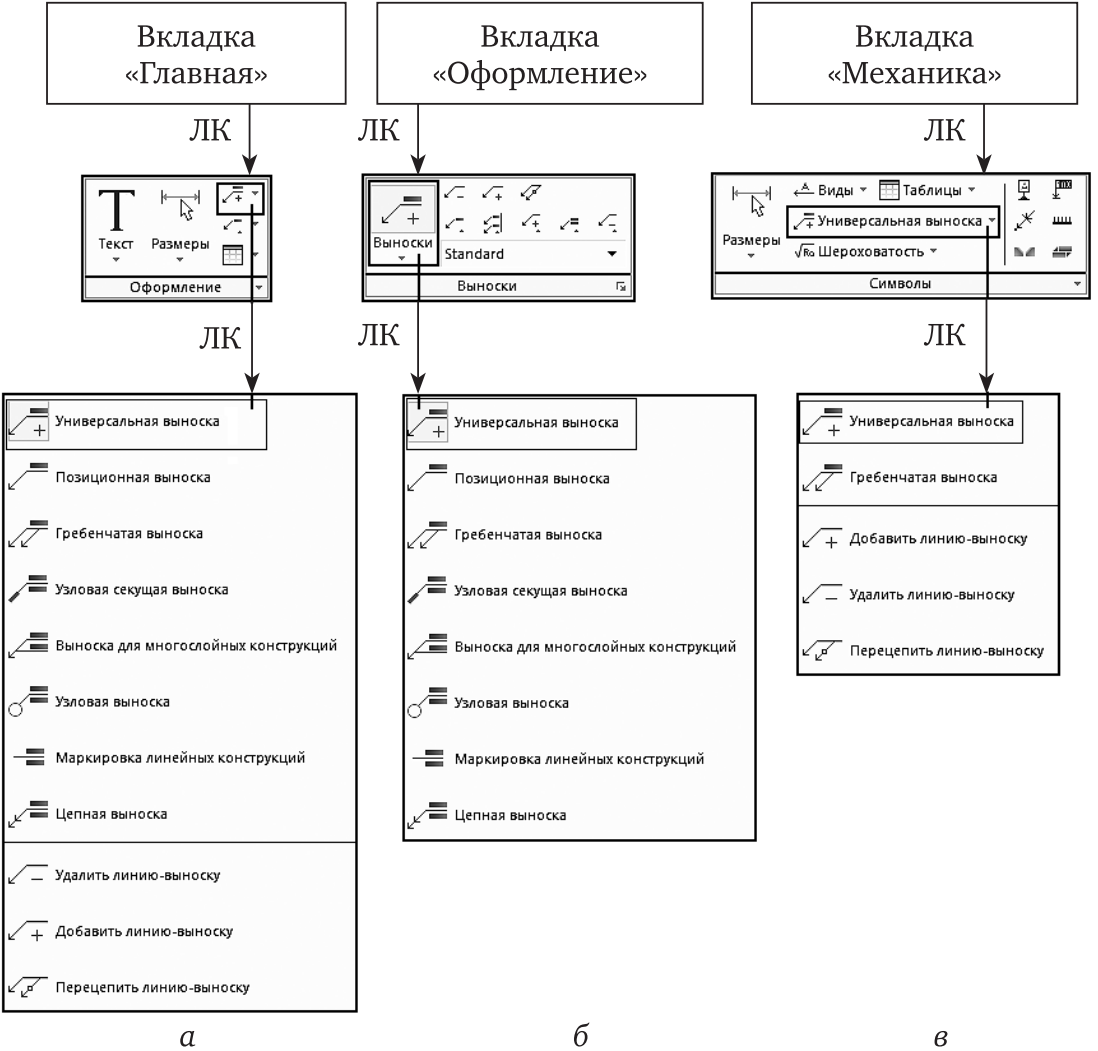


Рис. 5.29. Общие схемы выбора команды Универсальная выноска

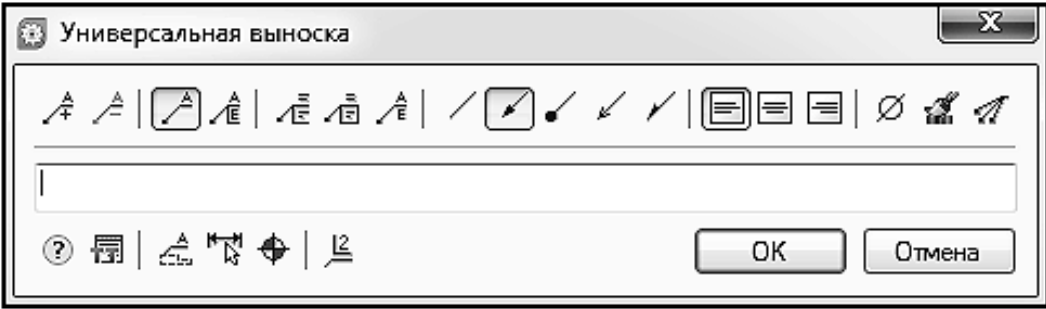


Рис. 5.30. Диалоговое окно Универсальная выноска

II. Редактирование выносок. Редактирование выноски на поле чертежа осуществляют следующими способами [13]:

Способ № 1: 1) ЛК на выноске; 2) ЛК на прямоугольниках или стрелках выноски — перемещение их мышью; 3) ЛК осуществляют фиксацию ее положения на чертеже.

Способ № 2: 1) двойной ЛК на выноске — появляется диалоговое окно **Универсальная выноска** (см. рис. 5.30); 2) в диалоговом окне добавляют или убирают строки, изменяют способ отображения стрелки, изменяют расположение текста и многое другое.

Более подробную информацию о работе с командой **Универсальная выноска** находят в справочной системе программы (рис. 5.31).

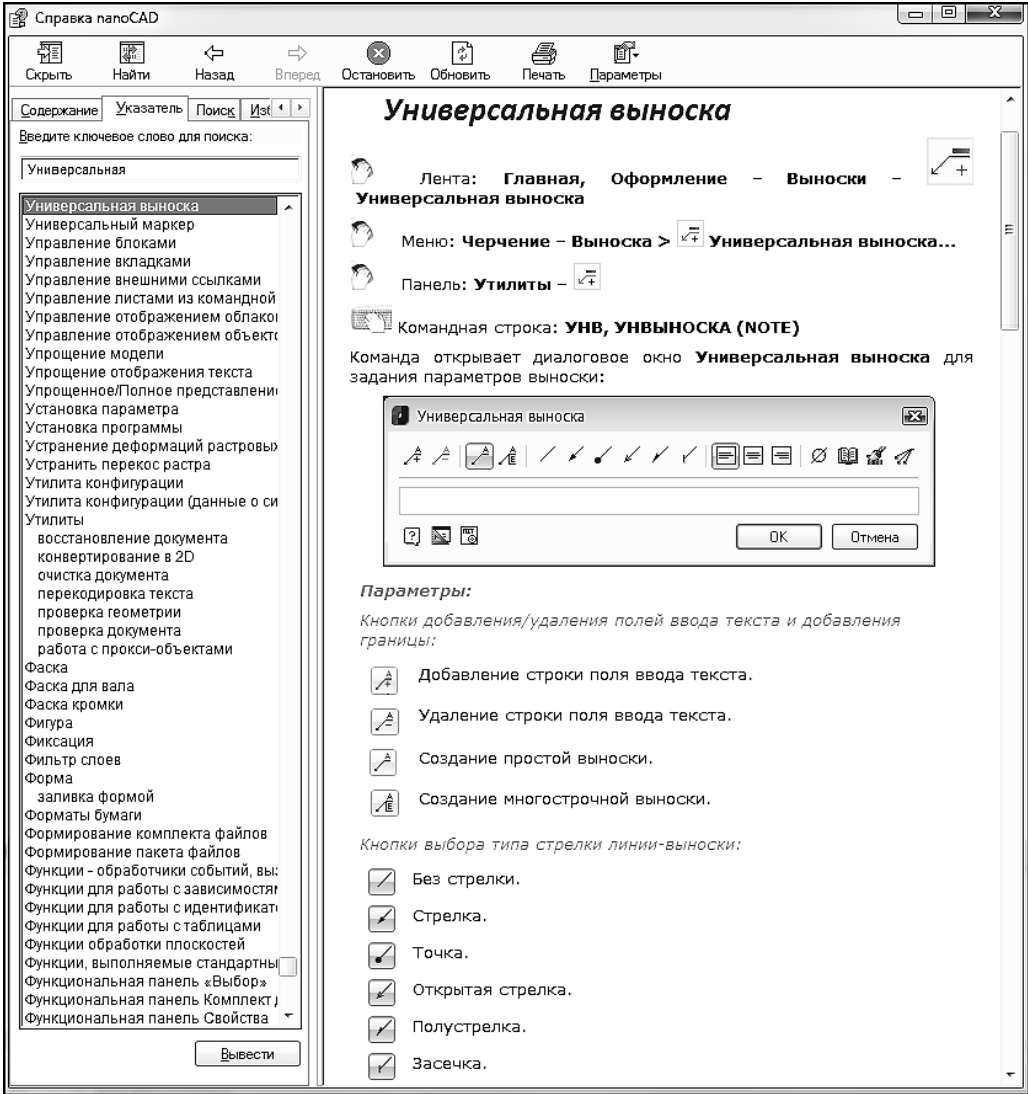


Рис. 5.31. Получения сведений о работе с командой **Универсальная выноска**

5.6. Простановка разрезов и сечений на чертежах

Требования по простановке разрезов и сечений на чертежах изложены в ГОСТ 2.305—2008 «ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения».

I. Простановка разрезов и сечений. В начале простановки разрезов и сечений на чертежах производят ЛК на вкладке «Механика» (рис. 5.32).



Рис. 5.32. Общая схема выбора команды Разрезы и сечения

Далее осуществляют следующие действия [13]:

- 1) ЛК на иконке **Виды** (см. рис. 5.32);
- 2) ЛК на строке выпадающего меню «Разрезы, сечения» (см. рис. 5.32);
- 3) ЛК указывают первую точку разреза или сечения на поле чертежа — перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют следующую точку разреза или сечения — нажимают на клавиатуре клавишу **Пробел** — перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют направление разреза или сечения (с использованием, при необходимости, режима **ОРТО** — клавиша **F8** и средств объектной привязки — клавиша **F3**) — появляется диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения** (рис. 5.33) — из раскрывающегося списка выбирают требуемый масштаб — ЛК на кнопке **ОК**;
- 4) перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют точку вставки обозначения разреза или сечения на поле чертежа.

На рис. 5.34 приведены примеры цифровой последовательности простановки и обозначения разрезов на чертежах.

II. Редактирование разрезов и сечений. Редактирование масштаба обозначения разреза или сечения на поле чертежа осуществляют следующим образом [13]: 1) двойной ЛК на любом из его

примитивов — появляется диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения** (см. рис. 5.33); 2) изменяют значение масштаба обозначения разреза или сечения вводом с клавиатуры его нового значения в диалоговом окне **Виды, разрезы, сечения** (см. рис. 5.33).

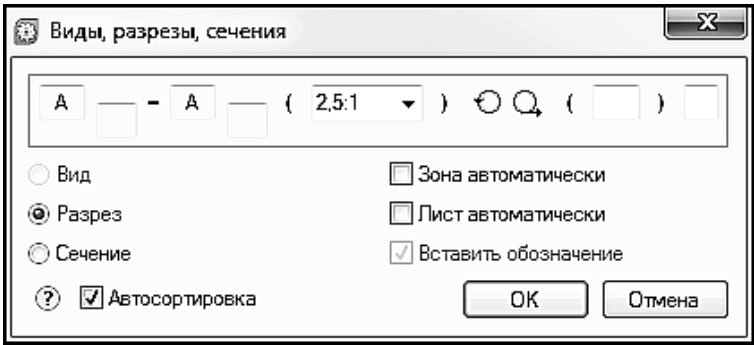


Рис. 5.33. Диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения**

а	Простой разрез
б	Сложный ступенчатый разрез
в	Сложный ступенчатый разрез

Рис. 5.34. Примеры последовательности простановки и обозначения разрезов

Более подробную информацию о работе с диалоговым окном **Виды, разрезы, сечения** находят в справочной системе программы (рис. 5.35).

III. Настройка параметров для простановки разрезов и сечений. Перед простановкой и обозначением видов, разрезов и сечений (при необходимости) производят настройку их элементов в соответствии с требованиями **ГОСТ 2.305—2008 «ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения»**.

Общая схема выбора и настройки параметров приведена на рис. 5.36.

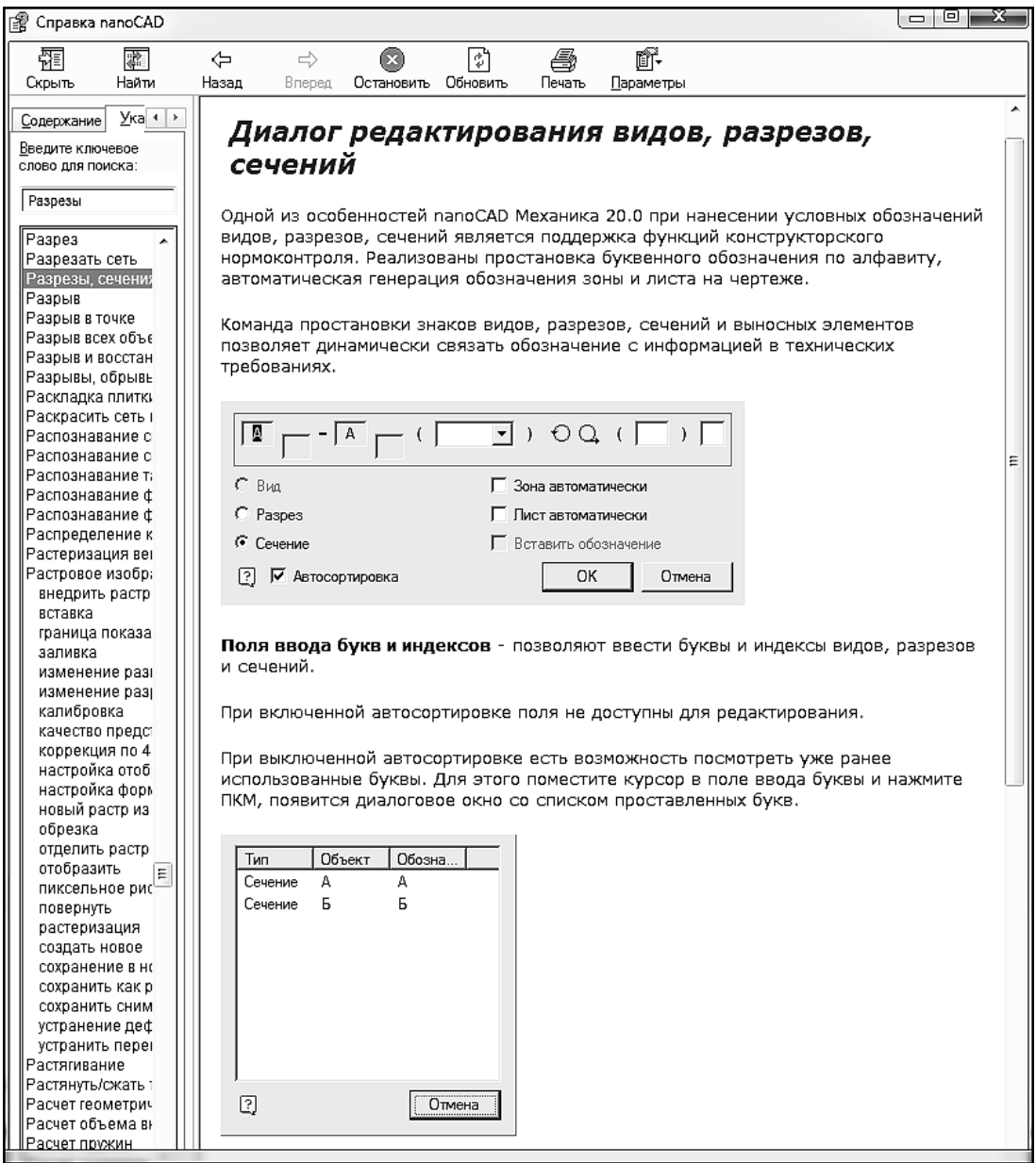


Рис. 5.35. Получения сведений о работе с диалоговым окном.
Виды, разрезы, сечения

В соответствии с представленной схемой выбора (см. рис. 5.36), доступ к настройкам осуществляют следующим образом: 1) ЛК на вкладке «Настройки»; 2) ЛК на иконке инструмента **Настройка объектов** — открывается диалоговое окно **Настройка nanoCAD Механика**; 3) ЛК на вкладке «Символы»; 4) ЛК на соответствующих папках и строках — ЛК на соответствующих раскрывающихся списках с выбором ЛК необходимых параметров; 5) ЛК на кнопке **OK** завершают настройки параметров и выходят из диалогового окна **Настройка nanoCAD Механика**.

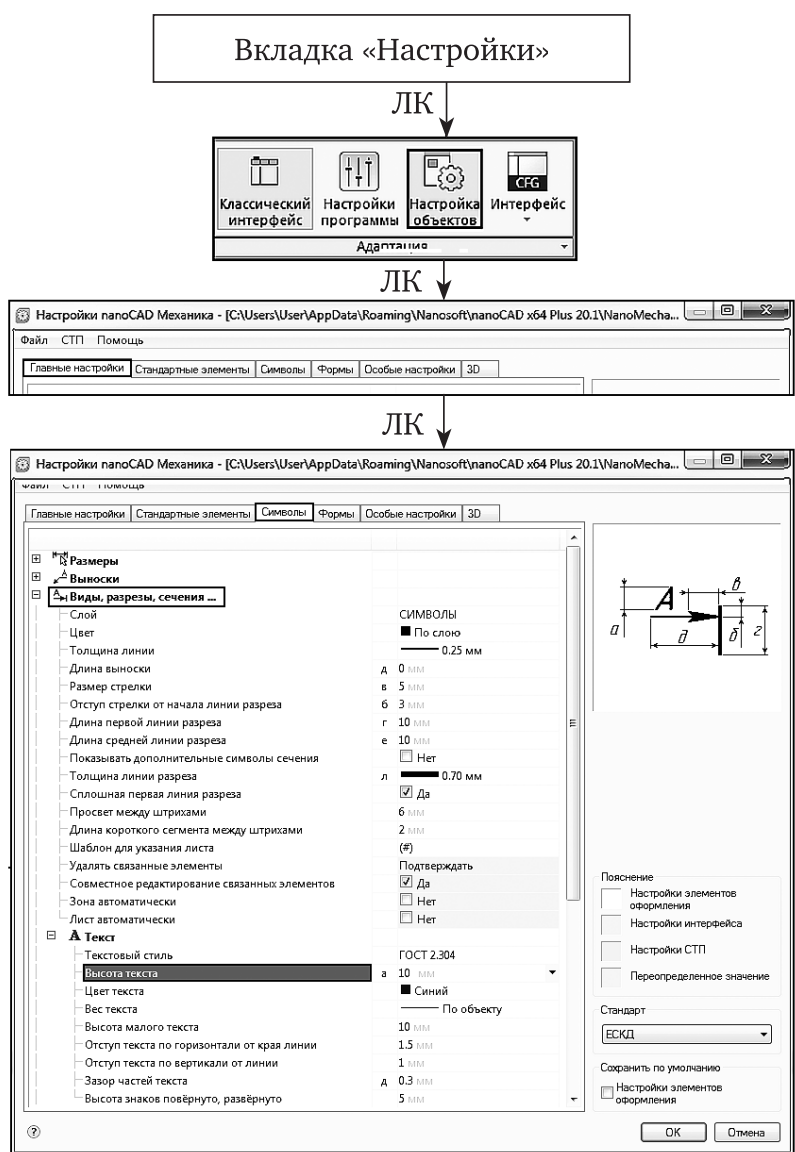


Рис. 5.36. Общая схем выбора диалогового окна. Настройки nanoCAD Механика для настройки параметров видов, разрезов и сечений

5.7. Выполнение местных разрезов и штриховки на чертежах

Требования к выполнению местных разрезов на чертежах изложены в ГОСТ 2.305—2008 «ЕСКД Изображения — виды, разрезы, сечения».

Местный разрез — часть простого разреза, который располагают на виде и ограничивают плавной сплошной тонкой волнистой линией. Плавная сплошная тонкая волнистая линия не должна совпадать с другими линиями изображения. Местные разрезы выполняют в прямой проекционной связи между видами и, в отличие от других разрезов (см. п. 5.6), на чертежах не обозначают.

I. Начало выполнения местных разрезов. Для выполнения местных разрезов на чертежах сначала производят ЛК на вкладке «Главная» (рис. 5.37, а) или ЛК на вкладке «Построение» (рис. 5.37, б).

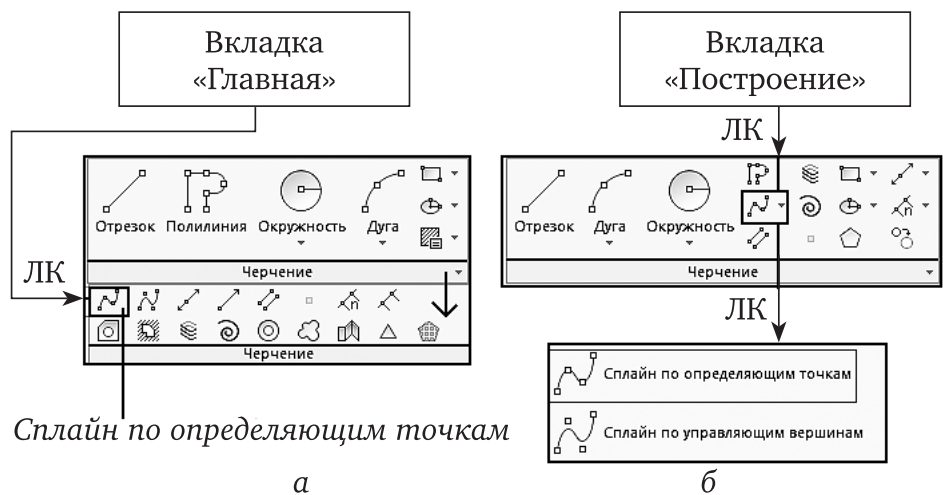


Рис. 5.37. Общие схемы выбора команды Сплайн по определяющим точкам

II. Построение плавной сплошной тонкой волнистой линии:

- 1) ЛК на иконке команды **Сплайн по определяющим точкам** из группы Черчение (см. рис. 5.37, а) или ЛК на иконке команды Сплайн по определяющим точкам (см. рис. 5.37, б) и далее ЛК на соответствующей строке выпадающего меню **Сплайн по определяющим точкам** (см. рис. 5.37, б);
- 2) используя средство объектной привязки **Ближайшая** (клавиша F3), ЛК на контурной линии изображения указывают первую точку сплайна (**точка 1**);
- 3) перемещая мышь, ЛК указывают вторую точку сплайна (**точка 2**);
- 4) перемещая мышь, ЛК указывают третью точку сплайна (**точка 3**);
- 5) перемещая мышь, ЛК указывают четвертую точку сплайна (**точка 4**);
- 6) используя средство объектной привязки **Ближайшая** (клавиша F3), ЛК на контурной линии изображения указывают пятую точку сплайна (**точка 5**);
- 7) для подтверждения ввода три раза нажимают клавишу **Enter** — образуется плавная волнистая линия по пяти точкам (рис. 5.38).

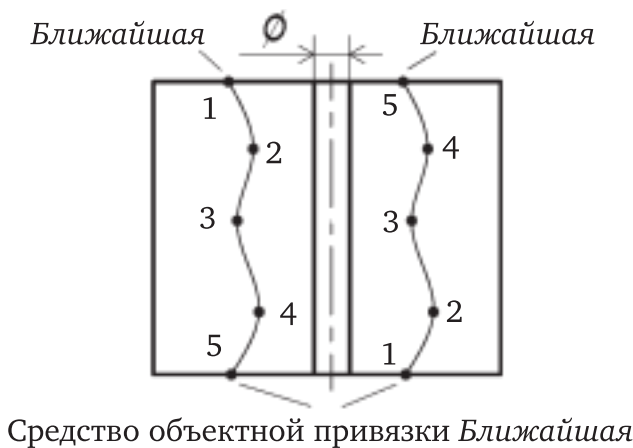


Рис. 5.38. Пример использования команды Сплайн по определяющим точкам

III. Редактирование плавной сплошной тонкой волнистой линии. Редактирование осуществляют: 1) ЛК на сплайне; 2) ЛК на необходимой «интеллектуальной ручке» синего цвета; 3) перемещением мыши выбранную «интеллектуальную ручку» сдвигают в необходимое положение, с использованием в том числе средств объектной привязки (клавиша **F3**).

IV. Выполнение штриховки местных разрезов. Для выполнения штриховки сначала производят ЛК на вкладке «Главная» (рис. 5.39, а) или ЛК на вкладке «Построение» (рис. 5.39, б), или ЛК на вкладке «Оформление» (рис. 5.39, в).

Далее осуществляют следующие действия [13]:

1) ЛК на иконке команды **Штриховка** (см. рис. 5.39, а) или ЛК на иконке команды **Штриховка** (см. рис. 5.39, б), или ЛК на иконке команды Штриховка (см. рис. 5.39, в) — открывается диалоговое окно **Штриховка** (рис. 5.40);

2) ЛК на кнопке **Структура** (рис. 5.40) — появляется всплывающее окно **Образцы штриховки** (рис. 5.41);

3) ЛК на вкладке «ГОСТ» — ЛК на выбранном образце штриховки — ЛК на кнопке **ОК** — возврат в диалоговое окно **Штриховка** (см. рис. 5.40);

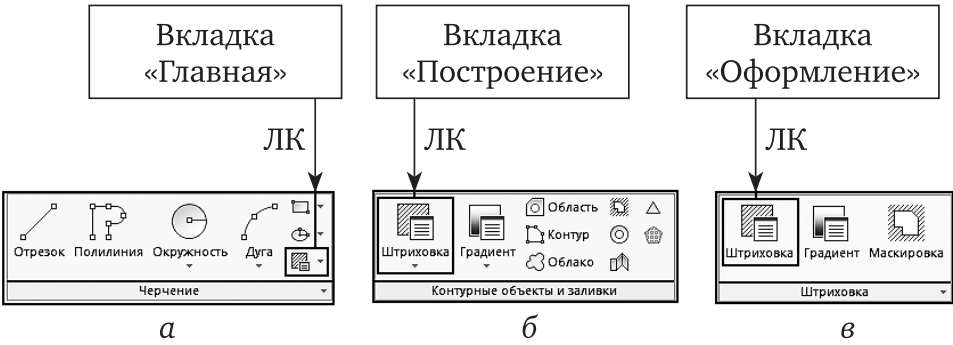


Рис. 5.39. Общие схемы выбора команды Штриховка

4) ЛК на кнопке **Добавить**: точки выбора раздела **Контур** (см. рис. 5.40) — диалоговое окно Штриховка автоматически закрывается;

5) подводят курсор к точке внутри контура местного разреза — контур местного разреза выделяется линиями зеленого цвета — выбор подтверждают нажатием на клавиатуре клавиши **Enter** — возврат в диалоговое окно **Штриховка** (см. рис. 5.40);

6) ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 5.40) — внутри контура местного разреза детали появляется штриховка.

Рекомендация. Выбранный контур местного разреза должен быть обязательно замкнутым, что достигается построением объектов контура с применением средств объектной привязки (клавиша **F3**) и с последующим использованием команды **Контур** (см. п. 3.4).

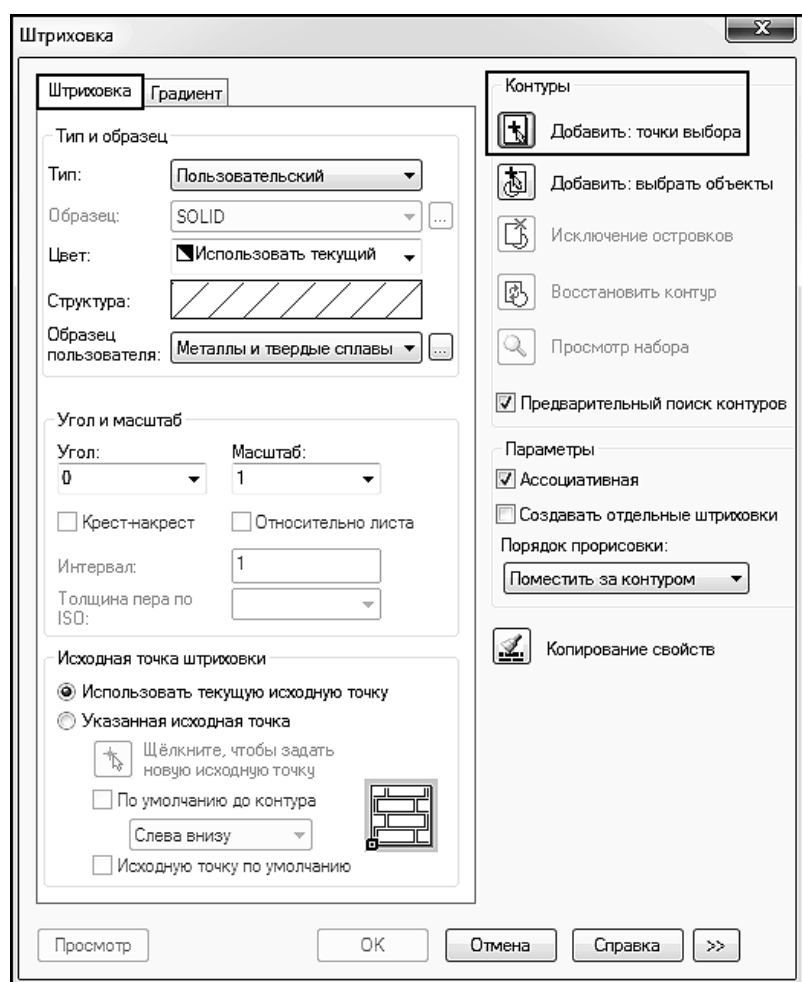


Рис. 5.40. Диалоговое окно Штриховка

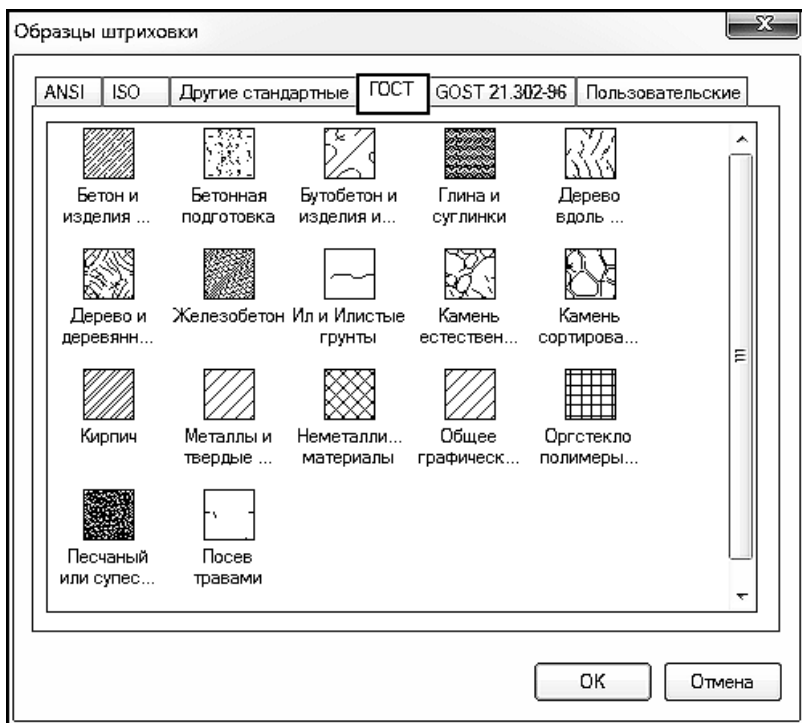


Рис. 5.41. Всплывающее окно Образцы штриховки

V. Редактирование штриховки местного разреза: 1) подводят курсор к штриховке, выбранной для редактирования; 2) двойной ЛК — появляется диалоговое окно **Штриховка** (см. рис. 5.40); 3) ЛК на стрелке списка «Угол» — из раскрывающегося списка ЛК осуществляют выбор необходимого угла поворота штриховки относительно оси X текущей ПСК; 4) ЛК на стрелке списка «Масштаб» — из раскрывающегося списка ЛК осуществляют выбор необходимой степени растяжения или сжатия стандартного или пользовательского образца штриховки; 5) ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 5.40) завершают редактирование.

На рис. 5.42, приведен пример выполнения штриховки местного разреза в детали (см. исходные данные на рис. 5.38).

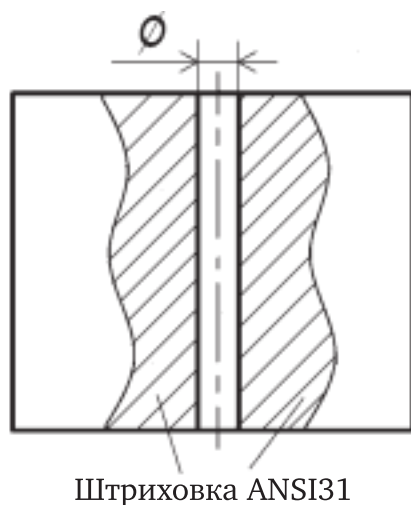


Рис. 5.42. Пример выполнения штриховки местного разреза в детали

5.8. Простановка выносных видов на чертежах

Выносные виды используют для изображения на поле 2D-чертежа ограниченной области 2D-детали или 2D-изделия с последующей простановкой на ней размеров, которые невозможно или «неудобно» размещать на основном изображении 2D-детали или 2D-изделия.

Требования по простановке выносных видов на чертежах изложены в **ГОСТ 2.305—2008** «ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения».

I. Простановка выносных видов. В начале простановки выносных видов производят: 1) ЛК на вкладке «Механика» (рис. 5.43); 2) ЛК на иконке команды **Виды** (см. рис. 5.43).

Далее осуществляют простановку выносных видов на чертежах [13]:

1) ЛК на строке выпадающего меню **Выносные виды** (см. рис. 5.43);

2) ЛК указывают центр окружности/прямоугольника — перемещением мыши визуально указывают размер окружности — пе-

перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют положение полки на поле чертежа — появляется диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения** (рис. 5.44);

3) из раскрывающегося списка выбирают необходимый масштаб (как правило, *масштаб увеличения*) — ЛК на кнопке **ОК** (см. рис. 5.44);

4) перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют центр окружности **Выносного вида** на поле чертежа;

5) перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют точку вставки обозначения **Выносного вида** над его изображением.



Рис. 5.43. Общая схема выбора команды **Выносные виды**

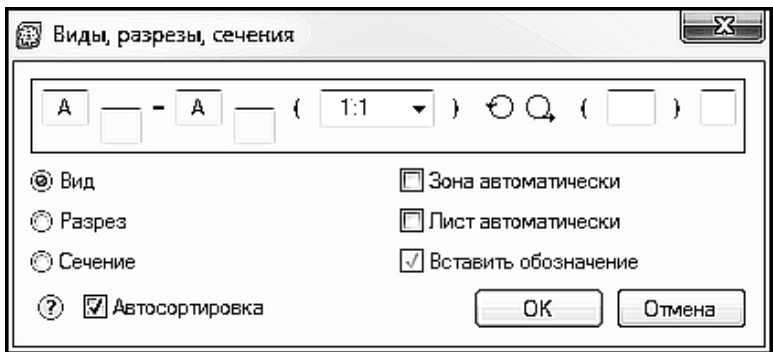


Рис. 5.44. Диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения**

II. Редактирование Выносных видов. Возможны три основных случая, когда после простановки и обозначения **Выносных видов** на поле чертежа требуется их редактирование.

1. Если окружность Выносного вида занимает много места на поле чертежа или мешает его компоновке.

В этом случае:

- а) используя команду Разбивка (см., например, рис. 3.15), производят ЛК на контуре окружности изображения Выносного вида;
- б) окружность удаляют (например, выбор ЛК и клавиша **Delete**);
- в) используя команду **Сплайн** (см., например, рис. 5.37), изображение обводят плавной линией (рис. 5.45).

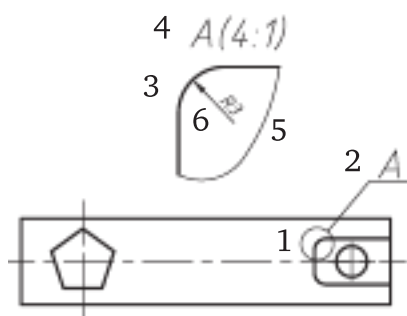


Рис. 5.45. Пример последовательности простановки, обозначения и изменения окружности выносного вида

2. Если штриховка Выносного вида отличается от штриховки на изображении детали.

В этом случае:

- а) используя команду **Разбивка** (см., например, рис. 3.15), производят ЛК на контуре окружности изображения **Выносного вида**;
- б) производят ЛК на штриховке внутри окружности и в диалоговом окне **Штриховка** изменяют ее масштаб с увеличенного значения (рис. 5.46 и 5.48), например 2, на первоначальное значение, например 1 (рис. 5.47 или 5.48).

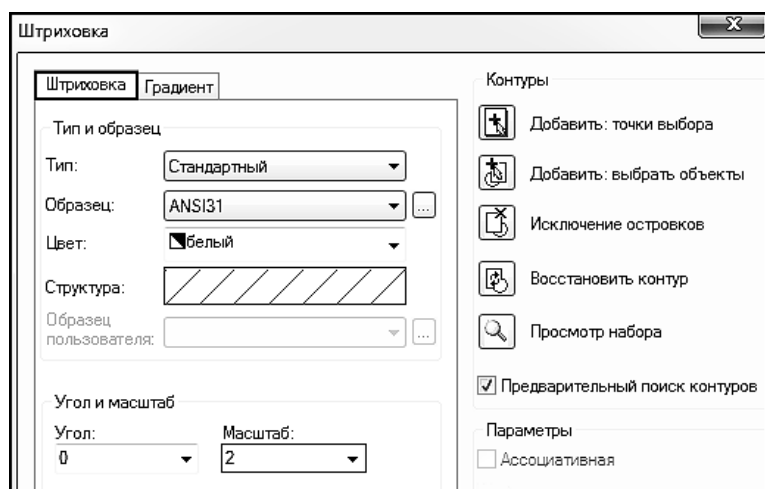


Рис. 5.46. Фрагмент диалогового окна Штриховка

3. Если необходимо увеличить какую-либо область чертежа для улучшения ее визуального восприятия.

В этом случае используют комбинацию из двух приведенных выше (в п. 1 и 2) положений.



Рис. 5.47. Фрагмент диалогового окна Штриховка

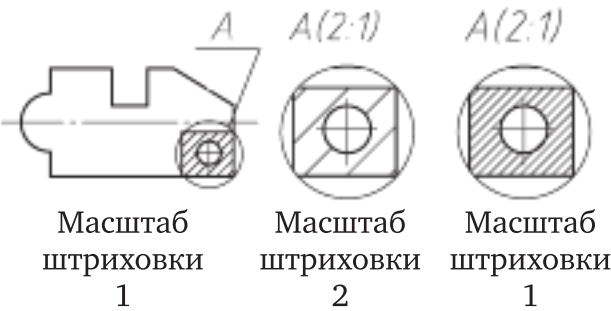


Рис. 5.48. Пример последовательности простановки, обозначения и изменения масштаба штриховки выносного вида

В качестве примеров, отражающих положения темы 5 (п. 5.1—5.8), представлены чертежи деталей «Крышка», «Корпус» и «Гайка» [11], которые были выполнены и оформлены в программе nanoCAD Механика 20.1 (рис. 5.49—5.51).

5.9. Автоматизированная вставка и заполнение спецификаций сборочных чертежей изделий

Требования по оформлению и заполнению спецификаций приведены в ГОСТ 2.106—96 «ЕСКД. Текстовые документы». Спецификации оформляют в виде таблиц формата А4 с основными надписями в соответствии с положениями ГОСТ 2.104—2006 «ЕСКД. Основные надписи».

Функциональная панель **Выбор детали** предназначена: 1) для вставки в чертежи стандартных деталей и изделий, спецификаций, таблиц и т. п., выполненных по стандартам ЕСКД; 2) для выполнения ряда расчетов.

Вызов функциональной панели **Выбор детали** осуществляют: 1) ЛК на иконке инструмента Стандартные из группы Стандартные на вкладке «Механика» (рис. 5.52); 2) ЛК на строке выпадающего меню «Стандартные» (см. рис. 5.52).

ФИКАЦИЯ (первый лист)» — см. рис. 5.53; 5) ЛК в окне просмотра на иконке СПЕЦИФИКАЦИЯ (первый лист) — см. рис. 5.53 — на экране появляется заготовка чертежа заглавного (первого) листа спецификации с перекрестьем курсора в ее левой верхней точке; 6) ЛК фиксируют заготовку в рабочем окне программы.

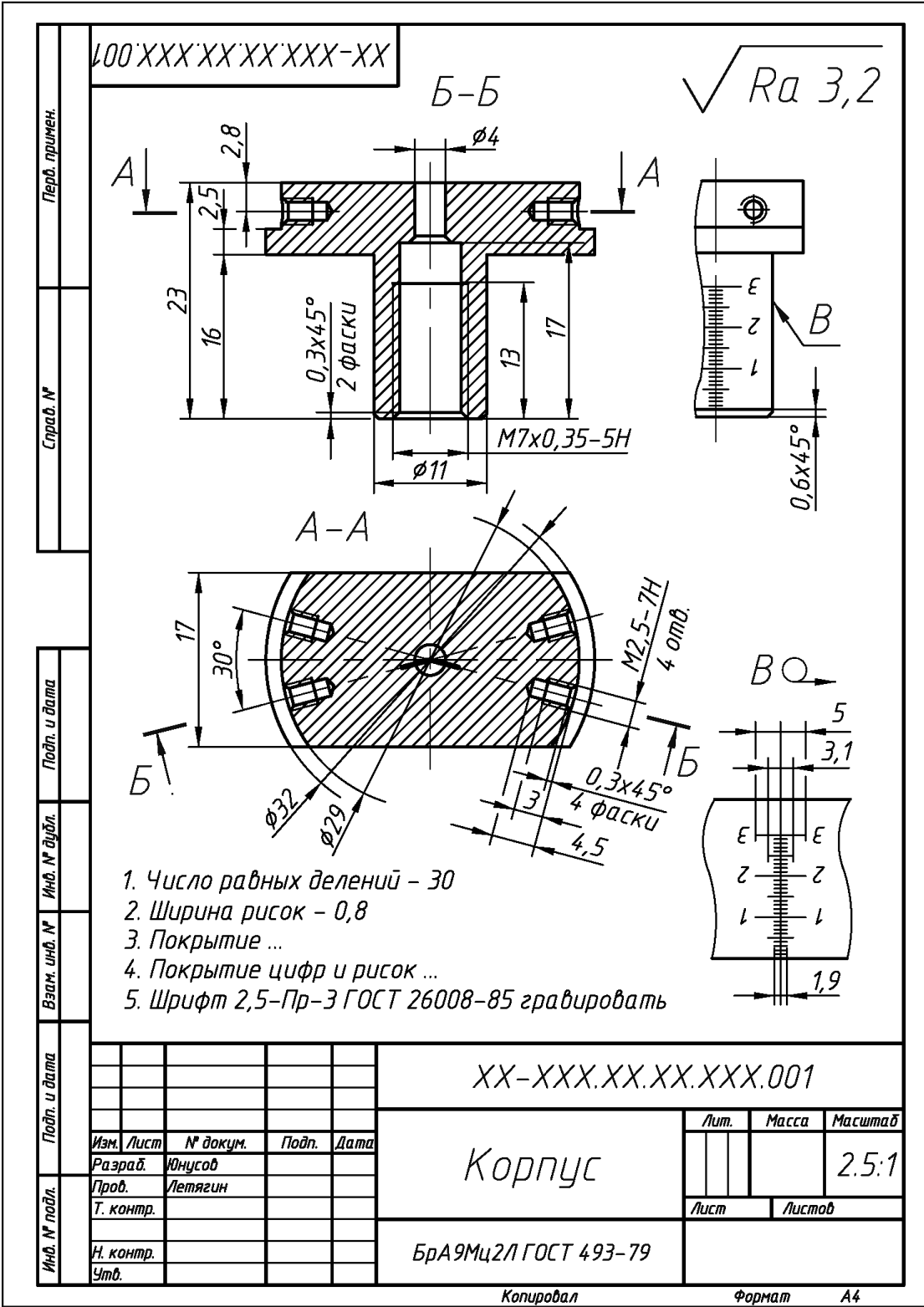


Рис. 5.50. Пример рабочего чертежа детали «Корпус»

с ручным способом) осуществлять автоматизированное заполнение спецификаций и их последующее редактирование.

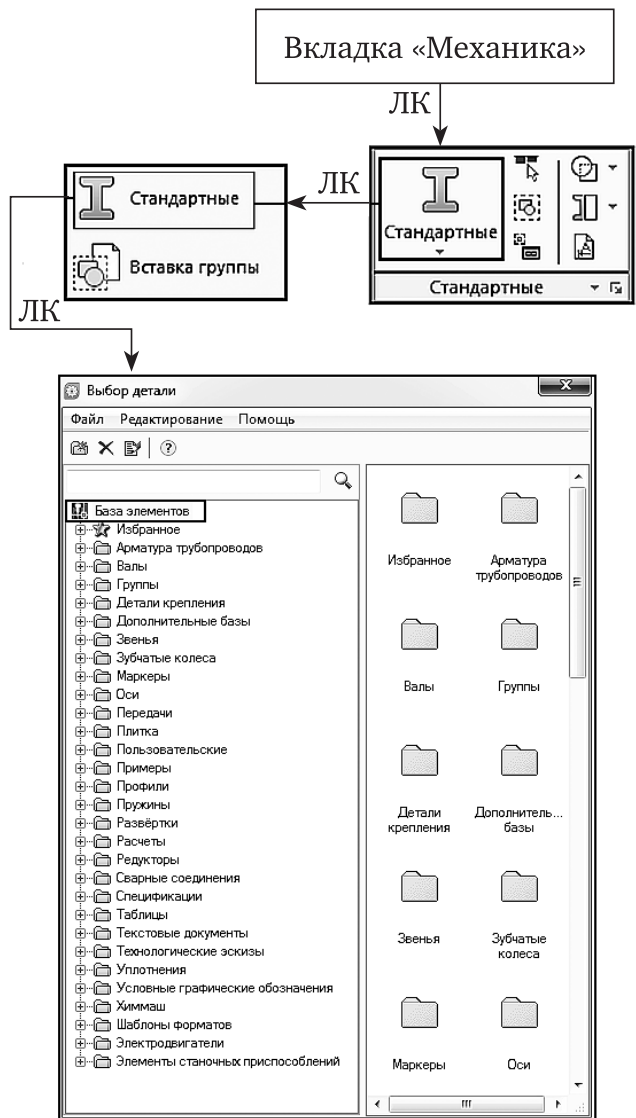


Рис. 5.52. Общая схема выбора функциональной панели Выбор детали

Заполнение спецификации осуществляют следующим образом [13]:

- 1) двойной ЛК на любой текстовой надписи или линии заготовки спецификации (см. рис. 5.54) — поверх заготовки спецификации открывается диалоговое окно **Редактирование таблицы** (рис. 5.55);
- 2) ЛК внутри ячейки необходимой строки диалогового окна **Редактирование таблицы** (см. рис. 5.55) — выбранная ячейка подсвечивается синим цветом;
- 3) ЛК на строке выпадающих меню «Ячейка» (рис. 5.56);
- 4) ЛК на строке выпадающего меню «Свойства» (см. рис. 5.56) — открывается диалоговое окно **Свойства ячейки** с вкладкой «Шрифт» (рис. 5.57);

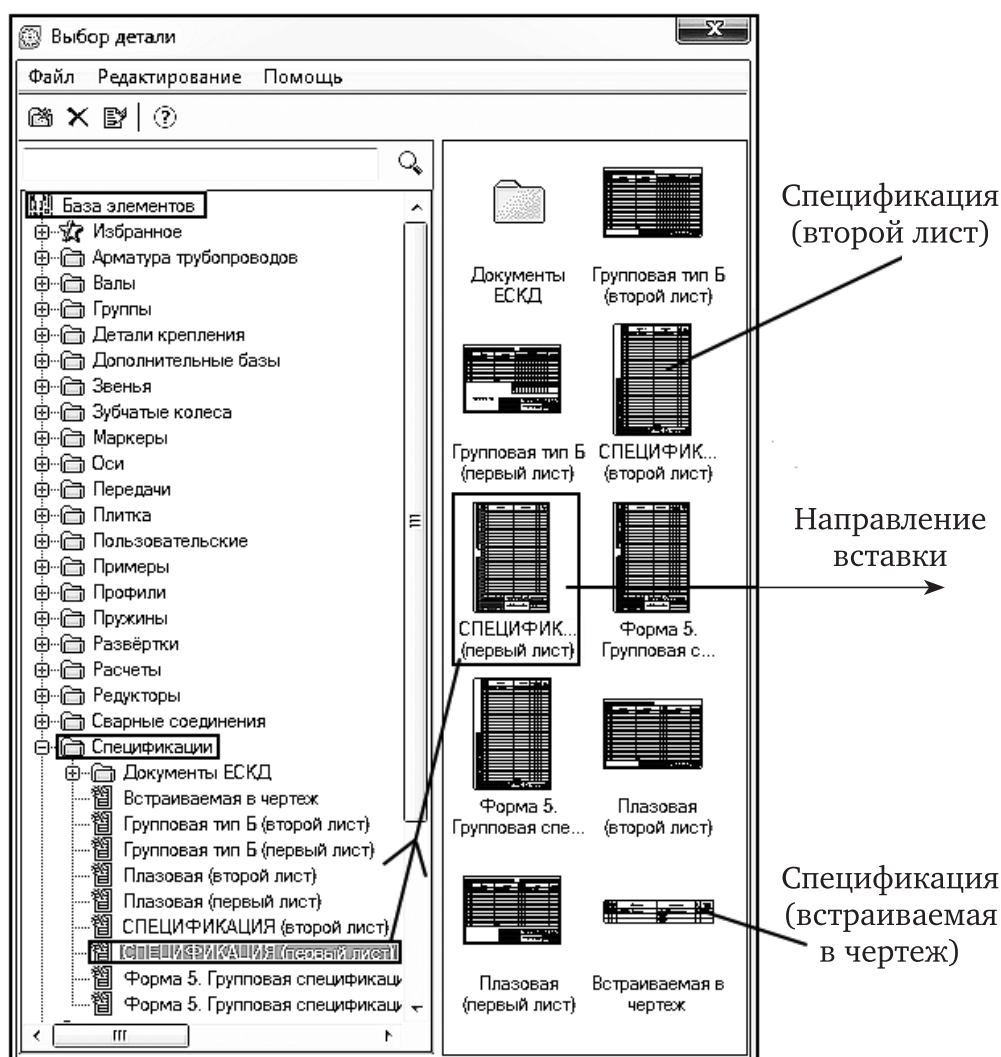


Рис. 5.53. Общая схема выбора и вставки первого (заглавного) листа спецификации формата А4

5) на вкладке «Шрифт» (см. рис. 5.57) устанавливаются: а) высоту текста для заполнения строк основных разделов — 3 мм (для заполнения ячеек основной надписи и других высоту текста изменяют); б) наклон текста для всех будущих надписей во всех ячейках — 15°;

6) ЛК на вкладке «Содержание» (рис. 5.58) — в окне «Значение» с клавиатуры вносят необходимую текстовую надпись или вносят изменения в текстовые надписи, которые были выполнены на первых этапах;

7) ЛК на кнопке ОК (см. рис. 5.58) закрывают окно **Свойства ячейки** и осуществляют возврат в окно **Редактирование таблицы** (см. рис. 5.55);

8) ЛК на знаке «крестик» в верхнем правом углу закрывают диалогового окна **Редактирование таблицы** (см. рис. 5.55) — в заготовке первого (заглавного) листа «Спецификация сборочного чертежа» появляются вставленные текстовые надписи.

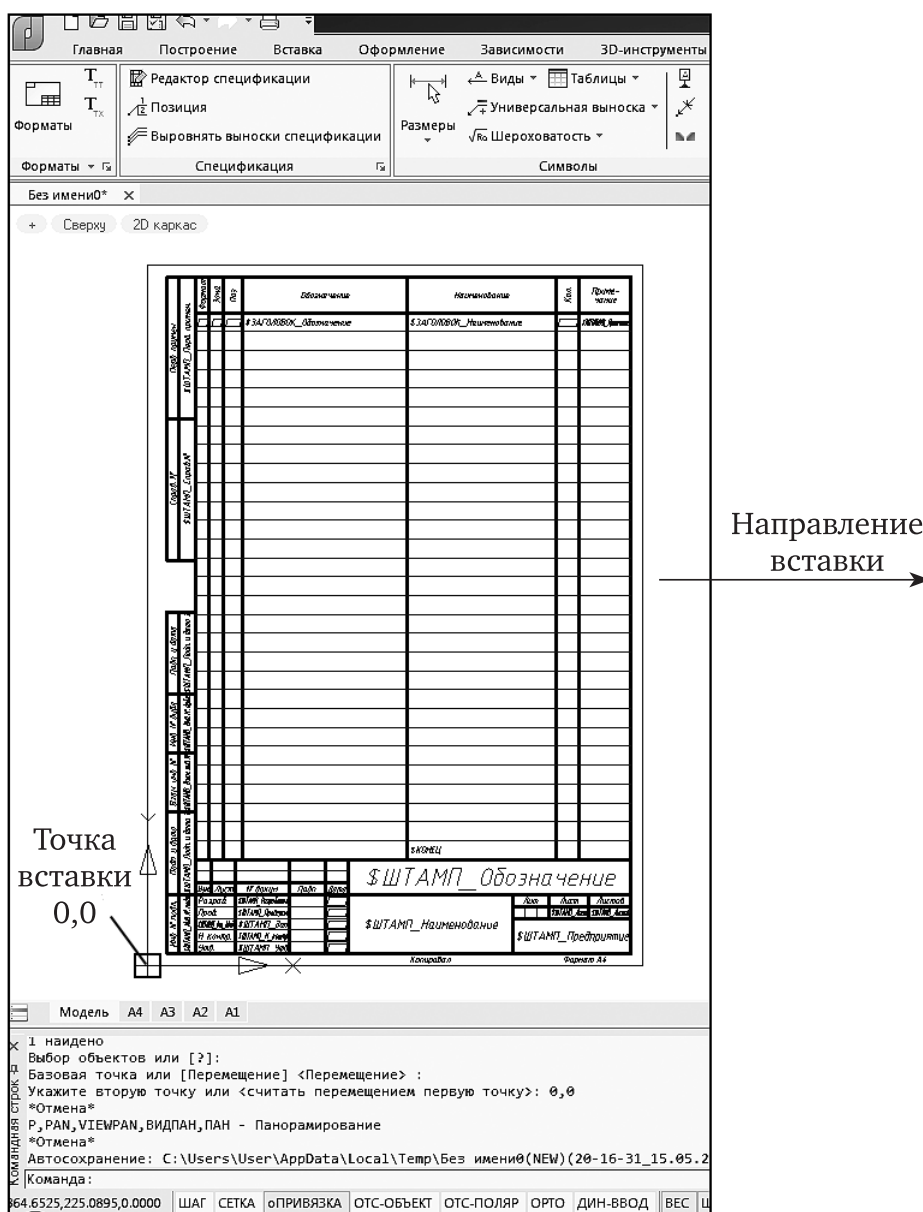


Рис. 5.54. Пример вставки заготовки первого (заглавного) листа спецификации формата А4 с основной надписью формы «2»

Примечание. После выбора ЛК ячейки, возможны несколько вариантов дальнейших действий:

- 1) удаляют текстовую надпись в ячейке нажатием на клавиатуре клавиши **Delete**;
- 2) двойным ЛК снимают выделение с ячейки, а оставшуюся текстовую надпись, выделенную синим цветом, изменяют с клавиатуры заданным по умолчанию текстом;
- 3) при отсутствии в выделенной ячейке текстовой надписи ее вводят с клавиатуры заданным по умолчанию текстом;
- 4) перечисленные варианты введения или изменения текстовых надписей при необходимости изменяют, используя команды из выпадающего меню «Ячейка» (см. рис. 5.56).

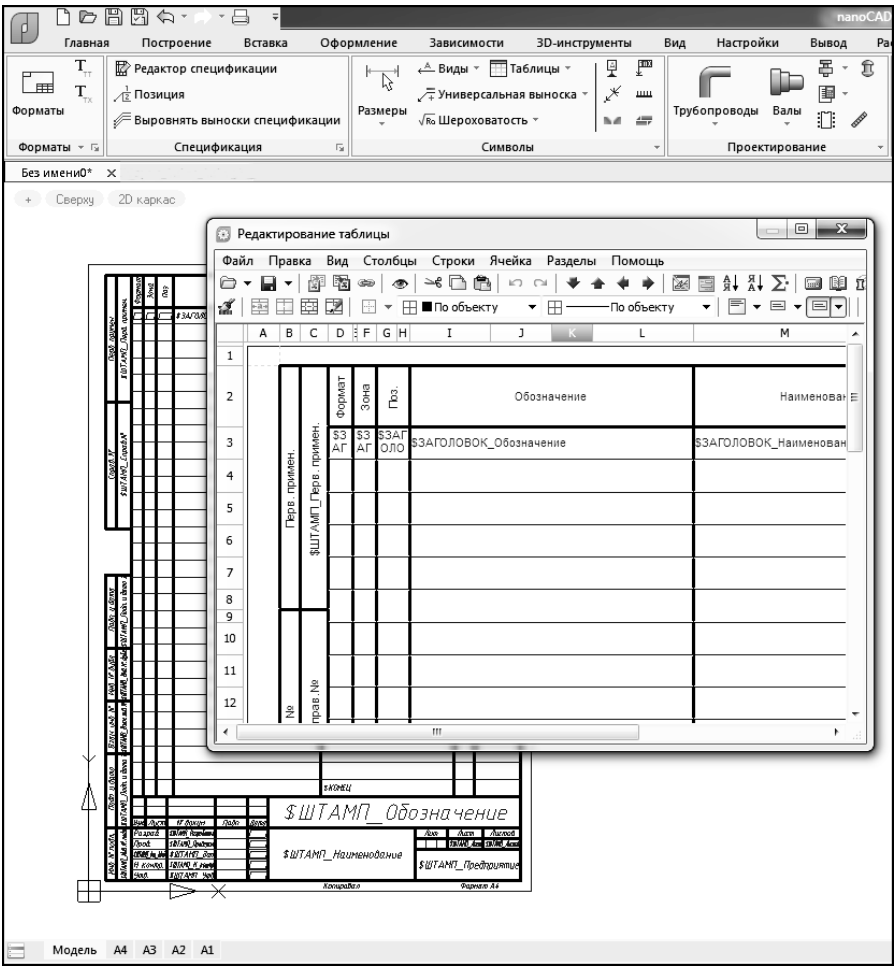


Рис. 5.55. Диалоговое окно Редактирование таблицы

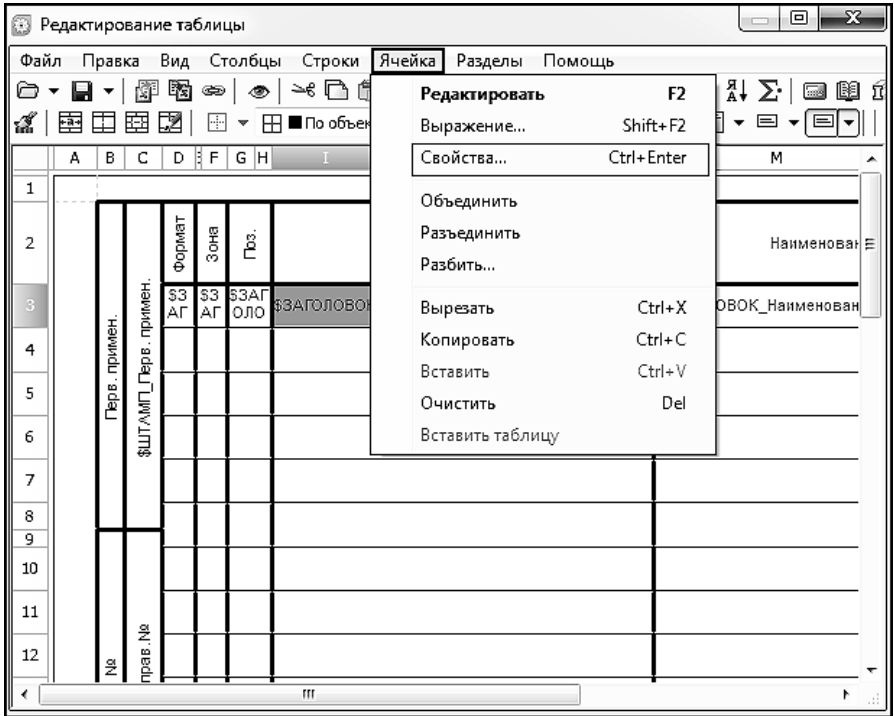


Рис. 5.56. Выбор меню «Свойства» из выпадающего меню «Ячейка»

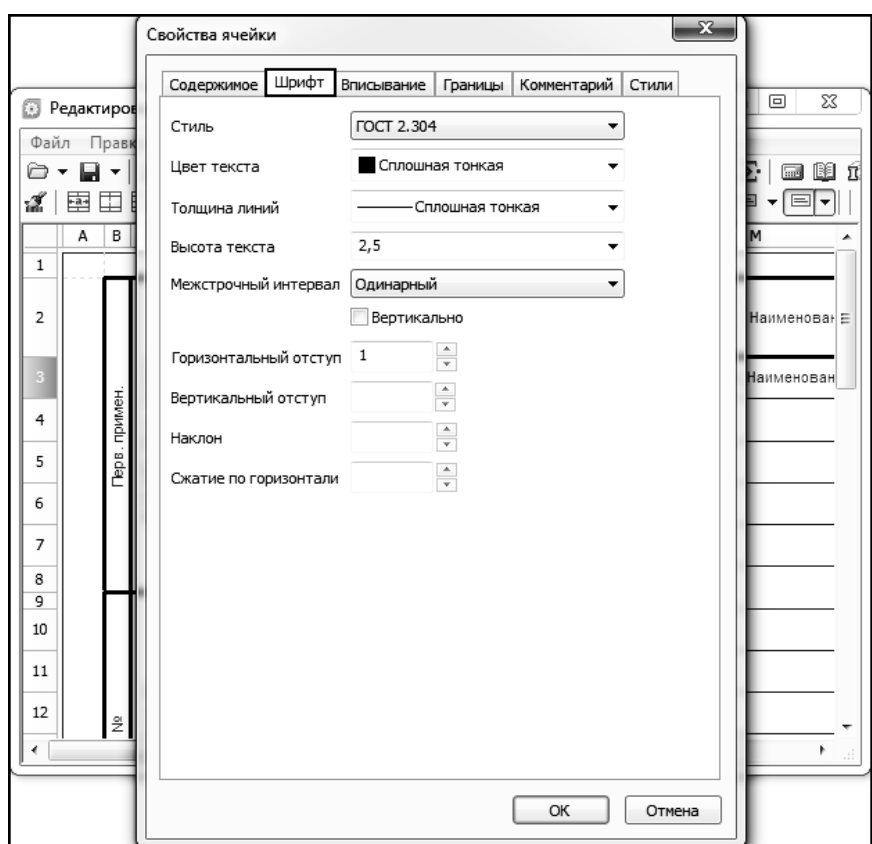


Рис. 5.57. Вкладка «Шрифт» диалогового окна Свойства ячейки

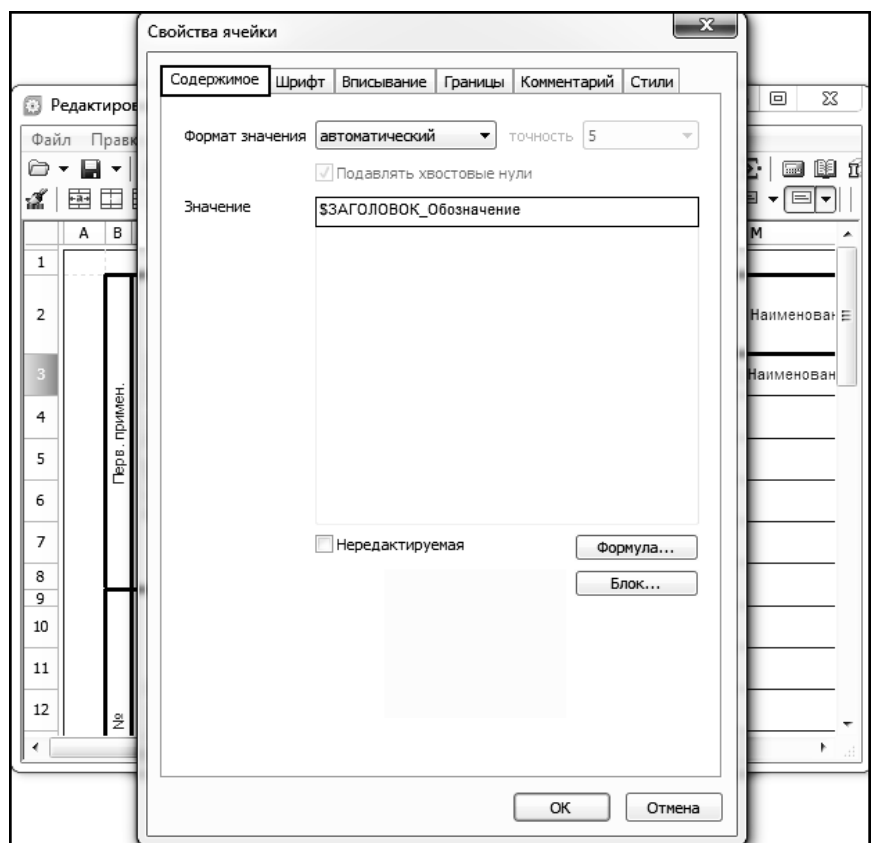


Рис. 5.58. Вкладка «Содержание» диалогового окна Свойства ячейки

В качестве примера, отражающего возможности вставки и заполнения спецификации, выбран сборочный чертеж изделия «Мини-привод» [11], который на начальном этапе перед заполнением спецификации был выполнен и оформлен в программе nanoCAD Механика 20.1 (рис. 5.59).

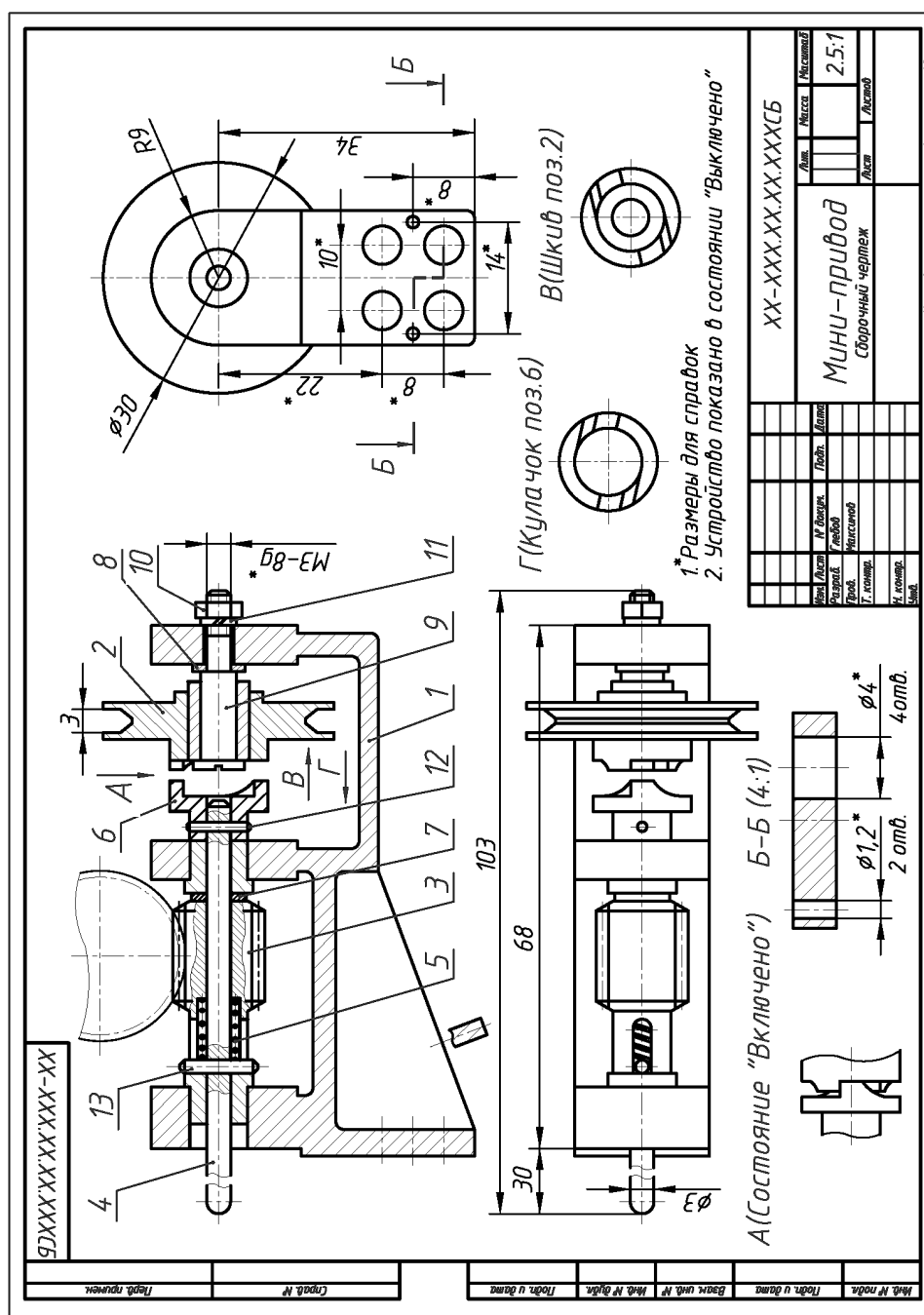


Рис. 5.59. Пример сборочного чертежа изделия «Мини-привод»

Пример заполнения по приведенной выше методике спецификации сборочного чертежа изделия «Мини-привод» (см. рис. 5.59) представлен на рис. 5.60.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A3			XX-XXX.XX.XX.XXX.CB	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
A3	1		XX-XXX.XX.XX.XXX.01	Корпус	1	
A3	2		XX-XXX.XX.XX.XXX.02	Шкив	1	
				Детали		
A3	3		XX-XXX.XX.XX.XXX.001	Червяк	1	
A4	4		XX-XXX.XX.XX.XXX.002	Вал	1	
A4	5		XX-XXX.XX.XX.XXX.003	Пружина	1	
A4	6		XX-XXX.XX.XX.XXX.004	Кулачок	1	
A4	7		XX-XXX.XX.XX.XXX.005	Кольцо 1	1	
A4	8		XX-XXX.XX.XX.XXX.006	Кольцо 2	1	
A4	9		XX-XXX.XX.XX.XXX.007	Винт	1	
				Стандартные изделия		
	10			Гайка МЗ-6Н.5.029		
				ГОСТ 5916-70	1	
	11			Шайба 3.65Г.029		
				ГОСТ 6402-70	1	
				Штифты ГОСТ 3128-70		
	12			1Гx8	1	
	13			1,8Гx10	1	
				XX-XXX.XX.XX.XXX		
Иж.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Глебов				Лит.	Лист
Проб.	Максимова					Листов
Н. контр.						
Утв.						
Мини-привод						

Копировал
Формат А4

Рис. 5.60. Пример заполнения заглавного листа спецификации формата А4 с основной надписью формы «2» для сборочного чертежа изделия «Мини-привод» (см. рис. 5.59)

Тема 6

СКВОЗНЫЕ ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ «ГОЛОВКА ВОЛНОМЕРА» ПО ТЕХНОЛОГИИ «3D-МОДЕЛЬ — 2D-МОДЕЛЬ — 2D-ЧЕРТЕЖ»

Ниже в качестве примера рассматривается выполнение чертежа сборочной единицы «Головка волномера» по ее эскизу с натуры (рис. 6.1) и с учетом технологии «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж».

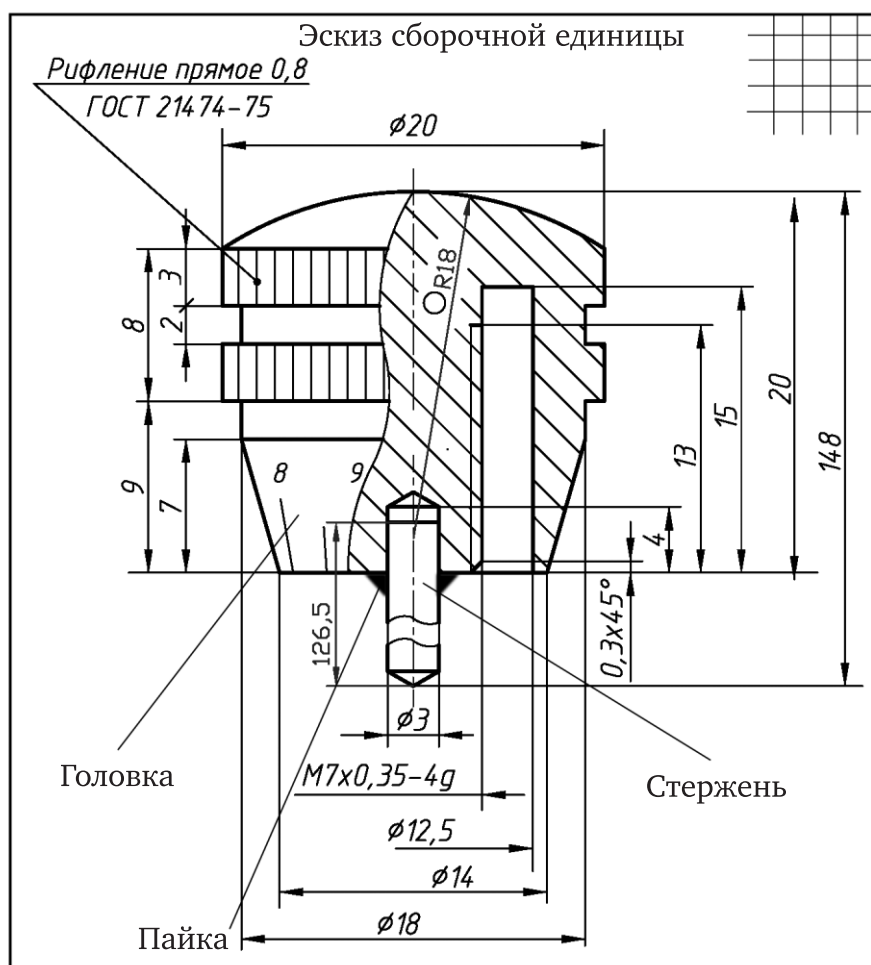


Рис. 6.1. Эскиз сборочной единицы «Головка волномера»

6.1. Создание 3D-модели сборочной единицы

1. Применяя команды построения (см. рис. 3.14) и редактирования (см. рис. 3.15), по размерам с эскиза (см. рис. 6.1) строят плоские контуры составных частей сборочной единицы (рис. 6.2, а, б).

2. Используя команду **Контур** (см. рис. 3.18 и 3.39), создают замкнутые контуры составных частей сборочной единицы (см. рис. 6.2, а, б).



Рис. 6.2. Плоские контуры составных частей сборочной единицы:

а — головка; б — стержень

3. Применяя команду **Вращение** (см. рис. 3.54), на основе плоских контуров составных частей сборочной единицы (см. рис. 6.2, а, б) создают 3D-модели составных частей сборочной единицы (рис. 6.3, а, б).

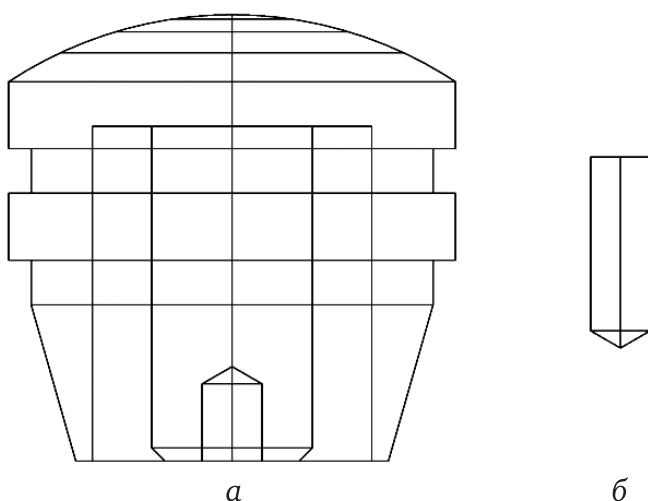


Рис. 6.3. 3D-модели составных частей сборочной единицы, созданные командой **Вращение**:

а — головка; б — стержень

4. Используя команду **Перемещение** (см. рис. 3.15), производят совмещение составных частей 3D-модели сборочной единицы

(рис. 6.4, а). Используя режим **Визуальные стили** (см. рис. 3.28), 3D-модели устанавливают визуальный стиль «Точный с показом ребер» (рис. 6.4, б).

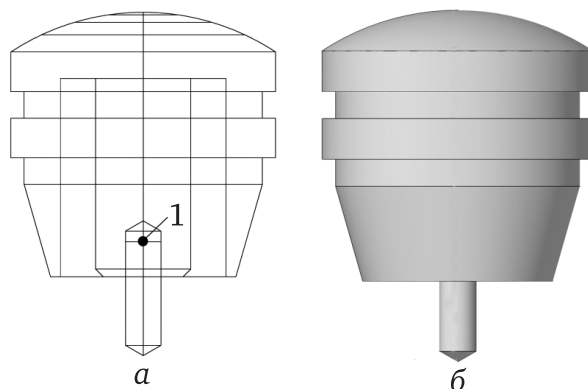


Рис. 6.4. 3D-модель сборочной единицы, образованная совмещением составных частей:
а — вид главный, визуальный стиль «2D каркас»; *б* — вид главный, визуальный стиль «Точный с показом ребер»

5. Применяя методику, описанную в теме 3 (см. рис. 3.2 и 3.59), осуществляют перевод 3D-модели сборочной единицы в **ЮЗ изометрию** (рис. 6.5, а). Используя команду **3D Поворот** (см. рис. 3.19), осуществляют поворот 3D-модели сборочной единицы вокруг оси **X** на угол **90°** (рис. 6.5, б).

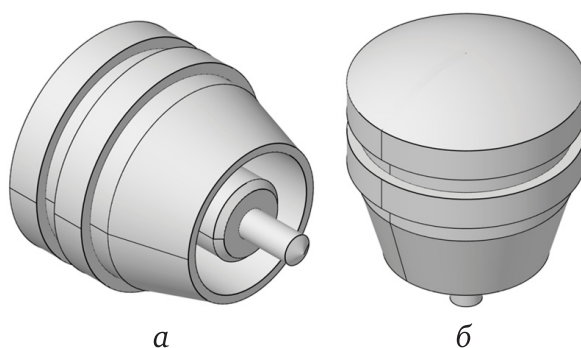


Рис. 6.5. 3D-модель сборочной единицы:
а — ЮЗ изометрия, визуальный стиль «Точный с показом ребер»;
б — поворот 3D-модели вокруг оси X на угол 90°

6.2. Создание 2D-модели сборочной единицы

1. Используя иконку команды **Ортогональные виды** и выпадающее меню (см. рис. 3.2 или 3.56, а), **ЛК** осуществляют перевод изображения 3D-модели сборочной единицы из ЮЗ изометрии (см. рис. 6.5, б) к ортогональному виду **Вид сверху** (рис. 6.6).

2. Выделяя вид сверху 3D-модели обычной или текущей рамкой и используя методику, изложенную в теме 4 (см. рис. 4.1 и 4.2),

на основе изображения вида сверху 3D-модели сборочной единицы (см. рис. 6.6) создают изображения **2D-видов** сборочной единицы (рис. 6.7).

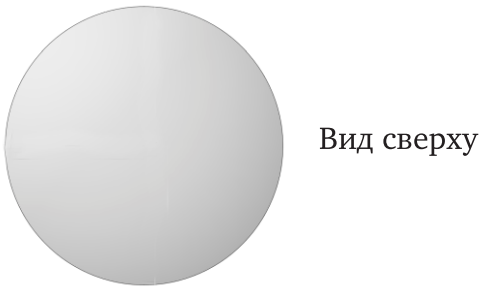


Рис. 6.6. 3D-модель сборочной единицы
(вид сверху, визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

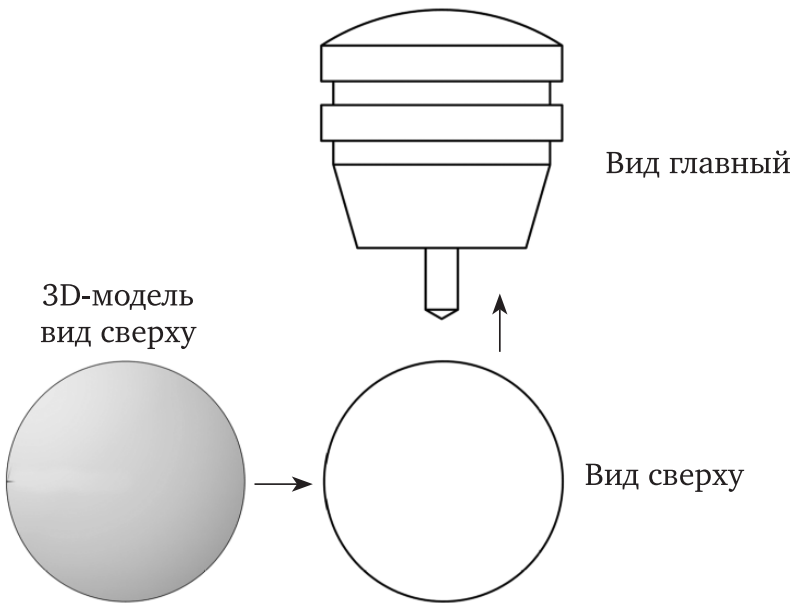


Рис. 6.7. Создание 2D-видов сборочной единицы на основе вида сверху 3D-модели

3. Применяя методику темы 4 (см. рис. 4.4), на основе изображения вида сверху 2D-модели сборочной единицы (см. рис. 6.7) создают изображение **2D-разреза** на главном виде сборочной единицы (рис. 6.8).

6.3. Создание 2D-чертежа сборочной единицы

Этап I. Доработка 2D-модели сборочной единицы.

1. Выделяя все объекты обычной или секущей рамкой и используя команду **Разбивка** (см. рис. 3.15), осуществляют разбивку изображений всех объектов (рис. 6.9). Любым способом удаляют изображения вид сверху 3D-модели и вид сверху 2D-модели (см. рис. 6.9).

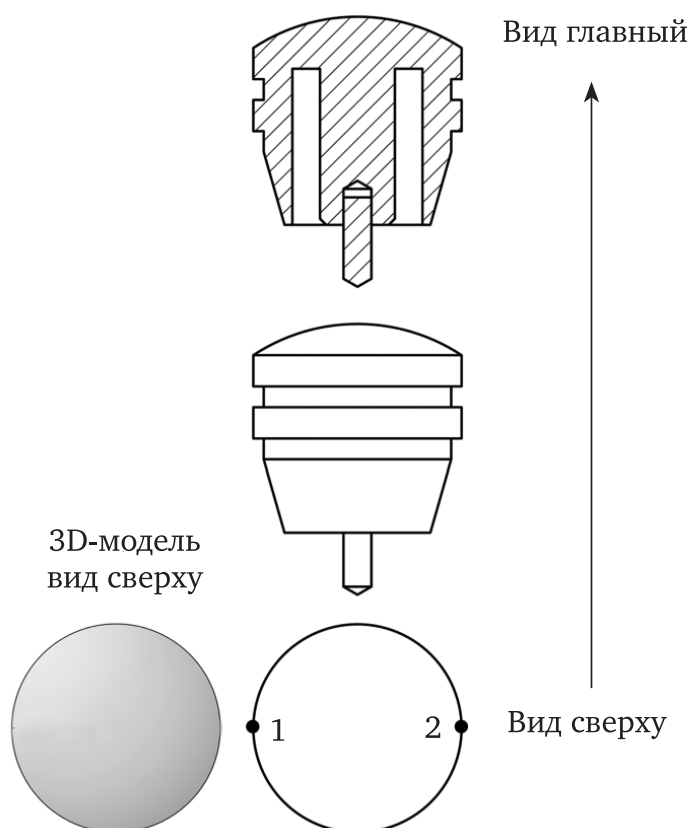


Рис. 6.8. Создание 2D-разреза на главном виде сборочной единицы

2. Выделяя изображение 2D-разреза на главном виде обычной или секущей **рамкой** и используя команду **Разбивка** (см. рис. 3.15), производят разбивку изображения 2D-разреза (рис. 6.10).

3. Применяя команды редактирования (см. рис. 3.15), производят **удаление** лишних частей с изображения 2D-разрез на главном виде и с изображения 2D-вид на главном виде (рис. 6.11). Используя команду **Сплайн** (см. рис. 5.37), на частях двух изображений вычерчивают линии местных разрезов (см. рис. 6.11).

4. Используя команду **Перемещение** (см. рис. 3.15), производят совмещение частей двух изображений (рис. 6.12).

Этап II. Создание и оформление 2D-чертежа сборочной единицы.

1. По методике, описанной в теме 5 (см. п. 5.1) на изображение 2D-модели сборочной единицы вставляют **формат А4** (рис. 6.13). Далее: а) командой **Масштаб** (см. рис. 3.15) изображение 2D-модели увеличивают в **четыре раза**; б) командой **Копирование** (см. рис. 3.15) производят копирование детали «Стержень» на свободное место формата А4; в) командами **Разрыв** и **Сплайн** (см. рис. 5.37) дорабатывают деталь «Стержень»; г) командой **Отрезок** (см. рис. 3.14) и штриховкой-заливкой **SOLID** в диалоговом окне **Штриховка** (см. рис. 5.40), производят обозначение мест пайки деталей на изображении сборочной единицы (см. рис. 6.13).

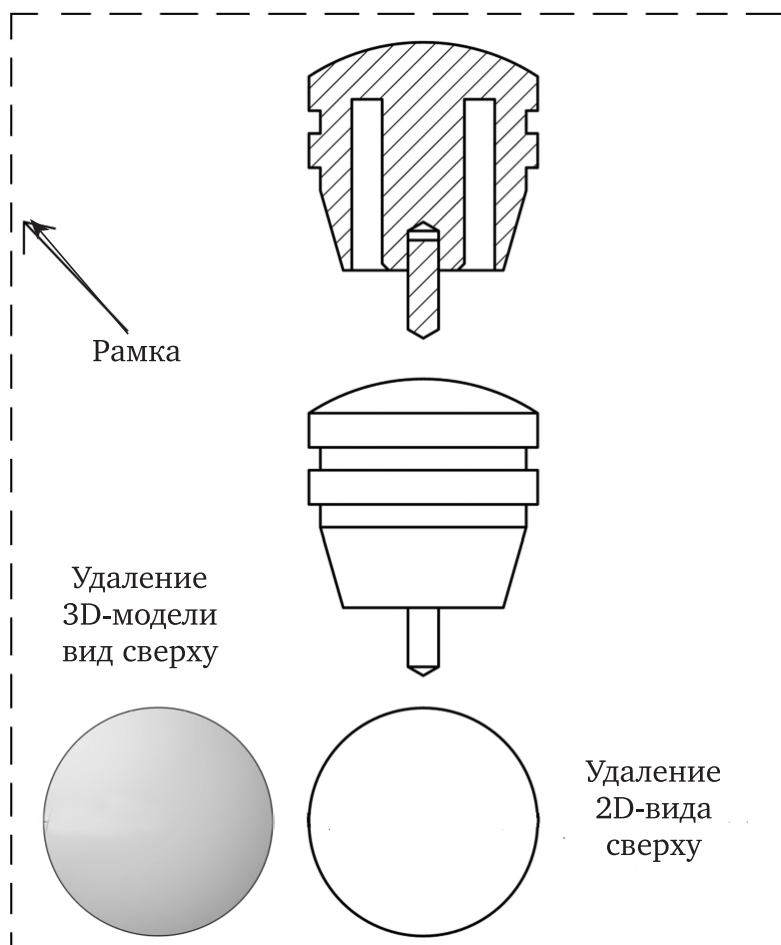


Рис. 6.9. Выделение изображений объектов рамкой.
Разбивка объектов командой Разбивка. Удаление изображений
вид сверху 3D-модели и 2D-вид сверху

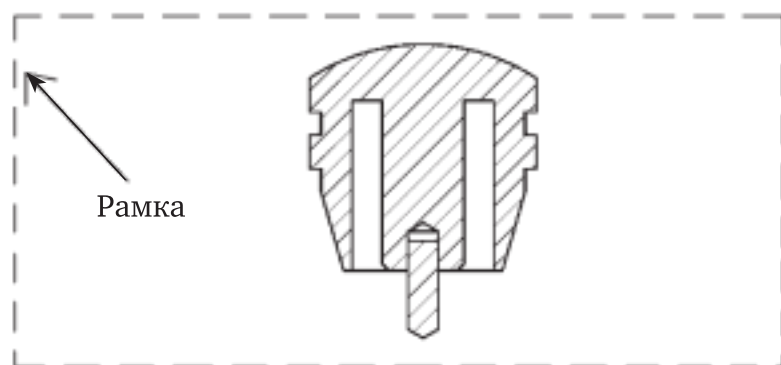
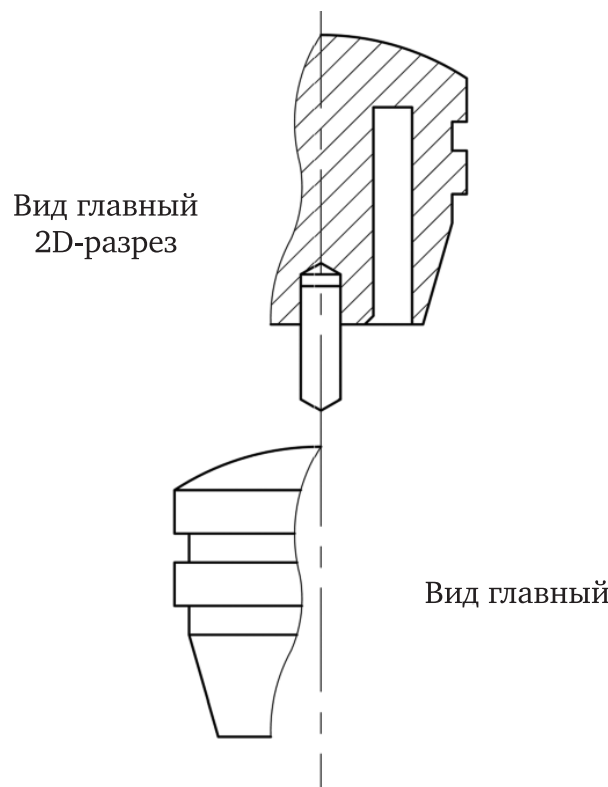


Рис. 6.10. Выделение изображения 2D-разрезаа рамкой.
Разбивка командой Разбивка

2. По методике темы 5 (см. п. 5.1) заполняют основную надпись формата А4 (рис. 6.16).

3. Удаляют линии ранее разбитой штриховки (см. рис. 6.10). По методике темы 5 (см. п. 5.7) выполняют **штриховку** местного разреза (см. рис. 6.16).

4. Для нанесения рифления (см. рис. 6.16) используют методику темы 5 (см. п. 5.7), изменяя угол наклона линий **штриховки ANSI31 с 0 на 45°**.



*Рис. 6.11. Удаление лишних частей на изображениях.
Вычерчивание линий местного разреза*

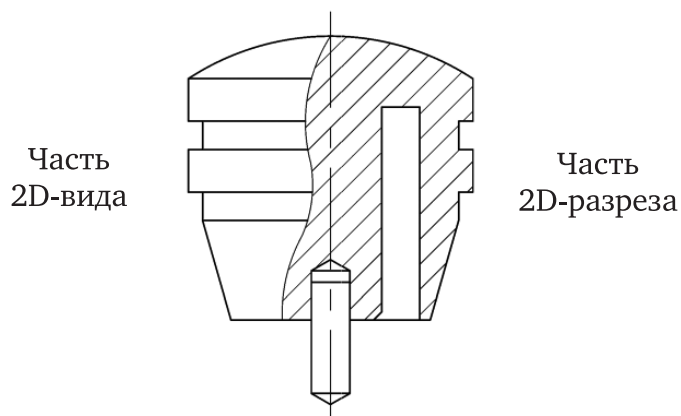


Рис. 6.12. Совмещение частей изображений 2D-вида и 2D-разреза

5. По методике темы 5 (см. п. 5.3) проставляют размеры (рис. 6.16). При простановке размеров резьбы **M7 × 0,35** учитывают положения **ГОСТ 16967—81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая для приборостроения. Диаметры и шаги»**.

6. По методике темы 5 (см. п. 5.4), осуществляют простановку **шероховатости поверхности** на поле формата A4 (см. рис. 6.16).

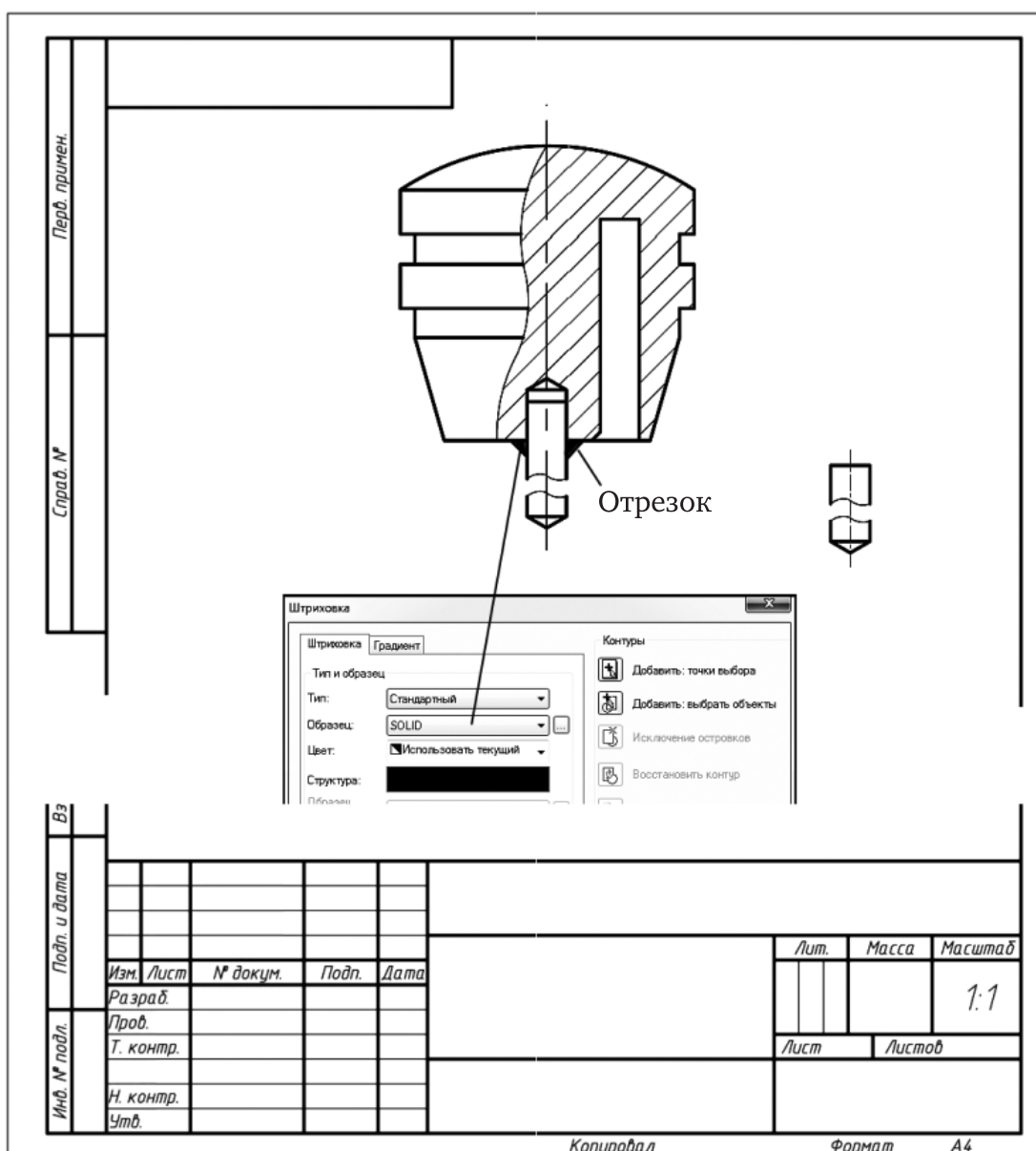


Рис. 6.13. Вставка формата А4. Доработка изображений

7. По методике темы 5 (см. п. 5.2) текстовыми надписями указывают технические условия для изготовления сборочной единицы (см. рис. 6.16).

8. Используя команду **Универсальная выноска** (см. п. 5.5), на чертеже сборочной единицы проставляют **номера позиций** ее составных частей, условное обозначение рифления (ГОСТ 21474—75 «Рифления прямые и сетчатые. Форма и основные параметры») и указывают **поверхность** усеченного конуса **А** для изображения **развертки** (см. рис. 6.16).

9. Геометрическую **форму** развертки поверхности **А** (см. рис. 6.16) определяют, например, наложением бумажной ленты. Надписи над разверткой поверхности (см. рис. 6.16) выполняют с учетом положений ГОСТ 2.109—73 «ЕСКД Основные требования

к чертежам». Нанесение шрифта осуществляют с учетом положений **ГОСТ 26.008—85** «Шрифты для надписей, наносимых методом гравировки. Исполнительные размеры» (см. рис. 6.16).

10. Указание операции пайки на чертеже выполняют: **ЛК** на вкладке «Механика» (см. рис. 6.14) — **ЛК** на иконке команды Неразъемные соединения (см. рис. 6.14) — **ЛК** указывают место соединения (начальную точку выноски) — перемещением курсора мыши указывают, а **ЛК** фиксируют конечную точку выноски — нажимают клавишу **Пробел** — открывается диалоговое окно **Неразъемные соединения** (см. рис. 6.15) — **ЛК** на кнопке команды **Пайка** (см. рис. 6.15) — **ЛК** на кнопке команды **По замкнутому контуру** (см. рис. 6.15) — **ЛК** на кнопке **ОК** (см. рис. 6.15) — на чертеже появляется условное обозначение пайки по замкнутому контуру (см. рис. 6.16).

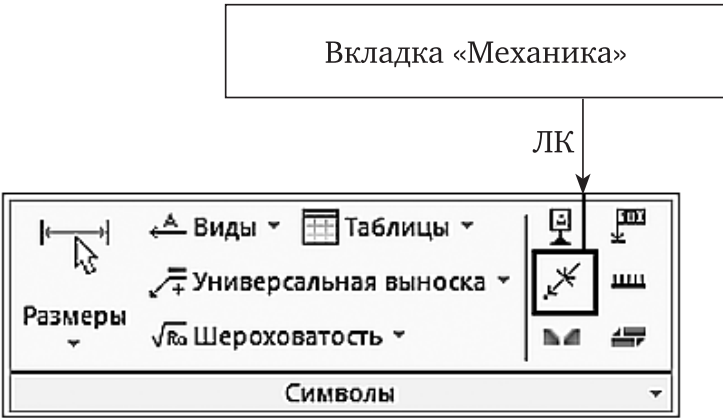


Рис. 6.14. Общая схема выбора команды Неразъемные соединения



Рис. 6.15. Диалоговое окно Неразъемные соединения

11. Используя методику темы 5 (см. п. 5.9) осуществляют вставку и заполнение **спецификации** чертежа сборочной единицы «Головка волномера» (рис. 6.17).

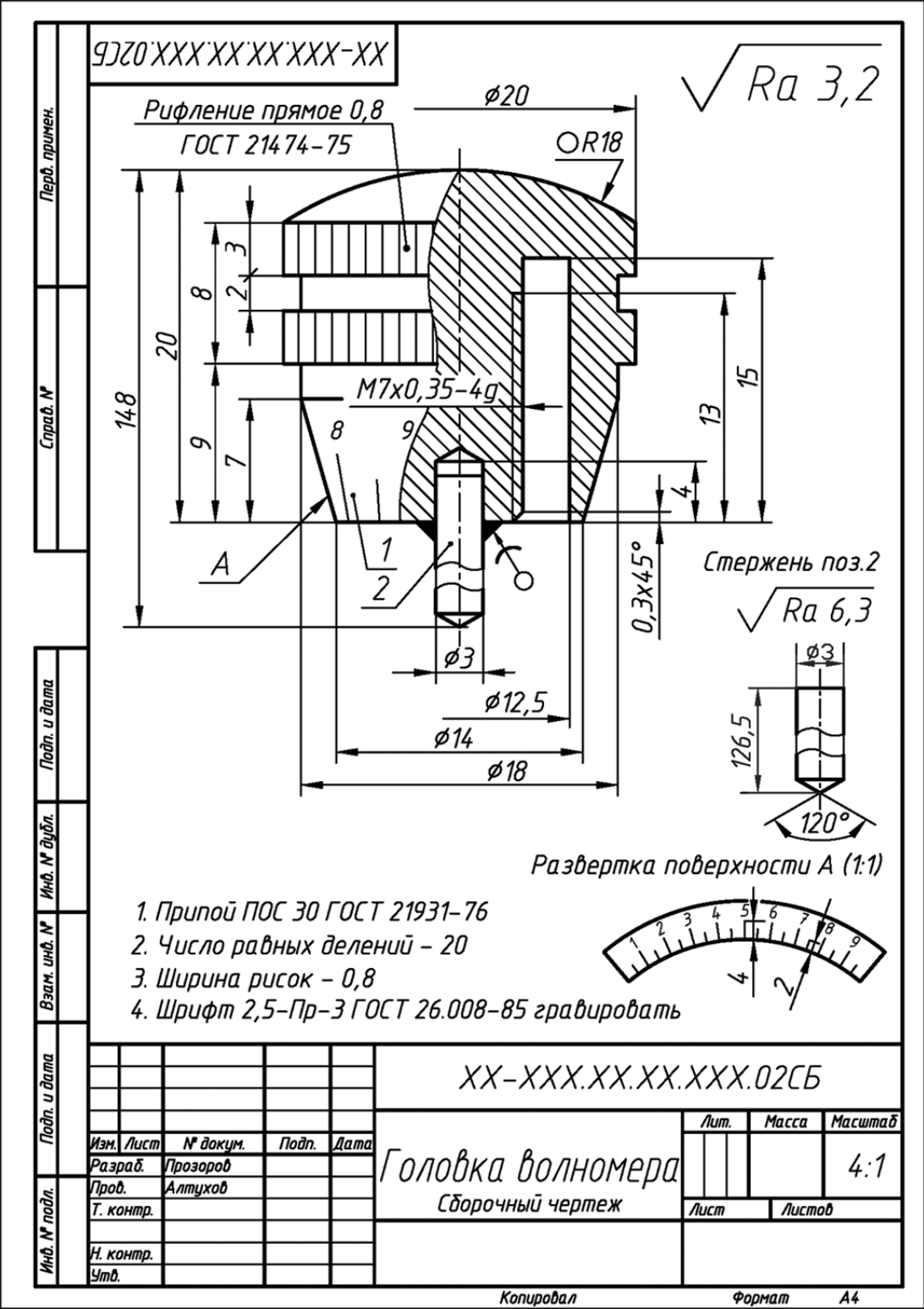


Рис. 6.16. Пример оформления чертежа сборочной единицы
«Головка волномера»

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					<u>Документация</u>		
	A4			XX-XXX.XX.XX.XXX.02СБ	Сборочный чертеж		
					Детали		
	Б4	1	XX-XXX.XX.XX.XXX.02.001	Головка	1		
				Пруток ДКРГТ 20			
				ЛС63 Э ГОСТ 2060-90			
	Б4	2	XX-XXX.XX.XX.XXX.02.002	Стержень	1		
				Пруток ДКРГТ 3			
				ЛС63 Э ГОСТ 2060-90			
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
Инв. № подл.							
	Инв. № подл.						
Инв. № подл.							
	Инв. № подл.						
Инв. № подл.							
	Инв. № подл.						

6.4. Варианты создания аксонометрической проекции сборочной единицы и вставки ее на поле чертежа

Вариант № 1

1. В качестве основы для создания аксонометрической проекции 3D-модели сборочной единицы используют построенный ранее ортогональный вид — **Вид сверху** (см. рис. 6.18).

2. Используя выделение объектов простой или секущей рамкой и последующую логическую операцию **Объединение** (см. рис. 3.3 или 3.23), осуществляют их объединение (см. рис. 6.19).



Рис. 6.18. 3D-модель сборочной единицы из отдельных деталей (вид сверху, визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

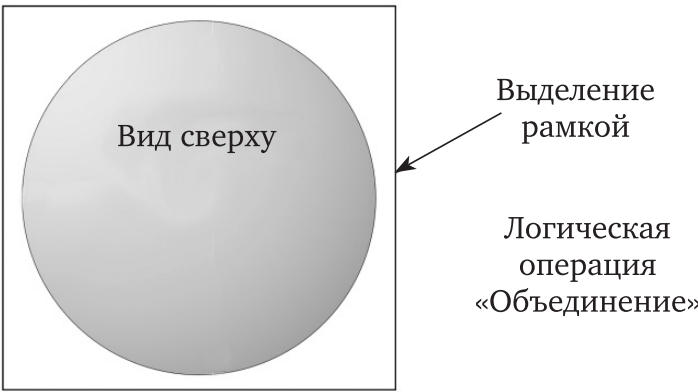


Рис. 6.19. 3D-модель сборочной единицы после операции «Объединение» (вид сверху, визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

3. Используя методику темы 3 (см. рис. 3.2 и 3.59), осуществляют перевод 3D-модели сборочной единицы в **ЮЗ изометрию** (рис. 6.20).

4. Применяя методику темы 3 (см. рис. 3.2 и 3.59), осуществляют перевод 3D-модели сборочной единицы в **ЮЗ изометрию** (см. рис. 6.20).

5. ЛК на вкладке «Вид» из группы **Координаты** с последующим ЛК на иконке знака ПСК МСК (Мировой системы координат). осу-

ществляют контроль 3D-модели сборочной единицы в **ЮЗ** изометрии (см. рис. 6.20).

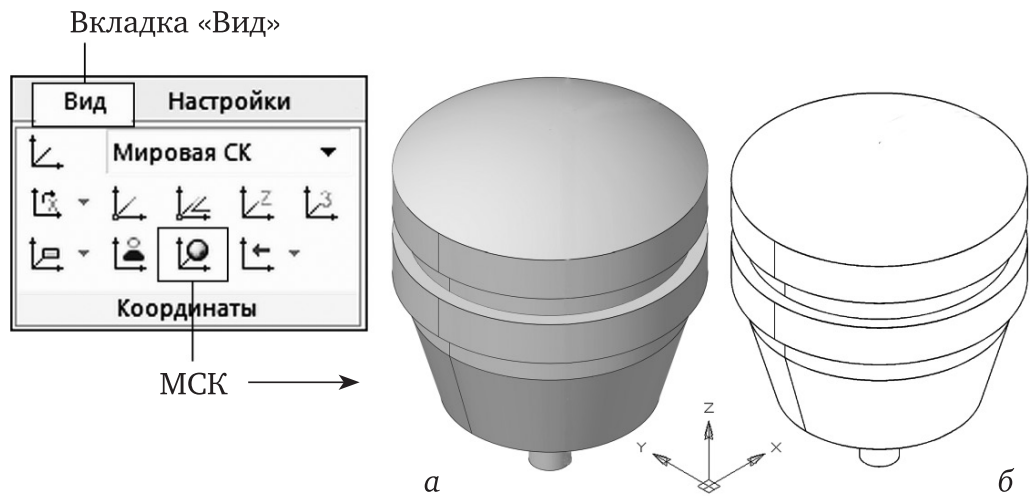


Рис. 6.20. 3D-модель сборочной единицы
(ЮЗ изометрия, пользовательская система координат МСК):
а — визуальный стиль «Точный с показом ребер»;
б — визуальный стиль «3D скрытый»

6. Производят ЛК на вкладке «Вид» с последующим ЛК на иконке знака ПСК Вид (рис. 6.21).

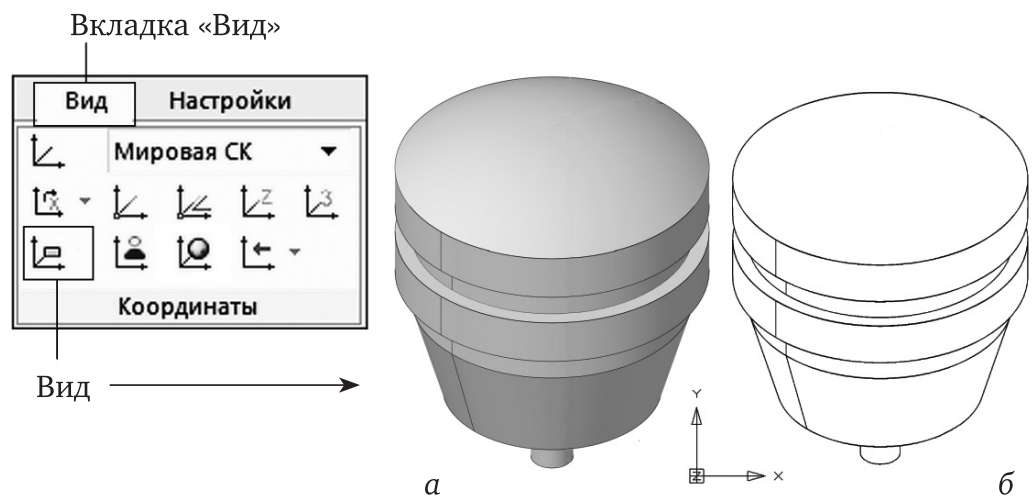


Рис. 6.21. 3D-модель сборочной единицы
(ЮЗ изометрия, пользовательская система координат Вид):
а — визуальный стиль «Точный с показом ребер»;
б — визуальный стиль «3D скрытый»

7. Выделяя изображение 3D-модели обычной или секущей рамкой, производят ЛК на иконке инструмента **Копировать** из группы Буфер обмена на вкладке «Главная» (рис. 6.22).

8. По методике темы 5 (см. п. 5.1) в рабочее окно программы вставляют **формат А3** (рис. 6.23).



Рис. 6.22. Инструмент Копировать из группы «Буфер обмена»

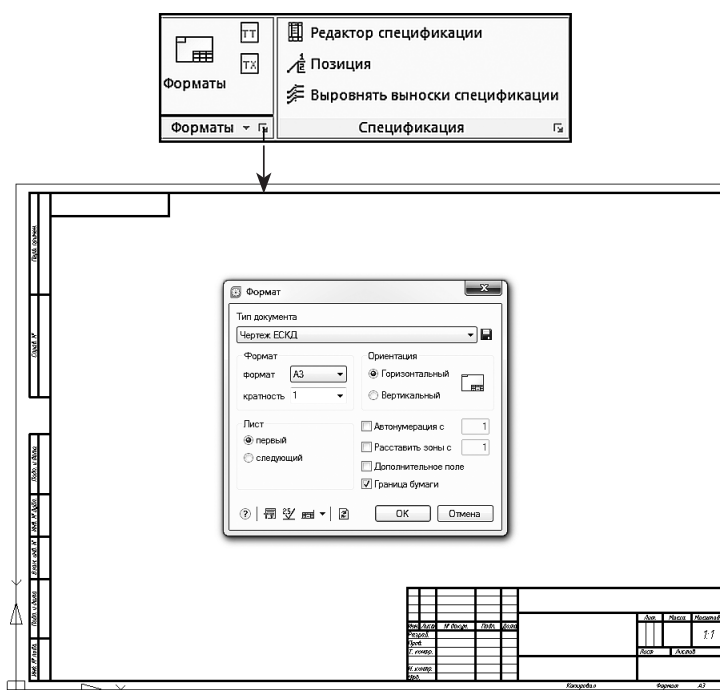


Рис. 6.23. Вставка формата A3 в рабочее окно программы

9. ЛК на вкладке «Главная» — ЛК на иконке списка **Вставить** из группы Буфер обмена — ЛК на выпадающем списке «Вставить как блок» (рис. 6.24). Вставленное из буфера обмена изображение (п. 7) перемещением курсора мыши размещают внутри формата A3, ЛК фиксируют его положение и завершают вставку нажатием клавиши Esc (рис. 6.25).

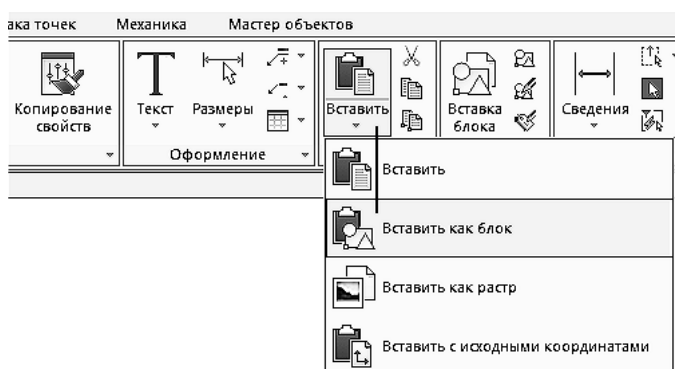
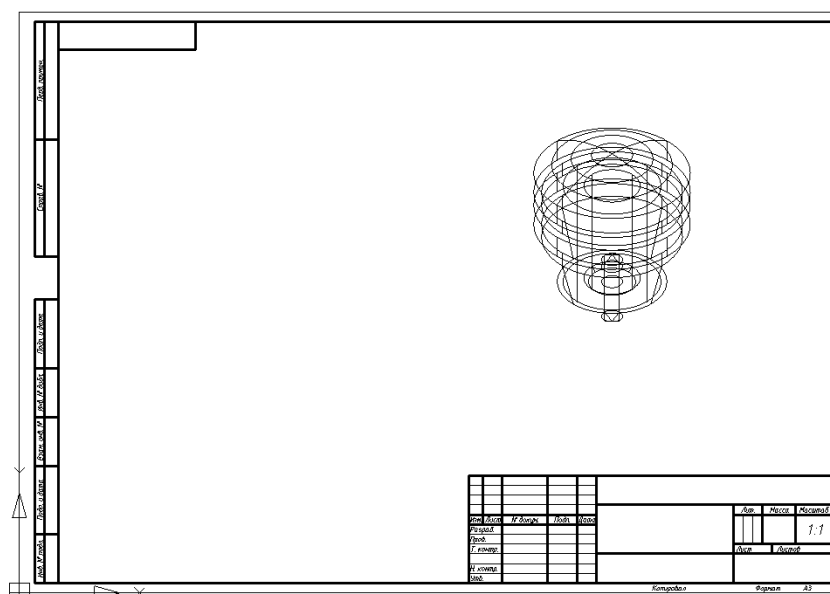


Рис. 6.24. Инструмент Вставить из группы «Буфер обмена» и выпадающим списком «Вставить как блок»



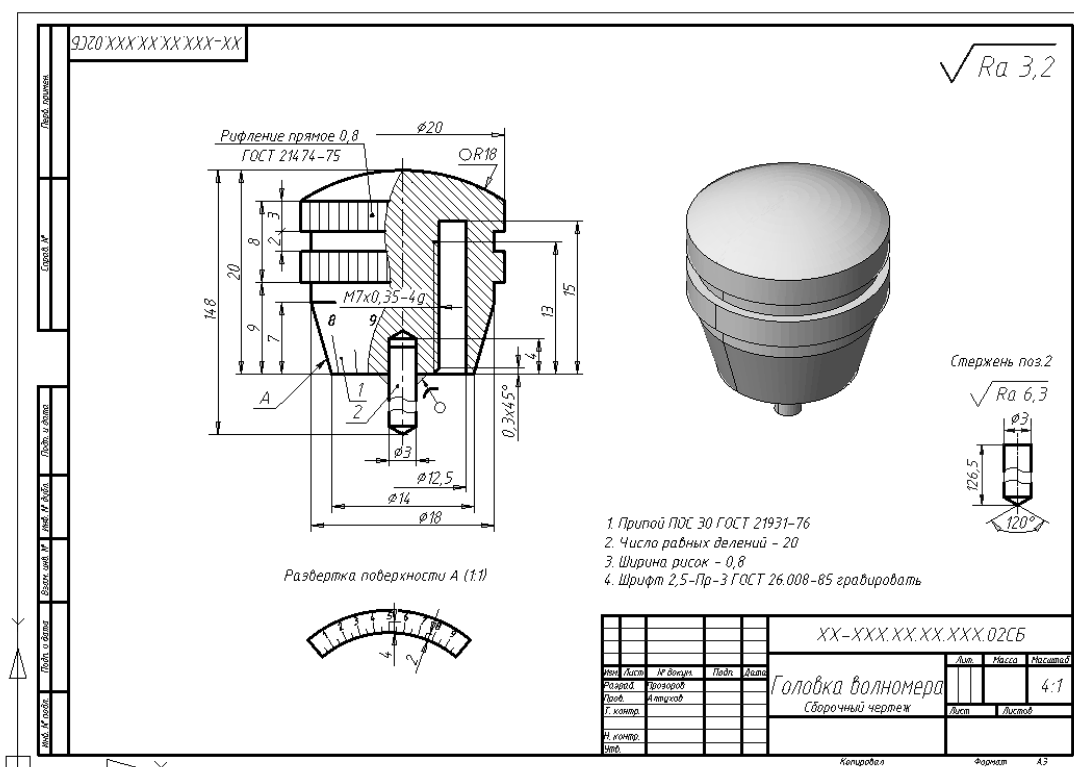


Рис. 6.27. Использование для изображения 3D-модели сборочной единицы визуального стиля «Точный с показом ребер»

Рекомендация 1. При наличии готового чертежа сборочной единицы (см. рис. 6.16) вставку его изображений на любой формат, в том числе и на А3 (см. рис. 6.23), осуществляют с использованием операций буфера обмена (см. рис. 6.22).

Рекомендация 2. При необходимости визуальный стиль объектов (см. рис. 3.28) на чертеже изменяют с учетом специфики и особенностей программы. Например, после изменения визуального стиля «2D каркас» (см. рис. 6.26) на визуальный стиль «Точный с показом ребер» (см. рис. 6.27) на изображениях знаков шероховатости поверхности, номеров позиций деталей и на видах появляются прямоугольники серого цвета, которые видны и после распечатки чертежей. Поэтому перед выводом чертежей на печать выполняют следующее:

- 1) **ЛК** выбирают необходимый объект с серым прямоугольником;
- 2) используя команду **Разбивка** (см. рис. 3.15), производят разбивку объекта на составные части;
- 3) выбирая **ЛК** контур прямоугольника серого цвета, осуществляют удаление прямоугольника, например, нажатием на клавиатуре клавиши **Delete** (см. рис. 6.27).

Вариант № 2

1. В качестве основы для создания аксонометрической проекции 3D-модели сборочной единицы используют построенный ранее ортогональный вид — Вид сверху (рис. 6.28).



Рис. 6.28. 3D-модель сборочной единицы из отдельных деталей
(вид сверху, визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

2. Используя выделение объектов простой или секущей рамкой и последующую логическую операцию **Объединение** (см. рис. 3.23), осуществляют их объединение (рис. 6.29).

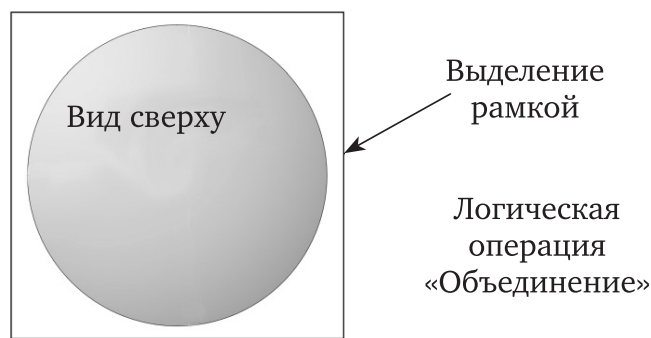


Рис. 6.29. 3D-модель сборочной единицы после операции «Объединение»
(вид сверху, визуальный стиль «Точный с показом ребер»)

3. Используя методику темы 4 (см. рис. 4.1, 4.2), на основе изображения вида сверху 3D-модели сборочной единицы (см. рис. 6.29) создают изображения 2D-видов сборочной единицы и ее аксонометрическую проекцию (рис. 6.30).

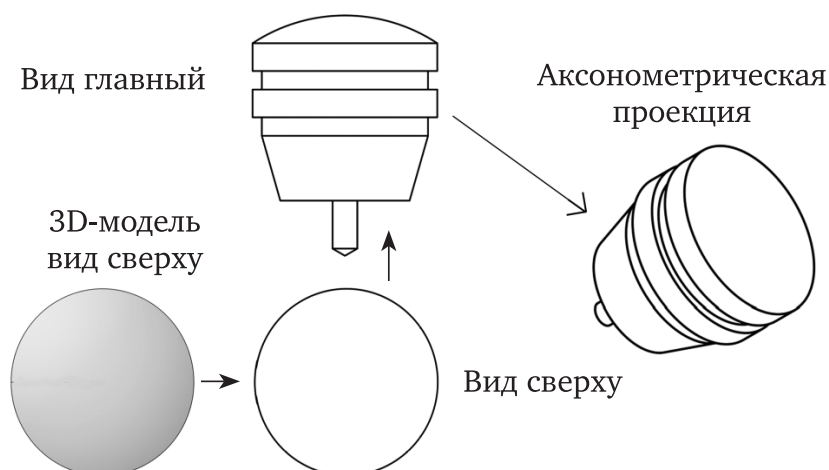


Рис. 6.30. Схема создания 2D-видов
и аксонометрической проекции сборочной единицы

4. Выделяя все изображения обычной или секущей **рамкой** и используя команду **Разбивка** (см. рис. 3.15), производят **разбивку** всех изображений и любым способом **удаляют** изображение вид сверху 3D-модели (рис. 6.31).

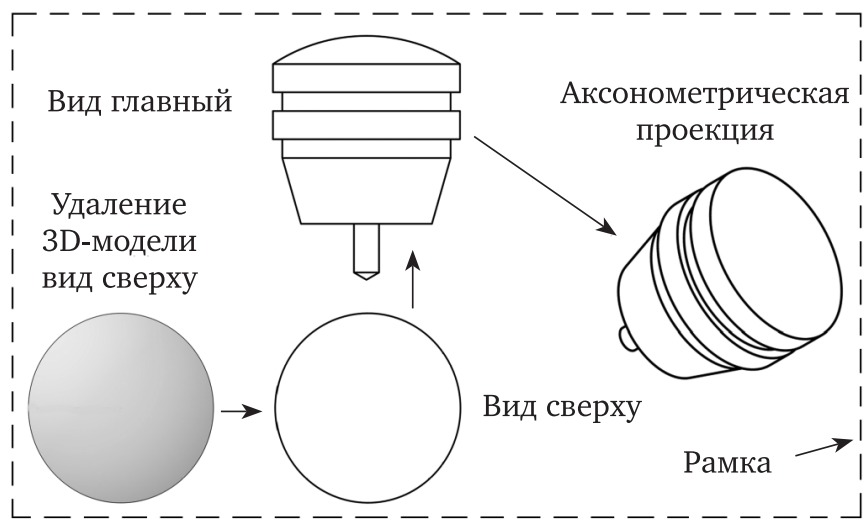


Рис. 6.31. Выделение изображений объектов рамкой. Разбивка объектов командой Разбивка. Удаление изображения вид сверху 3D-модели

5. По методике темы 5 (см. п. 5.1) на изображения 2D-модели сборочной единицы вставляют формат А3 (рис. 6.32).

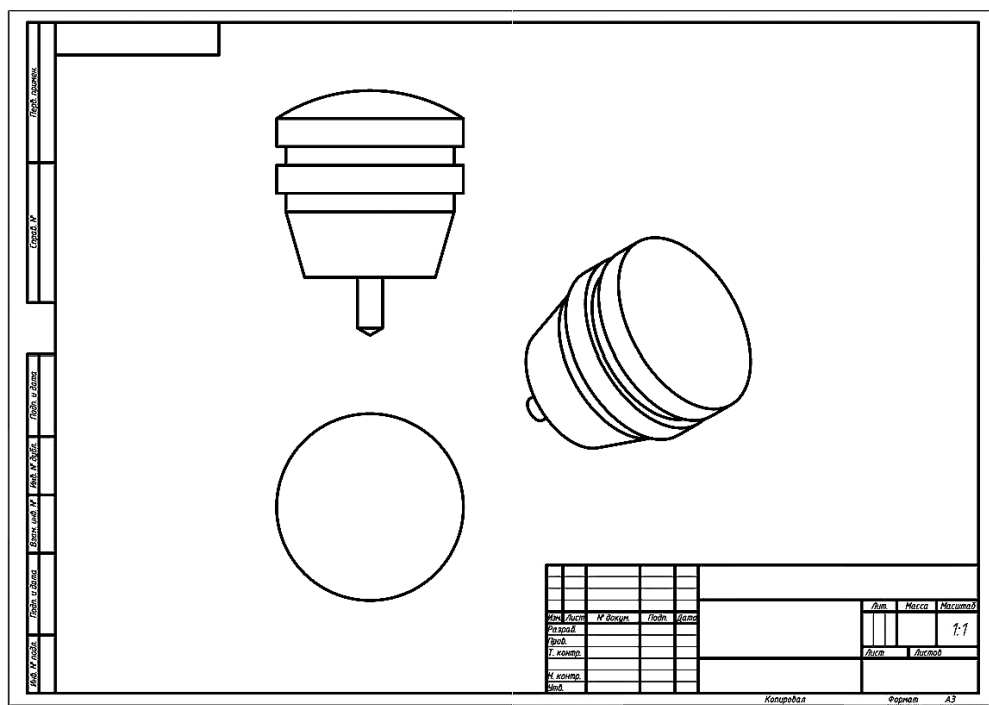


Рис. 6.32. Вставка формата А3 на изображения сборочной единицы

6. В дальнейшем производят доработку чертежа: компоновку изображений, организацию местного разреза на стержне, простановку размеров, заполнение основной надписи и т. д.

Вариант № 3

Выделяя аксонометрической изображение сборочной единицы (см. рис. 6.31) простой или секущей **рамкой**, и, используя операции с буфером обмена (см. рис. 6.22 и 6.24), осуществляют вставку ее изображения (рис. 6.33) на поле ранее созданного чертежа формата А3 (например, см. рис. 6.26).

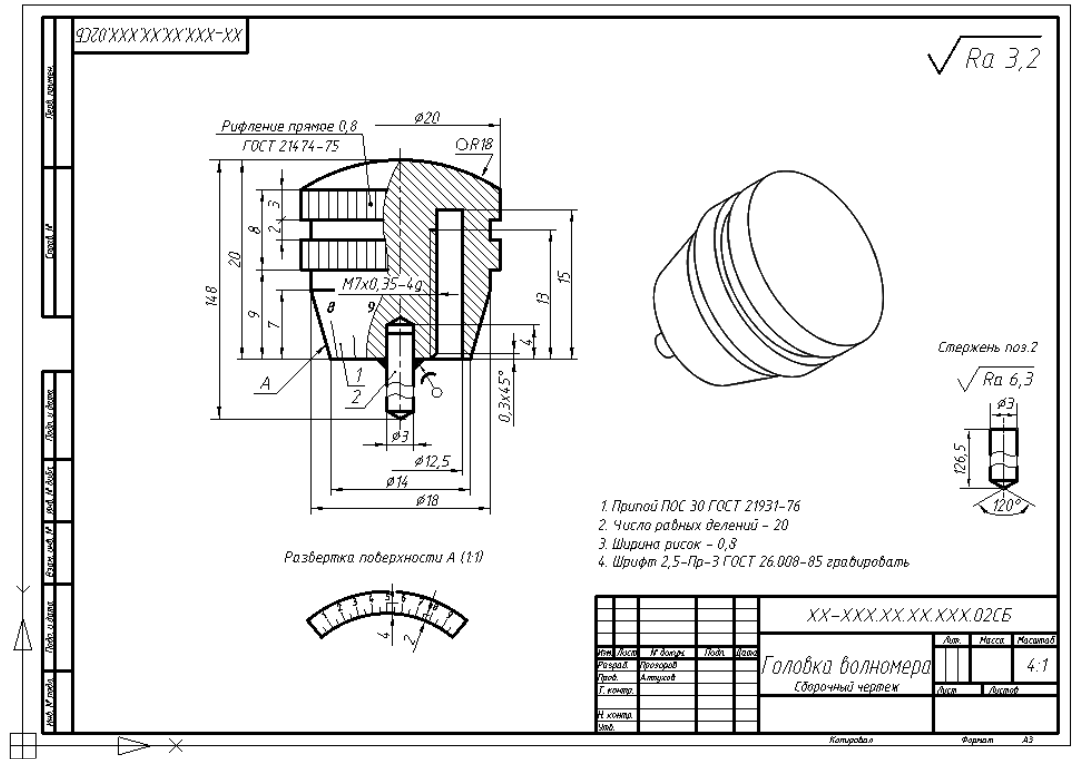


Рис. 6.33. Вставка изображения сборочной единицы на поле чертежа

Вариант № 4

За основу берут построенную ранее 3D-модель сборочной единицы «Головка волномера» (см. рис. 6.20) и создают в ней четвертной вырез.

Последовательность построения выреза в ЮЗ изометрии следующая:

- 1) открывают 3D-модель сборочной единицы «Головка волномера» в ЮЗ изометрии. Задают визуальный стиль, например, «3D скрытый» (рис. 6.34, а) — *этап 1*;
- 2) используя средство объектной привязки **Центр** (клавиши F3), на новом слое «Контур» (см. рис. 3.1) вычерчивают 3D-примитив Ящик (см. рис. 3.3), начиная с верхней плоскости 3D-модели сборочной единицы и по размерам большим, чем сама 3D-модель (рис. 6.34, б) — *этап 2*;
- 3) используя логическую операцию **Вычитание** (см. рис. 3.3 или 3.23), осуществляют вычитание 3D-примитива Ящик из 3D-модели сборочной единицы (рис. 6.35) — *этап 3*;

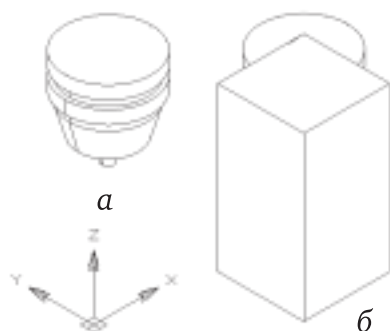


Рис. 6.34. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели сборочной единицы:
а — этап 1; б — этап 2



Рис. 6.35. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели сборочной единицы, этап 3

4) используя возможности изменения положения ПСК (см. рис. 3.20), переводят ПСК из ЮЗ изометрии в ПСК Вид (рис. 6.36, а) — этап 4;

5) ЛК на иконке команды **2D Вид** (см. рис. 4.1) — ЛК на контуре ЮЗ изометрия 3D-модели сборочной единицы (см. рис. 6.36, а) — перемещая курсор мыши вправо, ЛК фиксируют положение **2D-вида** сборочной единицы с четвертным вырезом в ЮЗ изометрии (рис. 6.36, б) — завершают работу нажатием клавиши **Esc** — этап 5;

6) используя команду **Разбивка** (см. рис. 3.15), осуществляют разбивку 2D-вида сборочной единицы на части (см. рис. 6.36, б) — этап 6;

7) применяя команду **Штриховка** (см. рис. 5.39), осуществляют штриховку частей сборочной единицы в плоскости **xz** (с левой стороны), заменяя в диалоговом окне **Штриховка** (рис. 5.40) значение угла ее наклона «0°» на новое значение, равное «15°», а в плоскости **yz** (с правой стороны) — на новое значение, равное «75°» [2] (см. рис. 6.37, а) — этап 7;

8) используя команды **Отрезок** (см. рис. 3.14), **Удлинение** и **Обрезка** (см. рис. 3.15), средство объектной привязки **Ближай-**

шая (клавиша **F3**) и режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**), осуществляют условное изображение резьбы на плоскостях разреза сплошными прямыми тонкими линиями, а границу резьбы — сплошной контурной линией [2] (см. рис. 6.37, б) — этап 8;

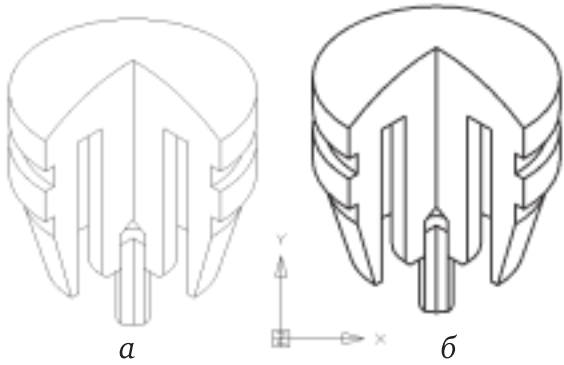


Рис. 6.36. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели сборочной единицы:
а — этап 5; б — этап 6

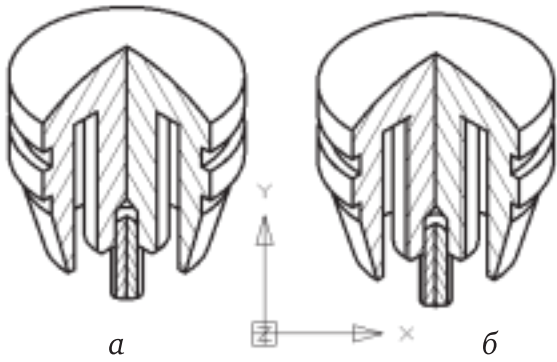


Рис. 6.37. Построение выреза в ЮЗ изометрии 3D-модели сборочной единицы:
а — этап 7; б — этап 8

9) выделяя аксонометрической изображение сборочной единицы (см. рис. 6.37, б) простой или секущей **рамкой** и используя операции с буфером обмена (см. рис. 6.22 и 6.24), осуществляют вставку ее изображения (рис. 6.38) на поле ранее созданного чертежа формата А3 (см., например, рис. 6.26).

Примечание. Представленные выше способы создания и компоновки чертежей могут быть использованы как для любых сборочных единиц, так и для любых отдельных деталей.

После создания 2D-чертежей их выводят на печать.
Вывод чертежей на печать осуществляют одним из способов:
1) из пространства Модели;
2) комбинированным способом «пространство Модели — пространство Листа».

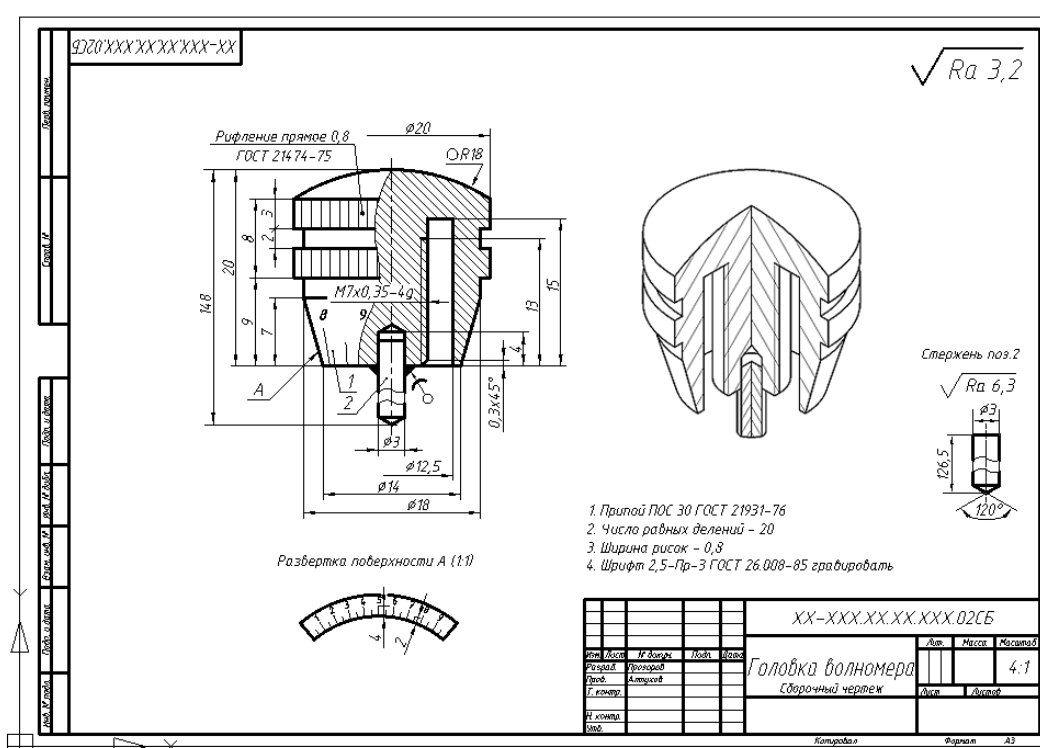


Рис. 6.38. Вставка изображения сборочной единицы на поле чертежа

6.5. Вывод чертежа и спецификации сборочной единицы на печать

В программе nanoCAD Механика 20.1 существует два режима выполнения чертежей и вывода их на печать:

- 1) пространство **Модели** — трехмерное пространство для создания моделей объекта, которому соответствует вкладка Модель, а пиктограмма ПСК имеет вид осей координат (рис. 6.39, а);
- 2) пространство **Листа** — плоскость листа бумаги для вывода чертежей на печать, которой соответствуют вкладки А4, А3, А2, А1 и А0, а пиктограмма ПСК имеет вид треугольника (рис. 6.39, б).

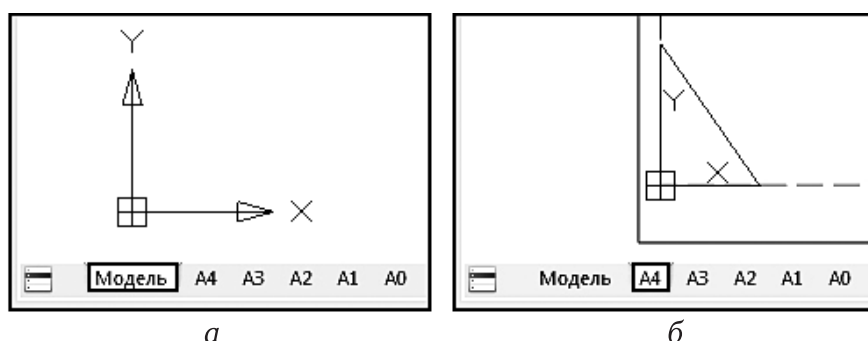


Рис. 6.39. Строка вкладок чертежа с пиктограммами ПСК:
а — в пространстве Модели; б — в пространстве Листа

Наличие **двух пространств** определяет и **два способа** выполнения, компоновки и вывода чертежей на печать [7, 12—14, 17].

6.5.1. Способ № 1. Вывод чертежа и спецификации на печать из пространства Модели

Данный способ применяют для работы как с простыми чертежами, выполняемыми, как правило, в масштабе 1 : 1, так и со сложными чертежами (см., например, рис. 5.49 и 5.59). При их компоновке, для увеличения участков объектов, отличающиеся масштабом от основного масштаба в основной надписи чертежа, **используют выносные виды** (см. п. 5.8) и **разрезы** (см. п. 5.6) [12—14].

Реализация способа. Учитывая простую геометрическую форму сборочной единицы «Головка волномера» (см. рис. 6.16), вывод на печать самого чертежа и спецификации производят из пространства **Модели**:

- 1) открывают чертеж сборочной единицы (см. рис. 6.16);
- 2) **ЛК** на кнопке **Печать** панели быстрого доступа (рис. 6.40) или **ЛК** на кнопке символа программы (рис. 6.41) и далее **ЛК** на строке выпадающего меню **Печать** (см. рис. 6.41) или **ЛК** на вкладке «Вывод» и далее **ЛК** на иконке команды **Печать** из группы Печать (рис. 6.42) — открывается диалоговое окно **Печать — Model** (рис. 6.43);

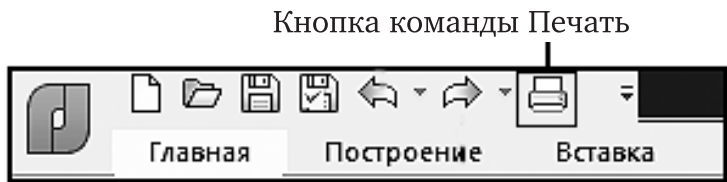


Рис. 6.40. Общая схема выбора иконки команды Печать

Кнопка символа программы



Рис. 6.41. Общая схема выбора иконки команды Печать



Рис. 6.42. Общая схема выбора иконки команды Печать

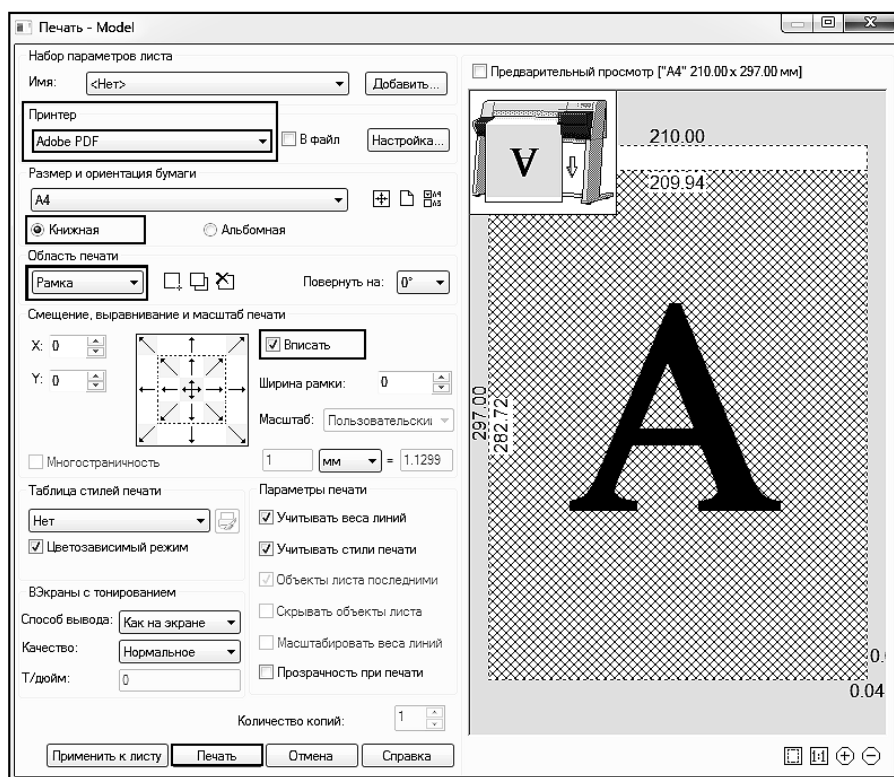


Рис. 6.43. Диалоговое окно Печать — Model

3) ЛК в диалоговом окне (см. рис. 6.43) выбирают печатающее устройство и устанавливают основные параметры печати: а) в качестве принтера выбирают, например, принтер **Adobe PDF**; б) устанавливают размер бумаги — формат **A4**; в) устанавливают ориентацию бумаги — **Книжная**; г) устанавливают выбор области печати — **Рамка**; д) устанавливают способ выравнивания изображения — **Вписать**;

4) вывод на печать осуществляют ЛК на кнопке **Печать** (см. рис. 6.43);

5) открывают чертеж спецификации (см. рис. 6.17) и при выводе на печать повторяют приведенные выше действия.

6.5.2. Способ № 2. Вывод чертежа на печать комбинированным способом «пространство Модели — пространство Листа»

Данный способ применяют, как правило, для работы со сложными чертежами. Последовательность работы с ним в кратком виде следующая.

Первоначально чертеж **выполняют** в пространстве **Модели**, проставляют размеры и наносят штриховку. Дальнейшую компоновку чертежа осуществляют в пространстве **Листа**, переход в которое производят **ЛК** на строке вкладок (рис. 6.44). Затем используют «Диспетчер параметров листов» (рис. 6.45), видовые экраны и т. д.

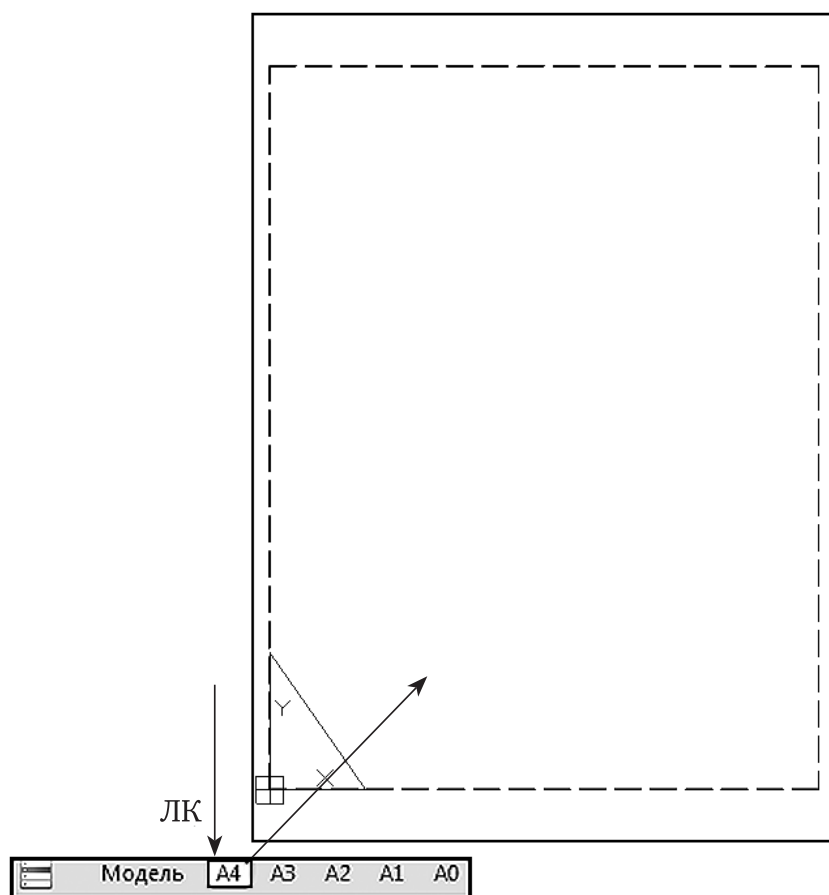


Рис. 6.44. Пример перехода в пространство Листа с выбором формата A4

Вызов видовых экранов осуществляют на заранее созданных и активированных слоях в диалоговом окне **Слои**, например, на слое «Экран» (см. рис. 3.1): 1) **ЛК** на вкладке «Вид» (рис. 6.46) — **ЛК** на иконке инструмента **Границы** из группы Видовые экраны модели (см. рис. 6.46) — **ЛК** на иконке инструмента **Прямоугольный ВЭ** строки выпадающего меню; 2) на запрос в командной строке **ЛК** указывают левый нижний угол видового экрана — перемещают курсор мыши в правый верхний угол и **ЛК** подтверждают выбор — на запрос в командной строке «Введите масштаб:» подтверждают

предложенный масштаб <1, 000000> нажатием клавиши **Enter** — на поле формата **A4** в пространстве **Листа** появляется прямоугольный видовой экран № 1, внутри которого «проявляется» изображение детали с размерами.

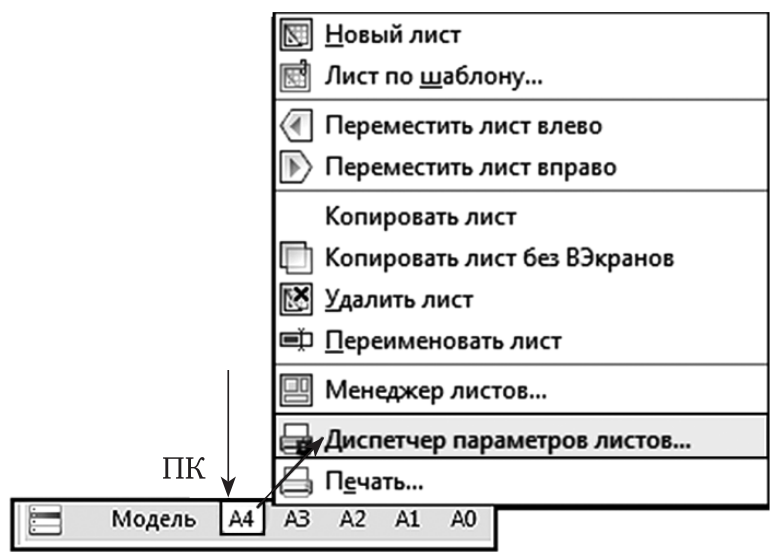


Рис. 6.45. Общая схема выбора контекстного меню с вкладкой «Диспетчер параметров листов»

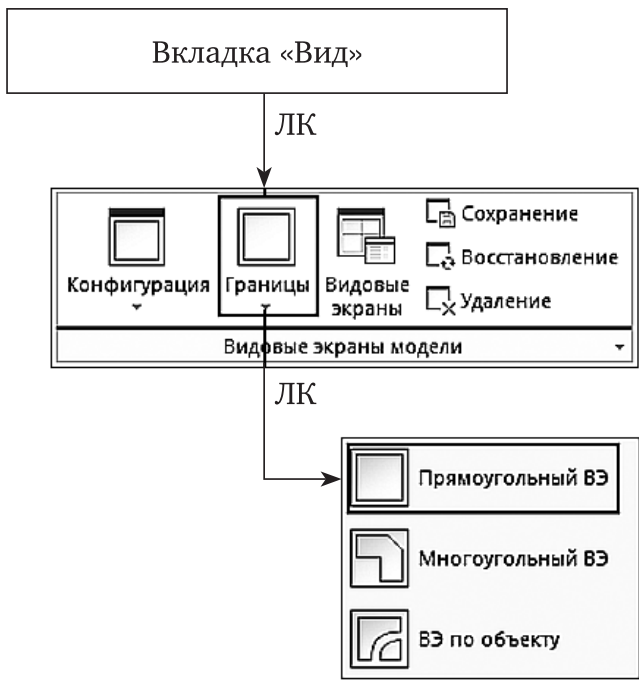


Рис. 6.46. Общая схема выбора иконки инструмента Прямоугольный ВЭ

Важно знать!

Видовые экраны в пространстве **Листа** используют вместо выносных видов (см. п. 5.8) в пространстве **Модели** для увеличения или уменьше-

ния изображения участков объектов, отличающиеся масштабом от основного масштаба в основной надписи чертежа.

Редактирование видовых экранов, расположенными на Листе, и их геометрической формы производят несколькими способами: 1) **ЛК** активируют один из выбранных экранов — экран выделяется прямоугольником синего цвета с ручками по его углам; 2) выделяя **ЛК** одну из ручек и перемещая курсор мыши при включенном ортогональном режиме **ОРТО** (клавиши **F8**), изменяют размеры видового экрана; 3) выделяя **ЛК** контур видового экрана и удерживая нажатой левую кнопку мыши, производят перемещение видового экрана по полю **Листа**; 4) выбранный **ЛК** видовой экран можно копировать, поворачивать и масштабировать командами редактирования для обычных примитивов (см. рис. 3.15).

Работу с видовыми экранами, расположенными на **Листе**, осуществляют следующим образом: 1) сначала активизируют выбранный видовой экран или двойным **ЛК** внутри экрана или **ЛК** на кнопке **Лист** в статусной строке (см. рис. 1.11). Название кнопки **Лист** изменяется на название **Модель**, и в данном видовом экране выполняют действия как в обычном пространстве **Модели**; 2) отмену активации видового экрана осуществляют двойным **ЛК** вне его границ и переходят к следующему видовому экрану.

Примечание. Реализация и поэтапное выполнение примеров на основе способа № 2 далее не рассматривается, так как для различных версий программы nanoCAD приводится в работах [7, 12—14] и в видеоуроках из сети Internet (например, см. рис. 6.47).

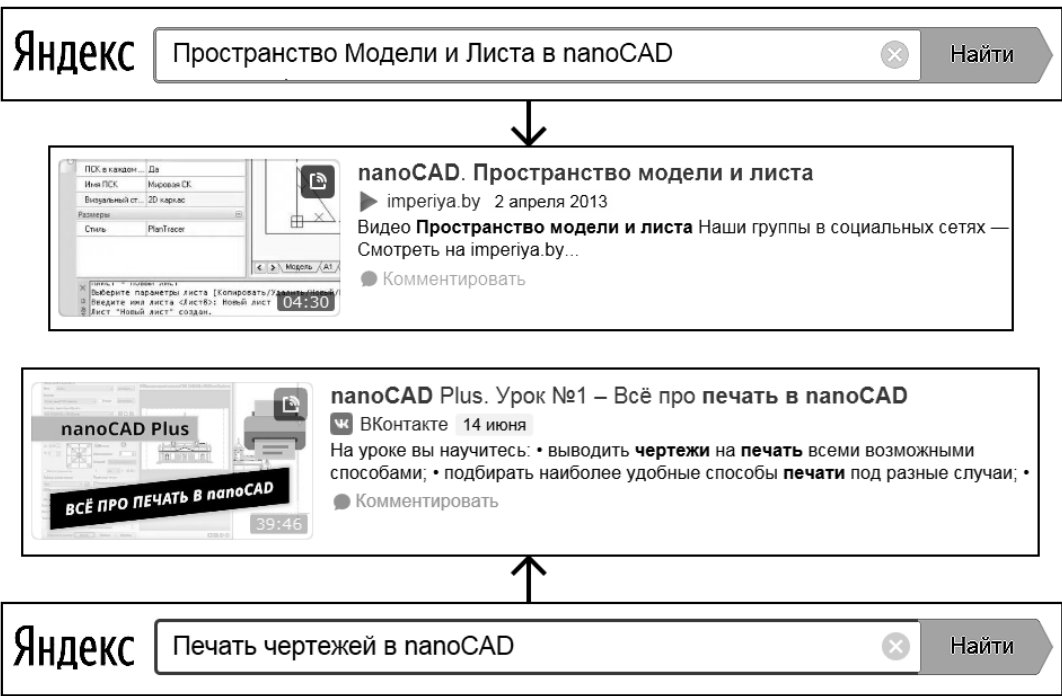


Рис. 6.47. Примеры видеоуроков по работе с пространством Модели и Листа

Рекомендация. Пользователям программы рекомендуется самостоятельно ознакомиться с технологией способа № 2 по работам [7, 12—14], дополнительно просмотреть и изучить видеоуроки, например, по ссылкам, представленным на рис. 6.47.

Примечание. Похожие на способ № 2 методы работы (Листы, раскладки и т. п.) приведены в многочисленных литературных источниках, например, для КОМПАС [15], для AutoCAD [8], для Solid Works [18].

Отмеченный выше способ работы № 2, компоновки и вывода чертежей на печать по технологии «пространство Модели — пространство Листа» обладает большей гибкостью, имеет большие возможности по сравнению со способом № 1, поэтому в настоящее время считается наиболее универсальным.

Тема 7

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ И СРЕДСТВА ПРОГРАММЫ

Ниже рассматривается ряд режимов и средства программы, являющихся полезными дополнениями при выполнении чертежей деталей.

7.1. Проверка и исправление ошибок в текстовых надписях на чертежах

Функциональная панель Проверка орфографии предназначена для реализации **новых возможностей программы** — проверки и исправления ошибок в текстовых надписях на чертежах.

Открытие функциональной панели Проверка орфографии производят ЛК на иконке команды Проверка орфографии из группы Текст на вкладке «Оформление» (рис. 7.1).

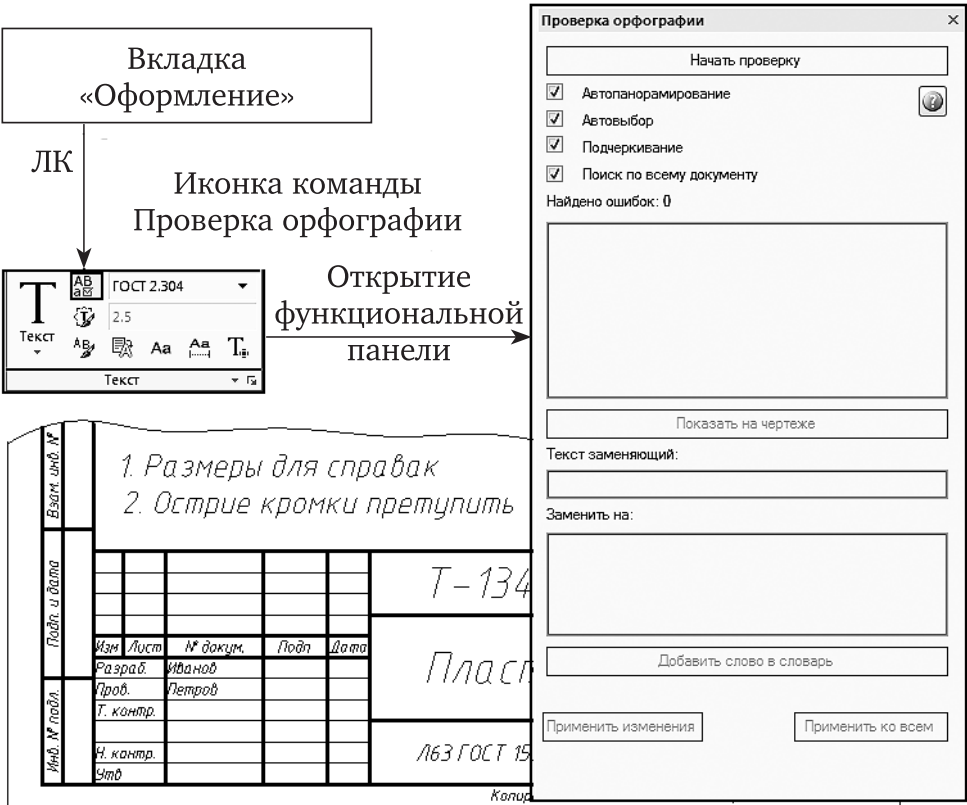


Рис. 7.1. Схема открытия функциональной панели Проверка орфографии

Проверка и исправление ошибок в текстовых надписях (рис. 7.2 и 7.3):

- 1) ЛК на кнопке **Начать проверку**;
- 2) в окне панели **Проверка орфографии** выделяют текст с ошибкой;
- 3) выбирают строку с правильным вариантом замены из списка «Заменить на:»;
- 4) при отсутствии нужного варианта замены, в поле раздела «Текст заменяющий» вводят текст вручную;
- 5) если требуется оставить слово без изменений и добавить его к пользовательскому словарю, нажимают кнопку **Добавить слово в словарь**;
- 6) нажимают кнопку **Применить изменения** для замены текста;
- 7) нажимают кнопку **Применить ко всем** для замены всех найденных в чертеже текстов с данной ошибкой.



Рис. 7.2. Пример начала проверки ошибок в текстовых надписях



Рис. 7.3. Пример исправленных ошибок в текстовых надписях

7.2. Проверка внесенных изменений в чертежах

Функциональная панель **Сравнение файлов .dwg** предназначена для реализации **новых возможностей программы** — сравнения в чертежах объектов, которые были: 1) изменены; 2) добавлены; 3) удалены.

Инструмент создает **новый .dwg-файл**, в котором отображает сходные и различные объекты сравниваемых файлов, окрашивая их в разные цвета.

Открытие функциональной панели **Сравнение файлов .dwg** производят **ЛК** на иконке инструмента **Сравнение файлов** из группы **Функциональные панели** на вкладке «Настройки» (рис. 7.4).

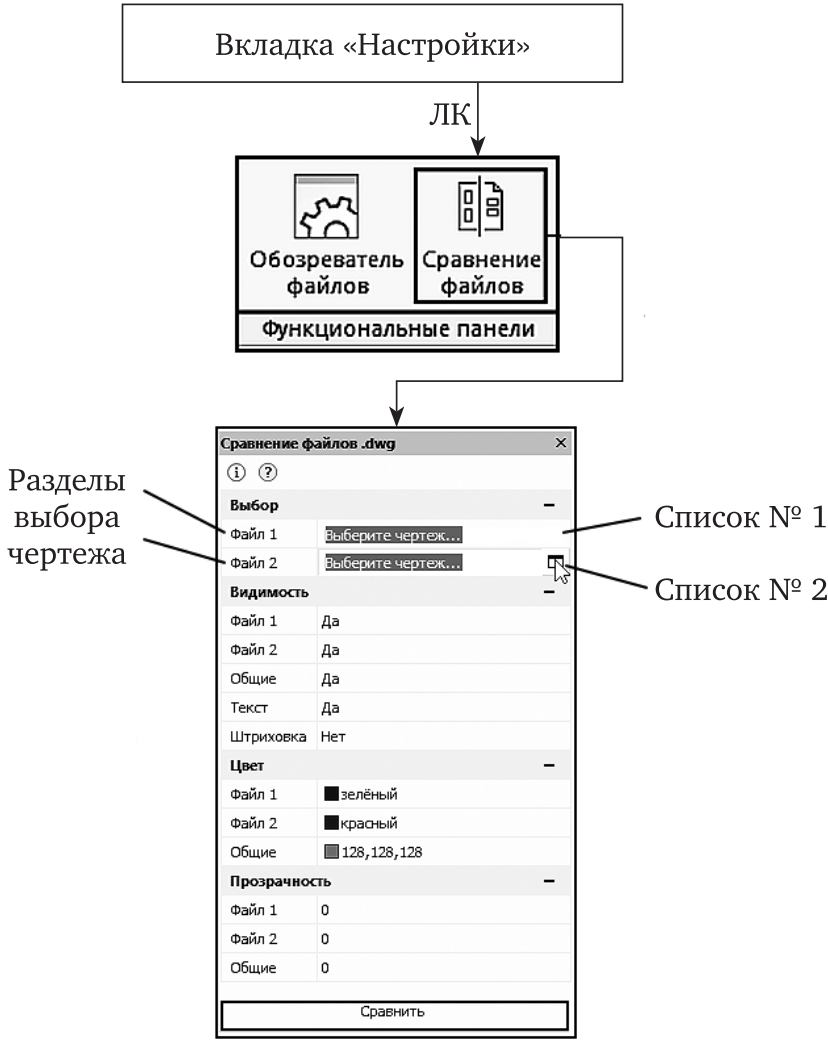


Рис. 7.4. Схема открытия функциональной панели **Сравнение файлов .dwg**

Сравнение файлов двух чертежей (см. рис. 7.4): 1) **ЛК** в раздела «Выберите чертеж» в поле Файл 1; 2) **ЛК** на кнопке раскрывающегося списка; 3) выбирают первый файл чертежа для сравнения; 4) аналогично в поле Файл 2 выбирают второй файл чертежа для сравнения; 5) при необходимости настраивают параметры «Видимость»,

«Цвет» и «Прозрачность» в полях сравниваемых файлов; 6) нажимают кнопку **Сравнить**; 7) на экране открывается новая вкладка документа с названием **Результат сравнения** с именами сравниваемых файлов — визуально различие чертежей будет отображаться с параметрами, заданными в панели **Сравнение файлов .dwg**.

На рис. 7.5 и 7.6 дан пример сравнения файлов чертежей с помощью функциональной панели Сравнение файлов .dwg (см. рис. 7.4).

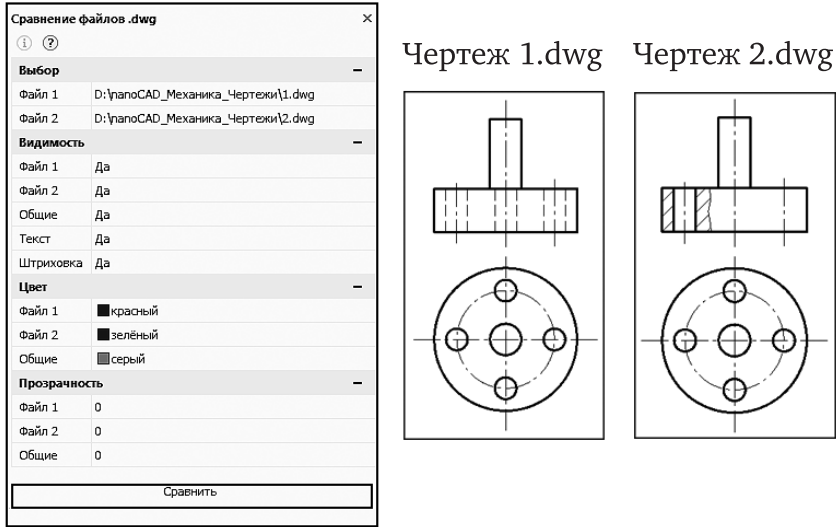


Рис. 7.5. Пример выбора для сравнения файлов чертежей № 1 и № 2

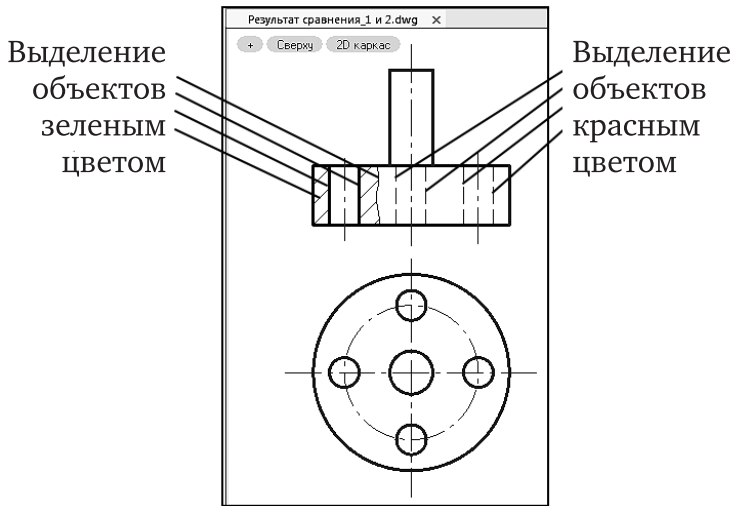


Рис. 7.6. Результат сравнения изменений в файлах чертежей № 1 и № 2

Важно знать!

При использовании функциональной панели **Сравнение файлов .dwg** учитывают ряд ограничений: 1) сравнение работает только в пространстве **Модели**; 2) поддерживаются только файлы формата .dwg; 3) не поддерживаются следующие типы объектов: а) объекты OLE; б) камеры; в) географические данные; г) объекты ГИС из Map 3D; д) подложки (не .dwg); е) изо-

бражения, координационные модели и облака точек; ж) изменения свойств «По блоку» и «По слою» во вложенных блоках.

7.3. Изолирование объектов на чертежах

Команда **Изолировать объекты** предназначена для управления режимом отображения (изоляции) объектов чертежа после их выбора ЛК, простой рамкой, текущей рамкой и т. д.

Команда оставляет видимыми и доступными для редактирования выбранные для изоляции объекты чертежа, скрывая все остальные объекты.

Вариант № 1. Работу с объектами чертежа осуществляют следующим образом: 1) ЛК на вкладке «Вид» (рис. 7.7); 2) ЛК на иконке команды **Изолировать объекты** (см. рис. 7.7); 3) ЛК или другим способом выбирают объект, который должен остаться видимым на чертеже (изолируемый объект); 4) подтверждают выбор клавишей **Enter** — остальные объекты чертежа исчезают; 5) производят доработку оставшегося изображения.

Далее: 1) ЛК на вкладке «Вид» (см. рис. 7.7); 2) ЛК на иконке команды **Отменить изоляцию** (см. рис. 7.7); 3) ЛК на строке выпадающего меню **Отменить изоляцию в текущем листе** (см. рис. 7.7) — все объекты чертежа возвращаются в свое прежнее положение.

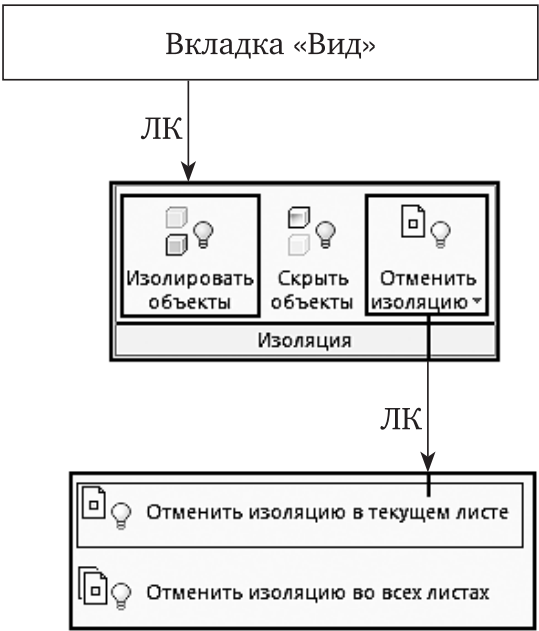


Рис. 7.7. Общая схема выбора команды **Изолировать объекты** и команды **Отменить изоляцию**

На рис. 7.8—7.11, приведены этапы использования команды **Изоляция объектов** и команды **Отменить изоляцию в текущем листе**.

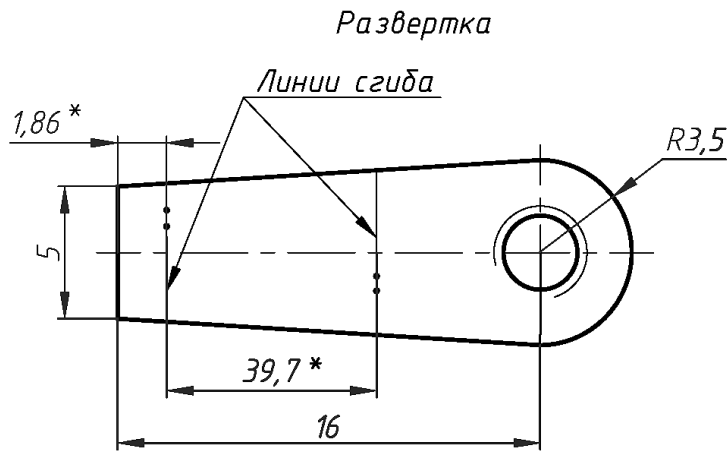


Рис. 7.10. Этап № 3. Доработка оставшихся объектов на чертеже детали «Рычаг»

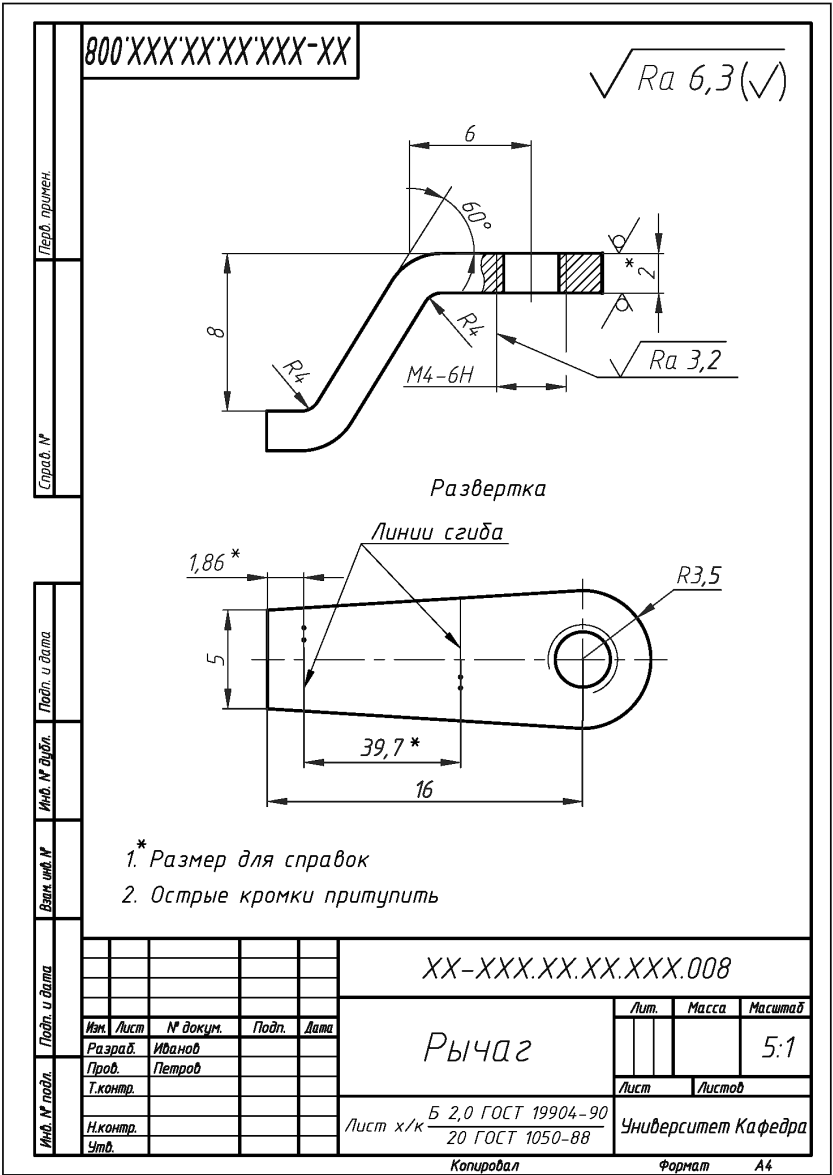
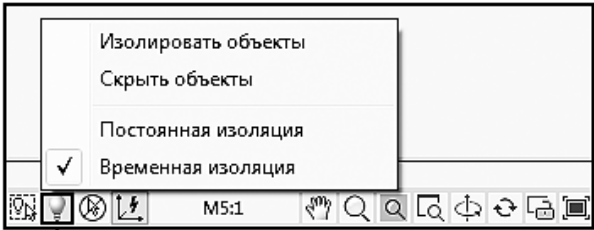


Рис. 7.11. Этап № 4. Чертеж детали «Рычаг» после использования команды Отменить изоляцию в текущем листе

Вариант № 2. Работу с объектами чертежа осуществляют аналогично Варианту № 1, выбирая в строке состояния ЛК кнопку **Изоляция объектов** (рис. 7.12).



Кнопка Изоляция объектов

Рис. 7.12. Схема выбора кнопки **Изоляция объектов** в строке состояния

Более подробную информацию о работе с кнопкой строки состояния **Изоляция объектов** (см. рис. 7.12) находят по выражению «Строка состояния» в справочной системе программы, в диалоговом окне **Управление отображением объектов** (рис. 7.13).

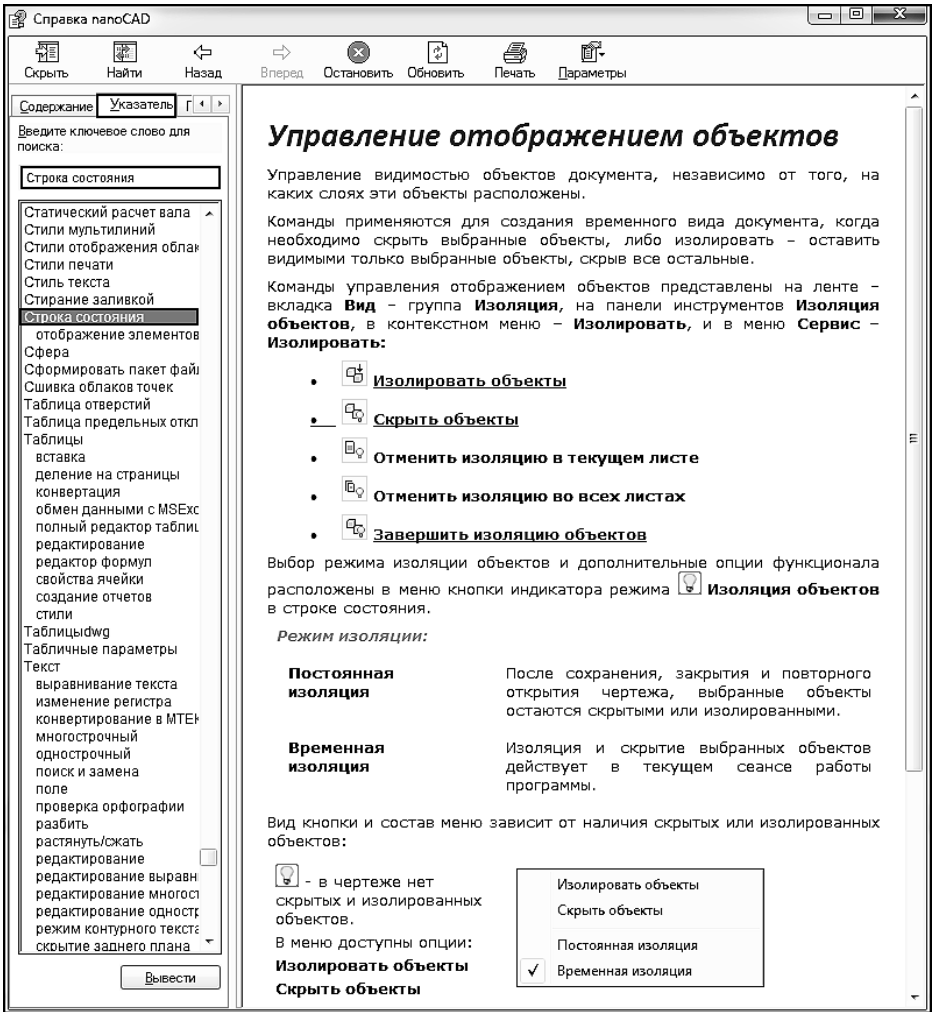


Рис. 7.13. Получения сведений о работе с диалоговым окном **Управление отображением объектов**

7.4. Изменение прозрачности 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий на чертежах

Изменение прозрачности отдельных 3D-моделей деталей повышает наглядность восприятия их геометрической формы, а для 3D-моделей изделий, помимо внешней конфигурации, позволяет дополнительно увидеть и их внутренне устройство.

Для изменения прозрачности используют функциональную панель инструментов «Свойства». Открытие функциональной панели Свойства производят ЛК на иконке инструмента Свойства, или из группы Свойства на вкладке «Главная», или из группы Функциональные панели на вкладке «Настройки» (рис. 7.14).

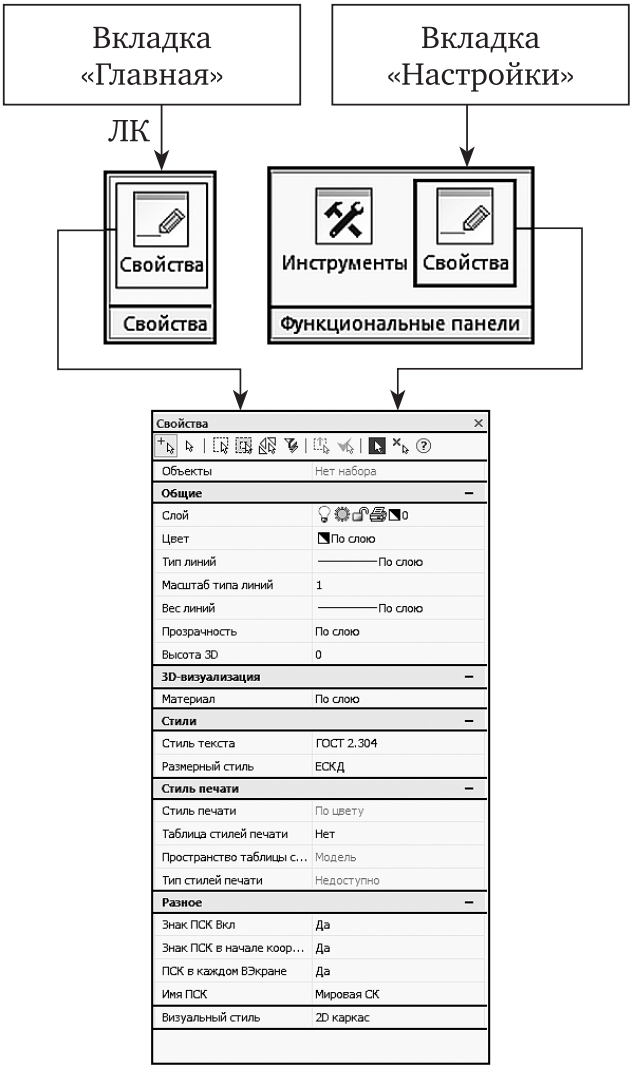


Рис. 7.14. Общая схема выбора функциональной панели Свойства

Для изменения прозрачности отдельных 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий первоначально производят их визуализацию, выбирая ЛК, например, визуальный стиль «Точный с показом ребер» (см. рис. 3.28).

В дальнейшем (для 3D-моделей деталей) осуществляют следующие действия: 1) ЛК выбирают необходимую 3D-модель детали — первоначальный вид функциональной панели «Свойства» (рис. 7.15, а) изменяется (рис. 7.15, б); 2) ЛК в строке «Прозрачность» (рис. 7.16); 3) ЛК на стрелке с правой стороны столбца; 4) ЛК в раскрывающемся списке выбирают значение прозрачности, задаваемой в **процентах** (см. рис. 7.16); 5) для подтверждения нажимают клавишу **Enter**, а для снятия выделения с объектов — клавишу **Esc**.

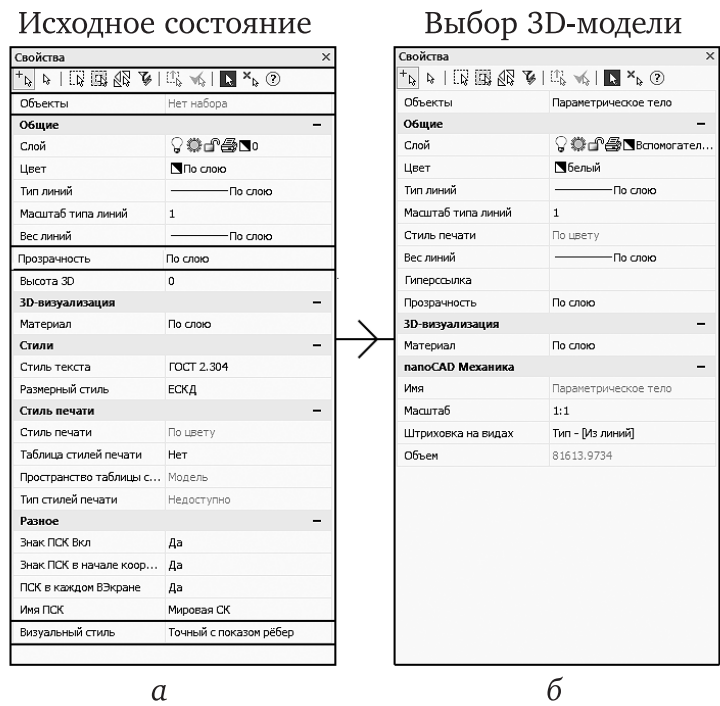


Рис. 7.15. Пример изменения вида функциональной панели «Свойства»

Выбор 3D-моделей изделий осуществляют обычной или текущей рамкой. Далее повторяют действия, приведенные выше. Пример — рис. 7.17.

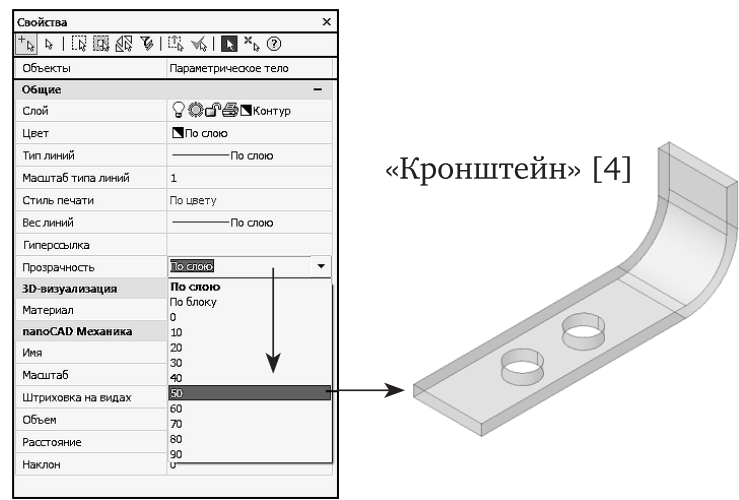


Рис. 7.16. Пример изменения прозрачности 3D-модели детали «Кронштейн»

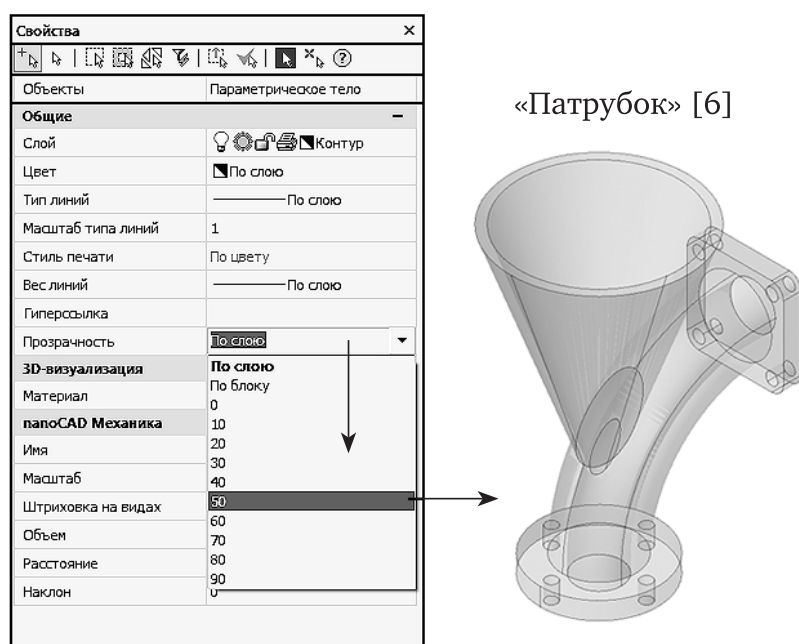


Рис. 7.17. Пример изменения прозрачности 3D-модели изделия «Патрубок»

На рис. 7.18 приведены примеры 3D-объектов с измененной прозрачностью при использовании функциональной панели «Свойства».

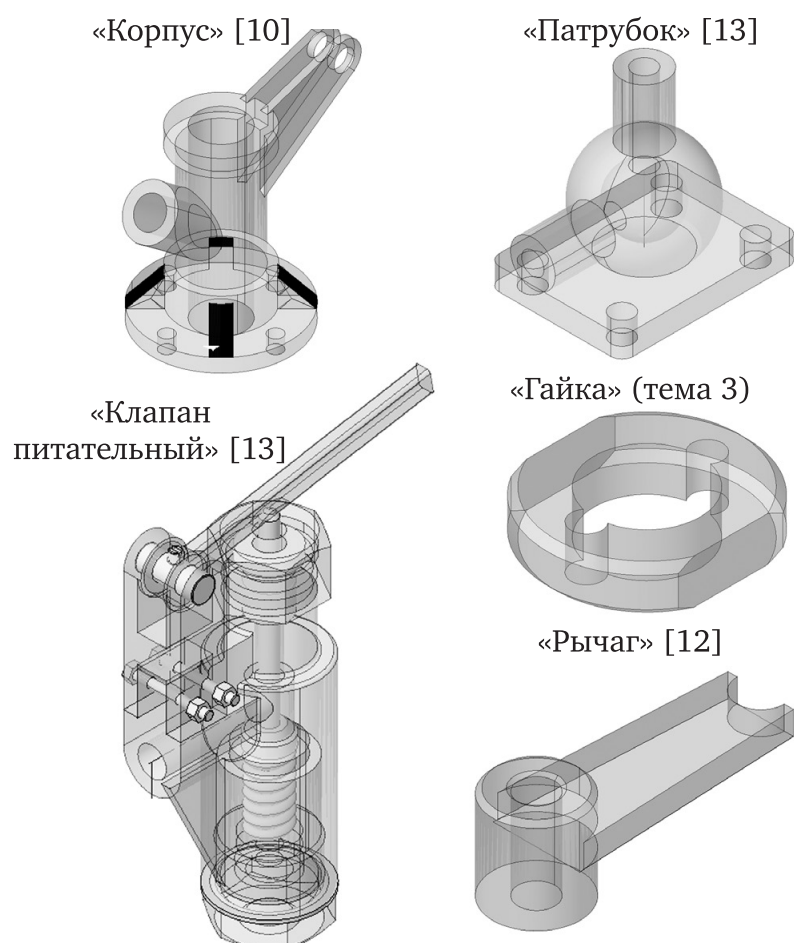


Рис. 7.18. Примеры 3D-объектов с измененной прозрачностью

Более подробную информацию о работе с функциональной панелью «Свойства» (см. рис. 7.14) находят по выражению «Функциональная панель Свойства» в справочной системе программы, в диалоговом окне **Функциональная панель «Свойства»** (рис. 7.19).

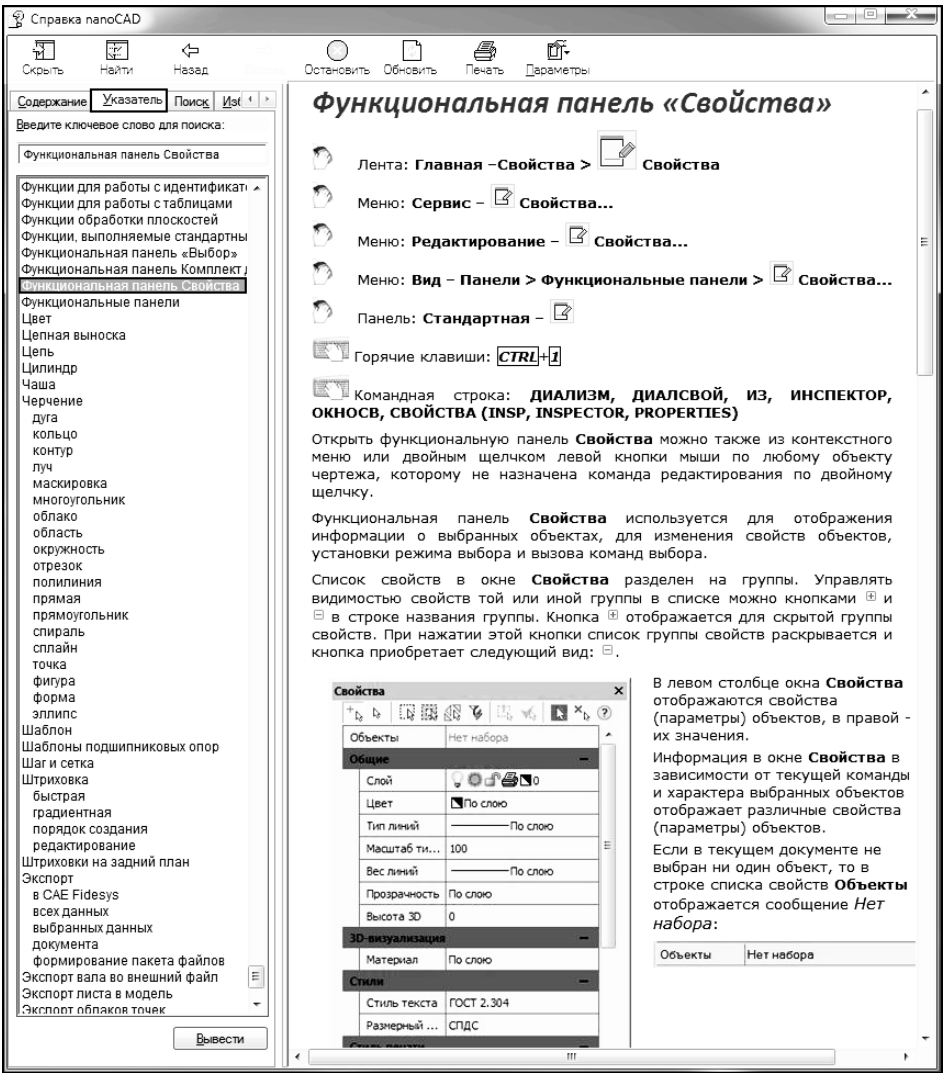


Рис. 7.19. Получения сведений о работе с функциональной панелью «Свойства»

В верхней части функциональной панели «Свойства» (см. рис. 7.14) расположены кнопки режимов и команд выбора объектов (рис. 7.20).



Рис. 7.20. Кнопки режимов и команд выбора объектов

Дополнительную информацию об описании режимов и команд выбора объектов, а также способов выбора объектов находят по выражению «Функциональная панель Свойства» в справочной системе программы, в диалоговом окне **Функциональная панель**

«Свойства» — раздел «Выбор объектов с помощью окна Свойства» (рис. 7.21).

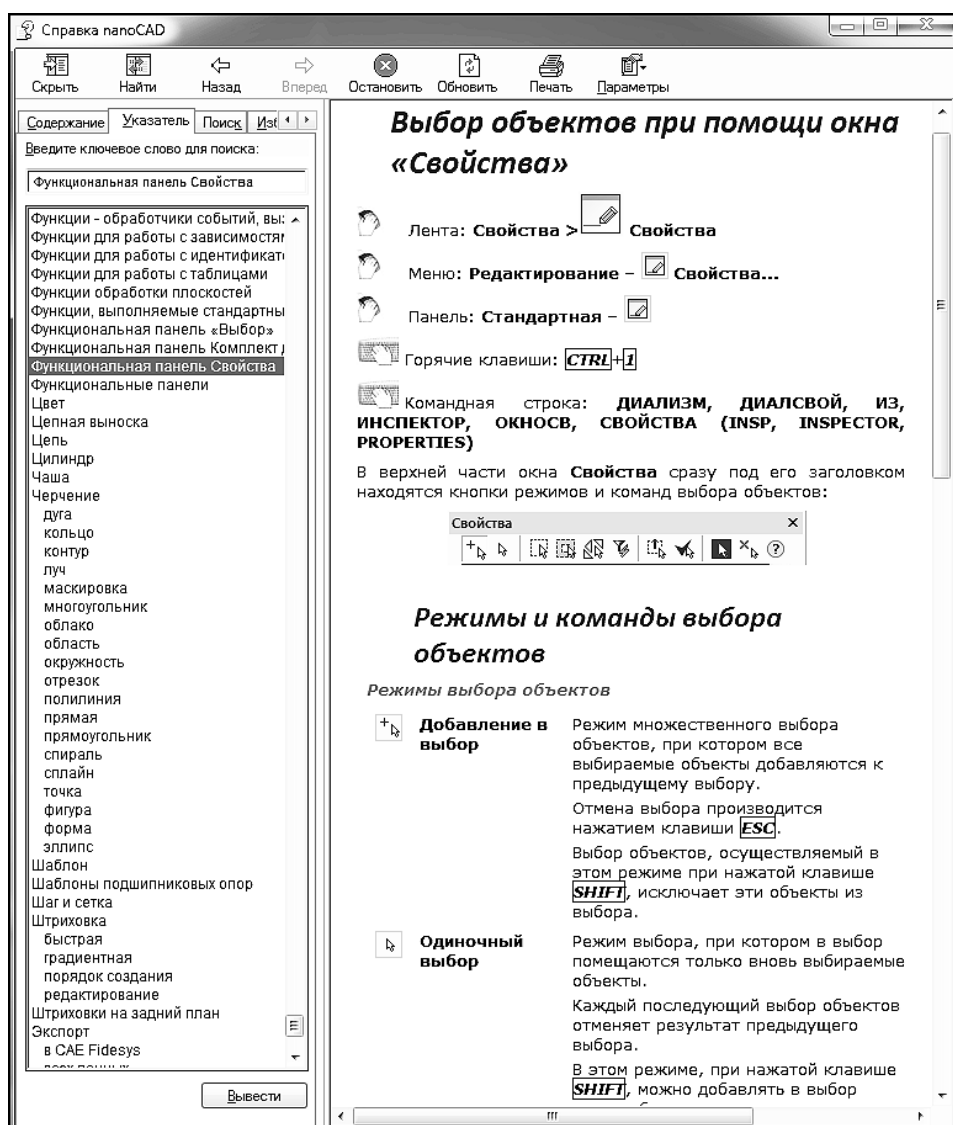


Рис. 7.21. Получения сведений о работе с разделом Выбор объектов с помощью окна «Свойства»

7.5. Автоматизированная вставка спецификаций, встраиваемых в сборочные чертежи изделий

Этап I. Вставка спецификаций, встраиваемых в чертежи. Вставку спецификаций, встраиваемых в сборочные чертежи изделий, осуществляют следующим образом [13]:

- 1) по приведенной выше методике (см. п. 5.1) открывают и вставляют заготовку формата A4;
- 2) ЛК на иконке инструмента **Стандартные** из группы Стандартные на вкладке «Механика» (см. рис. 5.52);

3) ЛК на строке выпадающего меню «Стандартные» (см. рис. 5.52) — открывается функциональная панель **Выбор детали** (см. рис. 5.52);

4) двойной ЛК на папке «Спецификации» менеджера «База элементов» (см. рис. 5.53) — в папке раскрываются разделы;

5) ЛК на списке «Встраиваемая в чертеж» (см. рис. 5.53);

6) ЛК в окне просмотра на иконке Встраиваемая в чертеж (см. рис. 5.53) — на экране появляется заготовка чертежа спецификации, встраиваемой в чертеж, с перекрестьем курсора в ее правом нижнем углу;

7) движением мыши перемещают, а ЛК фиксируют заготовку на любом свободном месте поля чертежа (рис. 7.22).



Рис. 7.22. Пример начальной фиксации заготовки спецификации

Этап II. Добавление недостающего количества строк. В заготовку спецификации (см. рис. 7.22) добавляют вниз необходимое количество строк [13]:

- 1) двойной ЛК на любой текстовой надписи или линии заготовки спецификации (см. рис. 7.22) — поверх заготовки спецификации появляется диалоговое окно **Редактирование таблицы** (рис. 7.23);
- 2) ЛК на строке выпадающих меню «Строки» (см. рис. 7.23);
- 3) ЛК на меню «Добавить строку» (см. рис. 7.23) — в заготовке спецификации появляется добавленная строка;
- 4) действия (см. п. 3) повторяют столько раз, сколько строк должно быть в будущей спецификации;
- 5) ЛК закрывают диалоговое окно **Редактирование таблицы** (см. рис. 7.23) — в заготовке спецификации появляются все добавленные строки;
- 6) используя команду **Перемещение** и средство объектной привязки **Пересечение** (клавиша F3), заготовку спецификации переносят в верхний левый угол или в верхний правый угол основной надписи заготовки формата A4 (рис. 7.24);
- 7) заполнение строк спецификации осуществляют в автоматизированном режиме по приведенной выше методике (см. п. 5.9).

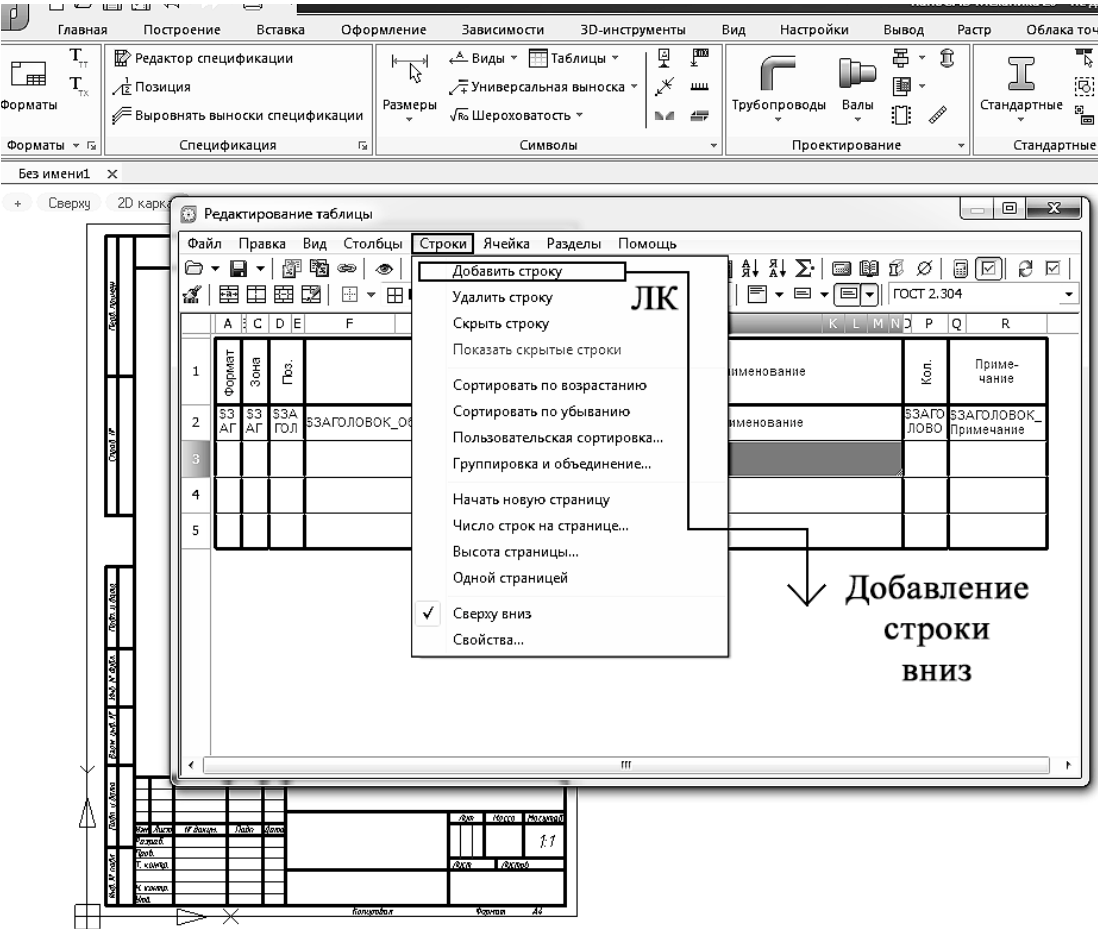


Рис. 7.23. Доступ к меню «Добавить строку»
в заготовку спецификации

В качестве примера, отражающего возможности вставки и заполнения спецификации, встроенной в чертеж, выбран сборочный

Главная Построение Вставка Оформление Зависимости 3D-инструменты

Форматы Редактор спецификации Позиция Выровнять выноски спецификации

Форматы ▼ Спецификация

Размеры Виды ▼ Таблицы ▼ Универсальная выноска ▼ Шероховатость ▼

Символы

Без имени1 X



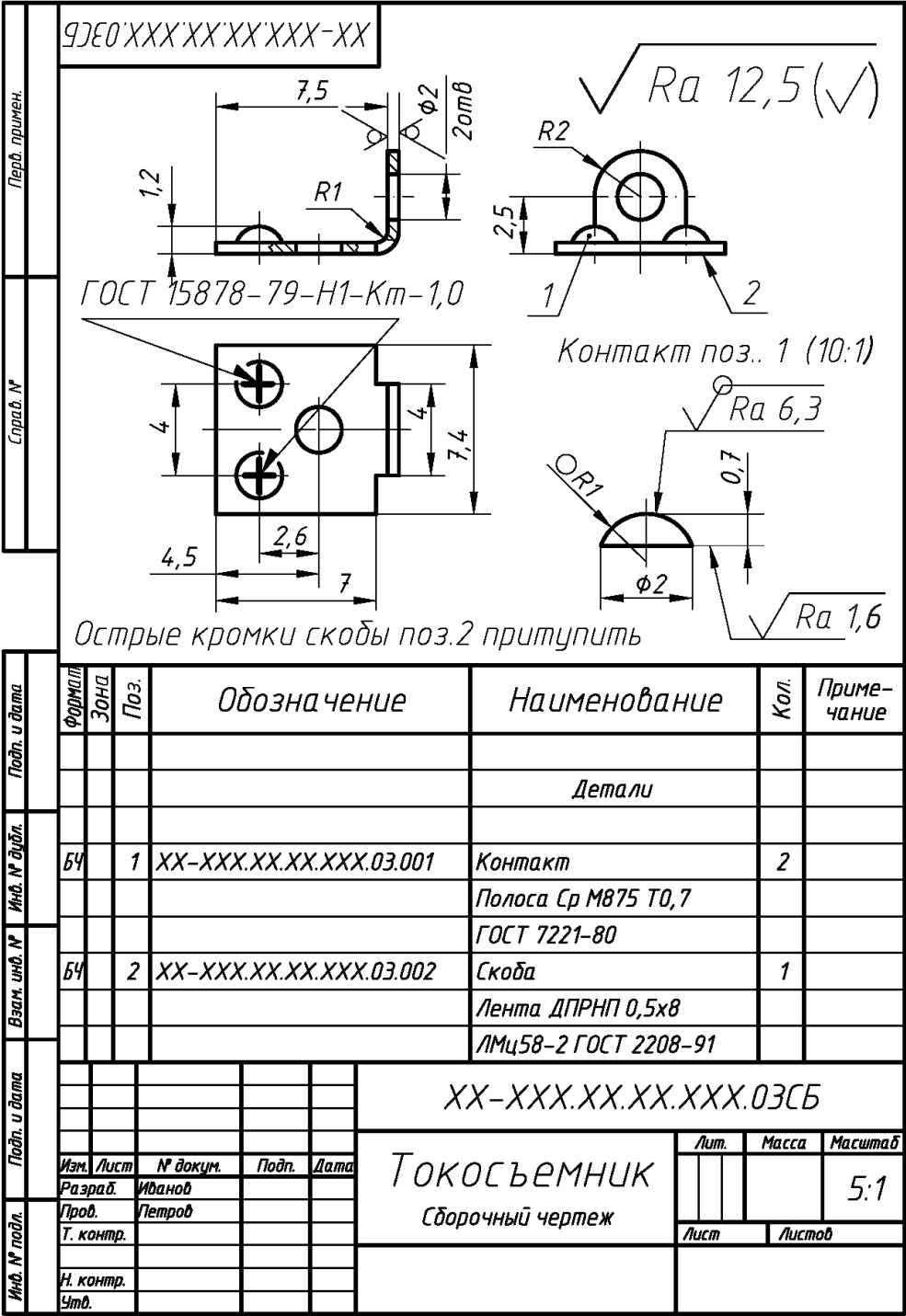


Рис. 7.25. Пример выполнения сборочного чертежа изделия «Токоъемник» со встроенной спецификацией

7.6. Использование клавиатурных сокращений

Пользователям nanoCAD Механика 20.1 предлагается осуществлять выбор исполняющих команд, в том числе, вводом в командной строке клавиатурных сокращений команд.

Клавиатурные сокращения — комбинация (сочетание) определенных клавиш, предназначенная для выполнения заранее запрограммированной исполняющей команды.

Использование клавиатурных сокращений существенно увеличивает производительность работы на компьютере.

Доступ к установленным в nanoCAD Механика 20.1 клавиатурным сокращениям осуществляют следующим образом:

- 1) ЛК на вкладке «Настройки» (рис. 7.26);
- 2) ЛК на иконке Интерфейс из группы Адаптация (см. рис. 7.26) — открывается окно **Настройка пользовательского интерфейса** (см. рис. 7.26);
- 3) ЛК на вкладке «Сочетания клавиш» (см. рис. 7.26).

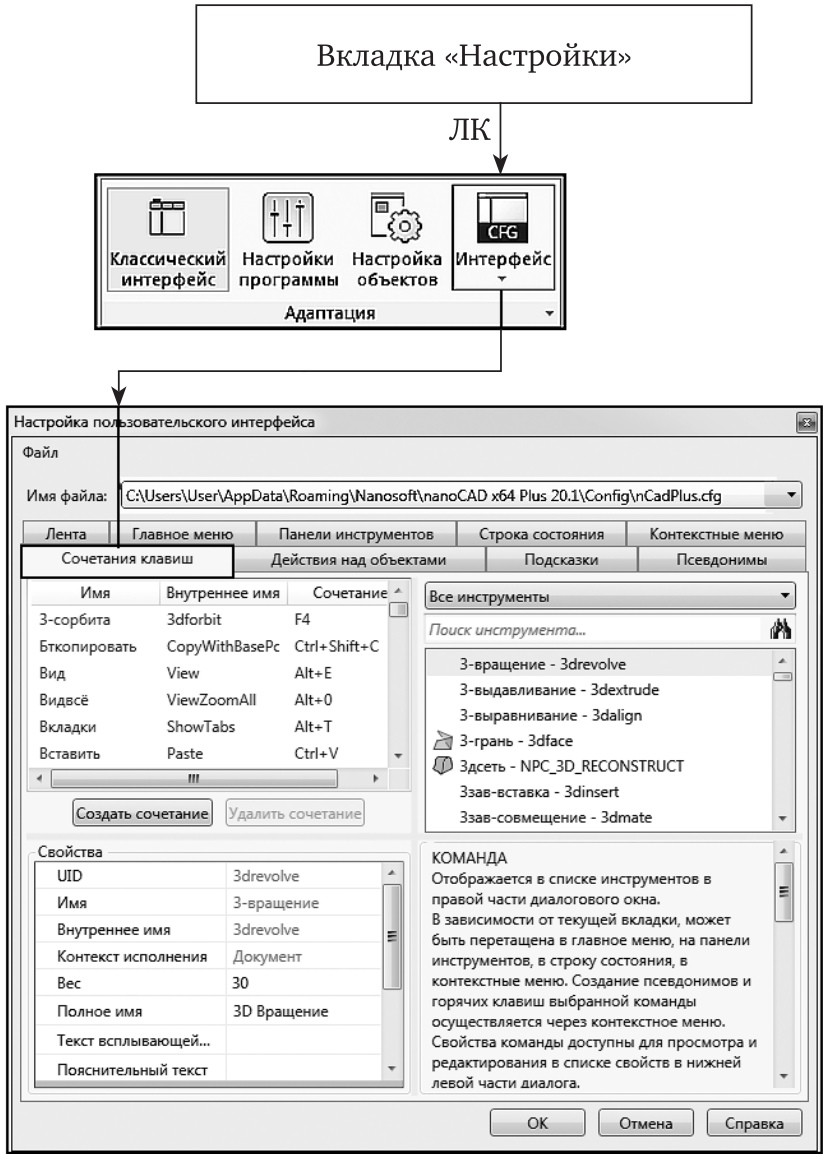


Рис. 7.26. Общая схема доступ к настройкам пользовательского интерфейса

На рис. 7.27—7.29, приведены полные списки клавиатурных сокращений из вкладки «Сочетания клавиш» (см. рис. 7.26).

Имя	Внутреннее имя	Сочетание	
З-сорбита	3dforbit	F4	
Бткопировать	CopyWithBasePc	Ctrl+Shift+C	
Вид	View	Alt+E	
Видвсе	ViewZoomAll	Alt+O	
Вкладки	ShowTabs	Alt+T	
Вставить	Paste	Ctrl+V	
Встблок	PasteBlock	Ctrl+Shift+V	
Выбвсе	SelectAll	Ctrl+A	
Вырезать	Cut	Ctrl+X	
Выход	Exit	Ctrl+Q	
ВЭкрПережл	CYCLEVIEWPORT	Ctrl+R	
Диалвыбобъект	ShowSelDig	Ctrl+W	
-динвод	-DYNMODE	F12	
ДПСК	UCSDETECTcmd	F6	
Дуга по 3 точки	Arc	Ctrl+Alt+A	
Заккрыть	CloseDocument	Ctrl+F4	
Кбуфер	CopyClip	Ctrl+C	
Копирование	MoveCopy	Ctrl+Shift+D	
Круг	Circle	Ctrl+Alt+C	

Рис. 7.27. Начало списка клавиатурных сокращений

ЛЕНТАОБН	RELOADRIBBON	Alt+R
найти	Find	Ctrl+F
Настройка	PreferencesCmd	Ctrl+9
Отслеживание	ToggleOtrack	F11
Опривязка	ToggleOSnapNe	F3
Орто	ToggleOrto	F8
Открыть	OpenDocument	Ctrl+O
Отрезок:	Line	Ctrl+Alt+L
Панель_Стандар	ShowToolbar_Me	Alt+1
Перемещение	Move	Ctrl+D
Печать	Plot	Ctrl+P
Плиния	SimplePolyLine	Ctrl+Alt+P
Поворот	Rotate	Ctrl+E
Повторить	EditRedo	Alt+Shift+BACK
Повторить	EditRedo	Ctrl+Y
Поляр	TogglePolar	F10
ПОтменить	EditUndo	Alt+BACK
ПОтменить	EditUndo	Ctrl+Z

Рис. 7.28. Продолжение списка клавиатурных сокращений

Предвар	preview	Ctrl+F2
Прившаг	ToggleSnap	F9
Прямоугольник	Rectangle	Ctrl+Alt+R
Пск	UCS	Alt+U
Свойства	Inspector	Ctrl+1
Сетка	ToggleGrid	Ctrl+G
Сетка	ToggleGrid	F7
Создать	NewDocument	Ctrl+N
Сохранить	SaveDocument	Ctrl+S
Сохранитькак	SaveAsDocumen	Ctrl+Shift+S
Строка_состояни	ShowStatusBar	Alt+S
Текст	dText	Ctrl+Alt+T
Точка	Point	Ctrl+Alt+N
Удалить	Delete	Del
Чистэкр	Fullscreen	Ctrl+O
Штрих	hatchcmd	Ctrl+Alt+H

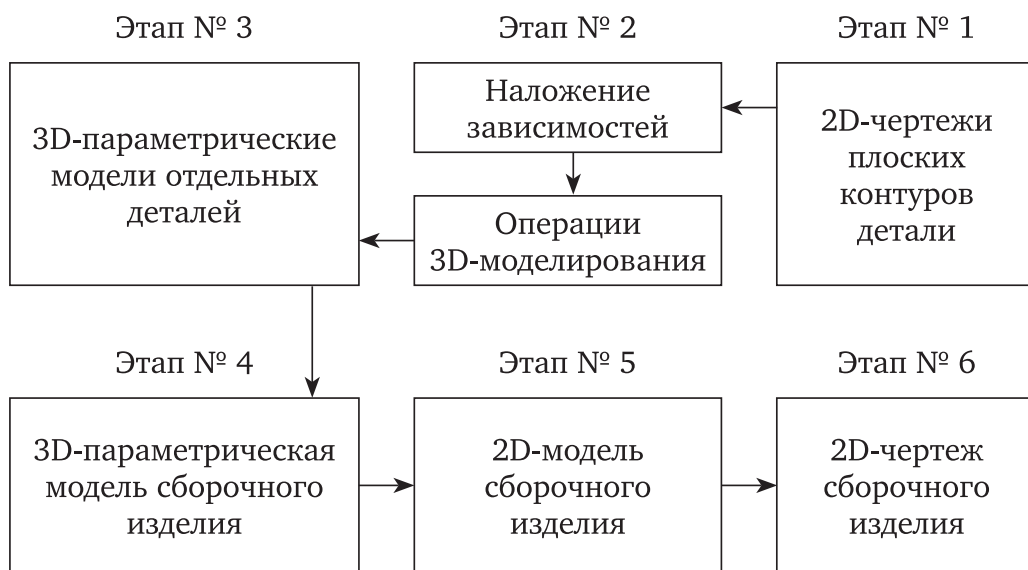
Рис. 7.29. Окончание списка клавиатурных сокращений

Рекомендация. Для рациональной работы в программе nanoCAD Механика 20.1 пользователям целесообразно запомнить не только клавиатурные сокращения команд, но и названия самих команд.

Заключение

I. В работе на примерах натуральных образцов деталей рассмотрены возможности реализации современной технологии «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж» на основе использования программы nanoCAD Механика 20.1.

II. Перспективные возможности дает встроенный в программу nanoCAD Механика 20.1 функционал геометрических и размерных зависимостей, предназначенный, в конечном счете, для создания 3D-параметрических моделей сборочных изделий. Поэтому в дальнейшем при конструировании изделий целесообразно ориентироваться на методы параметрического моделирования, используя представленную ниже схему.



**Общая схема создания 3D-модели и 3D-чертежа сборочного изделия
на основе методов параметрического моделирования**

III. В дальнейшем, для более полного понимания идеологии и методов работы в программе nanoCAD Механика, пользователям рекомендуется просмотреть, проанализировать и использовать на практике уроки по 3D-моделированию из материалов вебинаров, организованных «Онлайн школой Нанософт», которые приведены ниже.

1. Урок № 1. nanoCAD 3D-модуль. Основы моделирования в nanoCAD Механика: https://youtu.be/8YZ6DvYbR_Y.

2. Урок № 2. nanoCAD 3D-модуль. Параметрическое моделирование: <https://youtu.be/GvWKeZXt5E4>.

3. Урок № 3. nanoCAD 3D-модуль. Базовые команды 3D-моделирования в nanoCAD: <https://www.youtube.com/watch?v=RdJx6DoK4f8&feature=youtu.be>.

Библиографический список

1. ГОСТ 10549—80 «Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски». Межгосударственный стандарт. — Минск.
2. ГОСТ 2.317—2011 ЕСКД «АксонOMETрические проекции». — Москва : Стандартинформ, 2018.
3. ГОСТ 24705—2004 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры». — Москва : Стандартинформ, 2008.
4. ГОСТ 7798—70 «Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры». Межгосударственный стандарт. — Минск.
5. ГОСТ 8724—2002 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги». Межгосударственный стандарт. — Минск.
6. ГОСТ 9150—2002 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль». Межгосударственный стандарт. — Минск.
7. Габидулин, В. М. Основы работы в nanoCAD / В. М. Габидулин; под редакцией А. Азанова. — Москва : ДМК Пресс, 2018.
8. Жарков, Н. В. AutoCAD 2019. Полное руководство / Н. В. Жарков, М. В. Финков. — Санкт-Петербург : Наука и техника, 2019.
9. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для академического бакалавриата / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 15-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2014.
10. Кувшинов, Н. С. Начертательная геометрия. Краткий курс : учебное пособие / Н. С. Кувшинов. — Москва : КноРус, 2016.
11. Кувшинов, Н. С. Приборостроительное черчение : учебное пособие / Н. С. Кувшинов, В. С. Дукмасова. — Москва : КноРус, 2015.
12. Кувшинов, Н. С. nanoCAD Механика 9.0. Инженерная 2D-и 3D-графика / Н. С. Кувшинов. — Москва : ДМК Пресс, 2019. URL: www.litres.ru/nikolay-kuvshinov.
13. Кувшинов, Н. С. nanoCAD Механика. Инженерная 2D-и 3D-компьютерная графика : учебное пособие / Н. С. Кувшинов. — Москва : ДМК Пресс, 2020.
14. Кувшинов, Н. С. nanoCAD PLUS 10. Адаптация к учебному процессу / Н. С. Кувшинов. — Москва : ДМК Пресс, 2019. URL: www.litres.ru/nikolay-kuvshinov.

15. *Минеев, Н. А.* КОМПАС-3D. Полное руководство. От новичка до профессионала / Н. А. Минеев, Н. В. Финков, Н. В. Жарков. — Санкт-Петербург : Наука и техника, 2019.

16. *Осипов, В. А.* Альбом чертежей сборочных единиц для чтения и детализирования / В. А. Осипов, В. И. Козел. — Москва : Машиностроение, 1980.

17. *Полещук, Н. Н.* Путь к nanoCAD / Н. Н. Полещук. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2017.

18. Dassault Systemes. Новые возможности SolidWorks 2019. — USA: Waltham: Dassault Systemes (DS) SolidWorks Corp., 2019.

19. *Tickoo, S.* Autodesk Inventor Professional 2018 for Designers / S. Tickoo. CAD/CIM Technologies, 2017. — 1370 с.